



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**EVALUACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DEL SUELO (MESO-  
MACROFAUNA) EN TRES AGROECOSISTEMAS CON SUELOS  
CON CANGAHUA EN LA COMUNIDAD SAN MIGUEL DE  
QUERA-CACHA**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORA: JOHANA ANAIS GARAY AVECILLAS**

**DIRECTOR: Ing. VICENTE JAVIER PARRA LEÓN, M.Sc.**

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Johana Anais Garay Vecillas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Johana Anais Garay AVECILLAS, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 01 de mayo de 2024



**Johana Anais Garay AVECILLAS**

**060547708-2**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DEL SUELO (MESO-MACROFAUNA) EN TRES AGROECOSISTEMAS CON SUELOS CON CANGAHUA EN LA COMUNIDAD SAN MIGUEL DE QUERA-CACHA**, realizado por la señorita: **JOHANA ANAIS GARAY AVECILLAS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Alex Vinicio Gavilanes Montoya, PhD. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2024-05-01
Ing. Vicente Javier Parra León, M.Sc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-05-01
Ing. Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco, MSc. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-05-01 <sup>1</sup>

## **DEDICATORIA**

Con todo amor a mis padres Nelson Garay y Aida Avecillas por su amor y dedicación, nunca dejaron de creer en mí y con sus esfuerzos me motivaron para culminar esta etapa, a mis hermanos Geovanny y Jacqueline por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento en los momentos que más necesitaba, a mi sobrina Sophia por inundar mi corazón de alegrías y darme la fuerza para esforzarme en la culminación de mi carrera, a mi primo Jhonathan, por sus consejos que me han guiado a ser una mejor persona. Los quiero mucho.

**Johana**

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por guiar mis pasos, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme a la oportunidad de cumplir mi sueño, a todos y a cada uno de los docentes, que me brindaron sus conocimientos y experiencias en mi trayectoria estudiantil. Al Ing. Vicente Parra, en calidad de director del trabajo de Integración Curricular, que con sus virtudes profesionales y humanas hicieron posible la finalización de este trabajo; de igual manera al Ing. Danilo Guilcapi en calidad de Asesor del trabajo de Integración Curricular por encaminar la presente investigación. De la misma manera agradezco al proyecto GDETERRA (Generación e implementación de alternativas tecnológicas para los sistemas de producción agropecuaria forestales de la agricultura familiar.) por la apertura y la guía para el presente trabajo. Así mismo al centro de Bioconocimiento-ESPOCH y la organización EkoRural por hacer posible el desarrollo de esta investigación, a través del soporte financiero y metodológico.

**Johana**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Hipótesis.....	5

### CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 El suelo.....	6
2.1.1 Manejo de suelos.....	6
2.2 Agroecología.....	10
2.2.1 Principios de la agroecología.....	10
2.2.2 Técnicas agroecológicas del suelo.....	11
2.3 Indicadores de la calidad del suelo y la sustentabilidad.....	13
2.3.1 Indicadores biológicos.....	13
2.4 Propiedades biológicas del suelo.....	14
2.5 Biodiversidad.....	14

<b>2.5.1</b>	<b>Funciones esenciales que desempeñan los diferentes tipos de organismos del suelo</b>	<b>14</b>
<b>2.5.2</b>	<b>Fauna edáfica</b>	<b>15</b>
<b>2.5.3</b>	<b>Clasificación de la fauna edáfica</b>	<b>16</b>
<b>2.5.4</b>	<b>Fauna del suelo</b>	<b>16</b>
<b>2.5.5</b>	<b>Macrofauna</b>	<b>17</b>
<b>2.5.6</b>	<b>Composición y función de la macrofauna edáfica</b>	<b>17</b>
<b>2.5.7</b>	<b>Grupos funcionales de la macrofauna</b>	<b>18</b>
<b>2.5.8</b>	<b>Lombrices, las ingenieras del suelo</b>	<b>19</b>
<b>2.5.9</b>	<b>Mesofauna</b>	<b>19</b>
<b>2.5.10</b>	<b>Microfauna</b>	<b>20</b>
<b>2.6</b>	<b>Monolito (cuadrante de lombrices)</b>	<b>20</b>
<b>2.7</b>	<b>Embudos Berlesse</b>	<b>21</b>
<b>2.8</b>	<b>MicroBiometer</b>	<b>21</b>

### **CAPITULO III**

<b>3</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Ubicación geográfica del área de estudio</b>	<b>22</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Características del lugar</b>	<b>22</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Suelo</b>	<b>23</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Clima</b>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Materiales</b>	<b>23</b>
<b>3.3</b>	<b>Descripción de enfoque</b>	<b>24</b>
<b>3.4</b>	<b>Alcance del estudio</b>	<b>24</b>
<b>3.5</b>	<b>Diseño, tipo, métodos</b>	<b>25</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Nomenclatura aplicada en la metodología</b>	<b>25</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Diversidad de macrofauna: para el cumplimiento del primer objetivo se realizó la metodología de monolito-Cuadrante de observación de lombrices</b>	<b>25</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Estudio de mesofauna: para el cumplimiento del segundo objetivo se realizó a través de embudos Berlesse</b>	<b>27</b>

3.5.4	Método de biomasa de hongos y bacterias por microBiometer .....	29
3.6	Técnicas de investigación empleadas .....	34
3.7	Instrumentos de investigación empleadas .....	34

## CAPÍTULO IV

4	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	35
4.1	Descripción de fincas en la Comunidad de San Miguel de Quera-Cacha .....	35
4.1.1	Finca 1: Propietario: -Pedro Morocho Tiupul .....	35
4.1.2	Finca 2: Propietario José Antonio Agualsaca .....	36
4.1.3	Finca 3: Propietario José Antonio Agualsaca .....	36
4.2	Resultados de macrofauna .....	37
4.3	Resultado de mesofauna .....	39
4.4	Resultado de microfauna .....	52
4.5	Análisis e interpretación de macrofauna.....	53
4.6	Análisis e interpretación de mesofauna .....	55
4.7	Roles funcionales.....	75
4.8	Índices de biodiversidad .....	78
4.9	Análisis e interpretación de microfauna.....	80
4.10	Análisis Estadístico .....	83
4.10.1	Macrofauna (lombrices) .....	84
4.10.2	Mesofauna .....	88
4.10.3	Microfauna .....	90
4.10.4	Hongos .....	93
4.10.5	Bacterias .....	95
5	CONCLUSIONES.....	99
6	RECOMENDACIONES .....	101

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Funciones esenciales que desempeñan los diferentes tipos de organismos del suelo .....	14
<b>Tabla 2-2:</b> Clasificación de los organismos del suelo.....	16
<b>Tabla 2-3:</b> Grupos que componen la macrofauna del suelo.....	17
<b>Tabla 3-4:</b> Límites Político Administrativo.....	22
<b>Tabla 3-5:</b> Materiales para cuadrante de observación de lombrices .....	23
<b>Tabla 3-6:</b> Materiales para embudo Berlesse.....	23
<b>Tabla 3-7:</b> Materiales para microBiometer.....	24
<b>Tabla 3-8:</b> Nomenclatura.....	25
<b>Tabla 4-9:</b> Resultados de macrofauna .....	37
<b>Tabla 4-10:</b> Resultados de mesofauna.....	39
<b>Tabla 4-11:</b> Resultados de microfauna .....	52
<b>Tabla 4-12:</b> Resultado de lombrices encontradas en los tres agroecosistemas, ecosistema de referencia y ecosistema natural .....	53
<b>Tabla 4-13:</b> Cantidad de individuos colectados en los agroecosistemas en la comunidad de San Miguel de Quera-Cacha. ....	55
<b>Tabla 4-14:</b> Porcentaje de los órdenes encontrados en el tipo de manejo agroecológico .....	57
<b>Tabla 4-15:</b> Porcentaje de los órdenes encontrados en el tipo de manejo tradicional .....	59
<b>Tabla 4-16:</b> Porcentaje de los órdenes encontrados en el tipo de manejo tradicional .....	61
<b>Tabla 4-17:</b> Porcentaje de los órdenes encontrados en el ecosistema degradado.....	63
<b>Tabla 4-18:</b> Porcentaje de los órdenes encontrados en el ecosistema de referencia.....	64
<b>Tabla 4-19:</b> Promedio de órdenes encontrados por tipo de manejo .....	65
<b>Tabla 4-20:</b> Abundancia de individuos encontradas en los tres agroecosistemas, ecosistema de referencia y ecosistema natural .....	67
<b>Tabla 4-21:</b> Abundancia de familias encontradas en el manejo agroecológico .....	68
<b>Tabla 4-22:</b> Abundancia de familias encontradas en el manejo tradicional, .....	70
<b>Tabla 4-23:</b> Abundancia de familias encontradas en el manejo barbecho .....	71

<b>Tabla 4-24:</b> Abundancia de familias encontradas en el ecosistema de referencia.....	72
<b>Tabla 4-25:</b> Abundancia de familias encontradas en el ecosistema degradado.....	73
<b>Tabla 4-26:</b> Roles funcionales de los tres agroecosistemas .....	75
<b>Tabla 4-27:</b> Roles funcionales del ecosistema de referencia .....	76
<b>Tabla 4-28:</b> Roles funcionales del ecosistema degradado .....	77
<b>Tabla 4-29:</b> Índices de biodiversidad .....	78
<b>Tabla 4-30:</b> Carbono microbiano/gramo de suelo .....	80
<b>Tabla 4-31:</b> Porcentaje de bacterias y hongos .....	81
<b>Tabla 4-32:</b> Resumen de estadística descriptiva de macrofauna según el tipo de manejo .....	83
<b>Tabla 4-33:</b> Resumen de estadística descriptiva de macrofauna según la repetición .....	83
<b>Tabla 4-34:</b> ANOVA, macrofauna, tipos de manejo .....	84
<b>Tabla 4-35:</b> Comparaciones múltiples de medias de Tukey, macrofauna, tipos de manejo .....	85
<b>Tabla 4-36:</b> ANOVA, macrofauna, tipos de manejo y ecosistemas.....	86
<b>Tabla 4-37:</b> Comparaciones múltiples de medias de Tukey, macrofauna, tipos de manejo y ecosistemas .....	87
<b>Tabla 4-38:</b> ANOVA, mesofauna, tipos de manejo.....	88
<b>Tabla 4-39:</b> ANOVA, mesofauna, tipos de manejo y ecosistemas .....	89
<b>Tabla 4-40:</b> ANOVA, microfauna, tipos de manejo .....	90
<b>Tabla 4-41:</b> Comparaciones múltiples de medias de Tukey, tipos de manejo .....	91
<b>Tabla 4-42:</b> Comparaciones múltiples de medias de Tukey, tipos de manejo y ecosistemas .....	92
<b>Tabla 4-43:</b> ANOVA, microfauna (Hongos), tipos de manejo .....	93
<b>Tabla 4-44:</b> Comparaciones múltiples de medias de Tukey, microfauna (hongos), repetición..	93
<b>Tabla 4-45:</b> ANOVA, microfauna (hongos), tipos de manejo y ecosistemas .....	94
<b>Tabla 4-46:</b> ANOVA, microfauna (bacterias), tipos de manejo .....	95
<b>Tabla 4-47:</b> Comparaciones múltiples de medias de Tukey, microfauna (bacterias), repetición .....	96
<b>Tabla 4-48:</b> ANOVA, microfauna (bacterias), tipos de manejo y ecosistemas .....	97

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 3-1:</b> Ubicación de la Parroquia Cacha-Quera (área de estudio).....	22
<b>Ilustración 3-2:</b> Lanzamiento de cuadrante de 25 x 25 cm.....	26
<b>Ilustración 3-4:</b> Toma de muestra compuesta en zigzag con ayuda del barreno.....	28
<b>Ilustración 3-5:</b> Montaje de embudos Berlesse con las muestras tomadas .....	28
<b>Ilustración 3-6:</b> Muestra de suelo pesada.....	28
<b>Ilustración 3-7:</b> Embudos Berlesse montados y reposo 72h.....	29
<b>Ilustración 3-8:</b> Identificación de mesofauna.....	29
<b>Ilustración 3-9:</b> Materiales para microBiometer .....	29
<b>Ilustración 3-10:</b> Tubos eppendorf con agua destilada.....	30
<b>Ilustración 3-11:</b> Muestra de suelo compactada.....	31
<b>Ilustración 3-12:</b> Sal de extracción para microBiometer.....	31
<b>Ilustración 3-13:</b> Mezcla de suelo y sal de extracción.....	32
<b>Ilustración 3-14:</b> Reposo de los tubos de extracción eppendorf.....	32
<b>Ilustración 3-15:</b> Toma de muestra con Pipeta.....	33
<b>Ilustración 3-16:</b> Muestra en la tarjeta de prueba.....	33
<b>Ilustración 4-17:</b> Finca N°1, tipos de manejo agroecológico, tradicional y barbecho .....	35
<b>Ilustración 4-18:</b> Finca N°2, tipo de manejo agroecológico y barbecho .....	36
<b>Ilustración 4-19:</b> Finca N°3, tipo de barbecho, agroecológico y tradicional .....	37
<b>Ilustración 4-20:</b> Porcentaje de lombrices.....	54
<b>Ilustración 4-21:</b> Porcentaje de los órdenes encontrados en todos los agroecosistemas .....	56
<b>Ilustración 4-22:</b> Porcentaje de los órdenes encontrados en el tipo de manejo agroecológico ..	58
<b>Ilustración 4-25:</b> Porcentaje de los órdenes encontrados en el ecosistema degradado .....	63
<b>Ilustración 4-26:</b> Porcentaje de los órdenes encontrados en el ecosistema de referencia .....	64
<b>Ilustración 4-27:</b> Promedio de ordenes encontrados en los agroecosistemas .....	65
<b>Ilustración 4-28:</b> Abundancia de individuos encontradas en los agroecosistemas .....	67
<b>Ilustración 4-29:</b> Abundancia de familias encontradas en el manejo agroecológico .....	69
<b>Ilustración 4-30:</b> Abundancia de familias encontradas en el manejo tradicional .....	70

<b>Ilustración 4-31:</b> Abundancia de familias encontradas en el manejo barbecho .....	72
<b>Ilustración 4-32:</b> Abundancia de familias encontradas en el ecosistema de referencia .....	73
<b>Ilustración 4-33:</b> Abundancia de familias encontradas en el ecosistema degradado .....	74
<b>Ilustración 4-34:</b> Porcentaje de los roles funcionales encontrados en tres agroecosistemas .....	75
<b>Ilustración 4-35:</b> Porcentaje de los roles funcionales encontrados en el ecosistema de referencia .....	76
<b>Ilustración 4-36:</b> Porcentaje de los roles funcionales encontrados en el ecosistema degradado	77
<b>Ilustración 4-37:</b> Índice de Simpson 1-D .....	78
<b>Ilustración 4-38:</b> Índice de Shannon .....	79
<b>Ilustración 4-39:</b> Índice de Margalef .....	79
<b>Ilustración 4-40:</b> Microgramos de carbono/gramo de suelo .....	81
<b>Ilustración 4-41:</b> Porcentaje de hongos y bacterias .....	82
<b>Ilustración 4-42:</b> Distribución de macrofauna por manejo y repetición .....	84
<b>Ilustración 4-43:</b> Distribución de macrofauna por manejo .....	86
<b>Ilustración 4-44:</b> Distribución de macrofauna por manejo y ecosistemas .....	87
<b>Ilustración 4-45:</b> Distribución de mesofauna por manejo .....	89
<b>Ilustración 4-46:</b> Distribución de mesofauna por manejo y ecosistemas .....	90
<b>Ilustración 4-47:</b> Distribución de microfauna por manejo .....	91
<b>Ilustración 4-48:</b> Distribución de ( $\mu\text{gC/g}$ ) por manejo y ecosistemas .....	92
<b>Ilustración 4-49:</b> Distribución de microfauna (Hongos) por repetición .....	94
<b>Ilustración 4-50:</b> Distribución de microfauna (Hongos) por manejo y ecosistemas	95
<b>Ilustración 4-51:</b> Distribución de microfauna (bacterias) por repetición .....	96
<b>Ilustración 4-52:</b> Distribución de microfauna (bacterias) por manejo y ecosistema	97

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** FINCAS Y SUS TIPOS DE MANEJO

**ANEXO B:** APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MONOLITO EN CADA UNA DE LAS FINCAS

**ANEXO C:** RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE MICROBIOMETER EN CADA FINCA CON SUS RESPECTIVAS REPETICIONES

**ANEXO D:** FOTOGRAFÍAS DE LOS ÓRDENES Y FAMILIAS ENCONTRADAS

**ANEXO E:** SR. PEDRO MOROCHO, PROPIETARIO DE LA FINCA N°1

**ANEXO F:** SR. ANTONIO AGUALSACA, PROPIETARIO DE LA FINCA N°2 Y FINCA N°3

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue realizar una evaluación de la biodiversidad del suelo (mesomacrofauna) en agroecosistemas con diferentes tipos de manejo en la comunidad de San Miguel de Quera-Cacha, para ello se ha tomado tres metodologías: conteo de lombrices a través de monolitos, embudos Berlesse y determinación de biomasa de hongos y bacterias a través del microBiometer, se realizaron 45 unidades experimentales, las cuales pertenecen a 2 fincas con tres tipos de manejo, 3 áreas de referencias y 3 áreas degradadas. Los resultados de macrofauna fueron positivos para el barbecho y el manejo agroecológico seguido del ecosistema de referencia (natural), para mesofauna, los órdenes Oribatida y Poduromorpha pertenecientes a ácaros y colémbolos, fueron indicativos para una buena calidad del suelo que están acompañados de manejos agroecológicos y suelos en descanso y finalmente para microfauna, en todos sus ecosistemas existe mayor presencia de bacterias por su proceso sucesional en el que se encuentran. El manejo agroecológico y el barbecho desarrollan la diversidad biológica del suelo, resaltando la necesidad de adoptar métodos que mejoren su salud. Los suelos bajo estos manejos presentan más macrofauna, mesofauna y microfauna que aquellos bajo cultivo constante, gracias al entorno favorable que ofrece el barbecho para una variedad de organismos, enriqueciendo así la diversidad biológica del suelo.

**Palabras clave:** <MESO FAUNA>, <MACRO FAUNA>, <BIODIVERSIDAD>, <EMBUDOS BERLESSE>, <MONOLITO>, <MICROBIOMETER>, <TIPOS DE MANEJO DEL SUELO>, <SALUD DEL SUELO>, <AGROECOLOGÍA>.

0449-DBRA-UPT-2024



## ABSTRACT

The objective of the research was to carry out an evaluation of soil biodiversity (meso-macrofauna) in agroecosystems with different types of management in the community of San Miguel de Quera-Cacha, for this, three methodologies have been taken: worm counting through of monoliths, Berlesse funnels and determination of biomass of fungi and bacteria through the microBiometer, 45 experimental units were carried out, which belong to 2 farms with three types of management, 3 reference areas and 3 degraded areas. The macrofauna results were positive for fallow and agroecological management followed by the reference ecosystem (natural), for mesofauna, the orders Oribatida and Poduromorpha belonging to mites and springtails, they were indicative for good soil quality that are accompanied by agroecological management and resting soils and finally for microfauna, in all their ecosystems there is a greater presence of bacteria due to the successional process in which they are found. Agroecological management and fallow develop the biological diversity of the soil, highlighting the need to adopt methods that improve its health. The soils under these managements present more macrofauna, mesofauna and microfauna than those under constant cultivation, thanks to the favorable environment that fallow offers for a variety of organisms, thus enriching the biological diversity of the soil.

**Keywords:** <<MESO FAUNA>, <MACRO FAUNA>, <BIODIVERSITY>, <BERLESSE FUNNELS>, <MONOLITE>, <MICROBIOMETER>, <TYPES OF SOIL MANAGEMENT >, <SOIL HEALTH>, <AGROECOLOGY>.



Lic. Lorena Cecilia Hernández Andrade. Mcs.

180373788-9

## INTRODUCCIÓN

El suelo, siendo un recurso natural esencial, es un entorno activo y cambiante que sostiene la vida de todas las formas vivientes, y es el escenario de procesos cruciales para los ecosistemas, como los ciclos del agua, carbono, nitrógeno y fósforo. La calidad del suelo se refiere a su capacidad constante para promover el crecimiento saludable de las plantas y mantener la productividad del ecosistema, la cual está determinada por sus características químicas, físicas y biológicas. Esto ocurre principalmente porque se descuida la relevancia de la diversidad biológica subterránea y las funciones ecológicas complejas que desempeña. Investigaciones recientes han demostrado que el suelo alberga alrededor del 25% de la biodiversidad a nivel mundial (Vatsyayana, 2020, p. 1).

El suelo es rico en biodiversidad y juega un papel importante en el control de los ecosistemas terrestres. Los descomponedores subterráneos impulsan importantes funciones como la renovación de materia orgánica y el ciclo de nutrientes, y por lo tanto, son determinantes clave de la salud del suelo (Anderson 2022, p. 2).

La intensificación agrícola conduce a cambios ambientales que pueden tener un impacto significativo en la capacidad de producción del agroecosistema. Las prácticas de manejo afectan directamente a los organismos del suelo, como la mortalidad, o afectan indirectamente el suministro de alimentos. Como lo señala (Sandler 2019, p. 28) los cambios en la estructura de los ecosistemas provocados por el uso intensivo de agroquímicos pueden provocar la pérdida total o parcial de la macro, meso y microfauna afectando la productividad y sostenibilidad del suelo en el mediano y largo plazo.

La biología del suelo tiene el desafío de comprender el papel específico de los organismos, cómo se organizan en nichos y cómo responden a los entornos cambiantes. El conocimiento de la edafofauna en los suelos es difícil, debido a su pequeño tamaño y gran biodiversidad (Evans 2008, p. 10). Las poblaciones de pequeños animales invertebrados que pasan la mayor parte de su ciclo de vida en el suelo son extremadamente abundantes, se estima que hay más de siete millones de especies únicas de artrópodos terrestres viviendo en la Tierra (Chamorro et al. 2022, p. 2).

Cada ecosistema se caracteriza por una red trófica con un determinado equilibrio de detritívoros, fitófagos, micófagos y parasitoides. A su vez, se pueden observar diferencias en estas proporciones en cada nivel trófico o dentro de cada grupo funcional, reflejando la historia del clima, la vegetación, el suelo, el uso del suelo y las perturbaciones (Sandler 2019, p. 28).

Es posible calcular todos los animales en una unidad de superficie terrestre, por lo que las poblaciones deben calcularse a partir de números obtenidos de pequeñas muestras de suelo (Castro et al. 2017, p. 28). El número de organismos obtenidos de una muestra se puede convertir en una población por unidad de área de suelo a una profundidad conocida (generalmente 25 o 30 cm) si se recolectan suficientes cantidades y tamaños de muestras (Chamorro et al. 2022, p. 2). A través del presente estudio se determinó el número de individuos de mesofauna edáfica considerados como indicadores biológicos de la calidad del suelo, permitiendo valorar su influencia en los diferentes tipos de manejo del suelo. Por tal motivo, se ha planteado si ¿los diferentes tipos de manejo de suelo afectan a la biodiversidad del suelo?

## CAPÍTULO I

### 1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del problema

Los datos sobre la degradación del suelo indican que aproximadamente el 3% de los cultivos a nivel global experimentan dificultades en su producción debido a la deficiencia de nutrientes en el sustrato. En el ámbito nacional, la cangahua, un material de origen volcánico, abarca un área de 270,000 hectáreas, de las cuales el 29.6% está expuesta en la superficie. Los suelos con cangahua presentes en la comunidad de San Miguel de Quera-Cacha tiene propiedades físicas, químicas y biológicas restrictivos para su aprovechamiento agrícola, por su dureza y baja porosidad, se debe a que es uno de los lugares con mayor presencia de Cangahua en la provincia de Chimborazo, y también, las particularidades geográficas facilitan una mayor incidencia del proceso de degradación del suelo, dada la presencia de pendientes empinadas con inclinaciones de hasta el 60%. por lo tanto, bajo nivel de fertilidad, lo cual limitan la actividad biológica y productiva en ese sustrato, de igual manera los diversos manejos del suelo conducen a suelos no productivos, lo que afecta principalmente a la presencia de microorganismos y otros organismos que juegan un papel vital en el funcionamiento del suelo. Los suelos que no posee una buena salud afectan la calidad de vida y la economía de aquellos que hacen uso de este recurso (Romero 2017, p. 15).

De igual manera, las prácticas agrícolas deficientes realizadas en esta comunidad, son un problema en la pérdida de biodiversidad del suelo, ya que los organismos del suelo, tanto macro, meso y microfauna desaparecen debido a varios factores que conducen a la degradación continua del suelo, donde la fauna del suelo es un factor determinante de la fertilidad del suelo y, por lo tanto, del funcionamiento general del sistema (Cabrera 2012, p. 3).

Al no conocer la salud del suelo de San Miguel de Quera-Cacha, los pobladores continúan en su mayoría con la intensificación agrícola, lo que lleva a la pérdida de biodiversidad, amenazando la calidad del suelo y afectando la capacidad de mantener su biodiversidad (Van Leeuwen et al. 2017, p. 14).

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo General***

Evaluar la biodiversidad del suelo (meso-macrofauna) en agroecosistemas con diferentes tipos de manejo en la comunidad de San Miguel de Quera-Cacha

### ***1.2.2 Objetivos Específicos***

- ✓ Cuantificar la macrofauna existente en agroecosistemas y su relación con los diferentes tipos de manejo.
- ✓ Cuantificar la mesofauna presente en agroecosistemas y la relación con diferentes tipos de manejo.
- ✓ Determinar la biomasa de hongos y bacterias a través de microBiometer en diferentes tipos de manejo.

## **1.3 Justificación**

Como lo indica (Carrión 2020, p. 17) el 50% del suelo cultivado en Ecuador estaba afectado por erosión, principalmente por cangahua, lo que provoca suelos improductivos, al tener una falta de suelo para cultivo, obliga a los agricultores de estas zonas a dejar sus tierras en busca de un sustento y se desplazan a la ciudad, dejando terrenos abandonados, lo cual afecta directamente a la sostenibilidad alimentaria, por tal motivo, existe interés a estudiar los suelos volcánicos endurecidos (cangahua) para conocer cómo se encuentra la edafofauna y su respuesta a los diversos manejos del suelo, con la finalidad de tener prácticas que se dirijan a su recuperación sostenible y lograr que sean suelos productivos.

La presente investigación está dirigida al estudio de macro, meso y microfauna en los tres agroecosistemas, ecosistema de referencia y ecosistema natural de la comunidad de San Miguel de Quera-Cacha, a través de la caracterización de la edafofauna del suelo considerando que estos organismos son parte importante del sistema; los mismos que realizan funciones importantes como la mineralización de la materia orgánica, el ciclo de nutrientes y el control biológico. Al no existir estudios similares en la parroquia, se ha visto la necesidad de realizar el estudio a través de la determinación de los tipos de manejo que existe y su influencia en la biología y ecología del suelo.

Los suelos de Quera han sido perturbados por prácticas agrícolas inadecuadas, pero el interés por restaurar funciones importantes del suelo en los últimos años ha llevado a un cambio de estrategias agrícolas enfocadas como es la agroecología. Este trabajo también tiene como objetivo sentar un precedente para la investigación de la biodiversidad del suelo para que se puedan desarrollar alternativas que contribuyan al desarrollo sostenible, enfocándose siempre en el manejo adecuado de los bienes y servicios que brinda la naturaleza.

La fauna del suelo varía en composición, abundancia y diversidad, todo en función de los cambios en el uso del suelo y otras condiciones antropogénicas, por lo que la edafofauna puede considerarse como indicadores biológicos de los cambios a los que está expuesto este recurso. Este estudio es un paso adelante de los próximos estudios de este tipo en la comunidad y permite hacer un acercamiento a la identificación de su distribución y abundancia de los organismos presentes, lo que lleva a permitir un correcto manejo de estos suelos.

Este proyecto está liderado por el Centro de Bioconocimiento de la ESPOCH y forma parte de una iniciativa de alcance nacional. Cuenta con el respaldo metodológico de universidades de Europa y Estados Unidos. Gracias al financiamiento de la IRDC y la Fundación EkoRural, este estudio se enfoca en la validación de metodologías innovadoras, como es el caso del MicroBiometer, siendo una de las primeras aplicaciones de esta tecnología en el país. El objetivo principal es determinar la salud del suelo mediante el uso de esta herramienta.

#### **1.4 Hipótesis**

##### **Nula**

La biodiversidad (meso-macro fauna) no es afectada por los diferentes tipos de manejo de suelo

##### **Alternativa**

La biodiversidad (meso-macro fauna) es afectada por los diferentes tipos de manejo de suelo

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 El suelo

Los suelos están formados por una serie de combinaciones de acciones, entre ellas: materias primas, clima, topografía, biota y tiempo; después del colapso la descomposición de rocas por procesos químicos y físicos, existen macroscópicos y microscópicos de plantas y animales los cuales permiten que el suelo sea el cuerpo de variables que permiten mantener el equilibrio del ecosistema que se desarrolla en su interior (Chamorro 2022, p. 23).

Los suelos se entienden como el resultado de diversas interacciones de naturaleza compleja. Por tanto, se entiende que significa el estado ordenado del suelo, una serie de fenómenos que son provocados por la interacción de los subsistemas que lo componen como plantas, macroorganismos y microorganismos que mantienen composición del suelo. La calidad del suelo también juega un papel importante ya que es un recurso que facilita la aplicación de prácticas de manejo que promuevan sistemas agrícolas sostenibles (León et al., 2020, p. 182).

##### 2.1.1 Manejo de suelos

El objetivo de un buen manejo del suelo es satisfacer las necesidades básicas de las plantas. Las plantas sanas necesitan agua, nutrientes, oxígeno y un entorno físico para que las semillas germinen, broten nuevos brotes y crezcan a la luz del sol, y para que las raíces se desarrollen y penetren profundamente en la planta (Castro et al. 2017, p. 13).

##### 2.1.1.1 Barbecho

“Etimológicamente la palabra “barbecho” proviene del latín *vervactum* (ver: *veris* primavera-verano y *actum*: participio del verbo *agere*), que significa "acto hecho para la primavera-verano". (Licona y Estupiñán 2019, p.4)

En agricultura, el término barbecho hace referencia al período de descanso entre cosechas, asociado a la regeneración del suelo en preparación para la siembra, por lo que no se percibe como un momento pasivo, sino un momento imprescindible para la siguiente etapa de refuerzo activo de la cosecha (Licona y Estupiñán 2019, p. 5). Es una condición de suelo que se encuentra temporalmente sin cultivos, no completamente abandonada y sin cultivar.

Durante los períodos de barbecho, se almacenan grandes cantidades de nutrientes en la biomasa de la vegetación continua y luego se liberan mientras el suelo se prepara para un nuevo ciclo de siembra. El valor agregado es que dejar las plantas en barbecho a medida que envejecen aumenta la diversidad de especies de plantas. (Licona y Estupiñán 2019, p. 21). También proporciona espacio para el reciclaje de nutrientes. Al estar la parcela cubierta de vegetación secundaria, se mantiene la humedad del suelo y se reduce el contacto con plagas.

Como lo mencionaba (Licona y Estupiñán, 2019):

El barbecho había sido una técnica utilizada con el objetivo de conseguir la máxima productividad en los campos de cultivo con los medios de producción disponibles sin preocuparse demasiado de los efectos que pudiera tener en la conservación del suelo. Así, los mismos agricultores son quienes deciden cuando dejar la tierra bajo barbecho teniendo en cuenta la disponibilidad de tierra y de mano de obra, las lluvias erráticas y el estado de la fertilidad del suelo. (p. 9)

Existen tipos de barbecho, entre ellos está:

- ✓ Barbecho corto: uno o dos años hasta que la tierra se encuentre con cultivos nuevamente.
- ✓ Barbecho largo: los períodos de descanso de la tierra son mas extensos, de tres a cuatro años.

### **2.1.1.2 Cangahua**

Cangahua es un material fino y templado. Actualmente se encuentra aflorado o cubierto por otras formaciones. En el primer caso, cuando la cangahua no ha sido removida por movimiento natural o por el ser humano; se puede suavizar artificialmente el crecimiento de superficies duras, lo cual se conoce como duripán o suelo (durustoll y durandept) cuando ya ha intervenido el hombre. Y se encuentra de 2 a 5 m de profundidad y es principalmente de color marrón amarillento (Custode et al., 1992, p. 333).

Cangahua, una capa endurecida y estéril, yacía entonces en antiguas rocas piroclásticas. Esto generalmente corresponde a la capa C, que puede originarse a partir de tobas no consolidadas pero desecadas o depósitos piroclásticos (Orejuela et al., 2018, p. 1).

Los propios afloramientos de cangahua constituyen un característico paisaje erosionado: son muy regulares, casi desprovistos de vegetación, con pendientes alternas que cubren las capas subyacentes como si fueran losas de cemento.

Como lo menciona (Custode, 1992)

Es comprensible que se trate de un paisaje con pocos cambios debido al endurecimiento del material. La cantidad de agua absorbida en cangahua es mínima, pero la escorrentía es abundante. Hasta el 40% de las pendientes están dominadas por escorrentía difusa, lo que ayuda a limpiar y alisar la superficie de cangahua. Cuando hay claras rupturas topográficas, sólo se pueden observar localmente acumulaciones arenosas de escala de unos pocos centímetros. Cuando supera el 40%, cuando el relieve del terreno hace que el escurrimiento converja, se formarán barrancos y cárcavas, que también se desarrollan lentamente y tienen un característico perfil en forma de "U". (p. 5)

La Cangahua se origina principalmente en la Sierra como lo indica (Custode, 1992)

Esta diversidad es particularmente evidente en las cadenas montañosas, que son terrenos típicamente andinos con picos más altos que alcanzan los 6.000 metros. De hecho, fuertes pendientes irregulares y una red hidrográfica que imita profundos barrancos y cañones cambian la dirección del viento y las nubes más que cualquier otra región del país, creando una serie de vientos y nubes importantes en distancias cortas. Microclima originalmente no zonal en tales latitudes. Fue en este ambiente morfoclimático andino donde está presente la cangahua. Las formaciones mencionadas en la costa o en el este nunca se mencionan. (p. 5)

### **2.1.1.3 Agricultura tradicional**

Son sistemas de producción agrícola para la obtención de alimentos, desarrollados sobre la base de conocimientos y prácticas empíricas que han sido adquiridos y enriquecidos por generaciones. Estos sistemas de producción actualmente nos brindan una base de conocimientos que podemos aplicar y revalorizar en la agroecología, porque no dejan un impacto negativo en el medio ambiente, sino que por el contrario buscan la armonía con la naturaleza (Chalán 2019, p. 27). Este manejo de suelo permite a los agricultores asignar prácticas de producción a cada unidad de paisaje, obteniendo así una amplia gama de productos vegetales a través de una estrategia multipropósito que les ha servido a lo largo de los años, asegurando su nutrición y proporcionándose ingresos económicos (Chalán 2019, p. 35).

Esta es una técnica básica porque no utiliza tecnología. Además, requiere pocos conocimientos técnicos. De hecho, podemos decir que este tipo de agricultura se fundamenta en recursos naturales y ecología (Contreras et al. 2019, p. 7). La dificultad con los enfoques convencionales es que no han tomado en cuenta las diversificaciones ecológicas, las presiones de la población, las relaciones económicas y los movimientos sociales que existen en cada región y de manera consecuente el desarrollo agrícola no ha estado coherente con las necesidades y potencialidades de los agricultores de la localidad (Castro et al. 2017, p. 13).

#### *2.1.1.4 Características del manejo tradicional*

La agricultura tradicional se caracteriza por ciertos hábitos, como el uso de herramientas básicas en lugar de herramientas avanzadas: hoces, palas o azadones. Por otro lado, otra característica de este tipo de agricultura es la diversidad de vegetación. Plantar una variedad de especies y cultivos ayuda a estabilizar la fructificación a largo plazo y a producir una variedad de productos alimenticios como frutas. Este tipo de agricultura se utiliza para alimentar a una familia o a una pequeña superficie, pero los resultados del crecimiento pueden verse afectados por el clima o una composición insuficiente del suelo (Guardado, 2022, p. 1). Este tipo de agricultura se utiliza para alimentar a una familia o a una pequeña superficie, pero los resultados del crecimiento pueden verse afectados por el clima o una composición insuficiente del suelo

#### *2.1.1.5 Manejo agroecológico de suelos*

Dado que las prácticas agroecológicas son importantes para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo comunitario, son una estrategia adecuada para mantener y mejorar el equilibrio ecológico de los sistemas de producción (Contreras et al. 2019, p. 7).

Así, la agroecología como ciencia permite comprender los principios y razones del funcionamiento de un sistema agroecológico y los elementos que lo componen, reconociendo que es una alternativa ambiental que promueve el papel de los sistemas tradicionales en la agroecología. Aplicar sus habilidades y capacidades, muchas de las cuales son heredadas de sus antepasados o de su propia experiencia, al cultivo u optimizar el uso de materias primas, uso de productos orgánicos y transformando los sistemas de producción, beneficios significativos, por ejemplo: proporcionar alimentos saludables, aumentar la diversidad del suelo, asegurar el abono orgánico, entre otros (Jadán y Jaya 2020, p. 27).

## **2.2 Agroecología**

Agroecología no es un término reciente, nacido alrededor de la década de 1970, pero la ciencia y la práctica de la agroecología es casi tan antigua como los comienzos de la agricultura. La agroecología tiene sus raíces en la agricultura indígena y campesina, que aún domina en muchas partes del mundo y continúa haciéndolo en la actualidad (Jardón 2018, p. 7).

La agroecología es un método científico, un agregado de prácticas y una tendencia social, de acuerdo con la FAO. Como ciencia, la agroecología estudia la interacción de varios componentes del ecosistema agrícola. Como un acumulado de prácticas, se quiere tener sistemas agrícolas sostenibles que suministren una producción optimada y estable. Como movimiento social, implementa el papel multifuncional de la agricultura para promover la justicia social, promover la identidad y la cultura, y promover la viabilidad económica rural (Soto 2021, p. 1).

De igual manera, la agroecología es una ciencia que intenta partir de una base epistemológica diferente a la ciencia convencional. También señalan que la ciencia es responsable de la gestión sostenible de los ecosistemas agrícolas debido a diversos problemas ambientales causados por el hombre. Finalmente, la agroecología estudia y administra los sistemas agrícolas utilizando la teoría ecológica para maximizar y aumentar los rendimientos y, por lo tanto, también conservar los recursos naturales (Chalán 2019, p. 24).

### **2.2.1 Principios de la agroecología**

- ✓ Soberanía alimentaria: Los productores y consumidores, no las empresas, deberían controlar la cadena alimentaria y decidir cómo se producen los alimentos.
- ✓ Valorización de la vida rural: La agroecología contribuye al desarrollo rural y al alivio de la pobreza al proporcionar medios de vida seguros, saludables y económicamente viables.
- ✓ Producción inteligente: La agroecología basa la producción en el conocimiento local y se apoya en los ciclos de la naturaleza, no en las empresas. De esta manera, los agricultores obtienen más autonomía, estabilidad y mayores márgenes de beneficio.
- ✓ Biodiversidad: La agroecología se basa en la diversidad desde las semillas hasta el paisaje. Promueve el equilibrio entre naturalidad y diversidad en la dieta humana.

- ✓ Protección ecológica contra las plagas: La agroecología busca el equilibrio entre los ecosistemas, permitiendo a los agricultores controlar plagas y malezas sin el uso de tóxicos agrícolas.
- ✓ Suelos sanos: La agricultura ecológica no utiliza pesticidas para mejorar la fertilidad del suelo y al mismo tiempo protegerlo de la erosión, la contaminación y la acidificación.
- ✓ Sistemas alimentarios resilientes: La agricultura orgánica crea ecosistemas de producción resilientes a las crisis climáticas y económicas.

## **2.2.2 Técnicas agroecológicas del suelo**

### *2.2.2.1 Rotación de cultivos*

La rotación de cultivos es una de las estrategias más antiguas y eficaces para controlar plagas y enfermedades en el suelo. Sin embargo, el resultado final depende en gran medida de la elección, frecuencia y secuencia de cultivos en el diseño, así como de la integración de la adaptación local. Una buena rotación de cultivos mantiene la salud del suelo a largo del tiempo (Chaves y Araya 2012, p. 2). Mantener una buena fertilidad y estructura del suelo son otras razones para un buen rendimiento de los cultivos logrando una reposición natural de los nutrientes que faltan en el suelo sin usar productos artificiales (Quirós et al. 1998, p. 7-8).

### *2.2.2.2 Labranza mínima*

Conocida como movimiento mínimo del suelo, esta práctica consiste en cultivar el suelo con la menor perturbación posible para no perturbar los procesos naturales que ocurren allí (Olivet et al. 2019, p. 18). Esta práctica de retirar el arado o arar la tierra poco antes de la siembra proporciona un método inmediato desde la siembra hasta la cosecha final cuando falla la labranza tradicional debido a períodos de tiempo más prolongados (Rojas 2022, p. 209).

### *2.2.2.3 Abonos verdes*

La tecnología de la Revolución Verde se extendió por todo Centro América, permitiendo el uso de máquinas para facilitar el trabajo, obligando a los agricultores a dar el salto de la tecnología "espeque" al uso de "tractores". Esto ha llevado al abandono de los abonos verdes y otras prácticas

que ayudan a proteger el medio ambiente, lograr la sostenibilidad y proporcionar alimentos a la población (Quirós et al. 1998, p. 5).

Existen algunos términos y conceptos utilizados para definir los abonos verdes, según Quirós et al. (1998, p. 10) anuncia que “abono verde”: “Consiste en la práctica de incorporar al suelo una masa vegetal descompuesta de plantas cultivadas, locales o importadas con la finalidad de preservar o restaurar el potencial productora de los suelos agrícolas”.

Los abonos verdes se caracterizan por el uso de leguminosas, que se ha observado que aumentan los rendimientos debido a la adición de nitrógeno, un procesamiento más eficiente y mejora las propiedades físico-químico y biológicas de los suelos (Castro et al. 2018, p. 3).

#### 2.2.2.4 *Barreras y cercas vivas*

Una cerca móvil es una plantación de especies forestales diseñada para encerrar pastos o límites, crear cercas de refugio, proteger el agua, el suelo, los cultivos o los pastos, prevenir las heladas o promover la ecología local (Andrade y Rodríguez 2002, p. 123-133).

#### 2.2.2.5 *Pastoreo rotacional*

El pastoreo rotativo se identifica por la segmentación de toda el área de la granja, de modo que mientras que un área está siendo ocupada, las demás descansan; para implementar este sistema de pastoreo se debe tener en cuenta la época del año y el tipo de pasto a utilizar, pues de ellos dependerán los períodos de residencia y descanso (Milera et al. 2019, p. 2).

#### 2.2.2.6 *Policultivos*

Es un componente, estrategia en la agricultura que consiste en varios sistemas de cultivo en la misma tierra y combinados mediante la rotación de cultivos, cultivos intercalados, cultivos múltiples y cultivos en hileras (Gómez et al. 2014, p. 2). Las ventajas del policultivo es la equivalencia a la fertilidad natural del suelo, control de plagas, capacidad de producción y mayor aprovechamiento de la tierra.

#### 2.2.2.7 *Revegetalización de taludes*

Prácticas de estabilización de taludes, incluido el equilibrio o la restauración de la cubierta vegetal en áreas de vegetación original degradada o alterada (Reyes 2019, p. 17).

#### 2.2.2.8 *Compostaje*

El compost ofrece convertir de forma convincente los desechos orgánicos en materias primas para que sirva a la producción agrícola. La FAO define el compost como una composición de materia orgánica que se transforma en condiciones aeróbicas para mejorar la estructura del suelo y suministrar nutrientes (Vargas et al., 2019, p. 2).

#### 2.2.2.9 *Lombricompuesto*

Lombricompost, lombrihumus, o humus de lombriz es un abono obtenido de los excrementos de lombrices que se alimentan de desechos orgánicos es decir, vegetales, residuos vegetales, excrementos de herbívoros, algunas aves y otros animales (Suárez et al. 2016, p. 43). La lombricomposta es un abono orgánico, biorregulador y acondicionador de suelos, cuya principal característica es la bioestabilidad, ya que no provoca fermentaciones ni deterioros (Ramos et al. 2019, p. 2).

#### 2.2.2.10 *Biofertilizantes*

Los biofertilizantes son compuestos microbianos que mejoran la fertilidad del suelo mediante el uso de microorganismos en una relación simbiótica con las plantas. Los biofertilizantes también se pueden definir como inoculantes microbianos que contienen cultivos microbianos específicos del suelo que se multiplican en condiciones controladas para aumentar la fertilidad y el rendimiento del suelo (Grageda et al. 2012, p. 5).

### **2.3 Indicadores de la calidad del suelo y la sustentabilidad**

#### **2.3.1 *Indicadores biológicos***

Los bioindicadores sintetizan una amplia gama de factores que afectan la calidad del suelo, como la abundancia de microbios y macroorganismos, incluidas bacterias, hongos, nematodos, lombrices de tierra, anélida y artrópoda. Estos incluyen rasgos como la tasa de respiración, y otros subproductos fúngicos, tasa de descomposición de residuos vegetales, biomasa microbiana N y C, etc. Debido a que la biomasa microbiana es más sensible a los cambios que el C total, se han propuesto proporciones de materia orgánica-microbiana del C del suelo para detectar cambios anticipados en la dinámica de la materia orgánica (Ramírez y Sánchez 2012, p. 2).

## 2.4 Propiedades biológicas del suelo

En el suelo vive una gran variedad de organismos: bacterias, hongos, nematodos, lombrices y otros. Todos interactúan directamente con las plantas, el aire y el agua. Los organismos del suelo son significativas en el ciclo de nutrientes que normaliza la dinámica del material orgánico del suelo, la retención de carbono y los GEI, cambia la estructura física del suelo y los cuerpos de agua y aumenta la cantidad y la eficiencia de la absorción de nutrientes por parte de la vegetación (García 2020, p. 1).

Los microorganismos involucrados en la descomposición de la materia orgánica y la conversión de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre en formas más accesibles para las plantas son especialmente importantes. La fauna del suelo es muy diversa y también lo es su efecto sobre el suelo, por ejemplo, los nematodos y las lombrices de tierra pueden afectar a las plantas pero tienen un efecto beneficioso sobre la estructura del suelo (Mancina y Cruz 2017, p. 254).

## 2.5 Biodiversidad

La biodiversidad garantiza el equilibrio de la biosfera, juega un papel crucial en los procesos atmosféricos y climáticos, proporciona alimentos, materias primas, recursos y asegura la supervivencia de humanos, animales y plantas. Por supuesto, regulando el flujo de energía y materia, la calidad del aire, la depuración del agua, el acondicionamiento y estabilización de suelos, evitando la erosión y los desastres naturales (Pérez 2019, p. 3).

### 2.5.1 Funciones esenciales que desempeñan los diferentes tipos de organismos del suelo

**Tabla 2-1:** Funciones esenciales que desempeñan los diferentes tipos de organismos del suelo

Funciones en el suelo	Organismos Implicados
Mantenimiento de la estructura	Bioturbación por invertebrados y sistemas radiculares de las plantas, micorrizas y algunos tipos de microorganismos
Regulación de la hidrología del suelo	Invertebrados con mayor potencial de bioturbación y sistemas radiculares
Intercambio de gases con la atmósfera y secuestro de carbono	La mayor parte de los microorganismos y sistemas radiculares y carbono retenido en agregados compactos de origen biogénico (como las pelotas fecales de lumbrícidos).
Eliminación de compuestos tóxicos	La mayor parte de los microorganismos del suelo.

<b>Funciones en el suelo</b>	<b>Organismos Implicados</b>
Ciclo de Nutrientes	La mayoría de microorganismos y raíces, así como algunos invertebrados que se alimentan del mantillo (horizontes orgánicos).
Descomposición de la materia orgánica	Varios invertebrados soprofticos y/o que se alimentan del mantillo (detritívoros), hongos, bacterias, actinomicetos y otros micro-organismos.
Fuente de alimentos y medicinas	Raíces de algunas plantas, algunos insectos (grillos, larvas de escarabajos, hormigas, termites), lumbrícidos, vertebrados que habitan en el suelo, microorganismos y sus productos (p. ej. la penicilina).
Supresión de pestes, enfermedades y parásitos	Plantas, micorrizas y otros hongos, nematodos, invertebrados y bacterias que parasitan o causan enfermedades a patógenos, colémbolos, invertebrados, protozoos y hongos depredadores.
Relaciones simbióticas y asimbióticas con las raíces de las plantas	Rizobios, micorrizas, actinomicetos, bacterias diazotrópicas, varias especies de microorganismos rizosféricos y hormigas.
Control del crecimiento de las plantas (que pueden ser positivos o negativos)	Efectos Directos: Sistemas radiculares, rizobios, micorrizas, actinomicetos, patógenos, nematodos fitoparásitos, insectos rizofagos, microorganismos de la rizosfera, agentes que ejercen biocontrol Efectos Indirectos: la mayor parte de la biota.

**Fuente:** (Lema 2016, p. 15)

**Realizado por:** Garay J., 2024.

### **2.5.2 Fauna edáfica**

El suelo, o la fauna del suelo, consiste en organismos que pasan la totalidad o parte de su vida en la superficie inmediata del suelo, en troncos en descomposición, escombros superficiales y debajo de la superficie, incluidos todos los organismos, desde la microfauna hasta los vertebrados de talla mediana. Para sobrevivir en el suelo, estos organismos deben adaptarse a ambientes compactos con bajas concentraciones de oxígeno y luz, pocos espacios abiertos, baja disponibilidad y calidad de alimentos y fluctuaciones microclimáticas que pueden ser muy fuertes (Lema 2016, p. 16).

### 2.5.3 Clasificación de la fauna edáfica.

Las comunidades bioedáficas consisten en protistas de microfauna, microflora y organismos como Arthropoda, Anellida y Mollusca. Estas comunidades habitan hábitats de bosques, selvas y pastizales donde encuentran humedad y alimento para sobrevivir (Chamorro 2001, p. 483).

Wallwork (1970, p. 283) creó un sistema para clasificar la fauna edáfica en mesofauna y macrofauna según su tamaño. Los organismos del suelo mayores de 1 cm pertenecen a la macrofauna.

**Tabla 2-2:** Clasificación de los organismos del suelo

Microorganismos	Microfauna	< 5 µm	Bacterias Hongos
	Microfauna	< 100 µm	Protozoarios Nemátodos
	Meso-organismos	100 µm – 2 µm	Gusanos de primavera Ácaros Lombrices Milpiés
Macro-organismos	Macro-organismos	2-20 mm	Barrenador de madera Caracoles y babosas
Plantas	Algas Raíces	10 µm >10 µm	

**Fuente:** (Lema 2016, p. 17)

**Realizado por:** Garay J., 2024.

### 2.5.4 Fauna del suelo

Los organismos del suelo están caracterizados por su contribución al funcionamiento de los tres agroecosistemas, ecosistema de referencia y ecosistema natural, aportando diversos procesos, entre ellos la descomposición de la materia vegetal muerta (Chassain et al. 2021, p. 3). Durante esta descomposición, organismos de diferentes tamaños y tipos de nutrición interactúan para absorber nutrientes y producir material fecal, proporcionando al suelo las condiciones necesarias que son importantes para el correcto desarrollo y crecimiento de los cultivos (Frouz 2018, p. 161).

La fauna del suelo es un indicador de la calidad o cambios del suelo, ya que son organismos altamente sensibles a perturbaciones tales como: cambios físicos y químicos en la cubierta vegetal, así como usos y manejos del suelo, ya sea por perturbaciones naturales o antrópicas (Chamorro 2022, p. 25).

### 2.5.5 Macrofauna

Este grupo incluye organismos con un diámetro de 2 mm o más, por lo que pueden verse sin el uso de lupas o microscopio. Entre los taxones más representativos de este grupo de tamaño encontramos vertebrados como serpientes, lagartijas, conejos, polillas, zorros, cebras, etc. En otras palabras, desentierran seres vivos, hibernan y/o se alimentan de otros seres vivos en el suelo. Sin embargo, la mayoría de ellos no pueden asociarse a tipos edáficos, aunque sí puede afectar a su estructura, porosidad, etc (Ibáñez 2007, pp. 3).

La macrofauna terrestre incluye invertebrados macroscópicos que viven total o parcialmente en o sobre el suelo. Se encuentran invertebrados como lombrices de tierra, termes, hormigas, milpiés, ciempiés, arañas, escarabajos, entre otros; se encuentran más de un millar de especies en un sólo ecosistema y pueden llegar a densidades y biomásas de más de un millón de individuos y más de una tonelada por hectárea (Lema 2016, p. 19).

### 2.5.6 Composición y función de la macrofauna edáfica

La macrofauna consiste en invertebrados que pasan toda su vida o parte de ella en el suelo, la superficie inmediata del suelo, la capa superficial de hojarasca y la madera caída en descomposición. Tienen un diámetro del cuerpo superior a 2 mm y una longitud igual o superior a 10 mm; para que puedan ser detectados a simple vista. La macrofauna, por otro lado, se puede dividir en diferentes grupos funcionales, incluidos detritívoros, herbívoros y carnívoros, según su función e impacto en el suelo, el estilo de vida y las fuentes de alimentos o hábitos dietéticos, y tienen características específicas (Lema 2016, p. 20).

Seguidamente se especifican los grupos de invertebrados que forman la macrofauna edáfica y que con mayor frecuencia se hallan en el suelo, así como las diferentes funciones que realizan.

**Tabla 2-3:** Grupos que componen la macrofauna del suelo.

Nombre común	Grupo taxonómico reconocido (Clase, Orden o Familia)	Grupo funcional
Lombrices de tierra	Orden : Haplotaxida Familia: Megascolecidae Especie: Polypheretima, Onychochaeta elegans	Detritívoros
Babosas y caracoles	Familia Subulinidae Especie : Subulina octona	Detritívoros Depredadores
Cochinillas	Orden: Isopoda	Detritívoros

<b>Nombre común</b>	<b>Grupo taxonómico reconocido (Clase, Orden o Familia)</b>	<b>Grupo funcional</b>
	Familia Trachelipidae	
Milpiés	Clase: Diplopoda	Detritívoros
Ciempíes	Clase: Chilopoda	Depredadores
Arañas	Orden: Araneae	Depredadores
Arañas patonas	Orden: Opiliones	Depredadores
Falsos escorpiones	Orden: Pseudoscorpionida	Depredadores
		Detritívoros
Cucarachas	Clase: Insecta Orden: Dictyoptera	Herbívoros Omnívoros
		Detritívoros
Escarabajos	Clase: Insecta Orden: Coleoptera	Herbívoros Depredadores
Tijeretas	Clase: Insecta Orden: Dermaptera	Detritívoros Depredadores
Moscas y mosquitos	Clase: Insecta Orden: Diptera	Detritívoros Depredadores
Chinches y salta hojas	Clase: Insecta Orden: Hemiptera	Herbívoros
		Omnívoros
Hormigas	Clase: Insecta Orden: Hymenoptera	Depredadores
Termitas o comejenes	Clase: Insecta Orden: Isoptera	Detritívoros
Mariposas y orugas	Clase: Insecta Orden: Lepidoptera	Herbívoros
Grillos y saltamontes	Clase: Insecta Orden: Orthoptera	Herbívoros

**Fuente:** (Lema 2016, p. 22)

**Realizado por:** Garay J., 2024.

## **2.5.7 Grupos funcionales de la macrofauna**

### **2.5.7.1 Detritívoros**

Viven en la hojarasca, sobre y en la superficie del suelo. Interviene en la descomposición de la materia orgánica, principalmente de invertebrados terrestres, que son los encargados de descomponer las plantas y animales que forman los desechos. La fragmentación mecánica de estos residuos hace que los alimentos estén más disponibles para otros invertebrados y microbios más pequeños, como hongos y bacterias (Lema 2016, p. 20).

### *2.5.7.2 Herbívoros o depredadores*

Existen en la parte subterránea como en la superficie del suelo. Los primitivos se nutren de las porciones vivas de las plántulas y así manejan el material vegetal que se integra al suelo; por otra parte, los depredadores se alimentan de diversos invertebrados, por lo que transforman el equilibrio de sus individuos y el equilibrio entre estas y los recursos aprovechables del ambiente (Lema 2016, p. 20).

### *2.5.8 Lombrices, las ingenieras del suelo*

Dependiendo de su dieta, la lombriz se alimenta de restos vegetales y/o tierra. Al alimentarse de residuos vegetales, las lombrices de tierra promueven la fragmentación y descomposición de los residuos vegetales, favoreciendo la incorporación de materia orgánica al suelo y la liberación de nutrientes como el nitrógeno, estimulando así la actividad microbiana y el crecimiento vegetal (Castro et al. 2017, p. 18). Además, al promover la incorporación de carbono orgánico al suelo, la actividad de las lombrices puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y ayudar a regular el clima de la Tierra, a medida que los gusanos comedores de tierra son atacados por las enzimas que se encuentran en el tracto digestivo de los gusanos, ayudan a descomponer los minerales en el suelo (Blouin et al. 2013, p. 161-276).

### *2.5.9 Mesofauna*

Organismos entre 0,1 y 2 mm de diámetro. Los taxones más abundantes fueron pequeños artrópodos como ácaros, colémbolos, pequeños miriápodos, etc., y gusanos nymphalidae; tienen una capacidad limitada para cavar túneles o canales y, por lo general, viven en los poros del suelo (Lema 2016, p. 19). Se alimentan de desechos orgánicos, comunidades microbianas, microfauna y otros invertebrados de su tamaño. En los suelos donde no viven las lombrices, muchos biólogos creen que los enquitreidos toman su lugar como ingenieros o dínamos de la estructura del suelo (Yépes y Pulgarin 2015).

La fauna y diversos microorganismos del suelo son esenciales para los ecosistemas agrícolas, especialmente las lombrices y lombrices de tierra debido a su abundancia en el suelo. Ambos grupos de fauna, los colémbolos y las lombrices son responsables de la circulación de nutrientes, también son responsables del desarrollo y mantenimiento de la estructura del suelo (Schröder 2008, p. 293). Estos diferentes organismos interactúan entre sí y con las diferentes plantas y biota del ecosistema para formar un sistema complejo de actividades biológicas.

Los organismos del suelo proporcionan varios servicios esenciales para la sostenibilidad de todos los ecosistemas («Biodiversidad | Portal de Suelos de la FAO» 2021).

#### *2.5.9.1 Principales grupos de mesofauna*

Entre los principales grupos se encuentran los enquitreidos y colémbolos, que son beneficiosos para el suelo. La mesofauna es una categoría de zoología donde los componentes viven toda su vida en el suelo e incluyen: Acarí, Collembola, Symphyla, Protura, Dipoda (Diplura), Pauropoda, Thysanoptera, Psocoptera, Enchytraeidae y Polyxenida con un diámetro de 0,2-2,0 mm. La mayoría de estos grupos Muchos de estos grupos son indicadores biológicos que permite conocer cuan estable y fértil se encuentra el suelo (Socarrás 2013, p. 2).

#### *2.5.10 Microfauna*

Según (Sandler 2019, p. 105) está representado por bacterias, hongos, protistas y nematodos. Son formas de vida de menos de 100  $\mu\text{m}$ . Los procesos microbianos del suelo determinan en gran medida la descomposición de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes, estos microorganismos mantienen funciones ecológicas básicas y determinan en gran medida la sostenibilidad a largo plazo de los ecosistemas agrícolas. La diversidad de la biota y los microorganismos del suelo está particularmente relacionada con su productividad y uso eficiente del agua y los nutrientes.

### **2.6 Monolito (cuadrante de lombrices)**

El cuadrante de monitoreo de lombrices es un método utilizado para el conteo de anélidos en suelo desde la agroecología y el manejo tradicional, ya que las lombrices juegan un papel importante en los ecosistemas al mezclar el suelo para lograr propiedades adecuadas para la supervivencia de las plantas (Guzmán y León 2018, p. 25). La materia orgánica del suelo (humus) se forma a partir de la biomasa muerta de las plantas, pero también es el resultado del metabolismo microbiano y de la influencia de la fauna terrestre del suelo, como en nuestro caso las lombrices (Burbano 2018, p. 7).

## **2.7 Embudos Berlesse**

Para el cumplimiento del segundo objetivo se realizó a través de la metodología de los embudos Berlesse, uno de los mejores métodos para obtener fauna aeróbica del suelo, y tiene la ventaja de que el procedimiento puede convertirse en cuantitativo bajo ciertas condiciones (Covarrubias y Saiz 1971, p. 1). Un componente de la fauna del suelo son los microartrópodos, definidos en este trabajo como todos los artrópodos terrestres entre 0.1 mm y 2 mm de longitud, principalmente ácaros y colémbolos (Várguez y Cutz 2013, p. 3)

## **2.8 MicroBiometer**

En el ensayo microbiometer se coloca una pequeña muestra de suelo en un tubo de ensayo con una sal reactiva, causando que los microbios unidos a las partículas del suelo o dentro de ellas se liberen, y se suspendan en la solución, mientras que las partículas del suelo se depositan en el fondo del tubo (Gordon 2021, p. 26).

Se mide la densidad de hongos y bacterias que permanecen suspendidos en la solución colocando gotas de la solución en una tarjeta de prueba, que luego se escanea mediante una aplicación de cámara de smartphone. La aplicación mide la intensidad del color del punto en el que se han colocado las gotas de la muestra, y el color resultante se compara con un fondo de color que rodea la Ecosistema de la muestra en la tarjeta de prueba.

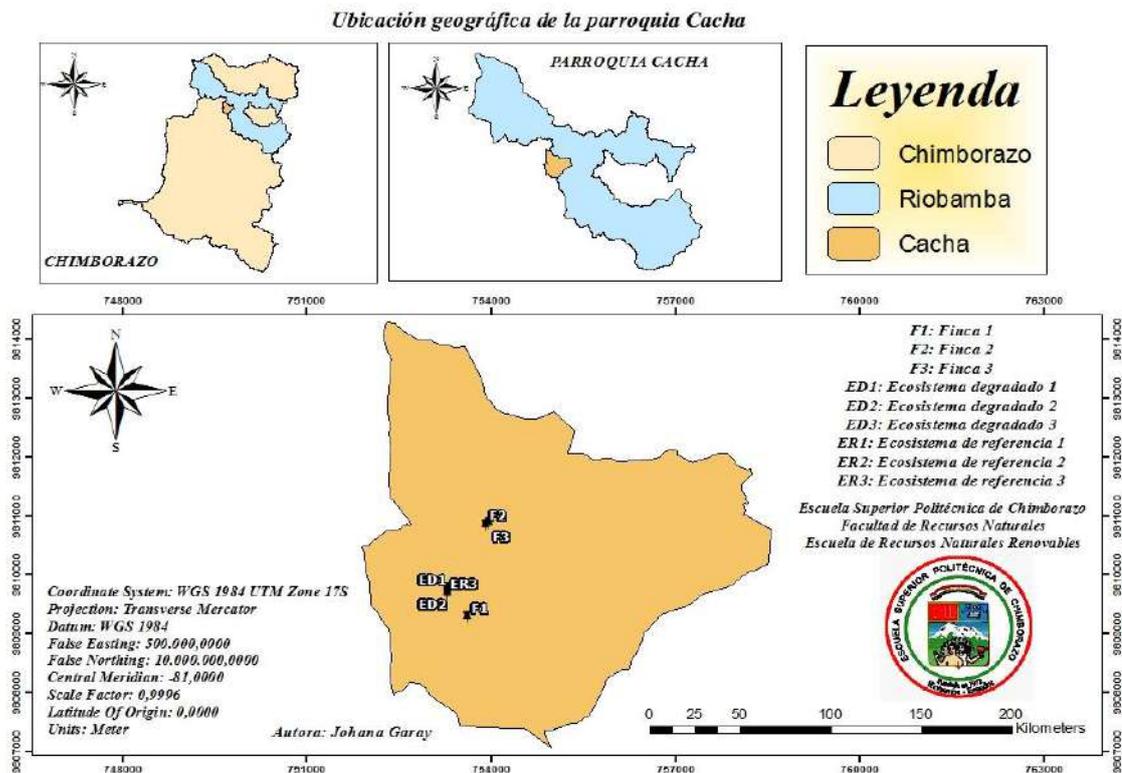
Se cree que el color generado por las gotas muestreadas mide la densidad de células microbianas en la muestra en virtud del cromóforo que adoptan las propias células cuando viven en el suelo (Prolific Earth Sciences, Inc., 2020).

## CAPITULO III

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La presente investigación se realizó en la parroquia San Miguel de Quera-Cacha, ubicada en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, a continuación, se puede observar su ubicación:



**Ilustración 3-1:** Ubicación de la Parroquia Cacha-Quera (área de estudio)

Realizado por: Garay J., 2024.

#### 3.1.1 Características del lugar

**Tabla 3-4:** Límites Político Administrativo

<b>Norte</b>	Comunidad Chípate Alto
<b>Sur</b>	Comunidades Pardo, San José, Parroquia Santiago de Quito, comunas de Alabado Grande, Monjas Alto.
<b>Este</b>	Las comunidades de Tungurahuilla, Tzalarón y Parroquia de San Luis.
<b>Oeste</b>	Gatazo Chico, Murunguil, Curiquina, Rinconada, Gatazo Zambrano, Alchabug y Santo Domingo de Ugshapamba.

Fuente: (GAD Parroquial Cacha, 2023)

Realizado por: Garay J., 2024.

### 3.1.2 Suelo

El suelo de la parroquia de Cacha es muy frágil. Son suelos compuestos por material volcánico y capa superficial erosionada. Se caracterizan por conservar una topografía irregular con pendientes que oscilan entre el 12% y el 60%. La formación geológica del suelo de Cacha se origina en los volcanes terciarios conocidos como Cangahuas. Cabe destacar que la zona se caracteriza por un suelo seco que se presenta durante más de tres meses y la profundidad de la capa de labranza es inferior a 10 centímetros (GAD Parroquial Cacha 2023).

### 3.1.3 Clima

Llueve todo el año. La temperatura media anual en Cacha es de 13°C, tiene precipitaciones variables entre 410 hasta 615 mm y la humedad promedio es del 86%, el índice UV es 3 (GAD Parroquial Cacha 2023).

## 3.2 Materiales

**Tabla 3-5:** Materiales para cuadrante de observación de lombrices

MATERIALES A UTILIZAR		
MATERIALES	MEDIDAS	CANTIDAD
Madera	25x25 cm	4
Clavos	1 pulgada	1 caja
Metro	5 m	1
SERRUCHO	S/M	1
Martillo	S/M	1
Fundas plásticas	industriales	10
Pala de jardinería	s/m	1

Realizado por: Garay J., 2024.

**Tabla 3-6:** Materiales para embudo Berlesse

MATERIALES	MEDIDAS	CANTIDAD
Foco de luz	9 W	42
Cable gemelo	110 voltios	10m
Boquillas para foco	S/M	36
Malla mosquetera	50x50 cm abertura 2 mm	10m
Embudo (botella)	6 L, altura 28 cm, corte a la base de 10 cm.	45
Envase de vidrio	Contenido neto 290 g, altura 10 cm	45
Alcohol	70°	1 galón

<b>MATERIALES</b>	<b>MEDIDAS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Taipe	S/M	1
Cinta scotch	S/M	1
Tubos eppendorf	1 funda	500 unidades
Pincel	#0	1
Cajas petri	s/m	5
Papel calco	s/m	10 unidades
Fundas ziploc	30 cm x 30 cm	45
Alcohol	70°	1 Galón
Brocas	s/m	1
Enchufe	s/m	1
Cáncamos	s/m	6

**Realizado por:** Garay J., 2024.

**Tabla 3-7:** Materiales para microBiometer

<b>MATERIALES</b>	<b>MEDIDAS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Equipo microBiometer	s/m	1
Pipetas pasteur	s/m	1
Tubos eppendorf	10 mL	500

**Realizado por:** Garay J., 2024.

### 3.3 Descripción de enfoque

La presente investigación se realizó de manera descriptiva y cuantitativa, es decir, a partir de la obtención y procesamiento de la información que utilizan cantidades numéricas y métodos formales y estadísticos para su análisis (Cadena et al. 2017, p. 4).

### 3.4 Alcance del estudio

El estudio se realizó en la Comunidad de San Miguel de Quera-Cacha, provincia de Chimborazo a través de la identificación en primera instancia de las tres fincas donde tienen 3 tipos de manejo respectivamente, 3 áreas de suelo degradado y 3 áreas de referencia, donde cada una de ella presentaba tres tipos de manejo, para observar si la biodiversidad se ve afectada o no por los mismos.

### 3.5 Diseño, tipo, métodos.

Se realizaron 45 unidades experimentales con tres repeticiones en cada ecosistema de estudio, en las tres fincas, donde presenta tres tipos de manejo tradicional, barbecho y ecológico; de igual manera en 3 áreas degradadas y 3 áreas de referencia, con un diseño DBCA, con un total de 45 unidades experimentales.

#### 3.5.1 Nomenclatura aplicada en la metodología

**Tabla 3-8:** Nomenclatura

Nomenclatura	Significado
F1	Finca n°1
F2	Finca n°2
F3	Finca n°3
M1	Manejo 1 (Agroecológico)
M2	Manejo 2 (Tradicional)
M3	Manejo 3 (Barbecho)
ER1	Ecosistema de referencia 1
ER2	Ecosistema de referencia 2
ER3	Ecosistema de referencia 3
ED1	Ecosistema degradado 1
ED2	Ecosistema degradado 2
ED3	Ecosistema degradado 3
R1	Repetición 1
R2	Repetición 2
R3	Repetición 3

**Realizado por:** Garay J., 2024.

#### 3.5.2 Diversidad de macrofauna: para el cumplimiento del primer objetivo se realizó la metodología de monolito-Cuadrante de observación de lombrices

##### 3.5.2.1 Procedimiento

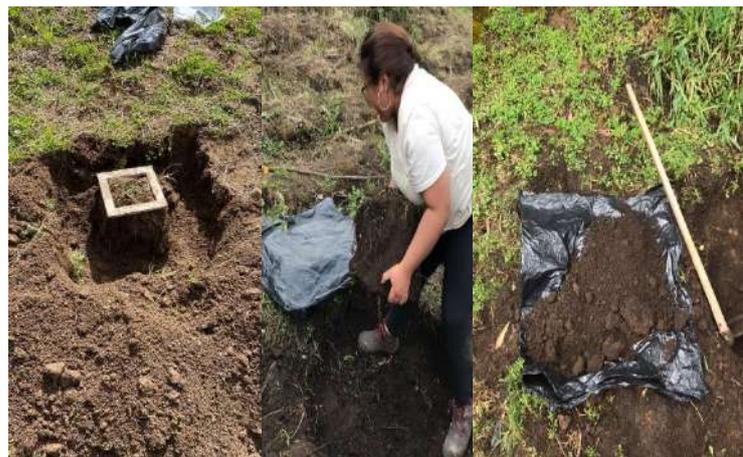
- 1) Elaborar un cuadrante de madera de 25 x 25 cm
- 2) Dejar caer el cuadrante aleatoriamente en tres puntos de la finca
- 3) Excavar el hoyo (monolito) de 25 x 25 cm con una profundidad de 25 cm
- 4) Extraer el monolito totalmente compactado

- 5) Dejarlo caer al monolito en una funda plástica a la altura del pecho
- 6) Con ayuda de un temporizador se realiza el conteo de lombrices durante 5min
- 7) Colocar en el cuaderno de apuntes la cantidad de lombrices encontradas en cada repetición y tipo de manejo.



**Ilustración 3-2:** Lanzamiento de cuadrante de 25 x 25 cm

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 3-3:** Monolito y conteo de lombrices por 5 min

Realizado por: Garay J., 2024.

### **3.5.3 Estudio de mesofauna: para el cumplimiento del segundo objetivo se realizó a través de embudos Berlesse**

#### **Para el muestreo:**

1) Se tomó una muestra compuesta de 800g en zigzag en cada punto con ayuda del barreno a tan solo 10cm del suelo, en cada uno de los tres tipos de manejo, 3 áreas con suelos desérticos y 3 áreas de referencia, correspondientes a sus agroecosistemas; 800g de tierra.

#### **Instalación de ensayo:**

2) Se colocó encima de la malla en el embudo. Esta muestra fue tapada con hojarasca, inmediatamente se dejó reposar la muestra durante 72 horas, donde se observó que los microorganismos huyeron de la luz y de la sequedad que se va produciendo en el suelo y cayeron al frasco con alcohol.

3) El foco secó progresivamente la tierra y como consecuencia los animales migraron hacia la parte inferior, atravesando la malla y cayendo en la solución de alcohol (70°) con la función de fijado. Para la observación de esta fauna es indicado disponer de un estereoscopio.

#### **Identificación de mesofauna**

4) El contenido de los frascos se vertió en cajas petri y se anotó el número y tipo de organismos con ayuda del estereoscopio.

5) La constitución de mesofauna se estableció a través de la especificación de su taxonomía hasta el nivel de familia, considerando cada una de las claves presentes en el libro “Borror and Delongs Introduction to the Study Of Insects” del autor Charles A. Triplehorn y Norman E. Jhonson, donde se puede observar principales familias.

6) Posteriormente se realizó el reconocimiento o clasificación y conteo de los individuos (Oliveira et al., 2021).

7) Contar y clasificar organismos. La separación de organismos se realiza con un microscopio estereoscópico (Romero 2017, p. 39).

8) Realizar el análisis estadístico a través de un Diseño en bloques completamente al azar.



**Ilustración 3-4:** Toma de muestra compuesta en zigzag con ayuda del barreno

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 3-5:** Montaje de embudos Berlesse con las muestras tomadas

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 3-6:** Muestra de suelo pesada

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 3-7:** Embudos Berlesse montados y reposados durante 72 horas

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 3-8:** Identificación de mesofauna

Realizado por: Garay J., 2024.

### 3.5.4 *Método de biomasa de hongos y bacterias por microBiometer*



**Ilustración 3-9:** Materiales para microBiometer

Realizado por: Garay J., 2024.

- 1) Se tomaron 10mL de agua destilada en un tubo eppendorf de 15 mL



**Ilustración 3-10:** Tubos eppendorf con agua destilada

**Realizado por:** Garay J., 2024.

- 2) Se llenó la jeringa del muestreador con tierra tamizada hasta la marca de 1 ml. Presionando el dedo contra la punta de la jeringa y compactando la tierra eliminando cualquier exceso de la punta de la jeringa. Se añadió la tierra medida al tubo eppendorf
- 3) Se agitó la muestra durante 30s, formando un ángulo de  $90^\circ$
- 4) De preferencia, las manos desnudas no deben tocar el agua, la muestra de suelo
- 5) Al agitar, se realizó con cuidado de no hacerlo con violencia, pues se puede dañar el contenido de la muestra. Tampoco se debe hacer muy suavemente pues el suelo y los microorganismos no se separarán adecuadamente.



**Ilustración 3-11:** Muestra de suelo compactada

Realizado por: Garay J., 2024.

- 6) Abrir el paquete de polvo de extracción y vacíe el contenido en el tubo de extracción. Bata durante unos segundos, mezclando el polvo con la solución.



**Ilustración 3-12:** Sal de extracción para microBiometer

Realizado por: Garay J., 2024.

- 7) Mezcle la solución durante 30 segundos utilizando el temporizador



**Ilustración 3-13:** Mezcla de suevo y sal de extracción

Realizado por: Garay J., 2024.

- 8) Se dejó reposar el tubo de extracción durante 5 minutos. Una vez transcurrido tiempo, con golpes el fondo del tubo 3 ó 4 veces sobre una superficie dura para sedimentar los restos flotantes. Deje reposar el tubo de extracción 15 minutos más. Utilice el temporizador



**Ilustración 3-14:** Reposo de los tubos de extracción eppendorf

Realizado por: Garay J., 2024.

- 9) Con ayuda una pipeta pequeña para aspirar la solución desde aproximadamente después del primer mL, evitando cualquier residuo.



**Ilustración 3-15:** Toma de muestra con Pipeta

**Realizado por:** Garay J., 2024.

10) Se aplicaron 6 gotas de la solución en el orificio de la tarjeta medidora. Deje que cada gota se absorba completamente antes de añadir la siguiente. Evitando mojar la escala de grises impresa que rodea el orificio de la tarjeta.



**Ilustración 3-16:** Muestra en la tarjeta de prueba

**Realizado por:** Garay J., 2024.

11) En la aplicación microBiometer, Iniciar la prueba.

12) Se centró la tarjeta de prueba en la Ecosistema blanca del fondo suministrado. Iniciando el análisis 2 minutos después de aplicar las gotas. Fue necesario alinear el cuadrado azul de la pantalla con el cuadrado negro de la tarjeta de muestra. El cuadrado azul es una guía: se volvió verde cuando la aplicación leyó correctamente la tarjeta.

### **3.6 Técnicas de investigación empleadas**

Para la identificación de mesofauna, la identificación a nivel de Orden y familia con la ayuda de claves dicotómicas.

### **3.7 Instrumentos de investigación empleadas**

Infostat, Manual de metodología-guía general de procedimientos para la determinación de salud del suelo, y el libro para la identificación de mesofauna “Borror and DeLong's Introduction to the Study Of Insects” del autor Charles A. Triplehorn y Norman E. Johnson

## CAPÍTULO IV

### 4 MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Descripción de fincas en la Comunidad de San Miguel de Quera-Cacha

##### 4.1.1 Finca 1: Propietario: -Pedro Morocho Tiupul

La finca está ubicada en medio de la comunidad de San Miguel de Quera y sus coordenadas son 1°43'44.3"S 78°43'20.8"O. Esta finca, cuenta con una plantación familiar donde el propietario cuenta con tres tipos de manejo:

En el manejo agroecológico: Presenta una asociación de cultivos de col, rábano, acelga, lechuga, brócoli y nabo, en el caso de los abonos orgánicos: El Sr. Morocho realiza biol que le sirve para controlar las plagas, los materiales que necesita es la alfalfa, leche, melaza, levadura, borraja, ortiga negra, estiércol y se lo realiza de manera anaeróbica, la misma que tiene un tiempo de duración es de 3 meses para ser utilizado. Como la ubicación de la finca se encuentra en un lugar donde el viento es fuerte, el Sr. Pedro ha adoptado cercas vivas con malva, tilo, las cuales ayudan a proteger a todas las especies que se encuentren en la parte interior; la misma que indicó que coloca 18L de agua y 2 de biol, para atravesar de una bomba fumigar los cultivos. En el manejo tradicional se dedica a un solo tipo de siembra de cultivo en este caso solo el maíz y el barbecho que se encuentra en descanso alrededor de 1 año, no posee ningún tipo de cultivo.



**Ilustración 4-17:** Finca N°1, tipos de manejo agroecológico, tradicional y barbecho

Realizado por: Garay J., 2024.

#### **4.1.2 Finca 2: Propietario José Antonio Agualsaca**

La finca 2 ubicada en la parte media de la comunidad de San Miguel de Quera en las coordenadas: 1°43'36.1"S 78°43'12.5"W, la misma que cuenta con tres tipos de manejos:



**Ilustración 4-18:** Finca N°2, tipo de manejo agroecológico y barbecho

**Realizado por:** Garay J., 2024.

En el manejo agroecológico presenta una asociación de cultivos entre arveja y avena, en el manejo tradicional se dedica a un tipo de cultivo, avena y el barbecho, su ecosistema se encuentra en descanso, no presenta ningún tipo de cultivo

#### **4.1.3 Finca 3: Propietario José Antonio Agualsaca**

La finca 2 ubicada en la parte media de la comunidad de San Miguel de Quera en las coordenadas: 1°43'36.1"S 78°43'12.5"W, la misma que cuenta con tres tipos de manejos:



**Ilustración 4-19:** Finca N°3, tipo de barbecho, agroecológico y tradicional

Realizado por: Garay J., 2024.

En el manejo agroecológico tiene una asociación de cultivos de lechuga, cebolla, col; en el manejo tradicional presenta tan solo un tipo de cultivo que son las papas y el barbecho de igual manera se encuentra su suelo en descanso sin presentar ningún tipo de cultivo.

#### 4.2 Resultados de macrofauna

A continuación, en la tabla 4-8 se muestra el número de lombrices en las tres fincas, ecosistema natural y ecosistema degradado, con su tipo de manejo y las repeticiones:

**Tabla 4-9:** Resultados de macrofauna

Finca	Tipo de manejo	Repetición	Número de lombrices
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	37
	Agroecológico	R2	25
	Agroecológico	R3	15
	Tradicional	R1	19
	Tradicional	R2	10
	Tradicional	R3	23
	Barbecho	R1	0
	Barbecho	R2	0
	Barbecho	R3	0
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	17
	Agroecológico	R2	9
	Agroecológico	R3	12
	Tradicional	R1	34
	Tradicional	R2	12

	<b>Tradicional</b>	R3	7
	<b>Barbecho</b>	R1	5
	<b>Barbecho</b>	R2	0
	<b>Barbecho</b>	R3	0
<b>Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)</b>	<b>Agroecológico</b>	R1	17
	<b>Agroecológico</b>	R2	9
	<b>Agroecológico</b>	R3	3
	<b>Tradicional</b>	R1	11
	<b>Tradicional</b>	R2	2
	<b>Tradicional</b>	R3	6
	<b>Barbecho</b>	R1	6
	<b>Barbecho</b>	R2	2
	<b>Barbecho</b>	R3	0
		<b>Ecosistema degradado 1</b>	R1
	<b>Ecosistema degradado 1</b>	R2	0
	<b>Ecosistema degradado 1</b>	R3	0
	<b>Ecosistema degradado 2</b>	R1	0
	<b>Ecosistema degradado 2</b>	R2	0
	<b>Ecosistema degradado 2</b>	R3	0
	<b>Ecosistema degradado 3</b>	R1	0
	<b>Ecosistema degradado 3</b>	R2	0
	<b>Ecosistema degradado 3</b>	R3	0
	<b>Ecosistema de referencia 1</b>	R1	22
	<b>Ecosistema de referencia 1</b>	R2	17
	<b>Ecosistema de referencia 1</b>	R3	23
	<b>Ecosistema de referencia 2</b>	R1	15
	<b>Ecosistema de referencia 2</b>	R2	25
	<b>Ecosistema de referencia 2</b>	R3	18
	<b>Ecosistema de referencia 3</b>	R1	21
	<b>Ecosistema de referencia 3</b>	R2	24
	<b>Ecosistema de referencia 3</b>	R3	27

**Realizado por:** Garay J., 2024.

### 4.3 Resultado de mesofauna

En la tabla 4-9, se muestra el número de individuos por orden y familia presente en cada una de las fincas con sus respectivos manejos:

**Tabla 4-10:** Resultados de mesofauna

Finca	Tipo de manejo	Repetición	Clase	Orden	Familia	Conteo	Roles
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Chironomidae	6	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Sciaridae	1	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Psychodidae	1	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	3	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Insecta	Coleoptera	Crysomelidae	2	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	1	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	4	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	2	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	1	Parasitoides
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Arachnida	Mesostigmata	Rhodacaridae	3	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Collembola	Entomobryomorpha	Isotomidae	1	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R1	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	2	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R2	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R2	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	1	Depredador

Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R2	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	5	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R2	Arachnida	Trombidiformes	Eupodidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	2	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Insecta	Diptera	Chironomidae	3	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Insecta	Diptera	Psychodidae	3	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	2	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	2	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Insecta	Diptera	Sciaridae	1	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	2	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	2	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Collembola	Poduromorpha	Onychiuridae	4	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	1	Parasitoides
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Arachnida	Mesostigmata	Veigaiidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Arachnida	Mesostigmata	Ologamasidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Arachnida	Mesostigmata	Rhodacaridae	2	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Agroecológico	R3	Arachnida	Sarcoptiformes	Acaridae	10	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Insecta	Diptera	Chironomidae	16	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Insecta	Diptera	Sciaridae	5	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	7	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Insecta	Diptera	Milichiidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Insecta	Diptera	Psychodidae	1	Detritívoro

Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Insecta	Diptera	Psychodidae	1	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Insecta	Coleoptera	Ptiliidae	1	Micófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	2	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	1	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Arachnida	Trombidiformes	Cunaxidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Arachnida	Sarcoptiformes	Pyroglyphidae	5	Parasitoides
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	1	Parasitoides
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Arachnida	Trombidiformes	Eupodidae	2	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Arachnida	Mesostigmata	Ologamasidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Arachnida	Trombidiformes	Bdellidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R1	Arachnida	Mesostigmata	Sejidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Insecta	Diptera	Chironomidae	5	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	2	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	6	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	1	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Insecta	Coleoptera	Ptiliidae	3	Micófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	2	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	3	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Collembola	Poduromorpha	Hypogastruridae	1	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Collembola	Poduromorpha	Onychiuridae	2	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	13	Detritívoro

Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Arachnida	Sarcoptiformes	Pyroglyphidae	6	Parasitoides
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	1	Parasitoides
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Arachnida	Mesostigmata	Parasitidae	2	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Arachnida	Mesostigmata	Laelapidae	5	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Arachnida	Mesostigmata	Veigaiidae	2	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Arachnida	Mesostigmata	Rhodacaridae	6	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R2	Arachnida	Mesostigmata	Parasitidae	3	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R3	Collembola	Neelipleona	Neelidae	1	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R3	Arachnida	Araneae	Araneidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Tradicional	R3	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	6	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R1	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R1	Insecta	Coleoptera	Ptiliidae	1	Micófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R1	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	1	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R1	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	1	Parasitoides
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R1	Arachnida	Mesostigmata	Parasitidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Psychodidae	2	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	1	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Sciaridae	2	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	2	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R2	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	4	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Chironomidae	1	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R2	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	2	Detritívoro

Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R2	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	4	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R2	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	1	Parasitoides
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R2	Arachnida	Sarcoptiformes	Acaridae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R2	Arachnida	Mesostigmata	Rhodacaridae	1	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R3	Insecta	Diptera	Chironomidae	2	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R3	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	1	Fitófago
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R3	Arachnida	Mesostigmata	Parasitidae	14	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R3	Arachnida	Mesostigmata	Rhodacaridae	37	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R3	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	1	Detritívoro
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R3	Arachnida	Mesostigmata	Laelapidae	1	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R3	Arachnida	Mesostigmata	Ologamasidae	3	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R3	Arachnida	Trombidiformes	Eupodidae	9	Depredador
Propietario Pedro Morocho Tiupul (Finca N°1)	Barbecho	R3	Collembola	Poduromorpha	Hypogastruridae	5	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Psychodidae	17	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Lonchopteridae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Chamaemyiidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Ephydriidae	3	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	3	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Chironomidae	4	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Sciaridae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	1	Depredador

Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	6	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Collembola	Poduromorpha	Onychiuridae	11	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	3	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Collembola	Entomobryomorpha	Isotomidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R1	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	2	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R2	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	12	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R2	Insecta	Diptera	Psychodidae	22	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R2	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	11	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R2	Insecta	Diptera	Lonchoceridae	7	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R2	Insecta	Diptera	Chironomidae	3	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R2	Insecta	Diptera	Bibionidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R2	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	9	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R2	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	6	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R2	Insecta	Psocoptera	Pachytroctidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R2	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R3	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	2	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R3	Insecta	Diptera	Lonchoceridae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R3	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R3	Insecta	Diptera	Psychodidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R3	Insecta	Hemiptera	Aphididae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R3	Insecta	Hymenoptera	Figitidae	1	Parasitoides
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R3	Collembola	Poduromorpha	Onychiuridae	3	Detritívoro

Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R3	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	1	Parasitoides
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Agroecológico	R3	Arachnida	Mesostigmata	Veigaiidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R1	Insecta	Diptera	Psychodidae	3	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R1	Insecta	Diptera	Lonchopteridae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R1	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R1	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R1	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	5	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R1	Collembola	Poduromorpha	Onychiuridae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R1	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R2	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R2	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R2	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R3	Insecta	Diptera	Sciaridae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R3	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R3	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	3	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R3	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R3	Insecta	Coleoptera	Crysolmelidae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R3	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Tradicional	R3	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R1	Insecta	Diptera	Psychodidae	2	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R1	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	6	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R1	Insecta	Diptera	Chironomidae	1	Detritívoro

Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R1	Insecta	Psocoptera	Hemipsocidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R1	Insecta	Hemiptera	Aphididae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R1	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	4	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R1	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R1	Collembola	Poduromorpha	Onychiuridae	3	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Psychodidae	2	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Lonchopteridae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R2	Insecta	Hemiptera	Aphididae	3	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R2	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R2	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	2	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R2	Collembola	Poduromorpha	Onychiuridae	5	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R3	Insecta	Diptera	Sciaridae	2	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R3	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	8	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R3	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	7	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R3	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R3	Arachnida	Mesostigmata	Podocinidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R3	Arachnida	Mesostigmata	Parasitidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°2)	Barbecho	R3	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Psychodidae	4	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Sciaridae	2	Fitófago

Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	3	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R1	Insecta	Diptera	Chironomidae	3	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R1	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	2	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R1	Insecta	Hemiptera	Aphididae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R1	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R1	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	12	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R1	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	1	Parasitoides
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R1	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R2	Insecta	Diptera	Chironomidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R2	Insecta	Diptera	Ephydriidae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R3	Insecta	Diptera	Chironomidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R3	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	23	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R3	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	5	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R3	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	1	Parasitoides
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Agroecológico	R3	Arachnida	Trombidiformes	Eupodidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Tradicional	R1	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Tradicional	R2	Insecta	Diptera	Chironomidae	4	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Tradicional	R3	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Tradicional	R3	Insecta	Diptera	Psychodidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Tradicional	R3	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Tradicional	R3	Insecta	Diptera	Chironomidae	2	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Tradicional	R3	Insecta	Hemiptera	Miridae	1	Fitófago

Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Tradicional	R3	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	9	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R1	Insecta	Diptera	Psychodidae	3	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R1	Insecta	Diptera	Chironomidae	2	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R1	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	2	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R1	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	2	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R1	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	17	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R1	Arachnida	Mesostigmata	Rhodacaridae	4	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Psychodidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Sciaridae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Insecta	Diptera	Chironomidae	2	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	16	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Insecta	Hemiptera	Aphididae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Insecta	Hymenoptera	Eulophidae	1	Parasitoides
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Insecta	Coleoptera	Ptiliidae	2	Micófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Arachnida	Mesostigmata	Rhodacaridae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Arachnida	Mesostigmata	Veigaiidae	6	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Arachnida	Mesostigmata	Parasitidae	1	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Arachnida	Trombidiformes	Eupodidae	6	Depredador
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	4	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R2	Collembola	Poduromorpha	Poduridae	1	Detritívoro

Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R3	Insecta	Diptera	Ephydriidae	2	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R3	Insecta	Diptera	Psychodidae	1	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R3	Insecta	Diptera	Chironomidae	3	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R3	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	1	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R3	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	2	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R3	Insecta	Hemiptera	Aphididae	9	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R3	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	4	Fitófago
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R3	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	5	Detritívoro
Propietario José Antonio Agualsaca (Finca N°3)	Barbecho	R3	Arachnida	Mesostigmata	Rhodacaridae	2	Detritívoro
Ecosistema degradado 1		R1	Insecta	Diptera	Psychodidae	5	Detritívoro
Ecosistema degradado 1		R1	Insecta	Diptera	Chironomidae	18	Detritívoro
Ecosistema degradado 1		R1	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	2	Fitófago
Ecosistema degradado 1		R1	Insecta	Diptera	Lonchopteridae	1	Detritívoro
Ecosistema degradado 1		R1	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	1	Fitófago
Ecosistema degradado 1		R1	Insecta	Hemiptera	Aphididae	1	Fitófago
Ecosistema degradado 1		R1	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	1	Fitófago
Ecosistema degradado 1		R1	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	1	Fitófago
Ecosistema degradado 1		R2	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	1	Fitófago
Ecosistema degradado 1		R2	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	1	Fitófago
Ecosistema degradado 1		R3	Insecta	Diptera	Chironomidae	1	Detritívoro
Ecosistema degradado 2		R1	Insecta	Diptera	Chironomidae	19	Detritívoro
Ecosistema degradado 2		R1	Insecta	Diptera	Sciaridae	2	Fitófago
Ecosistema degradado 2		R1	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	2	Depredador
Ecosistema degradado 2		R1	Insecta	Diptera	Psychodidae	1	Detritívoro
Ecosistema degradado 2		R1	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	5	Fitófago

Ecosistema degradado 2	R2	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	7	Fitófago
Ecosistema degradado 2	R2	Insecta	Diptera	Chironomidae	12	Detritívoro
Ecosistema degradado 2	R2	Insecta	Diptera	Sciaridae	3	Fitófago
Ecosistema degradado 2	R2	Insecta	Diptera	Psychodidae	1	Detritívoro
Ecosistema degradado 2	R2	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	1	Depredador
Ecosistema degradado 2	R2	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	1	Fitófago
Ecosistema degradado 2	R2	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	2	Fitófago
Ecosistema degradado 2	R3	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	1	Fitófago
Ecosistema degradado 3	R1	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	3	Fitófago
Ecosistema degradado 3	R1	Insecta	Diptera	Psychodidae	1	Detritívoro
Ecosistema degradado 3	R1	Insecta	Diptera	Chironomidae	2	Detritívoro
Ecosistema degradado 3	R1	Insecta	Coleoptera	Latridiidae	1	Micófago
Ecosistema degradado 3	R2	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	2	Fitófago
Ecosistema degradado 3	R2	Insecta	Diptera	Chironomidae	4	Detritívoro
Ecosistema degradado 3	R3	Insecta	Lepidoptera	Tineidae	4	Fitófago
Ecosistema degradado 3	R3	Insecta	Diptera	Psychodidae	3	Detritívoro
Ecosistema degradado 3	R3	Insecta	Diptera	Sciaridae	1	Fitófago
Ecosistema degradado 3	R3	Insecta	Diptera	Chironomidae	2	Detritívoro
Ecosistema degradado 3	R3	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	1	Depredador
Ecosistema degradado 3	R3	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	2	Fitófago
Ecosistema de referencia 1	R1	Collembola	Entomobryomorpha	Entomobryidae	1	Detritívoro
Ecosistema de referencia 1	R1	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	7	Detritívoro
Ecosistema de referencia 1	R1	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	1	Parasitoides
Ecosistema de referencia 1	R2	Insecta	Diptera	Psychodidae	4	Detritívoro
Ecosistema de referencia 1	R2	Insecta	Diptera	Sciaridae	1	Fitófago
Ecosistema de referencia 1	R2	Collembola	Entomobryomorpha	Entomobryidae	6	Detritívoro
Ecosistema de referencia 1	R3	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	1	Detritívoro

Ecosistema de referencia 1	R3	Arachnida	Mesostigmata	Parasitidae	5	Depredador
Ecosistema de referencia 1	R3	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	1	Parasitoides
Ecosistema de referencia 1	R3	Insecta	Diptera	Phoridae	1	Parasitoides
Ecosistema de referencia 2	R1	Collembola	Entomobryomorpha	Entomobryidae	1	Detritívoro
Ecosistema de referencia 2	R1	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	3	Detritívoro
Ecosistema de referencia 2	R2	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	3	Detritívoro
Ecosistema de referencia 2	R2	Arachnida	Oribatida	Ceratozetidae	5	Detritívoro
Ecosistema de referencia 2	R2	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	2	Parasitoides
Ecosistema de referencia 2	R3	Collembola	Entomobryomorpha	Entomobryidae	6	Detritívoro
Ecosistema de referencia 2	R3	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	1	Depredador
Ecosistema de referencia 3	R1	Arachnida	Mesostigmata	Parasitidae	12	Depredador
Ecosistema de referencia 3	R1	Collembola	Poduromorpha	Hypogastruridae	2	Detritívoro
Ecosistema de referencia 3	R2	Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	4	Detritívoro
Ecosistema de referencia 3	R2	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	2	Parasitoides
Ecosistema de referencia 3	R3	Arachnida	Mesostigmata	Uropodidae	5	Parasitoides
Ecosistema de referencia 3	R3	Collembola	Neelipleona	Neelidae	3	Detritívoro
Ecosistema de referencia 3	R3	Collembola	Poduromorpha	Hypogastruridae	2	Detritívoro
Ecosistema de referencia 3	R3	Collembola	Poduromorpha	Onychiuridae	1	Detritívoro

**Realizado por:** Garay J., 2024.

#### 4.4 Resultado de microfauna

En la tabla 4-10, se presenta el resultado de la metodología de microBiometer de la biomasa de hongos y bacterias, de acuerdo con la finca, tipo de manejo y repetición:

**Tabla 4-11:** Resultados de microfauna

Soil results				
	$\mu\text{gC/g}$	F:B	F	B
F1M1R1	281	0.5: 1	35%	65%
F1M1R2	217	0.4: 1	29%	71%
F1M1R3	244	0.5: 1	32%	68%
F1M2R1	276	0.5: 1	34%	66%
F1M2R2	231	0.4: 1	30%	70%
F1M2R3	266	0.5: 1	33%	67%
F1M3R1	464	0.9: 1	47%	53%
F1M3R2	317	0.6: 1	38%	62%
F1M3R3	387	0.7: 1	42%	58%
F2M1R1	212	0.4: 1	28%	72%
F2M1R2	205	0.4: 1	28%	72%
F2M1R3	212	0.4: 1	29%	71%
F2M2R1	508	1.0: 1	50%	50%
F2M2R2	446	0.8: 1	46%	54%
F2M2R3	442	0.8: 1	46%	54%
F2M3R1	218	0.4: 1	29%	71%
F2M3R2	235	0.4: 1	31%	69%
F2M3R3	207	0.4: 1	28%	72%
F3M1R1	466	0.9: 1	47%	53%
F3M1R2	511	1.0: 1	50%	50%
F3M1R3	575	1.1: 1	53%	47%
F3M2R1	776	1.4: 1	59%	41%
F3M2R2	491	0.9: 1	48%	52%
F3M2R3	513	1.0: 1	50%	50%
F3M3R1	380	0.7: 1	42%	58%
F3M3R2	304	0.6: 1	36%	64%
F3M3R3	373	0.7: 1	41%	59%
ED1R1	493	0.9: 1	48%	52%
ED1R2	488	0.8: 1	45%	55%
ED1R3	568	1.0: 1	51%	49%
ED2R1	393	0.6: 1	39%	61%
ED2R2	392	0.6: 1	39%	61%
ED2R3	379	0.7: 1	40%	60%
ED3R1	233	0.4: 1	30%	70%

ED3R2	289	0.5: 1	35%	65%
ED3R3	306	0.6: 1	36%	64%
ER1R1	346	0.7: 1	40%	60%
ER1R2	263	0.5: 1	33%	67%
ER1R3	332	0.6: 1	38%	62%
ER2R1	285	0.5: 1	35%	65%
ER2R2	276	0.5: 1	34%	66%
ER2R3	207	0.4: 1	28%	72%
ER3R1	324	0.6: 1	38%	62%
ER3R2	238	0.4: 1	31%	69%
ER3R3	279	0.5: 1	34%	66%

Realizado por: Garay J., 2024.

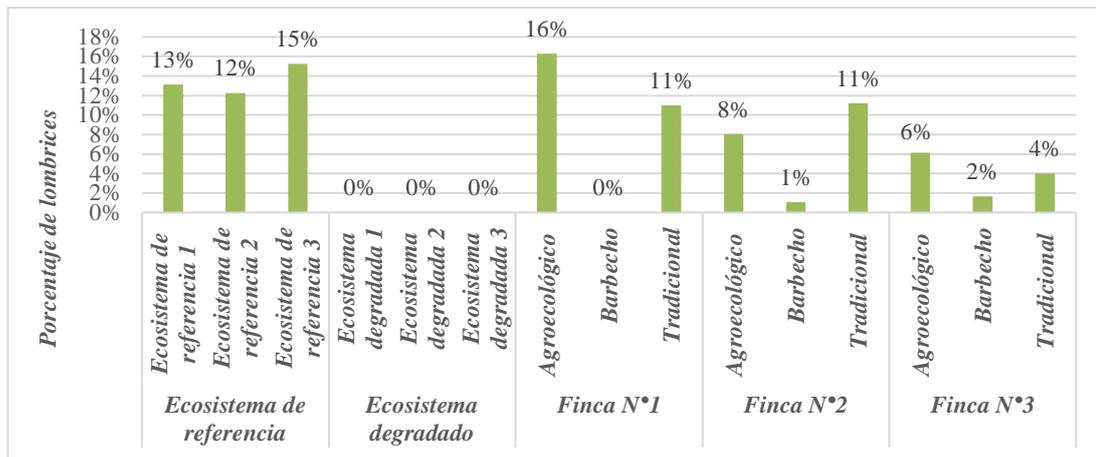
#### 4.5 Análisis e interpretación de macrofauna

A continuación, se encuentra una tabla de todas las lombrices encontradas en los tres agroecosistemas, ecosistema de referencia y ecosistema natural (Tabla 4-11)

**Tabla 4-12:** Resultado de lombrices encontradas en los tres agroecosistemas, ecosistema de referencia y ecosistema natural

Finca	Tipo de manejo	Total de lombrices
Finca N°1	Agroecológico	77
Finca N°1	Tradicional	52
Finca N°1	Barbecho	0
Finca N°2	Agroecológico	38
Finca N°2	Tradicional	53
Finca N°2	Barbecho	5
Finca N°3	Agroecológico	29
Finca N°3	Tradicional	19
Finca N°3	Barbecho	8
Ecosistema degradado	Ecosistema degradado 1	0
Ecosistema degradado	Ecosistema degradado 2	0
Ecosistema degradado	Ecosistema degradado 3	0
Ecosistema de referencia	Ecosistema de referencia 1	62
Ecosistema de referencia	Ecosistema de referencia 2	58
Ecosistema de referencia	Ecosistema de referencia 3	72
<b>Total</b>		<b>473</b>

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-20:** Porcentaje de lombrices

Realizado por: Garay J., 2024.

Según la ilustración 4-20 se puede evidenciar que el ecosistema de referencia 3 tiene 15% de lombrices, similar a la finca 1 y finca 3, donde el tipo de manejo agroecológico posee el mayor porcentaje de lombrices con 16% y 6%, seguido de la finca 2 que el manejo tradicional posee el mayor porcentaje con un 11% de lombrices.

(Quirós et al. 2021, p. 7-8) menciona que la mayor presencia de lombrices se puede observar en el tipo de manejo agroecológico, al tener prácticas con más opciones de manejo del suelo, como es el caso de las tres fincas de estudio, las cuales se dedican a la asociación de cultivo, al ser una práctica agroecológica ayuda a mantener una buena fertilidad y estructura del suelo. Las prácticas agroecológicas, como la agricultura de conservación y el uso de abonos orgánicos, mejoran la estructura y la fertilidad del suelo. Esto proporciona un ambiente más favorable para las lombrices, que son organismos importantes para la salud del suelo debido a su capacidad para descomponer la materia orgánica y mejorar la estructura del suelo.

En los ecosistemas naturales (ecosistema de referencia), se pudo observar la mayor presencia de lombrices, en estas áreas se produce la humificación que es importante para la salud y fertilidad del suelo, siendo las lombrices las principales descomponedores de la materia orgánica muerta, como lo señala (Merino 1989, p. 1) las lombrices juegan un papel importante en el proceso inicial de reciclaje de la materia orgánica que cae al suelo y contribuye a la fragmentación de la cubierta vegetal, ayudando a mantener la salud del suelo, los ecosistemas naturales suelen tener una mayor acumulación de materia orgánica en el suelo, proveniente de la descomposición de hojas, ramas, restos vegetales y animales. Esta materia orgánica es una fuente importante de alimento para las lombrices, que desempeñan un papel crucial en su descomposición y ciclado de nutrientes.

#### 4.6 Análisis e interpretación de mesofauna

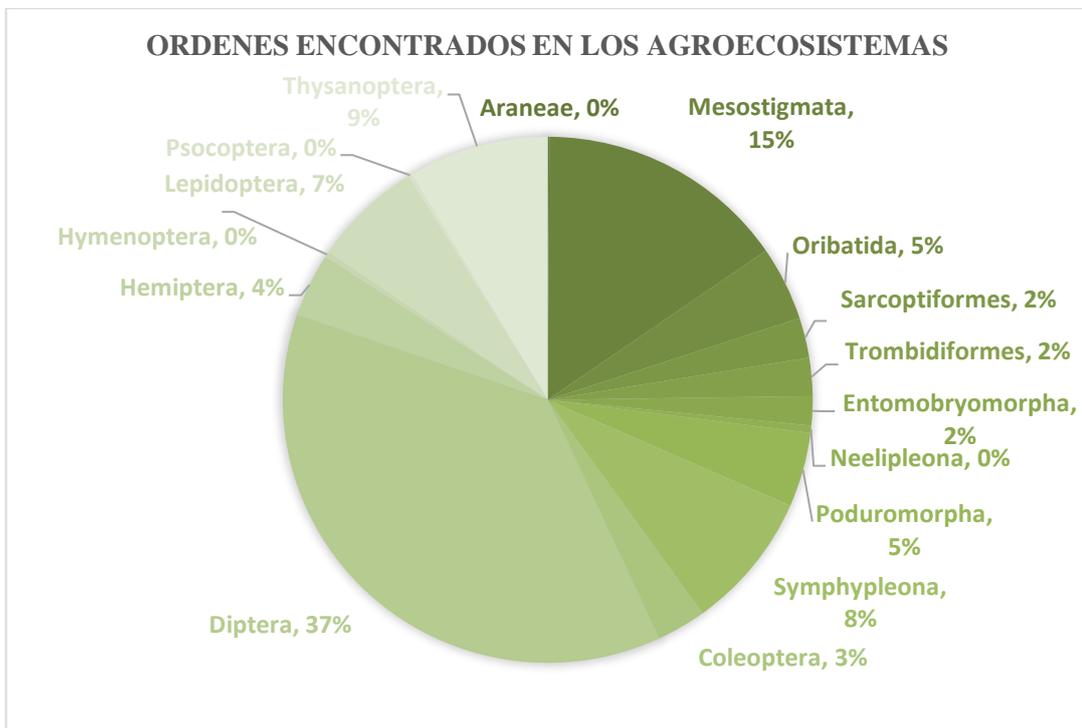
Se ha obtenido un total de 16 órdenes y 50 familias en un total de 896 individuos en las tres fincas, ecosistema degradado y ecosistema de referencia. (Tabla 4-12)

**Tabla 4-13:** Cantidad de individuos colectados en los tres agroecosistemas, ecosistema de referencia y ecosistema natural en la comunidad de San Miguel de Quera-Cacha.

CLASE	ORDEN	FAMILIAS	# DE INDIVIDUOS	
<b>Arachnida</b>	Araneae	Araneidae	1	
	Mesostigmata	Laelapidae	6	
		Ologamasidae	5	
		Parasitidae	39	
		Podocinidae	1	
		Rhodacaridae	56	
		Sejidae	1	
		Uropodidae	19	
		Veigaiidae	10	
	Oribatida	Ceratozetidae	41	
	Sarcoptiformes	Trombidiformes	Acaridae	11
			Pyroglyphidae	11
			Bdellidae	1
			Cunaxidae	1
		Eupodidae	19	
<b>Collembola</b>	Entomobryomorpha	Entomobryidae	14	
		Isotomidae	2	
	Neelipleona	Poduromorpha	Neelidae	4
			Hypogastruridae	10
			Onychiuridae	30
			Poduridae	1
		Symphyleona	Sminthuridae	76
<b>Insecta</b>	Coleoptera	Crysolimidae	3	
		Curculionidae	1	
		Hydrophilidae	1	
		Latridiidae	1	
		Ptiliidae	7	
		Staphylinidae	14	
		<b>Insecta</b>	Diptera	Bibionidae
Ceratopogonidae	10			
Chamaemyiidae	1			
Chironomidae	117			
Dolichopodidae	27			
Ephydriidae	6			
Lonchopteridae	12			
Milichiidae	1			
Mycetophilidae	54			

CLASE	ORDEN	FAMILIAS	# DE INDIVIDUOS
		Phoridae	1
		Psychodidae	80
		Sciaridae	23
<b>Insecta</b>	Hemiptera	Aphididae	17
		Cicadellidae	17
		Miridae	1
<b>Insecta</b>	Hymenoptera	Braconidae	1
		Figitidae	1
		Eulophidae	1
<b>Insecta</b>	Lepidoptera	Tineidae	60
<b>Insecta</b>	Psocoptera	Pachytroctidae	1
		Hemipsocidae	1
<b>Insecta</b>	Thysanoptera	Thripidae	77
		<b>TOTAL</b>	896

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-21:** Porcentaje de los órdenes encontrados en todos los agroecosistemas

Realizado por: Garay J., 2024.

Según la ilustración 4-21 el orden con mayor número de individuos es el orden Diptera con un 37%, seguido del orden mesostigmata con 15%, no se obtuvo mucha presencia de los órdenes Sarcoptiformes, Trombidiformes y Entomobryomorpha que tienen un 2%. Los dípteros y su presencia abundante y diversa en los diferentes manejos de suelo pueden estar influenciada por una serie de factores, que van desde la composición del suelo hasta las prácticas agrícolas

empleadas. Como es el caso de las tres fincas estudiadas que realizan prácticas agroecológicas como asociación de cultivo y abonos orgánicos. Coincide con (Ayala 2019, p. 13) en su estudio realizado que el orden Diptera es más abundante en ecosistemas no perturbados, como lo menciona (Herrera et al. 2022, p. 9) la riqueza de especies fue mayor en los bosques naturales y en huertos, si bien todas las especies registradas en este estudio son locales y extendidas en el área, cabe señalar que las especies más comunes están asociadas donde existen flora nativa como asteráceas.

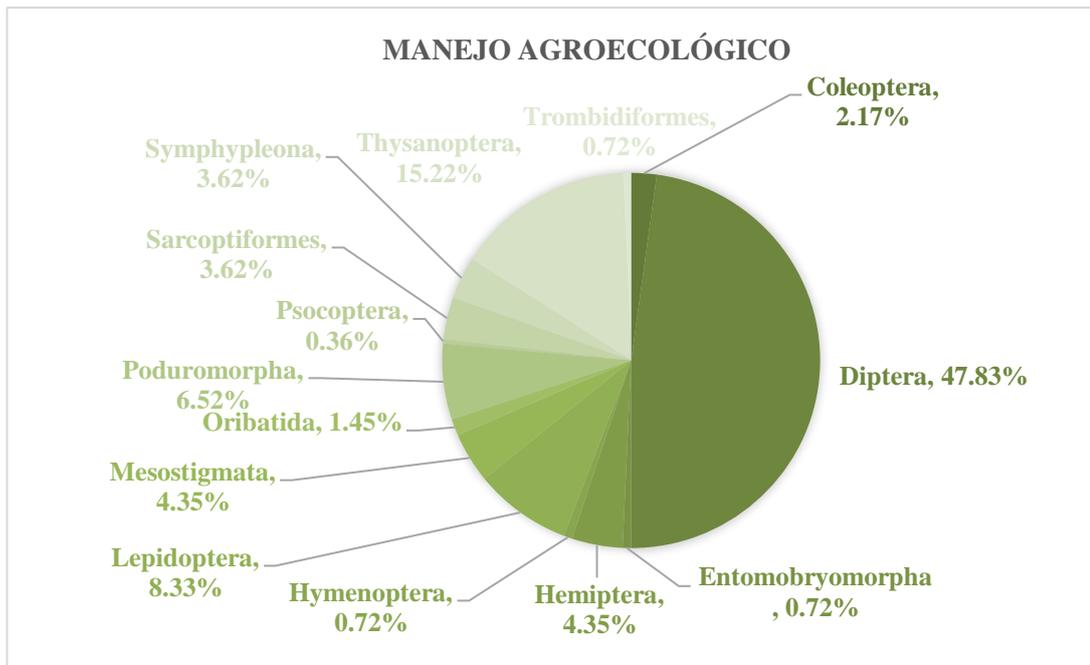
En el caso del orden Sarcoptiformes que son ácaros y representa un 2%, según (Vázquez y Cutz 2013, p. 655) es un grupo de pequeños organismos cuya principal característica es su asombrosa capacidad para adaptarse a cualquier entorno que les proporcione protección, alimento, humedad u otros elementos importantes para la supervivencia, por lo que cada vez se encuentran en árboles y rocas.

A continuación, se muestra el porcentaje de los órdenes encontrados en los manejos agroecológicos, tradicional, barbecho, ecosistema de referencia y ecosistema degradado:

**Tabla 4-14:** Porcentaje de los órdenes encontrados en el tipo de manejo agroecológico

Tipo de manejo	Orden	Número de individuos
Agroecológico	Coleoptera	6
Agroecológico	Diptera	132
Agroecológico	Entomobryomorpha	2
Agroecológico	Hemiptera	12
Agroecológico	Hymenoptera	2
Agroecológico	Lepidoptera	23
Agroecológico	Mesostigmata	12
Agroecológico	Oribatida	4
Agroecológico	Poduromorpha	18
Agroecológico	Sarcoptiformes	10
Agroecológico	Psocoptera	1
Agroecológico	Symphyleona	10
Agroecológico	Thysanoptera	42
Agroecológico	Trombidiformes	2
<b>Total</b>		<b>276</b>

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-22:** Porcentaje de los órdenes encontrados en el tipo de manejo agroecológico  
**Realizado por:** Garay J., 2024.

Según la ilustración 4-22 se observa que el orden Diptera posee mayor número de individuos con el 47,83%, coincide con (Ayala 2019, p. 13) donde se menciona que el orden Diptera es abundante en suelos no intervenidos o huertos, en este caso al tener prácticas orgánicas influye en la presencia de estos individuos, este tipo de manejo se dedica a la asociación de cultivos, por lo tanto, tenemos la presencia de estos organismos.

El orden Thysanoptera presentó el 15,22%, a pesar de tener una asociación de cultivos presenta mayor número de Trips, donde sus larvas a menudo se encuentran en la capa superficial del suelo, donde pueden alimentarse de pequeños organismos, como ácaros, nematodos y otros organismos, su actividad en esta capa puede afectar la población y la diversidad de estos organismos del suelo, coincide con lo mencionado por (Mejía 2022, p. 18) donde dice que el orden Thysanoptera y familia Thripidae, ha empezado a aparecer y ser una especie invasiva en diferentes cultivos como la cebolla, en este caso se realiza la asociación de cultivos de col y cebolla.

Seguido del orden Sarcoptiformes que posee un 3,62%, esto se debe a que los ácaros son indicadores de calidad del suelo, las mismas que realizan un control biológico en caso de que existan plagas.

El orden Entomobryomorpha que se presentan con 0,72%, como indica (Sánchez et al. 2015, p. 10) la estabilidad de los agregados del suelo al poseer un manejo agroecológico, indican cambios en el suelo, donde existe la presencia de ciertos grupos de ácaros y colémbolos como *Entomobryidae* e *Isotomidae* que varían significativamente en el tiempo de manera positiva.

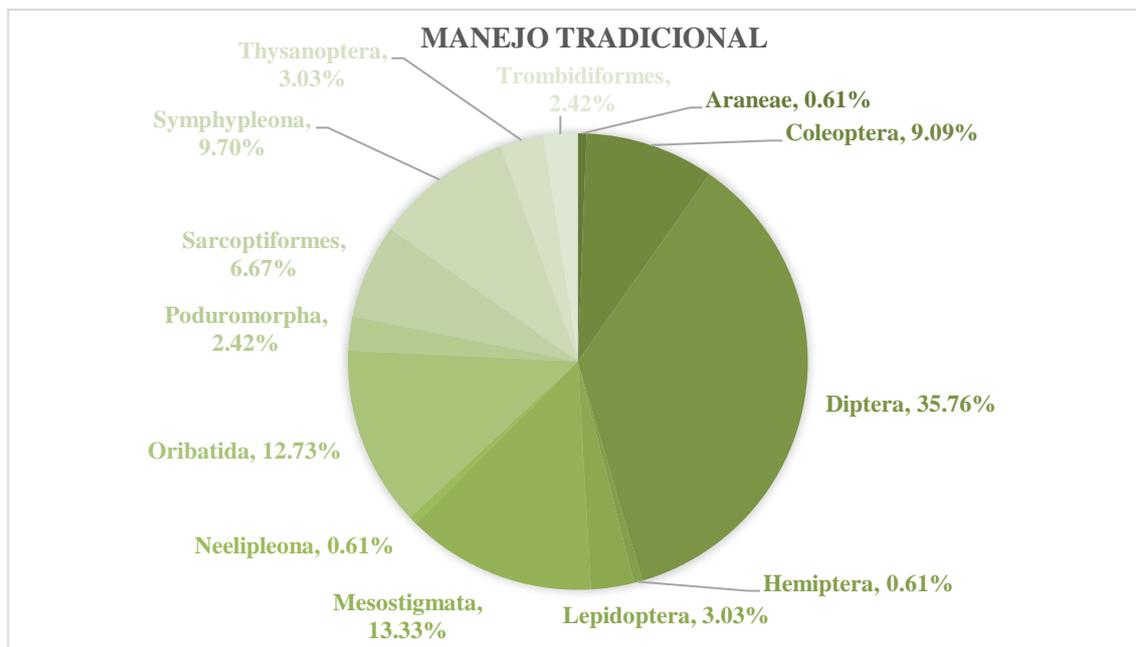
Se tiene el orden Trombidiformes con 0,72%, predominan en suelos pobres en nutrientes, bajo contenido de materia orgánica y bajo contenido de humedad. Según (Sandler 2019, p. 31) la mayoría son depredadores, con estructuras frágiles y tamaños corporales pequeños, son más comunes en áreas perturbadas debido a su alto potencial reproductivo; esto les permite adaptarse a los efectos de los factores de perturbación, lo que permite que su número aumente rápidamente en la relativa ausencia de depredadores y competidores alimentarios.

Se encontró el orden Psocóptera con 0,36%, comúnmente conocido como "piojos de los libros" o "piojos de los árboles", se asocian con ambientes forestales. No es común que estos insectos estén directamente relacionados con el manejo agroecológico en la agricultura.

**Tabla 4-15:** Porcentaje de los órdenes encontrados en el tipo de manejo tradicional

Tipo de manejo	Orden	Número de individuos
Tradicional	Araneae	1
Tradicional	Coleoptera	15
Tradicional	Diptera	59
Tradicional	Hemiptera	1
Tradicional	Lepidoptera	5
Tradicional	Mesostigmata	22
Tradicional	Neelipleona	1
Tradicional	Oribatida	21
Tradicional	Poduromorpha	4
Tradicional	Sarcoptiformes	11
Tradicional	Symphyleona	16
Tradicional	Thysanoptera	5
Tradicional	Trombidiformes	4
<b>Total</b>		<b>165</b>

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-23:** Porcentaje de los órdenes encontrados en el tipo de manejo tradicional

Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración 4-23 se observa el porcentaje de órdenes encontrados con un manejo tradicional, donde se da solo el cultivo de maíz, avena. Se puede observar con un 35,76% el orden Diptera, en este tipo de manejo a pesar de ser un monocultivo no aplica fertilizantes químicos, más bien, emplea abonos orgánicos, los cuales permiten que el suelo siga teniendo las propiedades físicas químicas para que haya la presencia de estos organismos, de igual manera, como lo señala (Ibáñez y Sandoval 2021, p. 3) los dípteros son el orden más grande y diverso de insectos, su éxito evolutivo se debe en parte a su adaptabilidad a los ecosistemas, desempeñan roles fundamentales en los ecosistemas como polinizadores, depredadores, parásitos y descomponedores.

El orden Symphypleona presenta 9,70%, a pesar de realizar los mismos cultivos, la abundancia de colémbolos es indicativa de un suelo saludable y equilibrado. Concuerta con lo mencionado por (Sandler 2019, p. 31) su contribución a la descomposición de materia orgánica y su participación en las interacciones biológicas en el suelo son aspectos clave de su papel en los ecosistemas terrestres y su presencia en gran cantidad puede ser un indicador positivo de la biodiversidad y la vitalidad del suelo.

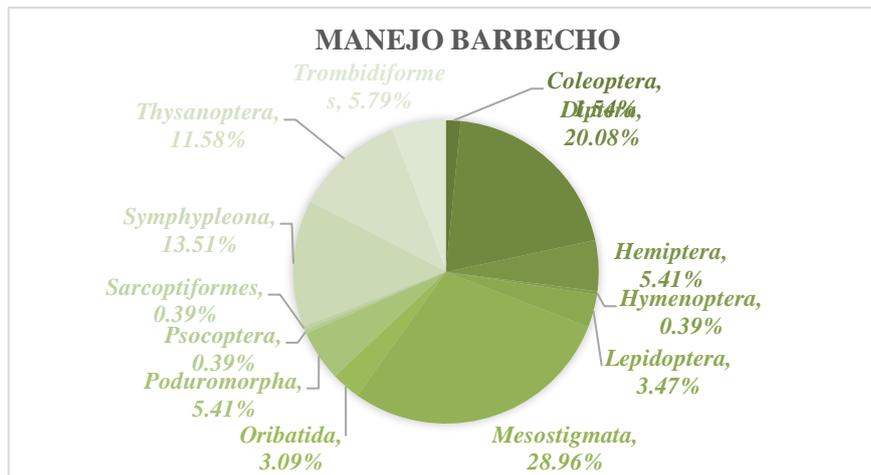
Se tiene la presencia del orden Lepidóptera con 3,03%, como señala (Marquines 2022, p. 16) los monocultivos, al consistir en una única especie de planta cultivada, suelen carecer de la diversidad vegetal necesaria para sustentar una población saludable en este caso de lepidópteros fitófagos. Estos insectos a menudo tienen preferencias específicas de hospederos, y la falta de variedad puede limitar sus fuentes de alimentación y reproducción.

A diferencia del orden Poduromorpha presentó un 2,42%, esto se debe a que los monocultivos, al consistir en la siembra de un solo tipo de cultivo en grandes extensiones, pueden proporcionar un hábitat limitado y recursos alimenticios específicos. Según (Camacho 2020, p. 5) las colémbolos, al ser generalmente detritívoras, dependen de una diversidad de materia orgánica para alimentarse, en monocultivos, la falta de esta diversidad puede resultar en una escasez de recursos para estos organismos.

**Tabla 4-16:** Porcentaje de los órdenes encontrados en el tipo de manejo tradicional

<b>Tipo de manejo</b>	<b>Orden</b>	<b>Número de individuos</b>
Barbecho	Coleoptera	4
Barbecho	Diptera	52
Barbecho	Hemiptera	14
Barbecho	Hymenoptera	1
Barbecho	Lepidoptera	9
Barbecho	Mesostigmata	75
Barbecho	Oribatida	8
Barbecho	Poduromorpha	14
Barbecho	Psocoptera	1
Barbecho	Sarcoptiformes	1
Barbecho	Symphyleona	35
Barbecho	Thysanoptera	30
Barbecho	Trombidiformes	15
<b>Total</b>		<b>259</b>

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-24:** Porcentaje de los órdenes encontrados en el tipo de manejo barbecho  
**Realizado por:** Garay J., 2024.

En la ilustración 4-24 se puede observar el porcentaje de órdenes encontrados con un tipo de manejo barbecho, se tiene el orden mesostigmata con un 28,96%, esto se debe por la falta de disturbios en el suelo durante los períodos de descanso puede favorecer la acumulación de materia orgánica y microorganismos del suelo. Según (García 2016, p. 12) estos organismos se han vuelto muy importantes debido a su potencial como agente de control biológico de plagas, de igual manera, estos ácaros son detritívoros.

El orden Symphyleona presenta el 13,51% concuerda con lo señalado anteriormente por (Sandler 2019, p. 31) donde menciona que los colémbolos son un indicador positivo de la biodiversidad y buena salud del suelo, porque son capaces de descomponer la materia orgánica, liberando nutrientes esenciales para el suelo. Son buenos indicadores de salud del suelo, al ser sensibles a las prácticas agrícolas intensivas.

El orden Poduromorpha con 5,41% como lo mencionó (Camacho 2020, p. 5) las colémbolos están involucradas en el ciclo de descomposición, descomponiendo materia orgánica y liberando nutrientes en el suelo, los suelos en descanso, donde la acumulación de materia orgánica es común, estos organismos pueden contribuir significativamente a este proceso, mejorando la calidad del suelo.

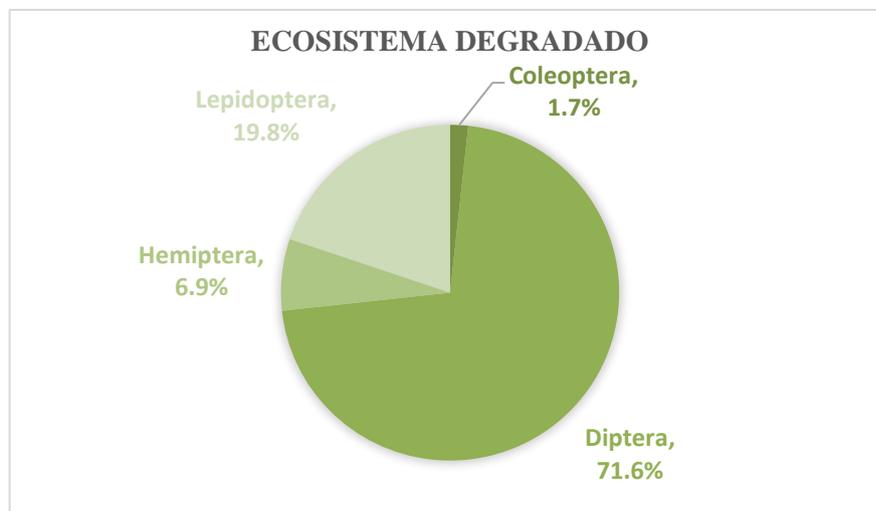
El orden Lepidóptera presento 3,47% se debe a la falta de diversidad vegetal en suelos en descanso, especialmente cuando se implementan prácticas agrícolas que implican la ausencia de cultivos en crecimiento activo, limita las opciones de plantas hospederas para las larvas de lepidópteras.

Con respecto al orden Oribatida representa tan solo el 3,09%, esta baja presencia en un suelo en descanso, se debe como lo menciona (Sandler 2019, p. 30) a su vulnerabilidad se debe a su tasa metabólica generalmente baja y su baja fecundidad, por lo que sus poblaciones no pueden responder rápidamente al rápido aumento de recursos causado por las características de la actividad agrícola.

**Tabla 4-17:** Porcentaje de los órdenes encontrados en el ecosistema degradado

Finca	Orden	Número de individuos
Ecosistema degradado	Coleoptera	2
Ecosistema degradado	Diptera	83
Ecosistema degradado	Hemiptera	8
Ecosistema degradado	Lepidoptera	23
<b>Total</b>		<b>116</b>

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-25:** Porcentaje de los órdenes encontrados en el ecosistema degradado

Realizado por: Garay J., 2024.

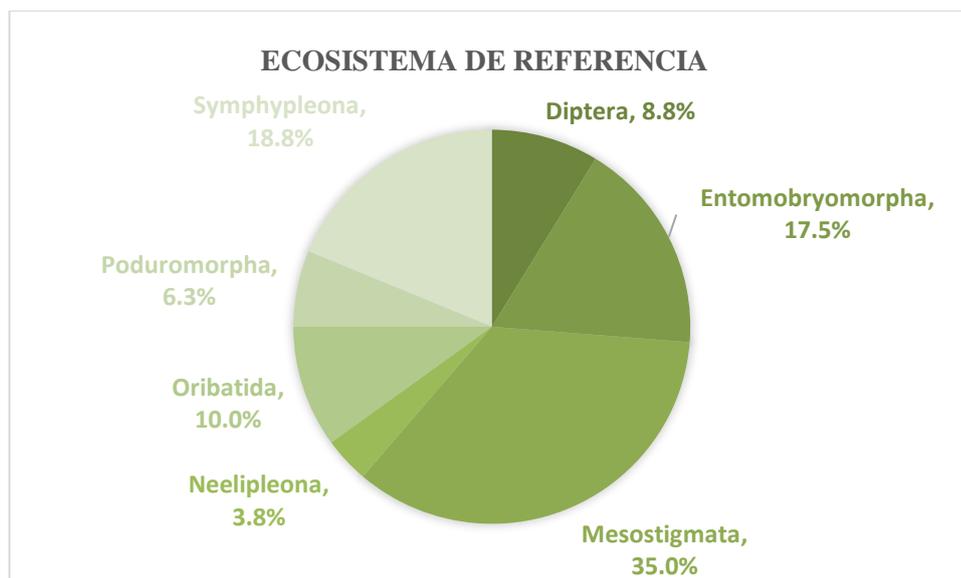
En la ilustración 4-25, se observa el ecosistema degradado el orden Díptera presenta un 71,6% esto concuerda con lo mencionado anteriormente por (Ibáñez y Sandoval 2021, p. 3) donde indica que estos organismos son los insectos con más abundancia y diversidad y se adapta a cualquier ecosistema, porque cumplen con diversos roles funcionales como polinizadores, depredadores, parásitos y descomponedores.

El orden Coleóptera presentó 1,7%, Según (Ramos y Sánchez 2019, p. 13) los individuos encontrados en este orden son importantes en favorecer la descomposición de la materia orgánica vegetal o animal y asegurar el reciclaje de los nutrientes del suelo, al ser un ecosistema degradado tiene una pérdida de organismos vivos, no le permite cumplir con sus funciones y por lo tanto corren en riesgo su supervivencia.

**Tabla 4-18:** Porcentaje de los órdenes encontrados en el ecosistema de referencia

Finca	Orden	Número de individuos
Ecosistema de referencia	Diptera	7
Ecosistema de referencia	Entomobryomorpha	14
Ecosistema de referencia	Mesostigmata	28
Ecosistema de referencia	Neelipleona	3
Ecosistema de referencia	Oribatida	8
Ecosistema de referencia	Poduromorpha	5
Ecosistema de referencia	Symphyleona	15
<b>Total</b>		<b>80</b>

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-26:** Porcentaje de los órdenes encontrados en el ecosistema de referencia

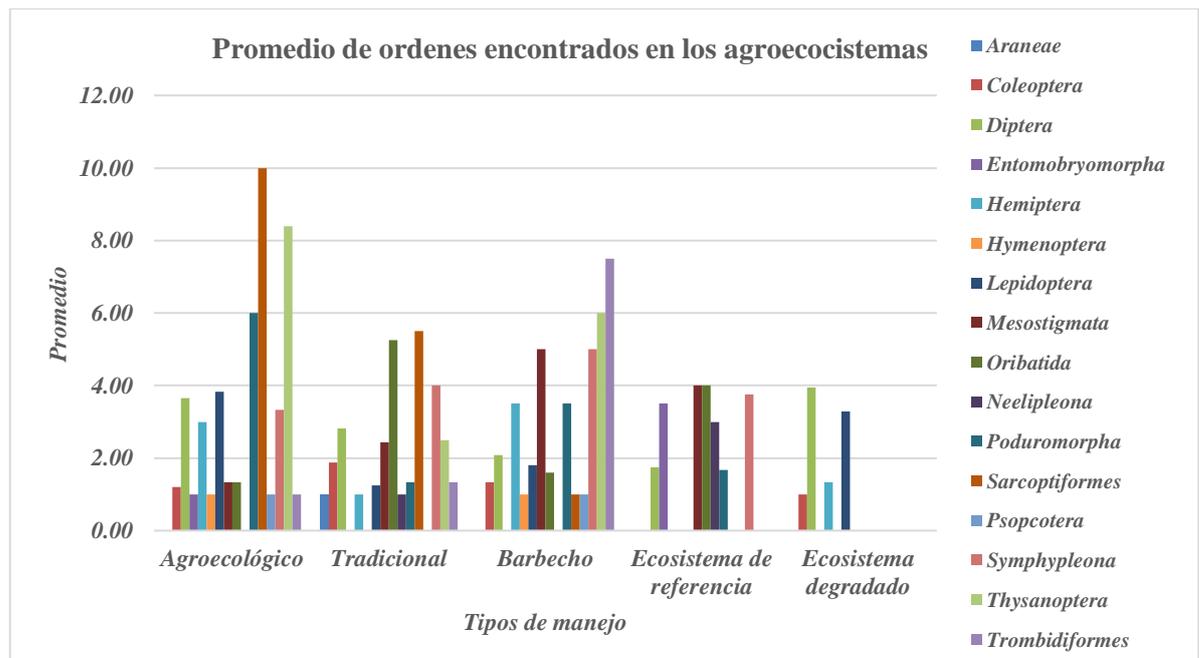
Realizado por: Garay J., 2024.

Según la ilustración 4-26, en el ecosistema de referencia presentó el orden Mesostigmata el 35%, los individuos de este orden, como lo menciona (Sandler 2019, p. 30) al ser sensible a suelos degradados y a los cambios adversos en las precipitaciones y la humedad del suelo, posiblemente debido a su fragilidad corporal. Estas características los convierten en buenos indicadores de la calidad del suelo porque son más comunes en áreas menos perturbadas.

**Tabla 4-19:** Promedio de ordenes encontrados por tipo de manejo

Ordenes	Agroecológico	Tradicional	Barbecho	Ecosistema de referencia	Ecosistema degradado
Araneae	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Coleoptera	1,20	1,88	1,33	0,00	1,00
Diptera	3,66	2,81	2,08	1,75	3,95
Entomobryomorpha	1,00	0,00	0,00	3,50	0,00
Hemiptera	3,00	1,00	3,50	0,00	1,33
Hymenoptera	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Lepidoptera	3,83	1,25	1,80	0,00	3,28
Mesostigmata	1,33	2,44	5,00	3,00	0,00
Oribatida	1,33	5,25	1,60	4,00	0,00
Neelipleona	0,00	1,00	0,00	3,00	0,00
Poduromorpha	6,00	1,33	3,50	1,67	0,00
Sarcoptiformes	10,00	5,50	1,00	0,00	0,00
Psocoptera	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Symphyleona	3,33	4,00	5,00	3,75	0,00
Thysanoptera	8,40	2,50	6,00	0,00	0,00
Trombidiformes	1,00	1,33	7,50	0,00	0,00

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-27:** Promedio de ordenes encontrados en los tres agroecosistemas, ecosistema de referencia y ecosistema natural

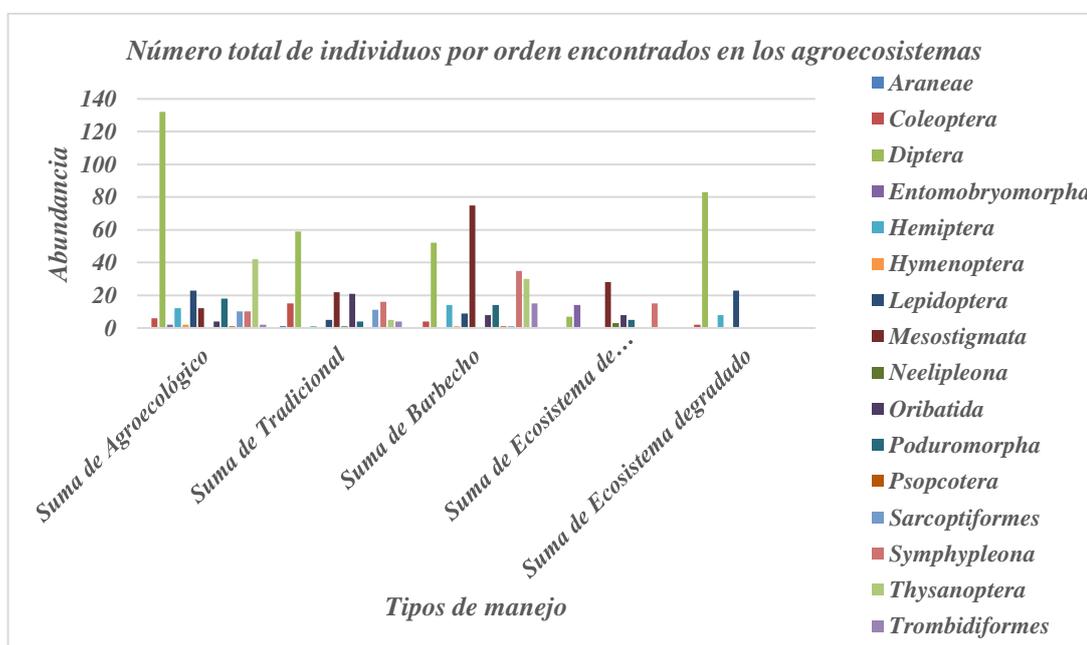
Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración 4-27, se observa el promedio de los órdenes encontrados en los tres tipos de manejo, ecosistema de referencia y ecosistema degradado, el orden Sarcopitiformes en el manejo agroecológico, presenta un promedio de individuos de 10, su alta presencia se debe a la capacidad que tienen este grupo de ácaros para ser indicadores de la calidad de suelo, porque realizan controles biológicos ante la presencia de plagas, según (Sandler 2019, p. 31) los individuos de este orden son sensibles a las perturbaciones y su vulnerabilidad se debe a su bajo metabolismo y baja fecundidad, por lo que sus poblaciones no pueden hacer frente fácilmente a los recursos disponibles debido a las prácticas agrícolas que no buscan conservar las propiedades del suelo, en el caso del orden Mesostigmata que tiene un promedio de 1,33, como lo menciona (Sandler 2019, p. 30) su baja presencia se debe que es un grupo fungívoro y son un buenos indicadores de la calidad del suelo dañado debido a su capacidad para sobrevivir en condiciones desfavorables, se encuentran en suelos con requisitos muy altos de calidad de hábitat. Son abundantes en ecosistemas con altos valores de materia orgánica, áreas de abono, lo que puede indicar un exceso de materia orgánica en suelos agrícolas, respondiendo bien a la aireación del suelo, son indicadores del suelo y son altamente productivos. En el manejo tradicional, el orden Poduromorpha presenta un promedio de 1,33, este grupo de colémbolos esta relacionados con suelos con abundante materia orgánica como lo menciona (Camacho 2020, p. 5) donde existe una acumulación de MO, contribuyen mejorando la calidad del suelo, al ser monocultivos, la cantidad de MO es baja. En el barbecho, el orden Trombidiformes tiene un promedio de 7.50, como lo menciona (Sandler 2019, p. 31), estos individuos se encuentran en suelos con pocos nutrientes y bajo contenido de MO, el barbecho al ser suelos en descansos de prácticas inadecuadas, estos individuos se van a encontrar en suelos con estas características por su potencial reproductivo; permitiéndoles adaptarse a los efectos de los factores de perturbación, lo que permite que su número aumente rápidamente en la relativa ausencia de depredadores. En el ER el orden Oribatida presentó un promedio de 4, coincidiendo con (Sandler 2019, p. 30) son importantes contribuyentes a la descomposición de la materia orgánica, ya que actúan sobre los residuos animales y vegetales, descomponiéndolos y haciéndolos más susceptibles a la acción de los microorganismos. También son sensibles al contenido de materia orgánica, el porcentaje de humedad, el pH, las prácticas agrícolas humanas y el uso de pesticidas. En el ED el orden Diptera presentó un promedio de 3,95 coincidiendo con (Ibáñez y Sandoval 2021, p. 3) donde menciona que el orden Diptera es el más abundante y diverso de los insectos, y su evolución se debe a su fácil adaptabilidad a los ecosistemas porque desempeñan diversos roles funcionales, el orden Hemiptera, las familias encontradas *Aphididae* y *Cicadellidae* presentó un promedio de 1,00, estos individuos también son indicadores de degradación como lo indica (Córdova 2019, p. 12) son bioindicadores de suelos degradados.

**Tabla 4-20:** Abundancia de individuos encontradas en los tres agroecosistemas, ecosistema de referencia y ecosistema natural

Ordenes	Agroecológico	Tradicional	Barbecho	Ecosistema de referencia	Ecosistema degradado
Araneae	0	1	0	0	0
Coleoptera	6	15	4	0	2
Diptera	132	59	52	7	83
Entomobryomorpha	2	0	0	14	0
Hemiptera	12	1	14	0	8
Hymenoptera	2	0	1	0	0
Lepidoptera	23	5	9	0	23
Mesostigmata	12	22	75	28	0
Oribatida	4	21	8	8	0
Neelipleona	0	1	0	3	0
Poduromorpha	18	4	14	5	0
Sarcoptiformes	10	11	1	0	0
Psocoptera	1	0	1	0	0
Symphyleona	10	16	35	15	0
Thysanoptera	42	5	30	0	0
Trombidiformes	2	4	15	0	0

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-28:** Abundancia de individuos encontradas en tres agroecosistemas, ecosistema de referencia y ecosistema natural

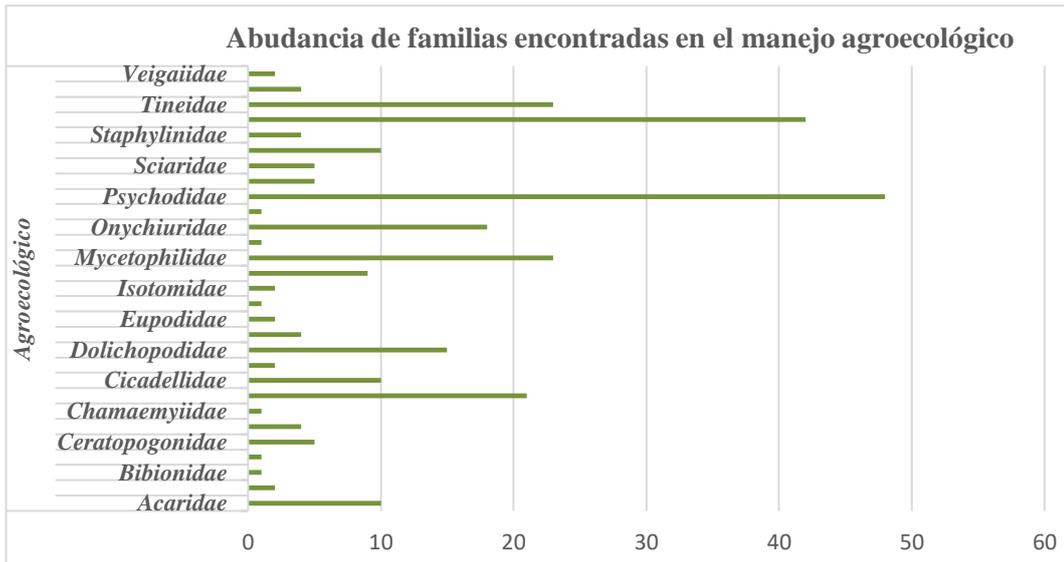
Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración 4-28, se observa la abundancia de los órdenes encontrados en los tres tipos de manejo, ecosistema de referencia y ecosistema degradado, el orden Diptera tanto en el manejo agroecológico como tradicional, muestra 132 y 59 individuos respectivamente, su alta presencia se debe a la abundancia de organismos como lo menciona (Ibáñez y Sandoval 2021, p. 8), es el orden mas abundante de insectos los cuales por sus diversos roles funcionales se adaptan a los ecosistemas. En el barbecho y ecosistema de referencia (natural), el orden Mesostigmata presenta 75 y 28 individuos respectivamente, como lo menciona (Garcia 2016, p. 13) estos organismos se han vuelto muy importantes debido a su potencial como agente de control biológico de plagas, de igual manera, estos ácaros son detritívoros, al tener acumulación de materia orgánica su presencia es significativa. Por último, en el ecosistema degradado tenemos un total de 83 individuos del orden Diptera, coincidiendo con (Ibáñez y Sandoval 2021, p. 8) donde menciona son los insectos más comunes y variados, capaces de habitar en una amplia gama de ecosistemas. Esto se debe a que desempeñan múltiples funciones importantes, incluyendo la polinización de plantas, la caza de otros insectos, la parasitación de otros organismos y la descomposición de materia orgánica.

**Tabla 4-21:** Abundancia de familias encontradas en el manejo agroecológico

Tipo de manejo	Orden	Familia	Número de individuos
Agroecológico	Coleoptera	Crysolmelidae	2
Agroecológico	Coleoptera	Staphylinidae	4
Agroecológico	Diptera	Bibionidae	1
Agroecológico	Diptera	Ceratopogonidae	5
Agroecológico	Diptera	Chamaemyiidae	1
Agroecológico	Diptera	Chironomidae	21
Agroecológico	Diptera	Dolichopodidae	15
Agroecológico	Diptera	Ephydriidae	4
Agroecológico	Diptera	Lonchopteridae	9
Agroecológico	Diptera	Mycetophilidae	23
Agroecológico	Diptera	Psychodidae	48
Agroecológico	Diptera	Sciaridae	5
Agroecológico	Entomobryomorpha	Isotomidae	2
Agroecológico	Hemiptera	Cicadellidae	10
Agroecológico	Hemiptera	Aphididae	2
Agroecológico	Hymenoptera	Braconidae	1
Agroecológico	Hymenoptera	Figitidae	1
Agroecológico	Lepidoptera	Tineidae	23
Agroecológico	Mesostigmata	Rhodacaridae	5
Agroecológico	Mesostigmata	Ologamasidae	1
Agroecológico	Mesostigmata	Uropodidae	4
Agroecológico	Mesostigmata	Veigaiidae	2
Agroecológico	Oribatida	Ceratozetidae	4
Agroecológico	Poduromorpha	Onychiuridae	18
Agroecológico	Psocoptera	Pachytroctidae	1
Agroecológico	Sarcoptiformes	Acaridae	10
Agroecológico	Symphyleona	Sminthuridae	10
Agroecológico	Thysanoptera	Thripidae	42
Agroecológico	Trombidiformes	Eupodidae	2

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-29:** Abundancia de familias encontradas en el manejo agroecológico

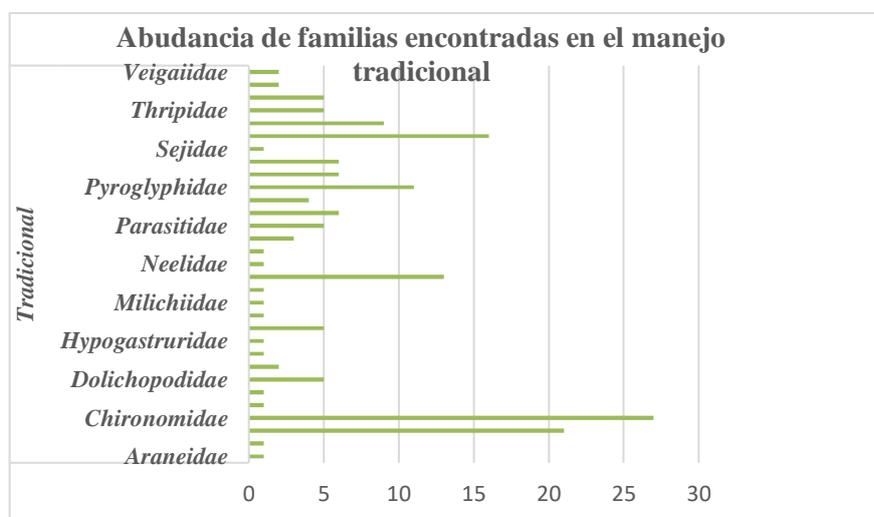
Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración 4-28 se observa la familia *Psychodidae*, perteneciente al orden Diptera, posee 48 individuos, al ser detritívoros, como lo menciona (Elgueta y Jezek 2014, p. 6) tiene larvas saprófagas y por lo tanto, se van a encontrar en el estiércol de animales o materia vegetal en descomposición, en los sistemas agroecológicos se utilizan prácticas de manejo del suelo que promueven la salud del suelo y aumentan la cantidad de materia orgánica disponible para los detritívoros. Estas prácticas incluyen la incorporación de compost, el uso de abonos orgánicos, la rotación de cultivos y la agricultura de conservación, que ayudan a mantener una buena estructura del suelo y una mayor actividad biológica. También se encontró la familia *Onychiuridae* del orden Poduromorpha, con 18 individuos, coincidiendo con (Camacho 2020, p. 5), donde menciona que los colémbolos están presentes en suelos con abundante materia orgánica pues contribuyen al mejoramiento de la calidad de los suelos.

**Tabla 4-22:** Abundancia de familias encontradas en el manejo tradicional,

Tipo de manejo	Orden	Familia	Número de individuos
Tradicional	Araneae	Araneidae	1
Tradicional	Coleoptera	Crysmelidae	1
Tradicional	Coleoptera	Hydrophilidae	1
Tradicional	Coleoptera	Ptiliidae	4
Tradicional	Coleoptera	Staphylinidae	9
Tradicional	Diptera	Chironomidae	27
Tradicional	Diptera	Dolichopodidae	5
Tradicional	Diptera	Milichiidae	1
Tradicional	Diptera	Lonchopteridae	1
Tradicional	Diptera	Mycetophilidae	13
Tradicional	Diptera	Psychodidae	6
Tradicional	Diptera	Sciaridae	6
Tradicional	Hemiptera	Miridae	1
Tradicional	Lepidoptera	Tineidae	5
Tradicional	Mesostigmata	Laelapidae	5
Tradicional	Mesostigmata	Ologamasidae	1
Tradicional	Mesostigmata	Parasitidae	5
Tradicional	Mesostigmata	Rhodacaridae	6
Tradicional	Mesostigmata	Sejidae	1
Tradicional	Mesostigmata	Uropodidae	2
Tradicional	Mesostigmata	Veigaiidae	2
Tradicional	Neelipleona	Neelidae	1
Tradicional	Oribatida	Ceratozetidae	21
Tradicional	Poduromorpha	Hypogastruridae	1
Tradicional	Poduromorpha	Onychiuridae	3
Tradicional	Sarcoptiformes	Pyroglyphidae	11
Tradicional	Symphyleona	Sminthuridae	16
Tradicional	Thysanoptera	Thripidae	5
Tradicional	Trombidiformes	Cunaxidae	1
Tradicional	Trombidiformes	Eupodidae	2
Tradicional	Trombidiformes	Bdellidae	1

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-30:** Abundancia de familias encontradas en el manejo tradicional

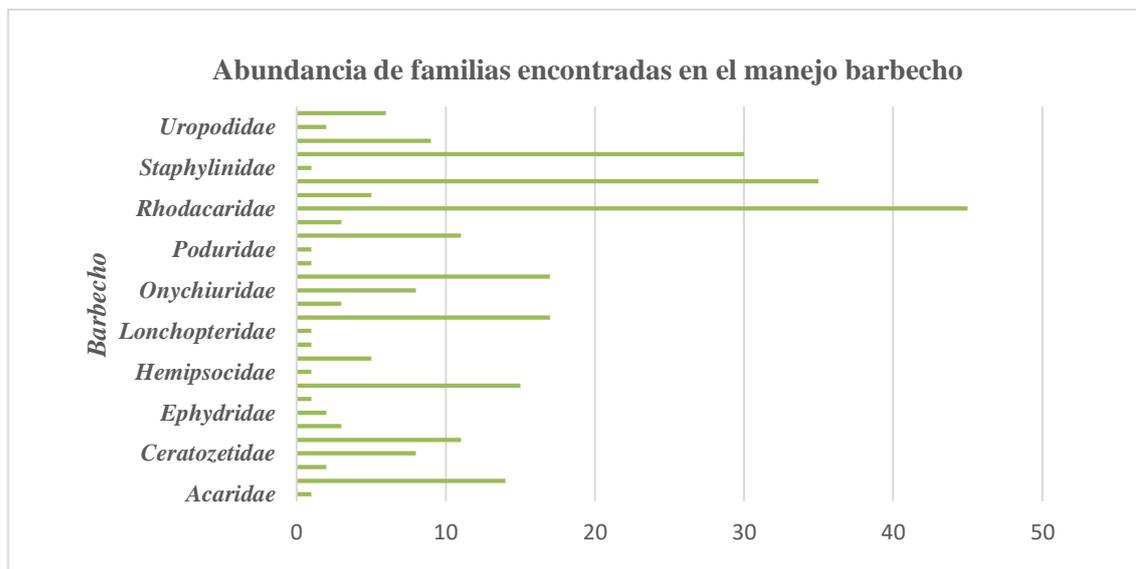
Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración 4-29, la familia con mayor abundancia de individuos es *Chironomidae* y *Mycetophilidae* del orden Diptera, como lo señala (Ibáñez y Sandoval 2021, p. 3), son los organismos más abundantes debido a su fácil adaptación a los ecosistemas por poseer diferentes roles funcionales, en el caso de la familia *Chironomidae* son insectos detritívoros y en el caso de la familia *Mycetophilidae* son depredadores, al manejos tradicionales, se tiende a desequilibrar los ecosistema y la ecología, por lo tanto, se eliminan los enemigos naturales, los depredadores al no tener presas se convierten en plagas.

**Tabla 4-23:** Abundancia de familias encontradas en el manejo barbecho

Tipo de manejo	Orden	Familia	Número de individuos
Barbecho	Coleoptera	Staphylinidae	1
Barbecho	Coleoptera	Ptiliidae	3
Barbecho	Diptera	Ceratopogonidae	2
Barbecho	Diptera	Chironomidae	11
Barbecho	Diptera	Dolichopodidae	3
Barbecho	Diptera	Ephydriidae	2
Barbecho	Diptera	Lonchoceridae	1
Barbecho	Diptera	Mycetophilidae	17
Barbecho	Diptera	Psychodidae	11
Barbecho	Diptera	Sciaridae	5
Barbecho	Hemiptera	Aphididae	14
Barbecho	Hymenoptera	Eulophidae	1
Barbecho	Lepidoptera	Tineidae	9
Barbecho	Mesostigmata	Laelapidae	1
Barbecho	Mesostigmata	Ologamasidae	3
Barbecho	Mesostigmata	Parasitidae	17
Barbecho	Mesostigmata	Podocinidae	1
Barbecho	Mesostigmata	Rhodacaridae	45
Barbecho	Mesostigmata	Uropodidae	2
Barbecho	Mesostigmata	Veigaiidae	6
Barbecho	Oribatida	Ceratozetidae	8
Barbecho	Poduromorpha	Hypogastruridae	5
Barbecho	Poduromorpha	Onychiuridae	8
Barbecho	Poduromorpha	Poduridae	1
Barbecho	Psocoptera	Hemipsocidae	1
Barbecho	Sarcoptiformes	Acaridae	1
Barbecho	Symphyleona	Sminthuridae	35
Barbecho	Thysanoptera	Thripidae	30
Barbecho	Trombidiformes	Eupodidae	15

**Realizado por:** Garay J., 2024.



**Ilustración 4-31:** Abundancia de familias encontradas en el manejo barbecho

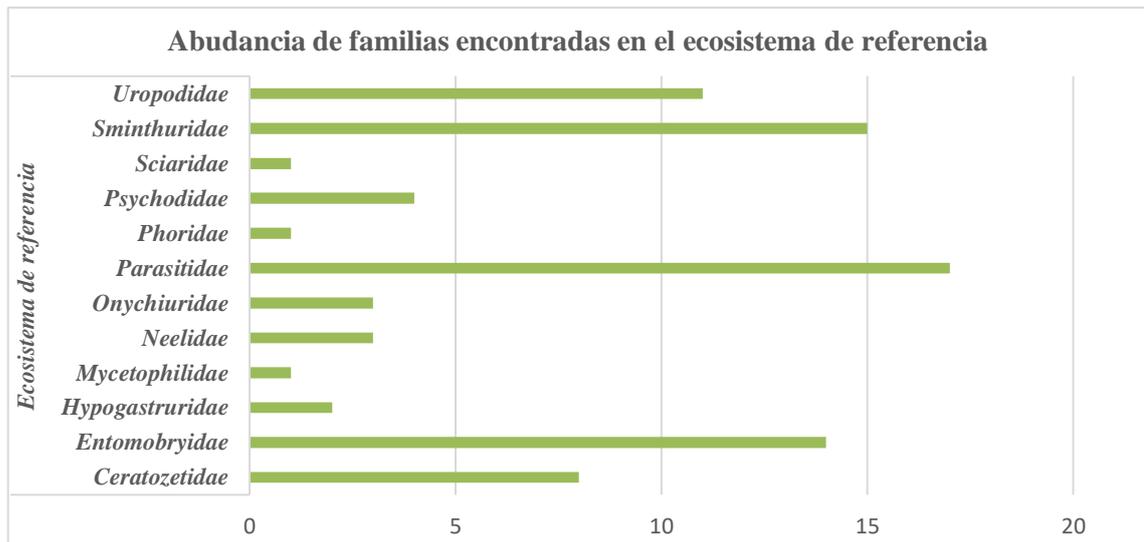
**Realizado por:** Garay J., 2024.

En la ilustración 4-31 la familia con mayor abundancia presente es *Rhodacaridae*, del orden Mesostigmata, estos organismos son detritívoros, como lo indica (Sandler 2019, p. 31) son buenos indicadores del suelo, ayuda a controlar plagas, aceleran la descomposición de la materia orgánica, aportando a la fertilidad y equilibrio del suelo. De igual manera la familia *Sminthuridae* del orden Symphypleona, estos colémbolos según (Schroder 2008, p. 93) son importantes en la circulación de nutrientes, presentes en el desarrollo y para mantener una buena estructura del suelo, al ser un barbecho permite que la actividad microbiana se desarrolle y descomponga la materia orgánica presente, contribuyendo a la formación de humus, donde estos organismos están presentes permitiendo el enriquecimiento del suelo.

**Tabla 4-24:** Abundancia de familias encontradas en el ecosistema de referencia

Tipo de manejo	Orden	Familia	Número de individuos
Ecosistema de referencia	Diptera	Mycetophilidae	1
Ecosistema de referencia	Diptera	Phoridae	1
Ecosistema de referencia	Diptera	Psychodidae	4
Ecosistema de referencia	Diptera	Sciaridae	1
Ecosistema de referencia	Entomobryomorpha	Entomobryidae	14
Ecosistema de referencia	Mesostigmata	Parasitidae	17
Ecosistema de referencia	Mesostigmata	Uropodidae	11
Ecosistema de referencia	Neelipleona	Neelidae	3
Ecosistema de referencia	Oribatida	Ceratozetidae	8
Ecosistema de referencia	Poduromorpha	Hypogastruridae	2
Ecosistema de referencia	Poduromorpha	Onychiuridae	3
Ecosistema de referencia	Symphypleona	Sminthuridae	15

**Realizado por:** Garay J., 2024.



**Ilustración 4-32:** Abundancia de familias encontradas en el ecosistema de referencia

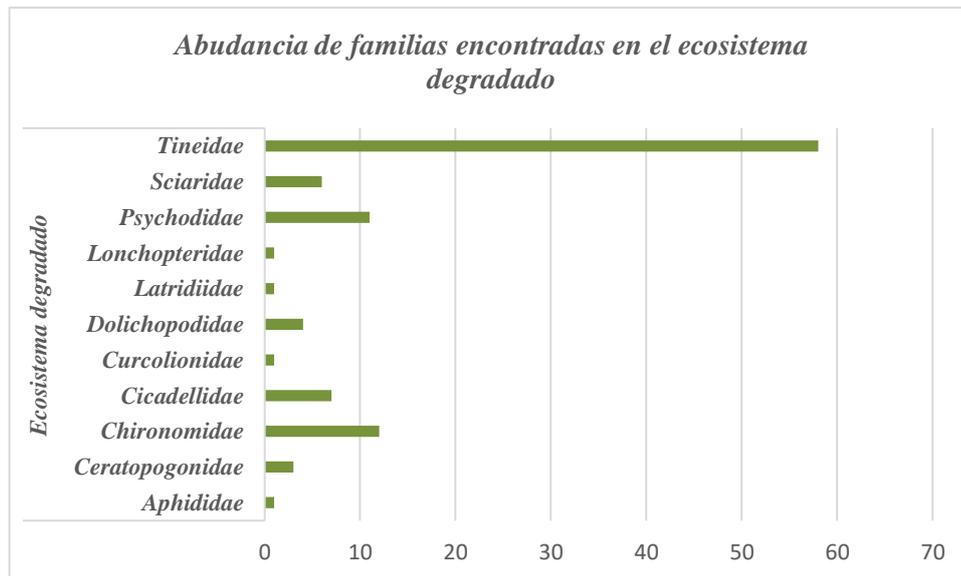
**Realizado por:** Garay J., 2024.

En la ilustración 4-31 se observa mayor número de individuos en la familia *Parasitidae* del orden Mesostigmata, como se mencionó anteriormente, coincidiendo con (Robledo et al. 2020, p. 4) estos individuos de este orden son indicadores de la calidad del suelo, son controladores biológicos, principalmente se alimentan de larvas de dípteras y al tener un rol funcional detritívoro en un ecosistema de referencia donde existe abundante materia orgánica, se encuentran en una amplia variedad de hábitats y desempeñan un papel crucial en la descomposición de la materia vegetal muerta y en la circulación de nutrientes. Seguido se encuentra la familia *Sminthuridae* y *Entomobryidae*, según (Camacho 2020, p. 3) son organismos esenciales en los ciclos biogeoquímicos porque actúan como descomponedores de material vegetal, ayudando a devolver nutrientes al suelo, que a su vez contribuyen a la formación del suelo y su estructura, y por tanto desempeñan un papel como indicadores de las propiedades y calidad del suelo, y la presencia de hongos como fuente de alimento preferida.

**Tabla 4-25:** Abundancia de familias encontradas en el ecosistema degradado

Tipo de manejo	Orden	Familia	Número de individuos
Ecosistema degradado	Coleoptera	Curculionidae	1
Ecosistema degradado	Coleoptera	Latridiidae	1
Ecosistema degradado	Diptera	Ceratopogonidae	3
Ecosistema degradado	Diptera	Chironomidae	7
Ecosistema degradado	Diptera	Dolichopodidae	4
Ecosistema degradado	Diptera	Lonchopteridae	1
Ecosistema degradado	Diptera	Psychodidae	11
Ecosistema degradado	Diptera	Sciaridae	6
Ecosistema degradado	Hemiptera	Aphididae	1
Ecosistema degradado	Hemiptera	Cicadellidae	7
Ecosistema degradado	Lepidoptera	Tineidae	58

**Realizado por:** Garay J., 2024.



**Ilustración 4-33:** Abundancia de familias encontradas en el ecosistema degradado

**Realizado por:** Garay J., 2024.

En la ilustración 4-32 la familia *Tineidae* presenta mayor número de individuos, su presencia en este ecosistema coincide con (Sierpe y Súnico 2019, p. 2) donde menciona que estos organismos se encuentra en ambientes con disturbios. El ciclo de vida de las polillas de la familia *Tineidae* puede ser relativamente corto y flexible, lo que les permite reproducirse rápidamente en ambientes cambiantes y aprovechar oportunidades en ecosistemas degradados donde la competencia puede ser menor.

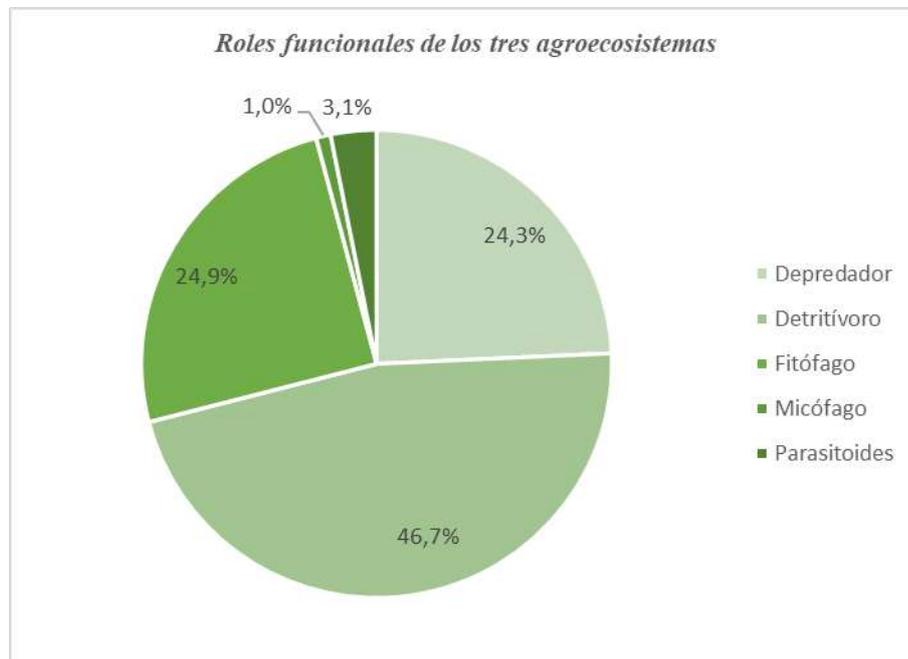
#### 4.7 Roles funcionales

A continuación, se indica los roles funcionales encontrados en el manejo agroecológico, tradicional, barbecho, ecosistema de referencia y ecosistema degradado:

**Tabla 4-26:** Roles funcionales de los tres agroecosistemas

<b>Rol funcional</b>	<b>Número de individuos</b>
Depredador	170
Detritívoro	327
Fitófago	174
Micófago	7
Parasitoides	22
	<b>700</b>

**Realizado por:** Garay J., 2024.



**Ilustración 4-34:** Porcentaje de los roles funcionales encontrados en tres agroecosistemas

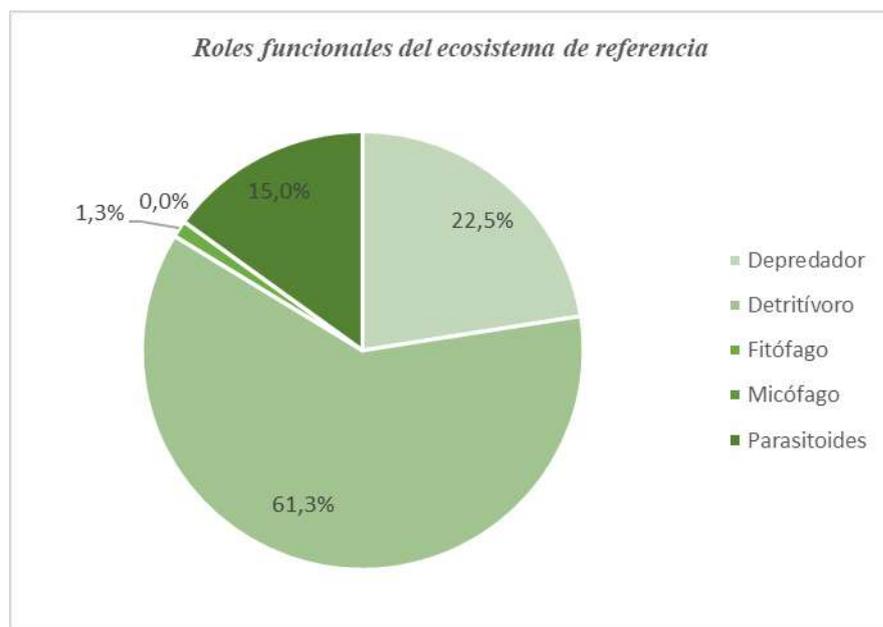
**Realizado por:** Garay J., 2024.

Según la ilustración 4-33, se puede observar que en los tres agroecosistemas el rol funcional detritívoro presenta el 46,7%, una presencia equilibrada de estos organismos es indicativa de ecosistemas saludables y bien estructurados. Pueden ayudar a mantener el equilibrio entre la producción y el procesamiento de materia orgánica. Algunos de estos grupos son detritívoros, como es el caso de colémbolos, ácaros que desempeñan un papel significativo en la fertilidad y estabilidad del suelo. Se encontró tan solo el 1% de organismos micófagos como es el caso del orden Coleóptera, familia Ptiliidae y Latridiidae, como lo menciona (Castillo y Navarrete 2018, p. 457) en el caso de este orden, la micofagia ha desempeñado un papel crucial en su evolución y diversificación, y se cree que casi la mitad de sus 167 familias son principalmente micófagos o se alimentan de material vegetal modificado por la acción de los hongos.

**Tabla 4-27:** Roles funcionales del ecosistema de referencia

Rol funcional	Número de individuos
Depredador	18
Detritívoro	49
Fitófago	1
Micófago	0
Parasitoides	12
	80

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-35:** Porcentaje de los roles funcionales encontrados en el ecosistema de referencia

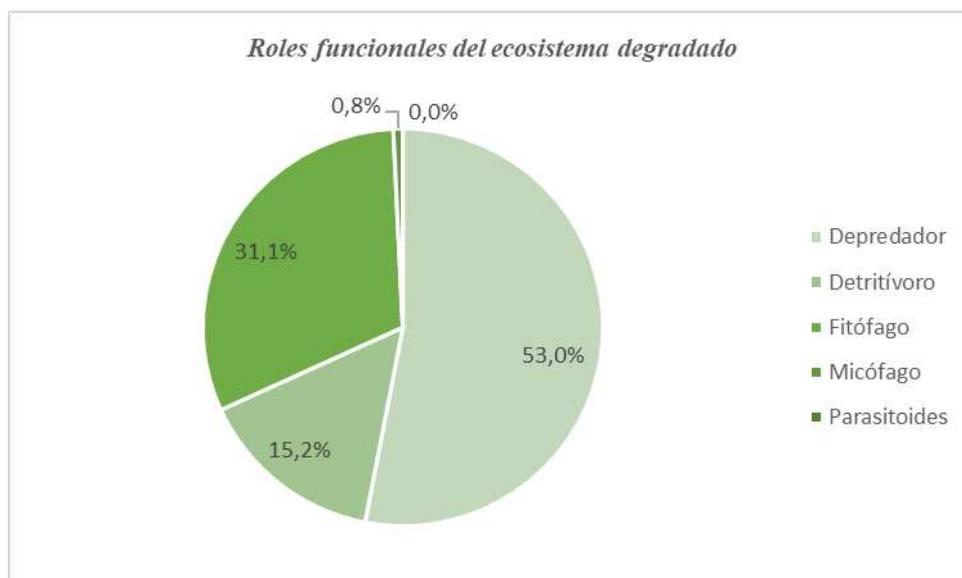
Realizado por: Garay J., 2024.

Según la ilustración 4-36, se puede observar que el rol funcional detritívoro representa el 61,3%, esto se debe a que al ser ecosistemas naturales posee abundante materia orgánica, donde los organismos detritívoros descomponen la materia orgánica, los detritívoros participan en el ciclo de nutrientes del ecosistema, devolviendo nutrientes al suelo y al agua en formas disponibles para otros organismos. Según (Vázquez y Cutz 2013, p. 150) esto promueve la fertilidad del suelo y la productividad primaria en el ecosistema, facilitan la descomposición de materia orgánica, participan en el ciclo de nutrientes, previenen la acumulación de desechos, regulan las poblaciones de otros organismos y sirven como fuente de alimento.

**Tabla 4-28:** Roles funcionales del ecosistema degradado

Rol funcional	Número de individuos
Depredador	70
Detritívoro	20
Fitófago	41
Micófago	1
Parasitoides	0
	<b>116</b>

**Realizado por:** Garay J., 2024.



**Ilustración 4-36:** Porcentaje de los roles funcionales encontrados en el ecosistema degradado

**Realizado por:** Garay J., 2024.

Según la ilustración 4-33, se observa que el rol funcional depredador representa el 53,0%, en un ecosistema degradado, es posible que la diversidad de especies y la abundancia de presas disminuyan debido a la pérdida de hábitat y la alteración de los recursos naturales. Como lo señala (Ramos et al. 2019, p. 12) los depredadores pueden enfrentar menos competencia por alimento y territorio, lo que les permite prosperar y aumentar su presencia en el área.

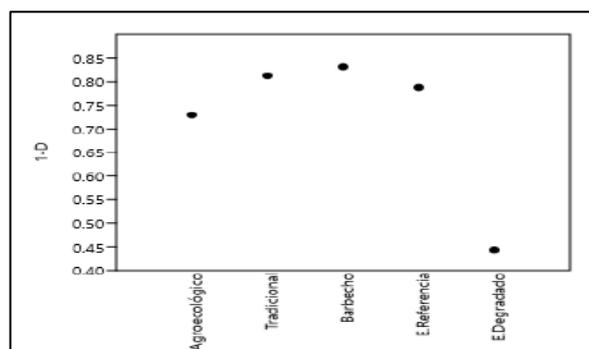
#### 4.8 Índices de biodiversidad

A continuación, se muestra cada uno de los índices de biodiversidad para los diferentes tipos de manejo:

**Tabla 4-29:** Índices de biodiversidad

	Agroecológico	Tradicional	Barbecho	E. Referencia	E. Degradado
Taxa_S	14,00	13,00	13,00	7,00	4,00
Individuals	276,00	165,00	259,00	80,00	116,00
Simpson_1-D	0,73	0,81	0,83	0,79	0,44
Shannon_H	1,81	2,01	2,04	1,73	0,81
Margalef	2,31	2,35	2,16	1,37	0,63

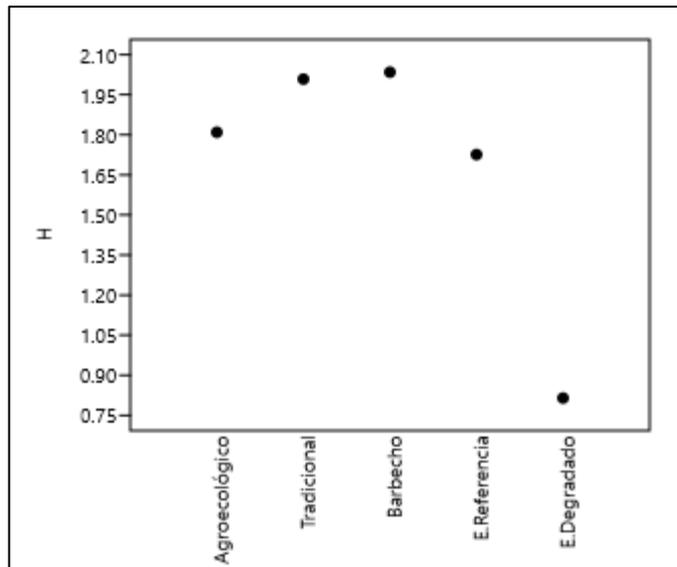
Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-37:** Índice de Simpson 1-D

Realizado por: Garay J., 2024.

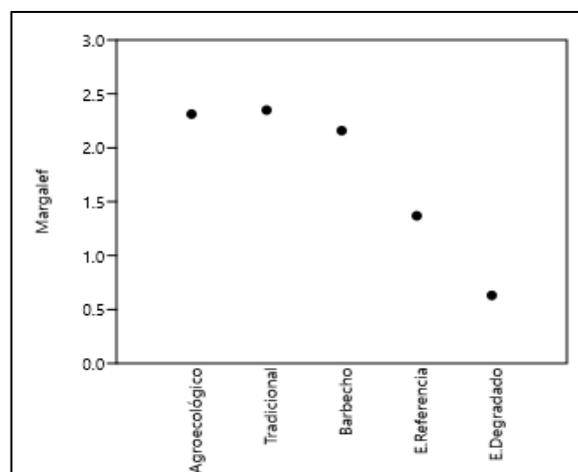
Según la ilustración 4-34, se puede observar que el tipo de manejo barbecho presenta un índice de Simpson de 0,83 a diferencia del ecosistema degradado que tiene un índice de 0,44. Se puede decir que el tipo de manejo barbecho tiene una mayor dominancia por la presencia de individuos del orden Diptera, coincidiendo con (Licon y Estupiñán 2019, p. 2) donde mención que los barbechos afecta significativamente las propiedades del suelo, durante este período de descanso, el suelo puede restaurar nutrientes y humedad, disminuir la compactación y permitir que organismos benéficos como microorganismos y lombrices desarrollen su acción biológica.



**Ilustración 4-38:** Índice de Shannon

Realizado por: Garay J., 2024.

Este índice de Shannon representa la heterogeneidad de la comunidad basada en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Según la ilustración 4-35, se puede indicar que el manejo barbecho presenta un índice de Shannon de 2,04 a diferencia del ecosistema degradado que posee 0,81. Se puede definir al barbecho con mayor diversidad. Como lo menciona (Gamero et al. 2020, p. 4) la acumulación de materia orgánica en suelos en descanso proporciona alimentos y hábitat para la edafofauna. La descomposición de esta materia orgánica no solo libera nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, sino que también favorece la diversidad y abundancia de organismos en el suelo.



**Ilustración 4-39:** Índice de Margalef

Realizado por: Garay J., 2024.

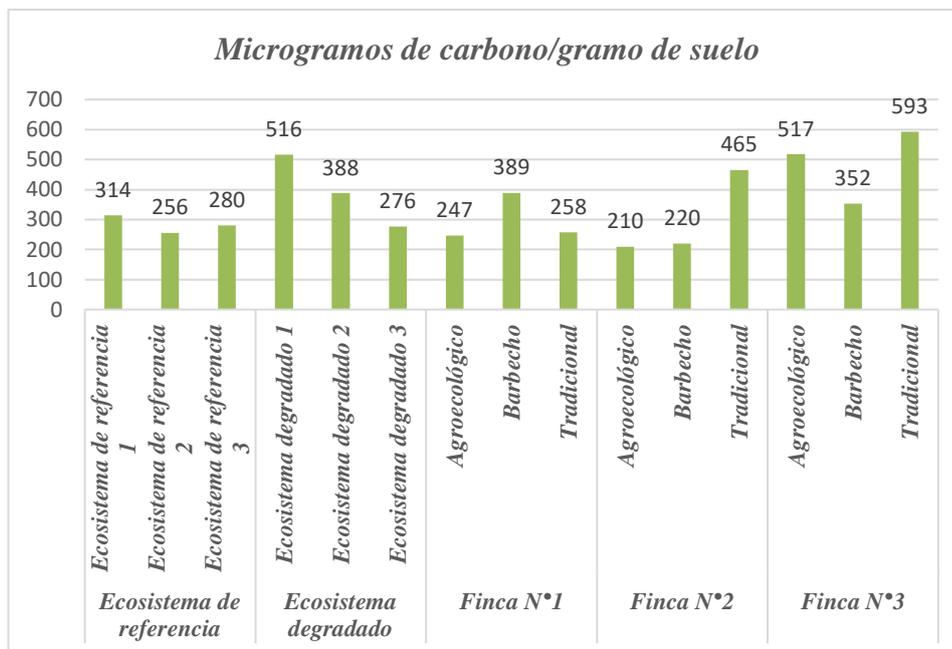
El índice de Margalef es útil para comparar la riqueza de especies entre diferentes comunidades o ecosistemas, pero para tener una imagen más completa de la diversidad biológica, a menudo se utiliza en combinación con otros índices que consideran tanto la riqueza de especies como la abundancia relativa de las mismas, como el índice de Shannon-Wiener o el índice de Simpson. En la ilustración 4-36, según el índice de Margalef, el tipo de manejo tradicional posee una mayor riqueza, a diferencia, del ecosistema degradado que posee un 0,63. Es importante notar que el índice de Margalef es más sensible a los cambios en el número de especies que en el número total de individuos. Como lo menciona (Hernández et al. 2020, p. 7) las prácticas tradicionales tienden a perturbar menos el suelo que las prácticas agrícolas intensivas. Menos perturbación significa que hay más oportunidades para que se establezcan y prosperen diversas especies.

#### 4.9 Análisis e interpretación de microfauna

**Tabla 4-30:** Carbono microbiano/gramo de suelo

Finca	Tipo de manejo	µgC/g
Finca N°1	Agroecológico	247
Finca N°1	Barbecho	389
Finca N°1	Tradicional	257
Finca N°2	Agroecológico	210
Finca N°2	Barbecho	220
Finca N°2	Tradicional	465
Finca N°3	Agroecológico	517
Finca N°3	Barbecho	352
Finca N°3	Tradicional	593
Ecosistema de referencia	Ecosistema de referencia 1	314
Ecosistema de referencia	Ecosistema de referencia 2	256
Ecosistema de referencia	Ecosistema de referencia 3	280
Ecosistema degradado	Ecosistema degradado 1	516
Ecosistema degradado	Ecosistema degradado 2	388
Ecosistema degradado	Ecosistema degradado 3	276

**Realizado por:** Garay J., 2024.



**Ilustración 4-40:** Microgramos de carbono/gramo de suelo

Realizado por: Garay J., 2024.

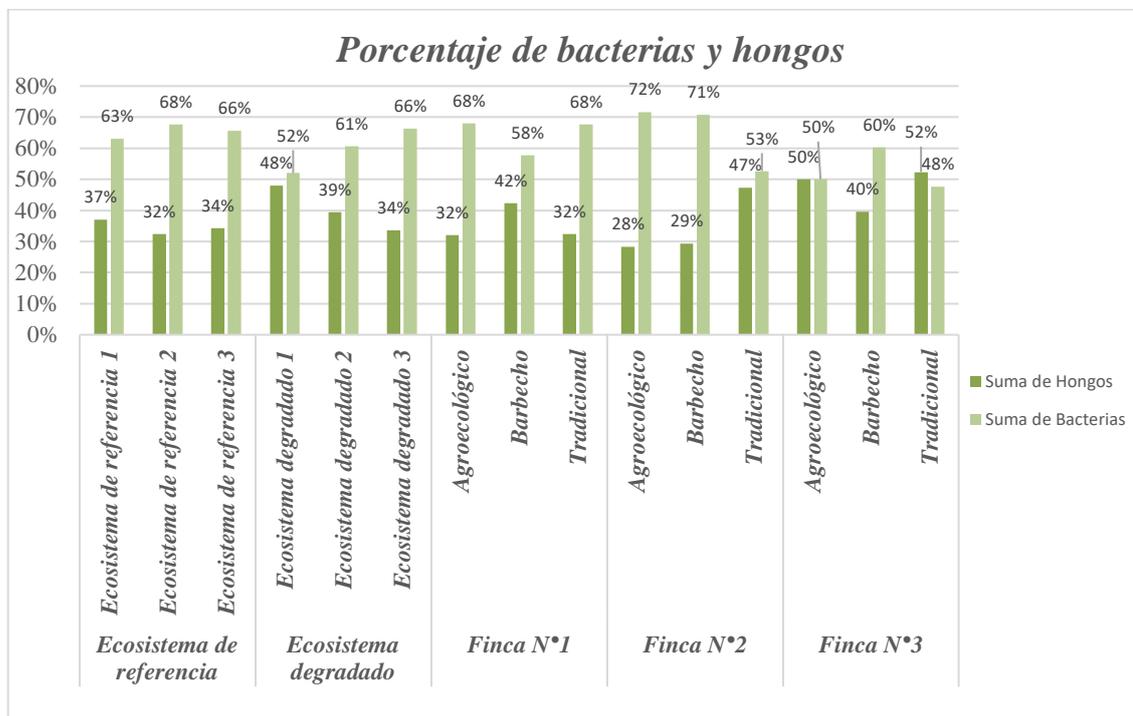
En la ilustración 4-37 se observa que la finca 1 y 3 el manejo agroecológico tiene bajas cantidades de carbono microbiano 247  $\mu\text{gC/g}$  y 210  $\mu\text{gC/g}$  respectivamente, coincide con (Herrada et al. 2016, p. 8) donde menciona que menores valores de  $\mu\text{gC/g}$  indican agroecosistemas más estables, al tener manejos agroecológicos tienen la capacidad de un equilibrio funcional, evitando las plagas y enfermedades. A diferencia del ecosistema degradado 1 y el manejo tradicional de la finca 3, al ser ecosistemas afectados se puede evidenciar que posee una alta cantidad de  $\mu\text{gC/g}$ . Como lo indica (Burbano 2018, p. 8) en suelos degradados, las condiciones ambientales desfavorables, como pH extremo, baja disponibilidad de nutrientes o niveles tóxicos de compuestos químicos, pueden reducir la actividad microbiana. Como resultado, la descomposición de la materia orgánica puede ser más lenta, lo que lleva a una acumulación de carbono en el suelo.

**Tabla 4-31:** Porcentaje de bacterias y hongos

Finca	Tipo de manejo	Porcentaje de bacterias	Porcentaje de hongos
Finca N°1	Agroecológico	68%	32%
Finca N°1	Barbecho	58%	42%
Finca N°1	Tradicional	68%	32%
Finca N°2	Agroecológico	72%	28%
Finca N°2	Barbecho	71%	29%
Finca N°2	Tradicional	53%	47%
Finca N°3	Agroecológico	50%	50%
Finca N°3	Barbecho	60%	40%
Finca N°3	Tradicional	48%	52%
Ecosistema de referencia	Ecosistema de referencia 1	63%	37%

Ecosistema de referencia	Ecosistema de referencia 2	68%	32%
Ecosistema de referencia	Ecosistema de referencia 3	66%	34%
Ecosistema degradado	Ecosistema degradado 1	52%	48%
Ecosistema degradado	Ecosistema degradado 2	61%	39%
Ecosistema degradado	Ecosistema degradado 3	66%	34%

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-41:** Porcentaje de hongos y bacterias

Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración 4-38 se observa el porcentaje de hongos y bacterias, donde se observa que en la mayoría de ecosistemas, el porcentaje de bacterias es mayor, estos micro-organismos son importantes para el secuestro de carbono, fijan nitrógeno, tomando de la atmósfera y poniendo a disposición de las plantas, descomponen la materia orgánica y como lo menciona (Osorio 2009, p. 2) de igual manera forman la base de la red alimentaria del suelo, por lo tanto su presencia les accede a estar presentes en una serie de transformaciones que son esenciales para conservar el suelo en condiciones físico-químicas óptimas para el progreso de una vegetación de alta calidad. De igual forma los hongos son fundamental para el ciclo de nutrientes, mejorando la salud de las plantas, provocando un mayor crecimiento. Según (Marcos Valle et al. 2019, p. 5) en ecosistemas en sucesión, se observa una mayor presencia de bacterias debido a los cambios constantes en recursos, nichos y condiciones ambientales, en las primeras etapas de la sucesión, como en suelos recién formados, la alta disponibilidad de materia orgánica fresca favorece el desarrollo

bacteriano, que es altamente eficiente en la descomposición de sustratos simples. Por otro lado, los hongos prosperan mejor en materia orgánica más compleja y resistente, presente en etapas sucesionales posteriores.

#### 4.10 Análisis Estadístico

En este estudio, se evaluó la biodiversidad del suelo, centrándose específicamente en la meso-macrofauna en tres agroecosistemas con suelos de cangahua en la comunidad de San Miguel de Quera-Cacha, como se muestra a continuación el resumen estadístico:

**Tabla 4-32:** Resumen de estadística descriptiva de macrofauna según el tipo de manejo

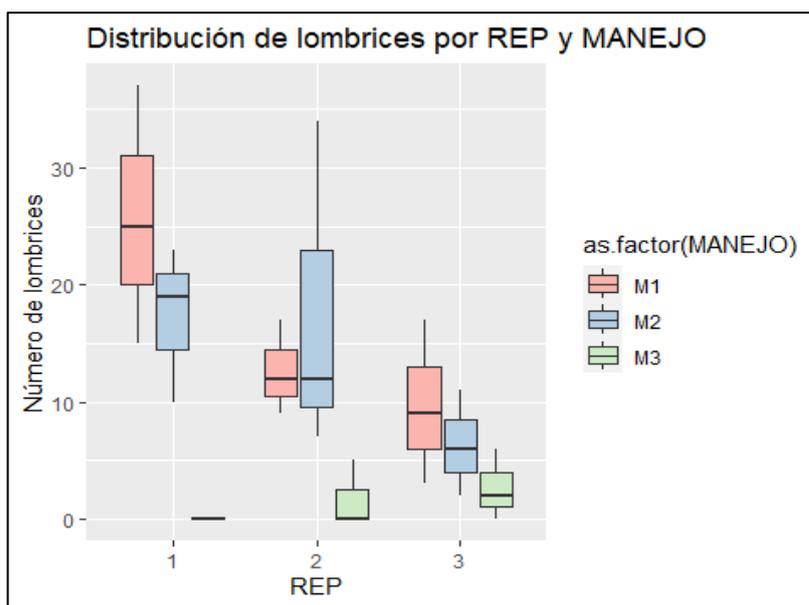
Tipos de manejo	M1	M2	M3
Mínimo	3	2,000000	0.000000
Máximo	37	34,00000	6.000000
Media	16	13,77778	1.444444
Mediana	15	11.00000	0.000000

Realizado por: Garay J., 2024.

**Tabla 4-33:** Resumen de estadística descriptiva de macrofauna según la repetición

Repeticiones	1	2	3
Mínimo	0.00000	0.00000	0.00000
Máximo	37.00000	34.00000	17.000000
Media	14.33333	10.66667	6.222222
Mediana	15.00000	9.00000	6.00000

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-42:** Distribución de macrofauna por manejo y repetición

Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración 4-39, es una representación de la distribución de lombrices al igual que el manejo, en la misma se evidencia una posible diferencia entre factores y repeticiones; se puede observar en la rep 1 existe mayor cantidad de lombrices con el M1, en la rep 2 la cantidad de lombrices es similar tanto en el M1 Y m2, este último tiene mayor variación al igual que un máximo y un mínimo distinto al M1; en la rep 3 la mayor cantidad de lombrices se encuentra en el M1. En base a esta ilustración se puede inferir que el mejor manejo de suelo para una mayor cantidad de lombrices es el M1.

#### 4.10.1 Macrofauna (lombrices)

**Tabla 4-34:** ANOVA, macrofauna, tipos de manejo

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F (Fisher)	P valor
as.factor(MANEJO)	2	1107	553.4	9.026	0.00137
as.factor(REP)	2	297	148,5	2,422	0.11204
Residuals	22	1349	61,3		

Realizado por: Garay J., 2024.

Existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula debido a que su p valor es menor a 0.05, es decir que la biodiversidad (macrofauna) es afectada por los diferentes tipos de manejo de suelo a un nivel de confianza del 95%.

Conclusión parcial:

Efecto significativo del “MANEJO”: La variable MANEJO parece tener un impacto significativo en la cantidad de lombrices. Las diferencias observadas en los distintos métodos de manejo del suelo podrían influir en la biodiversidad de las lombrices.

En resumen, los distintos métodos de manejo del suelo parecen tener un impacto significativo en la cantidad de lombrices, mientras que las repeticiones no parecen influir notablemente en esta variación.

**Tabla 4-35:** Comparaciones múltiples de medias de Tukey, macrofauna, tipos de manejo

	Diferencias	Límite inferior de las diferencias	Límite superior de las diferencias	P valor
M2-M1	-2.222222	-11.97082	7.526377	0.8375960
M3-M1	-14.555556	-24.30415	-4.806957	0.0028883
M3-M2	-12.333333	-22.08193	-2.584735	0.0113750

Realizado por: Garay J., 2024.

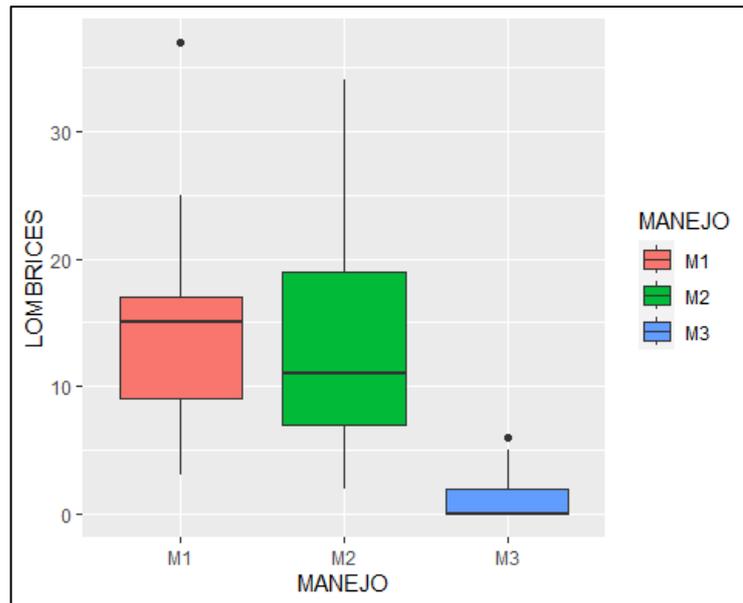
Conclusión parcial:

La comparación entre M3 y M1 muestra una diferencia significativa, con un intervalo de confianza del 95%. La cantidad estimada de lombrices es en promedio 14.56 unidades menor en M3 en comparación con M1, con un valor p de 0.0029, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa.

Asimismo, la comparación entre M3 y M2 también resulta significativa. La cantidad estimada de lombrices es, en promedio, 12.33 unidades menor en M3 que en M2, con un valor p de 0.0114, lo que sugiere una diferencia estadísticamente significativa.

Sin embargo, entre M2 y M1 no se observa una diferencia significativa en términos de la cantidad estimada de lombrices, ya que el intervalo de confianza incluye el cero y el valor p es mayor que 0.05 (0.8376).

En resumen, hay diferencias significativas en la cantidad de lombrices entre M3 y los otros métodos (M1 y M2), pero no entre M1 y M2.



**Ilustración 4-43:** Distribución de macrofauna por manejo

Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración 4-40 se puede observar los distintos manejos de suelo y la cantidad de lombrices, sin tomar en consideración las repeticiones, en la misma se evidencia que la mediana que tiene la mayor cantidad de lombrices se encuentra en el M1.

**Tabla 4-36:** ANOVA, macrofauna, tipos de manejo y ecosistemas

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F (Fisher)	P valor
as.factor(MANEJO)	4	1051.8	262.96	10.598	0.00277
as.factor(BLOQUE)	2	44.5	22.27	0.898	0.44489
Residuals	8	198.5	24.81		

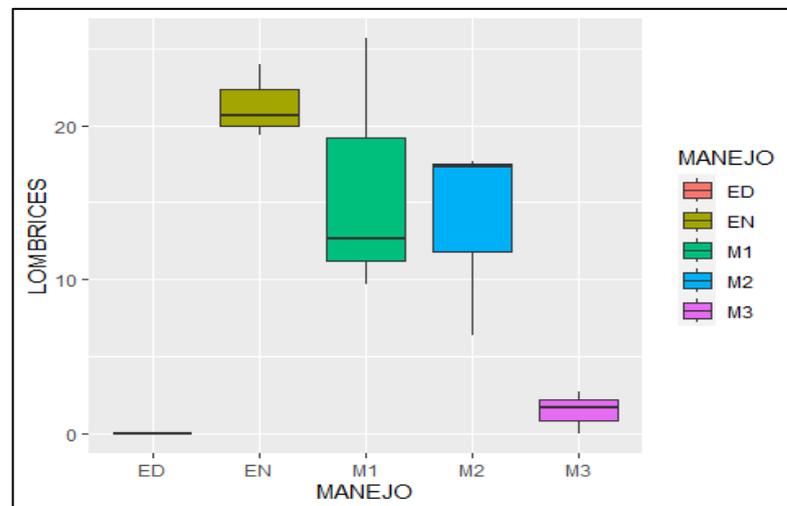
Realizado por: Garay J., 2024.

El análisis de varianza (ANOVA) realizado muestra diferencias significativas entre los niveles del factor “MANEJO” (con 4 niveles), lo que indica que al menos un par de estos niveles son distintos entre sí. Por otro lado, el factor “BLOQUE” (con 2 niveles) no parece tener un efecto significativo en los datos, ya que no se encontraron diferencias relevantes entre sus niveles. Estos resultados sugieren que el manejo podría tener un impacto diferenciado, mientras que el bloque no parece influir en la variable medida.

**Tabla 4-37:** Comparaciones múltiples de medias de Tukey, macrofauna, tipos de manejo y ecosistemas

	Diferencias	Límite inferior de las diferencias	Límite superior de las diferencias	P valor
EN-ED	21.333333	8.085974	34.5806931	0.0024869
M1-ED	16.000000	2.752640	29.2473598	0.0173637
M2-ED	13.777778	0.530418	27.0251375	0.0407470
M3-ED	1.444444	-11.802915	14.6918042	0.9958509
M1-EN	-5.333333	-18.580693	7.9140264	0.6833762
M2-EN	-7.555556	-20.802915	5.6918042	0.3866298
M3-EN	-19.888889	-33.136249	-6.6415291	0.0041300
M2-M1	-2.222222	-15.469582	11.0251375	0.9791769
M3-M1	-14.555556	-27.802915	-1.3081958	0.0301900
M3-M2	-12.333333	-25.580693	0.9140264	0.0710647

Realizado por: Garay J., 2024.



**Ilustración 4-44:** Distribución de macrofauna por manejo y ecosistemas

Realizado por: Garay J., 2024.

Se observa dos ecosistemas seguido de los manejos de suelo, en la misma se evidencia que el ED no es apto para lombrices, mientras que el EN tiene todo lo necesario para sobrevivir; con respecto a los manejos de suelo se evidencia una mayor cantidad de lombrices en el M2 seguido del M1 y finalmente el M3.

Conclusión parcial:

En las comparaciones de los niveles del factor “MANEJO”, se identifican como significativas las diferencias entre “EN” y “ED”, así como entre “M1” y “ED”. Estos dos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con valores de p ajustados de 0.0025 y 0.0174, respectivamente, lo que indica que las discrepancias observadas entre estos grupos no se deben al azar. Las demás comparaciones, como “M2” y “EN”, “M1” y “EN”, y “M2” y “M1”, no muestran diferencias significativas, ya que sus valores de p ajustados son mayores que el umbral comúnmente utilizado de 0.05, sugiriendo que las disparidades entre estos grupos podrían ser atribuibles al azar.

#### 4.10.2 Mesofauna

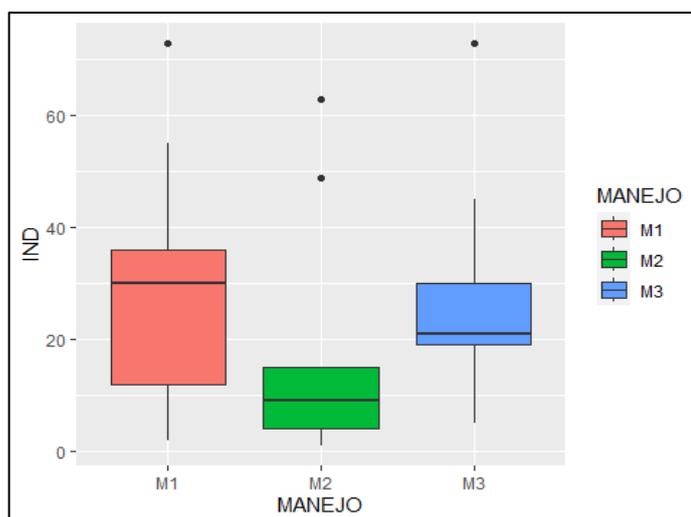
**Tabla 4-38:** ANOVA, mesofauna, tipos de manejo

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F (Fisher)	P valor
as.factor(MANEJO)	2	794	397.1	0.829	0.450
as.factor(REP)	2	638	318.9	0.666	0.524
Residuals	22	10538	479.0		

Realizado por: Garay J., 2024.

Conclusión parcial:

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) muestran que no existen diferencias significativas entre los niveles de los factores “MANEJO” y “REP”. Tanto para “MANEJO” como para “REP”, los valores de p obtenidos son mayores que el umbral comúnmente utilizado de 0.05, lo que sugiere que las variaciones observadas entre los diferentes niveles de estos factores podrían ser atribuibles al azar. En resumen, según este análisis, no hay evidencia estadística para afirmar que existen diferencias significativas entre los grupos en cuanto a “MANEJO” y “REP”.



**Ilustración 4-45:** Distribución de mesofauna por manejo

Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración, se observa los distintos manejos de suelo y número de individuos, en la misma se puede evidenciar datos atípicos o anómalos, y la tendencia es similar a las gráficas anteriores, es decir, la mayor cantidad de individuos se encuentra en el M1 seguido del M3 y por último el M2.

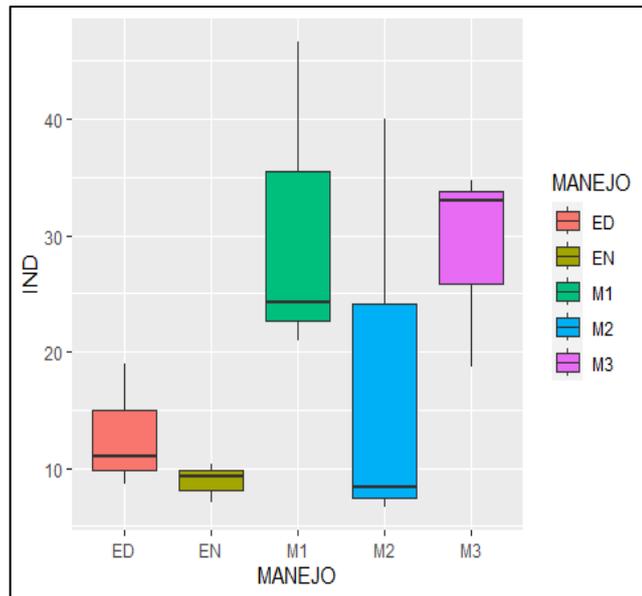
**Tabla 4-39:** ANOVA, mesofauna, tipos de manejo y ecosistemas

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F (Fisher)	P valor
as.factor(MANEJO)	4	1103	275.69	1.865	0.210
as.factor(BLOQUE)	2	132	66.01	0.447	0.655
Residuals	8	1182	147.80		

Realizado por: Garay J., 2024.

Conclusión parcial:

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) revelan que no existen diferencias significativas entre los distintos niveles de los factores “MANEJO” y “BLOQUE”. Tanto la variación entre los niveles de “MANEJO” como la variación entre los niveles de “BLOQUE” no alcanzan un nivel de significancia estadística, ya que los valores de p correspondientes a ambos factores son superiores al umbral comúnmente aceptado de 0.05. En resumen, estos hallazgos sugieren que las discrepancias observadas entre los grupos podrían ser debidas al azar, sin evidencia estadística suficiente para afirmar diferencias significativas entre los niveles de “MANEJO” y “BLOQUE”.



**Ilustración 4-46:** Distribución de mesofauna por manejo y ecosistemas

Realizado por: Garay J., 2024.

En la siguiente ilustración se observa los ecosistemas a más de los manejos y el número de individuos, con respecto a los ecosistemas no existe una diferencia marcada entre ellos, con respecto a los manejos de suelo mantienen una cantidad similar a las gráficas anterior, es decir, el M1 tiene mayor cantidad de individuos seguido del M2 y por último el M3.

#### 4.10.3 Microfauna

**Tabla 4-40:** ANOVA, microfauna, tipos de manejo

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F (Fisher)	P valor
as.factor(MANEJO)	2	80971	40485	3.558	0.04585
as.factor(REP)	2	215335	107668	9.461	0.00108
Residuals	22	250364	11380		

Realizado por: Garay J., 2024.

Conclusión parcial:

El análisis de varianza (ANOVA) indica diferencias significativas entre los niveles de los factores “MANEJO” y “REP”. El factor “MANEJO” muestra un valor F de 3.558 y un valor p de 0.04585, mientras que el factor “REP” presenta un valor F de 9.461 y un valor p de 0.00108. Estos valores de p sugieren diferencias estadísticamente significativas para ambos factores; el factor “REP” es

especialmente notable con un valor p muy bajo, indicando una alta probabilidad de que las diferencias entre sus niveles no sean aleatorias.

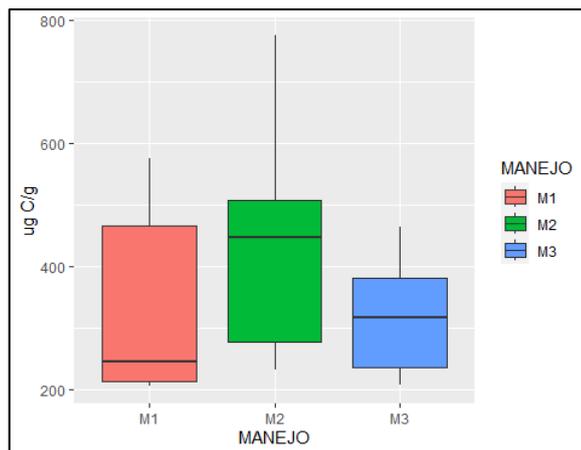
**Tabla 4-41:** Comparaciones múltiples de medias de Tukey, tipos de manejo

	Diferencias	Límite inferior de las diferencias	Límite superior de las diferencias	P valor
M2-M1	114.000000	-49.98699	277.98699	0.2127331
M3-M1	-4.222222	-168.20922	159.76477	0.9977235
M3-M2	-118.222222	-282.20922	45.76477	0.1908626

Realizado por: Garay J., 2024.

Conclusión parcial:

Los resultados de las comparaciones múltiples entre los niveles del factor “MANEJO” utilizando el método de Tukey no revelan diferencias estadísticamente significativas. Las comparaciones entre “M2” y “M1”, “M3” y “M1”, así como entre “M3” y “M2”, muestran diferencias promedio con intervalos de confianza que contienen el valor cero y valores de p ajustados de 0.213, 0.998 y 0.191 respectivamente, superando el umbral comúnmente aceptado de 0.05.



**Ilustración 4-47:** Distribución de microfauna por manejo

Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración se observa los distintos manejos de suelo y los ugC/g, en la misma se evidencia la mayor cantidad de ugC/g en el M1, seguido del M2 y finalmente el M3, posiblemente exista una diferencia significativa debido a que hay una diferencia marcada al menos en el M1 y el M2, en una cantidad de 200 ugC/g.

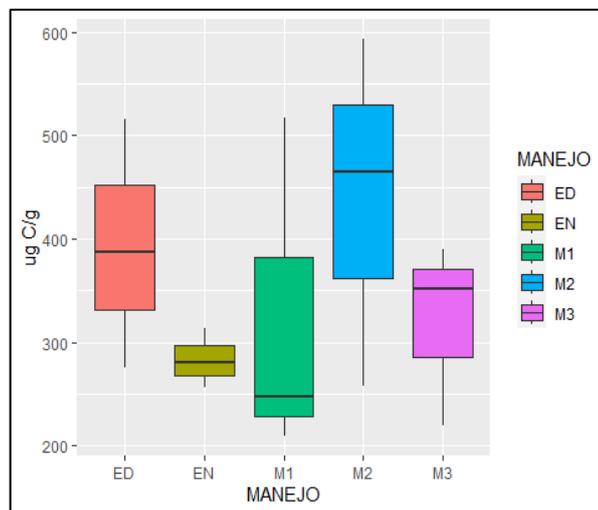
**Tabla 4-42:** Comparaciones múltiples de medias de Tukey, tipos de manejo y ecosistemas

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F (Fisher)	P valor
as.factor(MANEJO)	4	47078	11770	0.689	0.620
as.factor(BLOQUE)	2	23473	11736	0.687	0.531
Residuals	8	136699	17087		

**Realizado por:** Garay J., 2024.

Conclusión parcial:

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) indican que no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de los factores “MANEJO” y “BLOQUE”. Tanto el factor “MANEJO”, con un valor F de 0.689 y un valor p de 0.620, como el factor “BLOQUE”, con un valor F de 0.687 y un valor p de 0.531, no muestran diferencias significativas entre sus niveles, ya que ambos valores p superan el umbral comúnmente utilizado de 0.05.



**Ilustración 4-48:** Distribución de ( $\mu\text{gC/g}$ ) por manejo y ecosistemas

**Realizado por:** Garay J., 2024.

En la ilustración se observa, los distintos manejos de suelo al igual que los ecosistemas y los  $\mu\text{gC/g}$ , se evidencia que existe mayor cantidad de  $\mu\text{gC/g}$  en el ED, con una diferencia marcada con el EN, también se puede evidenciar una mayor cantidad de  $\mu\text{gC/g}$  en el M2 seguido del M3 y finalmente el M1.

#### 4.10.4 Hongos

**Tabla 4-43:** ANOVA, microfauna (Hongos), tipos de manejo

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F (Fisher)	P valor
as.factor(MANEJO)	2	0.02992	0.01496	3.113	0.06447
as.factor(REP)	2	0.08734	0.04367	9.089	0.00133
Residuals	22	0.10570	0.00480		

**Realizado por:** Garay J., 2024.

Conclusión parcial:

El análisis de varianza (ANOVA) revela que hay diferencias destacables entre los factores “MANEJO” y “REP”. Aunque el factor “MANEJO” muestra un valor p de 0.06447, ligeramente por encima del umbral comúnmente aceptado de 0.05, sugiere una tendencia hacia la significancia estadística. En contraste, el factor “REP” muestra una clara diferencia entre sus niveles, con un valor p de 0.00133, indicando diferencias estadísticamente significativas.

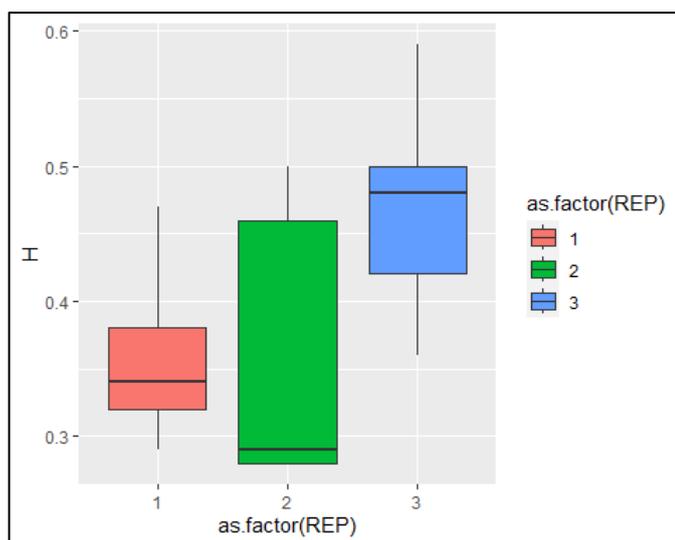
**Tabla 4-44:** Comparaciones múltiples de medias de Tukey, microfauna (hongos), repetición

	Diferencias	Límite inferior de diferencias	Límite superior de diferencias	P valor
2-1	-0.005555556	-0.09405123	0.08294012	0.9865491
3-1	0.117777778	0.02928211	0.20627345	0.0077142
3-2	0.123333333	0.03483766	0.21182900	0.0052936

**Realizado por:** Garay J., 2024.

Conclusión parcial:

El análisis de comparaciones múltiples entre los niveles del factor “REP” utilizando el método de Tukey indica diferencias significativas entre algunos pares de niveles. Específicamente, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles “3” y “1”, con una diferencia promedio de 0.1178 y entre “3” y “2”, con una diferencia promedio de 0.1233.



**Ilustración 4-49:** Distribución de microfauna (Hongos) por repetición

Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración se observa, las repeticiones y el porcentaje de hongos, en la cual se evidencia una mayor cantidad en la Rep. 3, seguida de la Rep. 1 y finalmente la Rep. 2.

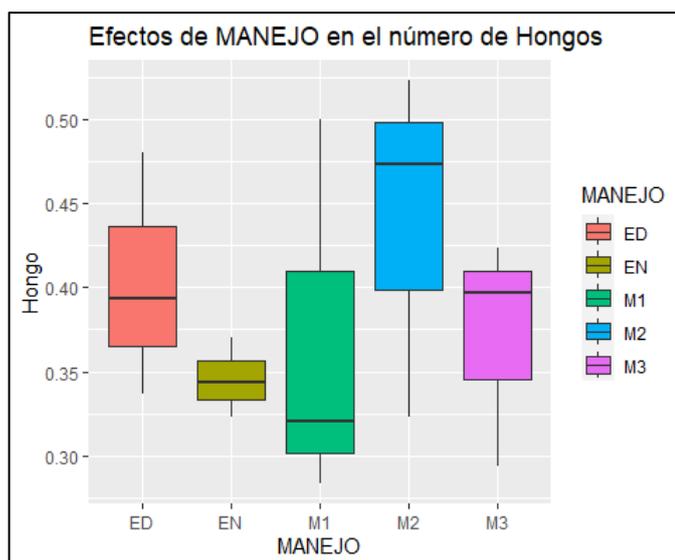
**Tabla 4-45:** ANOVA, microfauna (hongos), tipos de manejo y ecosistemas

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F (Fisher)	P valor
as.factor(MANEJO)	4	0.01621	0.004054	0.556	0.701
as.factor(BLOQUE)	2	0.01115	0.005574	0.764	0.497
Residuals	8	0.05836	0.007295		

Realizado por: Garay J., 2024.

Conclusión parcial:

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para los factores “MANEJO” y “BLOQUE” no revela diferencias estadísticamente significativas entre sus respectivos niveles. Tanto el factor “MANEJO”, con un valor F de 0.556 y un valor p de 0.701, como el factor “BLOQUE”, con un valor F de 0.764 y un valor p de 0.497, no muestran diferencias significativas entre sus niveles al presentar valores de p superiores al umbral de significancia de 0.05.



**Ilustración 4-50:** Distribución de microfauna (Hongos) por manejo y ecosistemas

Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración se observa los distintos manejos de suelos, ecosistemas, tipos de manejo y porcentaje de hongos, en la misma, se evidencia un mayor porcentaje de hongos en el ED, seguido del EN, posiblemente no existe diferencias significativa porque existe diferencias mínimas, con respecto a los manejos de suelo, la mayor cantidad de hongos se encuentra en el M2, seguido del M3 y finalmente M1.

#### 4.10.5 Bacterias

**Tabla 4-46:** ANOVA, microfauna (bacterias), tipos de manejo

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F (Fisher)	P valor
as.factor(MANEJO)	2	0.02992	0.01496	3.113	0.06447
as.factor(REP)	2	0.08734	0.04367	9.089	0.00133
Residuals	22	0.10570	0.00480		

Realizado por: Garay J., 2024.

Conclusión parcial:

El análisis de varianza (ANOVA) revela diferencias significativas entre los factores “MANEJO” y “REP”. Aunque el factor “MANEJO” muestra una tendencia hacia la significancia con un valor p de 0.06447, el factor “REP” presenta una diferencia notable y estadísticamente significativa entre sus niveles, con un valor p de 0.00133.

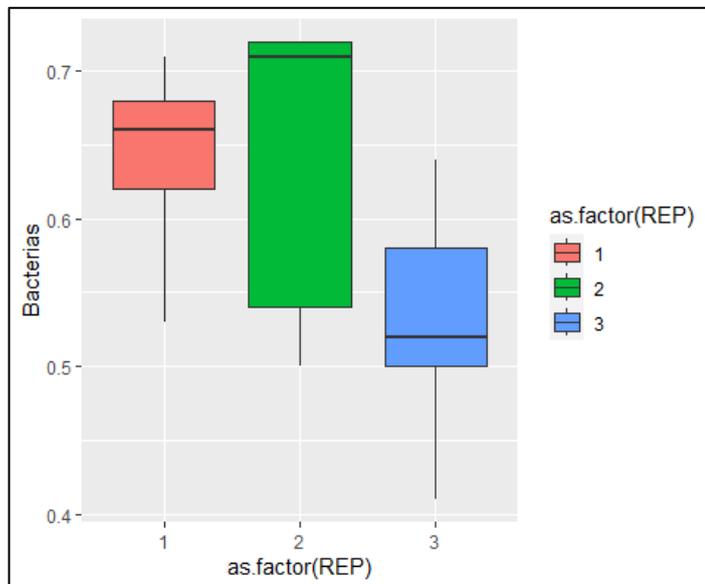
**Tabla 4-47:** Comparaciones múltiples de medias de Tukey, microfauna (bacterias), repetición

	Diferencias	Límite inferior de diferencias	Límite superior de diferencias	P valor
M2-M1	0.005555556	-0.08294012	0.09405123	0.9865491
M3-M1	-0.117777778	-0.20627345	-0.02928211	0.0077142
M3-M2	-0.123333333	-0.21182900	-0.03483766	0.0052936

Realizado por: Garay J., 2024.

Conclusión parcial:

El análisis de comparaciones múltiples entre los niveles del factor “REP” mediante el método de Tukey revela diferencias significativas entre algunos pares de niveles. Específicamente, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles “3” y “1”, con una diferencia promedio de -0.1178, así como entre “3” y “2”, con una diferencia promedio de -0.1233.



**Ilustración 4-51:** Distribución de microfauna (bacterias) por repetición

Realizado por: Garay J., 2024.

En la ilustración 4-51, se puede observar el porcentaje de bacterias y repeticiones, en la misma se evidencia una gran cantidad de bacterias en la Rep. 2, seguida de la Rep. 1 y finalmente la Rep. 3.

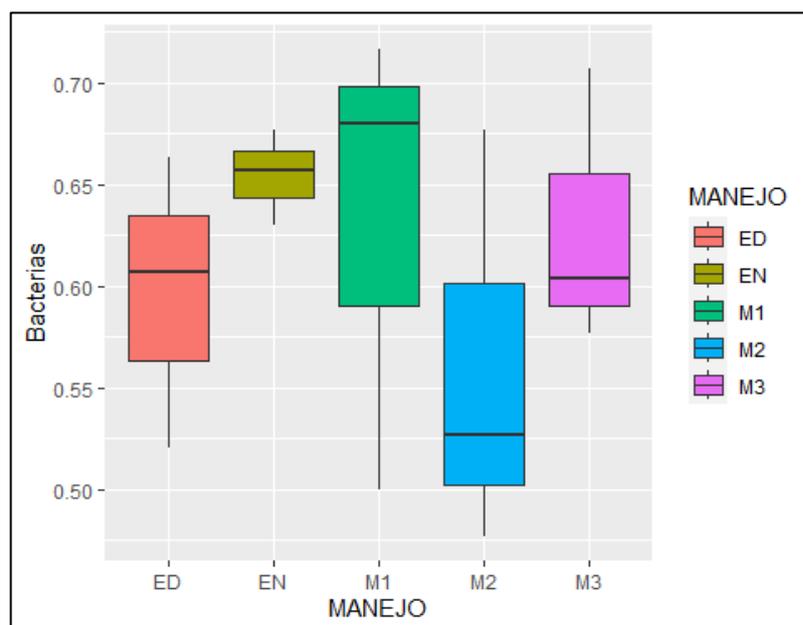
**Tabla 4-48:** ANOVA, microfauna (bacterias), tipos de manejo y ecosistemas

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F (Fisher)	P valor
as.factor(MANEJO)	4	0.01621	0.004054	0.556	0.701
as.factor(BLOQUE)	2	0.01115	0.005574	0.764	0.497
Residuals	8	0.05836	0.007295		

**Realizado por:** Garay J., 2024.

Conclusión parcial:

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) indican las variaciones entre los factores “MANEJO” y “BLOQUE”. En el caso del factor “MANEJO” con 4 grados de libertad y un valor F de 0.556, así como un valor p de 0.701, no se observan diferencias significativas entre sus niveles, ya que el valor p es mayor que el umbral de significancia de 0.05. Similarmente, para el factor “BLOQUE” con 2 grados de libertad y un valor F de 0.764 y un valor p de 0.497, tampoco se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre sus niveles.



**Ilustración 4-52:** Distribución de microfauna (bacterias) por manejo y ecosistema

**Realizado por:** Garay J., 2024.

En la ilustración 4-52 se visualiza los ecosistemas y los distintos manejos de suelos al igual que el porcentaje de bacterias, se evidencia un mayor porcentaje de bacterias en el EN, seguido del ED, sin embargo, su diferencia no es significativa, con respecto a los manejos de suelo, la mayor cantidad de bacterias se encuentra en el M1 seguido del M3 y finalmente el M2.

## 5 CONCLUSIONES

- ✓ La evaluación de la macrofauna del suelo, enfocada en lombrices, reveló un total de 473 individuos, representando la totalidad (100%) de la población estudiada. De estos, el 15% se encontró en el ecosistema de referencia. Por otro lado, tanto en el manejo agroecológico como en el tradicional, se observó un 11% de lombrices. En contraste, el ecosistema degradado no mostró presencia de lombrices. Esta observación muestra que los suelos menos alterados o aquellos bajo prácticas de manejo agroecológico presentan una mayor diversidad y abundancia de macrofauna edáfica. En comparación, los suelos degradados, carentes de prácticas que promuevan su mejora, exhiben una notable disminución o ausencia de esta macrofauna.
- ✓ El estudio realizado sobre mesofauna en suelo identificó un total de 896 individuos, distribuidos en 16 órdenes y 50 familias, a lo largo de tres sitios de muestreo y en dos ecosistemas diferentes: natural y degradado. Se destacó la prevalencia del orden Diptera en los tres manejos estudiados, debido a su abundancia. En el manejo agroecológico, se notó una presencia significativa de los órdenes Symphypleona, Sarcotiformes, Mesostigmata y Poduromorpha, principalmente ácaros y colémbolos, que son indicadores de calidad de suelo y actúan como controladores de plagas. Por otro lado, en el manejo tradicional se encontraron ácaros y colémbolos en menor cantidad, como Poduromorpha y Neelipleona. En el barbecho, al igual que en el manejo agroecológico, se encontraron distribuidos varios órdenes mayoritariamente detritívoros, señalando una buena salud del suelo, estos incluyen Mesostigmata, Symphypleona, Trombidiformes, Poduromorpha y Oribatida, estos órdenes son ácaros y colémbolos respectivamente, su actividad en el suelo de descomponer materia orgánica y liberar nutrientes en formas disponibles para las plantas promueve la mineralización de nutrientes, como nitrógeno, fósforo y potasio, lo que mejora la fertilidad del suelo. En el ecosistema de referencia, se observó una alta cantidad de individuos de órdenes como Symphypleona, Entomobryomorpha, Oribatida y Mesostigmata, también indicativos de suelos saludables, que ayudan a mejorar su estructura al promover la agregación del suelo y la formación de agregados estables. Esto facilita la retención de agua y aire en el suelo, mejora la infiltración del agua y reduce la erosión, contribuyendo así a su salud y productividad. Finalmente, en el ecosistema degradado, la calidad del suelo se reflejó en la alta presencia del orden Lepidoptera, considerado plaga, y la baja presencia de Coleóptera, beneficiosos por su función detritívora.

- ✓ En el análisis de microfauna de hongos y bacterias, la medición de carbono en la muestra de suelo reveló una concentración de 500 microgramos de carbono por gramo de suelo. Este resultado indica un punto crítico en el equilibrio del suelo, donde valores superiores a este umbral sugieren un suelo con características más dinámicas y susceptibles a cambios, mientras que valores inferiores se asocian a un suelo con mayor consistencia y resistencia a variaciones. Por lo tanto, una concentración de 500 microgramos de carbono por gramo de suelo refleja un estado de transición en las propiedades del suelo.
- ✓ En el estudio de hongos y bacterias, se encontró mayor número de bacterias, al tener ecosistemas en sucesión proporcionan un ambiente dinámico con cambios constantes en recursos, nichos, y condiciones ambientales, lo que promueve una mayor diversidad y número de bacterias, en las primeras etapas de la sucesión, como en los suelos recién formados, puede haber una mayor cantidad de materia orgánica fresca y fácilmente degradable, lo que favorece el crecimiento de bacterias, que son más eficientes en la descomposición de sustratos simples y solubles. Los hongos, por otro lado, suelen prosperar mejor en materia orgánica más compleja y resistente, que puede estar más presente en etapas sucesionales posteriores; algunas bacterias tienen la capacidad de colonizar y establecerse rápidamente en suelos recién formados o perturbados, lo que les da una ventaja inicial sobre los hongos, que pueden requerir condiciones más estables y maduras para establecer poblaciones firmes.
- ✓ El manejo agroecológico como el barbecho tienen un impacto positivo en la biodiversidad del suelo, resaltando la importancia de adoptar prácticas orientadas a promover una óptima salud del suelo. Se observó que la presencia de macrofauna, mesofauna y microfauna fue significativamente mayor en los suelos sujetos a estos tipos de manejo, principalmente el barbecho el estudio ha revelado que los suelos sometidos a periodos de barbecho muestran una mayor diversidad biológica en comparación con aquellos que están constantemente bajo cultivo, se debe a que los barbechos facilitan un entorno favorable para el florecimiento de una variedad de organismos.

## **6 RECOMENDACIONES**

- ✓ El estudio de la biomasa de hongos y bacterias a través de la metodología MicroBiometer, es uno de los primeros en aplicarse en el país, por eso es recomendable utilizar otras metodologías para comparar los resultados obtenidos, con el objetivo de analizar y contrastar esta investigación.
  
- ✓ Es importante el descanso (o barbecho) de los suelos y la aplicación de prácticas que contribuyan al mejoramiento de estos como son los manejos agroecológicos, los cuales han contribuido notoriamente en la recuperación de las características biológicas del suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ANDERSON, Deona.** *Hongos: “Los mejores descomponedores de la naturaleza”* [Blog]. (Anderson). 2022 [consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: [https://espanol.libretexts.org/Humanidades/Literatura\\_y\\_Alfabetizaci%C3%B3n/88\\_Ensayos\\_abiertos\\_\\_Un\\_lector\\_para\\_estudiantes\\_de\\_composici%C3%B3n\\_y\\_ret%C3%B3rica\\_\(Wangler\\_y\\_Ulrich\)/Ensayos\\_Abiertos/04%3A\\_Hongos](https://espanol.libretexts.org/Humanidades/Literatura_y_Alfabetizaci%C3%B3n/88_Ensayos_abiertos__Un_lector_para_estudiantes_de_composici%C3%B3n_y_ret%C3%B3rica_(Wangler_y_Ulrich)/Ensayos_Abiertos/04%3A_Hongos)
2. **ANDRADE, Onelia y RODRÍGUEZ, Oscar.** "Evaluación de la eficiencia de barreras vivas como sistemas de conservación de suelos en ladera". *Bioagro* [en línea], 2002, Venezuela, vol. 14, no. 3, pp. 123-133. [Consulta: 3 de mayo de 2023]. ISSN 2521-9693, 1316-3361. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1288872>
3. **AYALA, Sheila.** Diversidad de dípteros acaliptrados en zonas no perturbadas en los bosques montano y seco del cantón Pedro Moncayo, Pichincha, Ecuador (Trabajo de titulación). [en línea] Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela de ciencias biológicas y ambientales. Quito-Ecuador. 2019. pp. 13. [consulta: 11 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/a8daf5fa-2da3-42e6-8048-9dbd1a5f7dda>.
4. **FAO.** *BIODIVERSIDAD* [Blog]. 2021. [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-biodiversity/es/>.
5. **BLOUIN, M. et al.** A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science* [en línea], 2013, vol. 64, no. 2, pp. 161-182. [Consulta: 5 de julio 2023]. ISSN 1365-2389. DOI 10.1111/ejss.12025. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ejss.12025>
6. **BURBANO ORJUELA, Hernán.** El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 2018, vol. 35, no 1, p. 82-96.
7. **CABRERA, Grisel.** La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y forrajes*, 2012, vol. 35, no 4, p. 346-363.

8. **MANCINA, Carlos A; & CRUZ, Daryl D.** Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas. La Habana-Cuba; Editorial AMA, 2017, pp. 254.
9. **CADENA-IÑIGUEZ, Pedro, et al.** Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2017, vol. 8, no 7, pp. 4.
10. **CAMACHO MARTÍNEZ, Laura Daniela.** Colémbolos como controladores biológicos de hongos fitopatógenos (Trabajo de titulación). Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Biológicas. Colombia. 2020. pp. 3
11. **CAMACHO MARTÍNEZ, Laura Daniela.** Colémbolos como controladores biológicos de hongos fitopatógenos (Trabajo de titulación). Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Biológicas. Colombia. 2020. pp. 5
12. **CARRIÓN GRANJA, Bryan Darío.** Evaluación del efecto de microorganismos en las propiedades físicas y químicas de suelos cangahua (Trabajo de titulación). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. IASA I. Carrera de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias. Sangolquí-Ecuador. 2020. pp. 17
13. **CASTILLO, Luis; & NAVARRETE, José.** *La biodiversidad de Veracruz: estudio de estado*. México. Editorial: Conabio, pp. 457-467.
14. **CASTRO, Edwin, et al.** Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico. *Agronomía Mesoamericana*, 2018, vol. 29, no 3, pp. 3.
15. **CASTRO LÓPEZ, Jesús, et al.** Papel de la fauna edáfica en el funcionamiento de los ecosistemas agrícolas (Trabajo de titulación) (Tesis Doctoral) [en línea] Universidad de Vigo, Vigo-España. 2017. pp. 13-28. [consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=155926>.
16. **CHALÁN, José.** Agricultura convencional y agroecología frente al cambio climático: elementos para el análisis a partir de las experiencias en 2 comunidades indígenas de la cuenca de lago San Pablo, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura (Trabajo de titulación) (Tesis de maestría) [en línea] Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. 2019. pp. 24-35. [consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6634>.

17. **CHAMORRO, Clara.** El suelo: maravilloso teatro de la vida. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 2001, vol. 25, no. 97, pp. 483-494.
18. **CHAMORRO, Yiseth, et al.** Soil macrofauna, mesofauna and microfauna and their relationship with soil quality in agricultural areas in northern Colombia: ecological implications. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2022, vol. 46, pp. 2.
19. **CHAMORRO, Yiseth.** 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 (Trabajo de titulación) (Maestría). [en línea] Corporación Universidad de la Costa. Colombia. 2022. pp. 23-25 [consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11323/9229>.
20. **CHASSAIN, Juliette, et al.** Papel de los diferentes tamaños de organismos en suelos cultivados: ¿Qué nos dicen los experimentos con bolsas de basura? Un metaanálisis. *Biología y Bioquímica del suelo*, 2021, vol. 162, pp. 3. ISSN 0038-0717. DOI 10.1016/j.soilbio.2021.108394.
21. **CHAVES, Néstor; & ARAYA, Carlos.** Efecto de la rotación de cultivos en la incidencia del amachamiento (*Aphelenchoides besseyi* Christie) en frijol. *Agronomía Costarricense*, 2012, vol. 36, no 2, p. 2-3. ISSN 0377-9424. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242012000200004&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242012000200004&script=sci_arttext)
22. **CONTRERAS, ANDREA, ET AL.** Prácticas agroecológicas y su influencia en la fertilidad del suelo en la región cafetalera de Xolotla, Puebla. *Acta universitaria* [en línea], 2023, vol. 29, pp. 7-8. [consulta: 2 mayo 2023]. ISSN 0188-6266. DOI 10.15174/au.2019.1864. Disponible en: <http://repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/1638/1/Pr%C3%A1cticas%20agroecol%C3%B3gicas%20y%20su%20influencia%20en%20la%20fertilidad%20del%20suelo%20en%20la%20regi%C3%B3n%20cafetalera%20de%20Xolotla%20c%20Puebla.pdf>
23. **CÓRDOVA, JESSICA.** Caracterización de insectos hemimetábolos del orden Hemiptera como grupo Bioindicador en un proceso de restauración ecológica con enmiendas de Biochar en el CIPCA (Tesis de Licenciatura). [en línea]. Universidad Estatal Amazónica. 2019. pp. 12-13 [consulta: 22 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/499>

24. **COVARRUBIAS, Rene; & SÁIZ, Francisco.** Sobre algunas condiciones de la extracción de fauna edáfica mediante embudos de Berlese-Tullgren. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural* [en línea], 1971, vol. 32, p. 1-2. [consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://boletinmnhn.cl/index.php/ojs/article/view/550>
25. **CUSTODE, E., et al.** The Camgahua in Ecuador: Morpho-Edaphologic Chaaacdedzation and Susceptibility to Erosion. *Terra*, 1992, vol. 10, p. 333-340.
26. **ELGUETA, Mario; & JEZEK, Jan.** Nuevos registros de Psychodidae (Diptera), con una lista de especies citadas para Chile. En *Anales del Instituto de la Patagonia* [en línea], 2014. vol. 42, no. 2, pp. 6-7. ISSN 0718-686X. DOI 10.4067/S0718-686X2014000200007.
27. **EVANS, Theodore.** Soil biodiversity and ecology: emphasising earthworms, termites and ants as key macro-invertebrates. *National Land and Water Resources Audit* [en línea]. 2008, pp. 10 [consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: [https://www.zotero.org/groups/4572769/regen\\_ag/search/Soil%20biodiversity%20and%20ecology%3A%20emphasising%20earthworms%2C%20termites%20and%20ants%20as%20key%20macroinvertebrates/titleCreatorYear/items/7NDJCPB/attachment/B3ZEIHGL/reader](https://www.zotero.org/groups/4572769/regen_ag/search/Soil%20biodiversity%20and%20ecology%3A%20emphasising%20earthworms%2C%20termites%20and%20ants%20as%20key%20macroinvertebrates/titleCreatorYear/items/7NDJCPB/attachment/B3ZEIHGL/reader).
28. **MERINO, Julio.** Participación de las lombrices de tierra en el ciclo del nitrógeno, con énfasis en los sistemas agroforestales de Costa Rica. *Uniciencia* [en línea], 1986, vol. 3, no 1, p. 1-2 [consulta: 10 noviembre 2023]. ISSN 2215-3470. Disponible en: <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/23000>.
29. **FROUZ, Jan.** Efectos de la macro y mesofauna del suelo sobre la descomposición de la hojarasca y la estabilización de la materia orgánica del suelo. *Geoderma*, 2018, vol. 332, pág. 161-172. ISSN 0016-7061. DOI 10.1016/j.geoderma.2017.08.039.
30. **GAD PARROQUIAL CACHA.** GAD Parroquial Cacha. *Límite político administrativo*: [en línea]. 2023. [consulta: 5 julio 2023]. Disponible en: <http://www.cacha.gob.ec/index.php/ct-menu-item-15/ct-menu-item-31>.
31. **GARCÍA PARRA, Iván.** Diversidad de ácaros edáficos (Acari: Mesostigmata) en cultivo de viña en el Poble Nou de Benitatxell, Alicante [en línea]. 2016. [consulta: 12 noviembre 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/64709>.

32. **GARCIA, J.** Propiedades Biológicas en el Suelo. *Laboratorio Gedysa* [en línea]. 2020 [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.laboratoriodedysa.com/propiedades-biologicas-en-el-suelo/>.
33. **GÓMEZ, I, et al.** Efecto del policultivo en el establecimiento de tres gramíneas tropicales, en un suelo Vertisol del Valle del Cauto. *Pastos y Forrajes*, 2014, vol. 37, no 1, p. 2-3. SSN 0864-0394.
34. **GORDON, Eric.** EVALUACIÓN DEL ENSAYO DE SUELO MÓVIL MICROBIOMETER® COMO INDICADOR DE BIOMASA MICROBIANA DEL SUELO Y SALUD DEL SUELO [en línea]. 2021, pp 26-27. [consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://ecommons.cornell.edu/items/f8255b0c-5e39-4c16-9413-5e8f09ac19ce>
35. **GRAGEDA-CABRERA, Oscar Arath, et al.** Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2012, vol. 3, no 6, p. 5-6. ISSN 2007-0934.
36. **GUARDADO, Aida.** *Por qué la agricultura tradicional no es una técnica de cultivo recomendada.* [blog]. España: Lama 2022. [Consulta: 20 enero 2024]. Disponible en: <https://www.lamastore.es/es/content/4-quienes-somos>
37. **GUZMÁN JUÁREZ, Martha Nohemí; & LEÓN PERALTA, Maribel Carmen.** Evaluación del estado actual de flora y fauna en la concesión minera Congüime I regentada por la compañía Exploken SA cantón Paquisha, provincia de Zamora Chinchipe (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica Salesiana. Cantón Paquisha, Provincia de Zamora Chinchipe. 2018. pp. 25-26 [consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15357>
38. **HERRADA, Marisol; & LEANDRO, Wilson.** Carbono microbiano del suelo bajo manejo agroecológico en condiciones tropicales. *Avances*, 2016, vol. 18, no 1, p. 8-9. ISSN, 1562-3297.
39. **CANAL, Nelson-A., et al.** Diversidad y ecología de Tephritoidea (Insecta: Diptera) en el norte de la Orinoquía colombiana. *Revista de Biología Tropical*, 2022, vol. 70, no 1, p. 423-436. ISSN 0034-7744. DOI 10.15517/rev.biol.trop.2022.48808.

40. **IBÁÑEZ, J.** Clasificación de los organismos del suelo por tamaños. *Los Suelos Y La Vida. Miod, Un Lugar Para La Ciencia Y La Tecnología* [en línea], 2007. pp. 3-4 [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/06/04/67011>.
41. **IBÁÑEZ-BERNAL, Sergio; & SANDOVAL-RUIZ, César A.** Los enviados de Belcebú: moscas y mosquitos (Diptera) exóticos con interés médico y veterinario en México. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva* [en línea], 2021, vol. 28, no 1. pp. 3-4 [consulta: 12 noviembre 2023]. ISSN 1405-0269, 2395-8782. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/104/10464915008/10464915008.pdf>
42. **JADÁN JUELA, Ana Marisol; & JAYA VASQUEZ, Jorge Juventino.** *Propuesta de manejo agroecológico del área de amortiguamiento del Parque Nacional Río Negro-Sopladora cantón Sevilla de Oro provincia del Azuay* (Trabajo de titulación). [en línea] Universidad Politécnica Salesiana. Cantón Sevilla de Oro, provincia del Azuay. 2020. pp. 27-28 [consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18716>.
43. **JARDÓN BARBOLLA, Lev.** La agroecología como conocimiento necesario para transformar la mutua determinación sociedad-naturaleza. *Inter disciplina*, 2018, vol. 6, no 14, p. 7-28. ISSN 2448-5705. DOI 10.22201/ceiich.24485705e.2018.14.63395.
44. **LEMA VELOZ, Nataly Cristina.** *Determinación de la macrofauna edáfica en distintos usos de suelos en tres agroecosistemas de la comunidad de Naubug* (Trabajo de titulación) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. 2016. pp. 15-22 [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5419>.
45. **LEÓN, Jenner, et al.** Evaluación de los índices de calidad del suelo de diversos cultivos en diferentes condiciones topográficas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2020, vol. 3, no 1, p. 182-190. ISSN 2631-2662.
46. **LICONA, Laura Stefany; & ESTUPIÑÁN, Luis Hernando.** Barbecho como práctica cultural: una revisión histórica y alcances frente a la sostenibilidad. *Revista Luna Azul*, 2019, no 49, p. 2-5. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3217/321767977006/321767977006.pdf>.

47. **MARQUÍNES ORTEGA, David Anthony.** Diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) para una agricultura sostenible (Trabajo de titulación). [en línea] Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo. 2022. pp. 16-17. [consulta: 12 noviembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13250>.
48. **MEJÍA MANDUJANO, Mario.** Distribución estacional de Trips (Thysanoptera: Thripidae) en arándano en Sayula, Jalisco, México. (Trabajo de titulación) (Doctoral) [en línea] Colegio de postgraduados. Jalisco. México. 2022. pp. 18-19 [consulta: 12 noviembre 2023]. Disponible en: <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/5018>.
49. **MILERA-RODRÍGUEZ, Milagros de la Caridad, et al.** Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*, 2019, vol. 42, no 1, p. 2-12. [consulta: 12 noviembre 2023]. ISSN 0864-0394. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942019000100003&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942019000100003&script=sci_arttext&tlng=pt)
50. **OLIVET RODRÍGUEZ, Yosvel Enrique, et al.** Efecto de dos sistemas de labranza mínima sobre la humedad de un suelo Fluvisol para cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Centro Agrícola*, 2019, vol. 46, no 1, p. 18-23. [consulta: 12 noviembre 2023]. ISSN 0253-5785. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852019000100018&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852019000100018&script=sci_arttext)
51. **OREJUELA, Iván, et al.** Identificación de Cangahuas para su recuperación mediante estudio multicriterio y constatación in situ en comunas del volcán Ilaló. En *Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE*. [en línea], 2018. vol. 13, no. 1, pp. 1-2. [consulta: 29 mayo 2023]. ISSN 1390-4663. DOI 10.24133/cctespe.v13i1.649. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/649>.
52. **OSORIO-VEGA, Nelson.** Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas. *Segundo seminario regional comité regional eje cafetero* [en línea], vol. 1, 2009, pp. 2-3. [consulta: 26 noviembre 2023]. Disponible en: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4203/1/cap3.pdf>.
53. **PÉREZ-MESA, María Rocío.** Concepciones de biodiversidad y prácticas de cuidado de la vida desde una perspectiva cultural. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* [en línea], 2019,

vol. 1, no 45, p. 3-4. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-38142019000100017&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-38142019000100017&script=sci_arttext)

54. **QUIRÓS, Erick, et al.** Abonos verdes: una alternativa para mejorar la fertilidad del suelo. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)* [en línea], 1998, Venezuela, vol. 1, pp. 7-8. [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/18307>.
55. **RAMÍREZ, Wendy; & SÁNCHEZ, Saray.** Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y forrajes* [en línea], 2012, vol. 35, no 2, p. 2-3. [consulta: 3 mayo 2023] ISSN 0864-0394. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942012000200001&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942012000200001&script=sci_arttext)
56. **RAMOS OSEGUERA, Carla Anahí, et al.** Lombricomposta para recuperar la fertilidad de suelo franco arenoso y el rendimiento de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.). *Terra Latinoamericana* [en línea], 2019, vol. 37, no 1, p. 2-3. [consulta: 3 mayo 2023]. ISSN 0187-5779. DOI 10.28940/tl.v37i1.331. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792019000100045&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792019000100045&script=sci_arttext)
57. **RAMOS, Jeniffer; & SÁNCHEZ, Evelyn.** Evaluación de coleópteros como indicador ambiental en suelo en dos bosques secundarios (ESPAM MFL-Loma Seca) (Trabajo de titulación). [en línea]. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López, Manabí-Ecuador. 2019. pp. 13-14 [consulta: 15 noviembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1186>.
58. **REYES SUÁREZ, Yeffer Rodrigo.** Análisis de estabilidad de taludes aplicando diferentes técnicas de revegetalización (Trabajo de titulación) (Maestría). [en línea] Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia. 2019. pp. 17-18 [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3454>.
59. **ROBLEDO, Antonio, et al.** Diversidad de ácaros depredadores en los cultivos hortícolas de invernadero en Almería. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal* [en línea], 2020, no 316, pp. 4-5. [consulta: 26 noviembre 2023]. ISSN 1131-8988. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7291122>
60. **ROJAS, Luis A.** La labranza mínima como práctica de producción sostenible en granos básicos. *Agronomía mesoamericana* [en línea], 2022, vol. 12, no 2, p. 209-212. [consulta:

3 mayor 2023]. DOI 10.15517/am.v12i2.17236. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/437/43712213.pdf>

61. **ROMERO CRUZ, Diego Darío.** Evaluación de la macrofauna en el suelo de las chacras familiares en la comunidad Fakcha Lllakta (Trabajo de titulación) [en línea]. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. 2017. pp. 15-40. [consulta: 25 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7137>.
62. **SÁNCHEZ, M, et al.** Poblaciones de ácaros, colémbolos y otra mesofauna en un Inceptisol bajo diferentes manejos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* [en línea], 2015, vol. 68, no 1, p. 10-11. [consulta: 11 noviembre 2023]. ISSN ISSN: 2248-7026. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472015000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472015000100003&script=sci_arttext).
63. **SANDLER, Rosana.** Indicadores de sustentabilidad del suelo basados en la estructura y funcionamiento de la fauna edáfica (Trabajo de titulación) (Doctoral). [en línea] Universidad Nacional de General Sarmiento. Buenos Aires-Argentina. 2019. pp. 28-31 [consulta: 12 noviembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ungs.edu.ar:8080/xmlui/handle/UNGS/728>.
64. **SCHRÖDER, P.** *Mesofauna. Perspectivas para la gestión de agroecosistemas* [en línea]. Elsevier, 2008, pág. 239-260. [consulta: 3 mayo 2023]. ISBN 978-0-444-51905-4. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978044451905450012X?via%3Dihub>.
65. **SIERPE, Carolina; SUNICO, Alejandro.** Familia Chironomidae (Orden Díptera) utilizada como bioindicador para la determinación de calidad ambiental de la cuenca del Río Gallegos. *Informes Científicos Técnicos-UNPA* [en línea], 2019, Santa Cruz, Argentina vol. 11, no 2, p. 2-3. [consulta: 26 noviembre 2023]. ISSN 1852-4516. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7351395>
66. **SOCARRÁS, Ana.** Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y forrajes* [en línea], 2013, vol. 36, no 1, p. 2-3. [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942013000100001&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942013000100001&script=sci_arttext)

- 67. SOTO, J.** ¿Qué es la agroecología? *Greenpeace México* [en línea]. 2021, vol.1, pp. 1-2 [consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/49351/que-es-la-agroecologia/>.
- 68. SUÁREZ, Derly, et al.** Utilización de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Saligny, 1826) en la alimentación de gallinas ponedoras. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* [en línea], 2016, vol. 20, no 1, p. 43-51. [consulta: 3 mayo 2023]. ISSN 2462-8190. Disponible en: <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/3845>
- 69. VAN LEEUWEN, JP, et al.** Efectos del uso de la tierra sobre la biomasa microbiana del suelo, la actividad y la estructura comunitaria a diferentes profundidades del suelo en la llanura aluvial del Danubio. *Revista europea de biología del suelo* [en línea], 2017, vol. 79, pág. 14-20. [consulta: 2 mayo 2023]. ISSN 1164-5563. DOI 10.1016/j.ejsobi.2017.02.001. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1164556316301704>
- 70. VARGAS, Oscar, et al.** El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia* [en línea], 2019, vol. 23, no 2, p. 2-3. [consulta: 3 mayo 2023]. ISSN 2011-2629. DOI 10.22579/20112629.575. Disponible en: <https://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/575>
- 71. VÁRGUEZ, Wendy; & CUTZ, Leopoldo.** Diversidad de microartrópodos (ácaros y colémbolos) de musgos corticícolas en la selva baja de Nicolás Bravo, Quintana Roo. *Acta zoológica mexicana* [en línea], 2013, vol. 29, no 3, p. 654-665. [consulta: 11 mayo 2023]. ISSN 0065-1737. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0065-17372013000300014&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0065-17372013000300014&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- 72. VATSYAYANA, Manan.** “La biodiversidad de los suelos es ignorada, pero es fundamental para alimentar al planeta”. Noticias ONU [en línea], 2020, diciembre 5. [Consulta: 29 abril 2023]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2020/12/1485132>
- 73. WALLWORK, John Anthony, et al.** Ecology of soil animals. *Ecology of soil animals* [en línea], 1970, vol. 1, pp. 283-284. [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19706605798>.

74. **YÉPES, B; & PULGARIN, L.** *Mesofauna. ciencias del suelo* [Blog]. [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <https://elsueloysubiologia.wordpress.com/microbiologia-del-suelo/clasificacion-de-los-organismos-presentes-en-el-suelo/mesofauna-2/>.



## ANEXOS

### ANEXO A: FINCAS Y SUS TIPOS DE MANEJO

#### FINCA N°1



Agroecológico



Tradicional



Barbecho

## FINCA N°2



Agroecológico y tradicional



Barbecho

## FINCA N°3





Ecosistema degradado



Ecosistema natural

## **ANEXO B: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MONOLITO EN CADA UNA DE LAS FINCAS**

### **FINCA 1**



Barbecho



Tradicional

## FINCA 2



Agroecológico



Barbecho



Tradicional

### FINCA 3



Agroecológico



Barbecho



Tradicional

**Ecosistema de referencia**



## ANEXO C: RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE MICROBIOMETER EN CADA FINCA CON SUS RESPECTIVAS REPETICIONES

### FINCA N°1 AGROECOLÓGICO



### FINCA N°1 TRADICIONAL



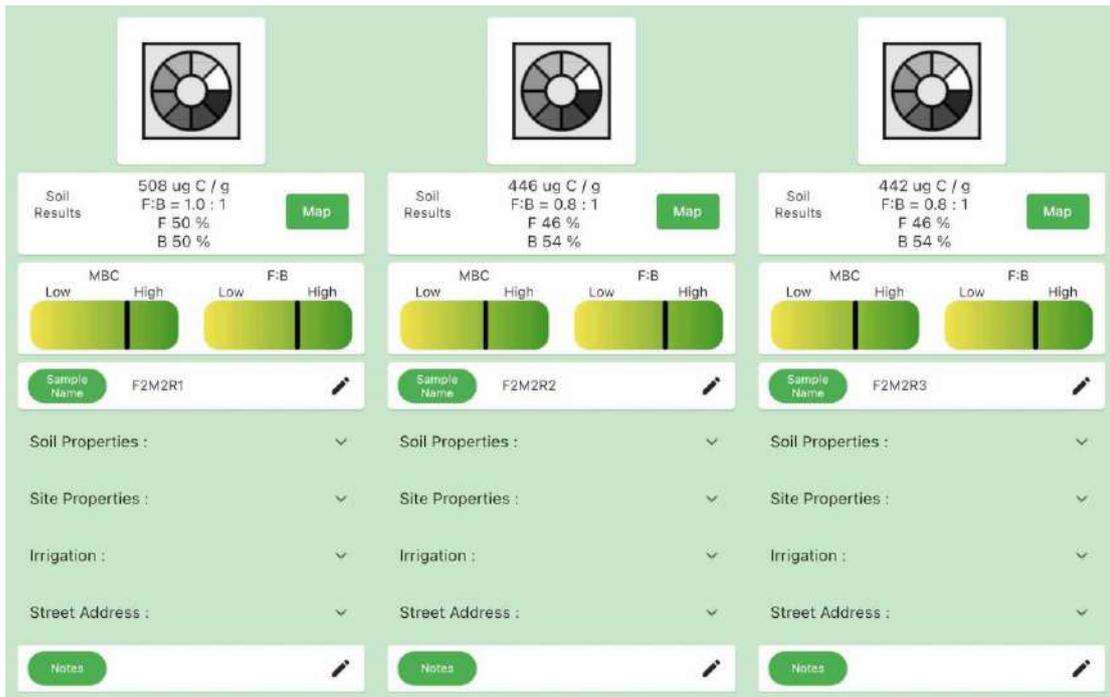
## FINCA N°1 BARBECHO



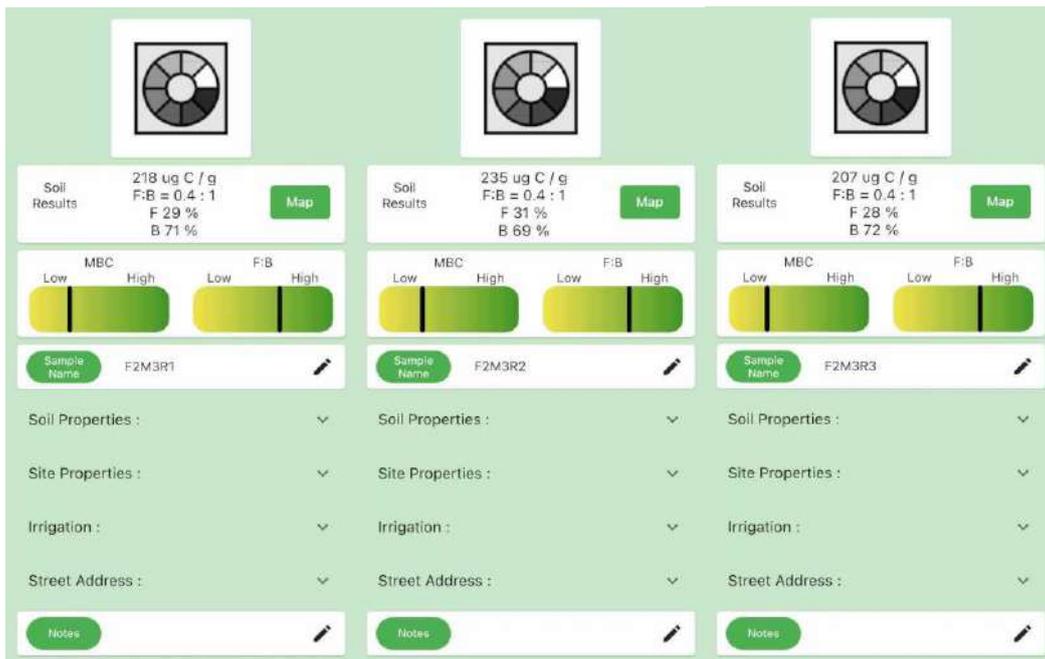
## FINCA N°2 AGROECOLÓGICO



## FINCA N°2 TRADICIONAL



## FINCA N°2 BARBECHO



## FINCA N°3 AGROECOLÓGICO



## FINCA N°3 TRADICIONAL



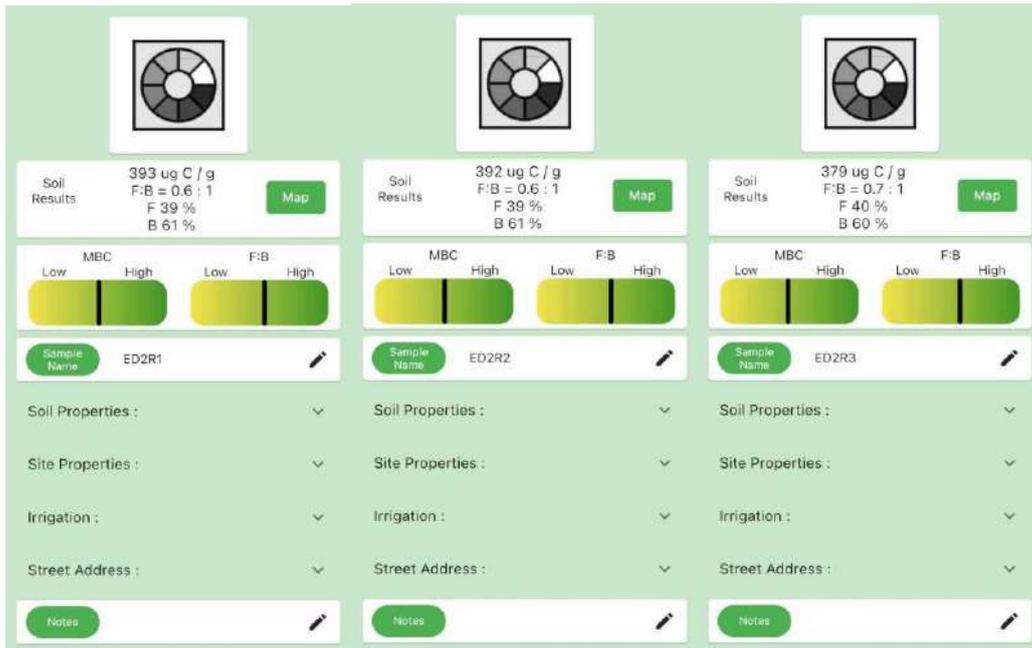
## FINCA N°3 BARBECHO



## ECOSISTEMA DEGRADADO 1



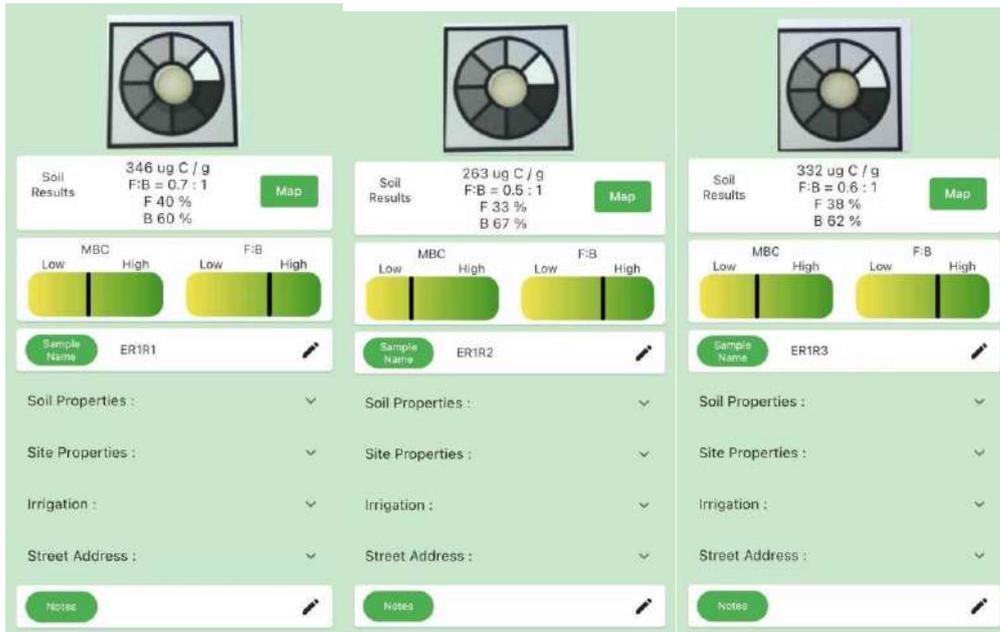
## ECOSISTEMA DEGRADADO 2



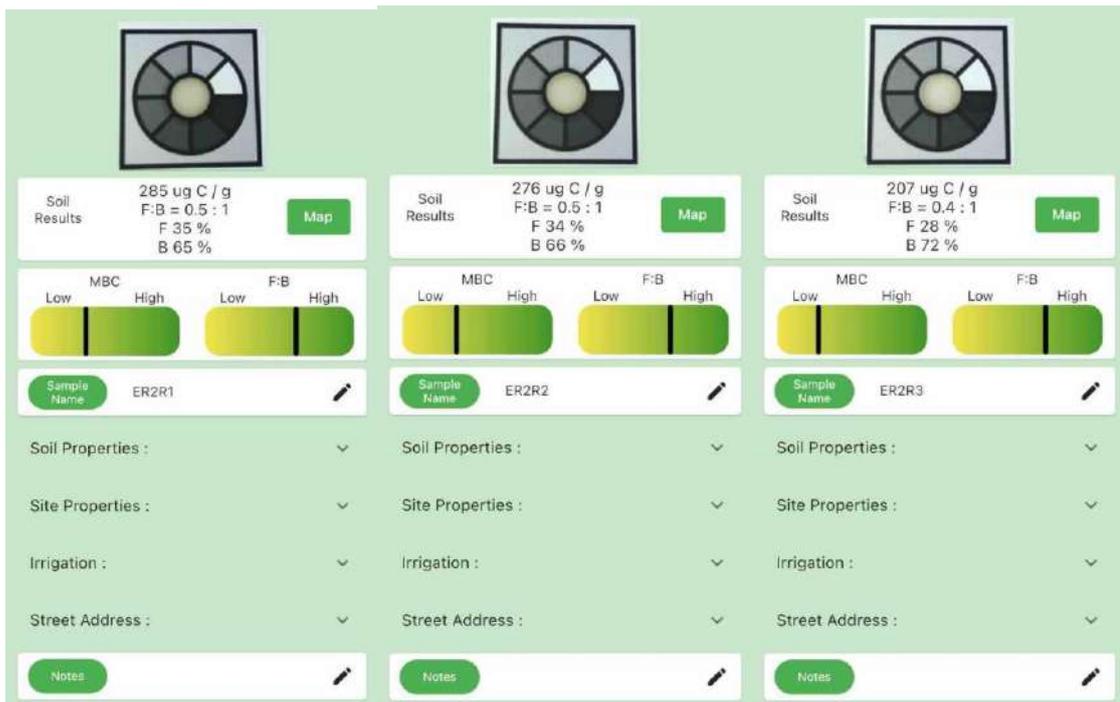
## ECOSISTEMA DEGRADADO 3



## ECOSISTEMA DE REFERENCIA 1



## ECOSISTEMA DE REFERENCIA 2



### ECOSISTEMA DE REFERENCIA 3

Soil Results	324 ug C / g F:B = 0.6 : 1 F 38 % B 62 %	Map	Soil Results	238 ug C / g F:B = 0.4 : 1 F 31 % B 69 %	Map	Soil Results	279 ug C / g F:B = 0.5 : 1 F 34 % B 66 %	Map			
Sample Name	ER3R1		Sample Name	ER3R2		Sample Name	ER3R3		Sample Name	ER3R3	
Soil Properties :			Soil Properties :			Soil Properties :			Soil Properties :		
Site Properties :			Site Properties :			Site Properties :			Site Properties :		
Irrigation :			Irrigation :			Irrigation :			Irrigation :		
Street Address :			Street Address :			Street Address :			Street Address :		
Notes			Notes			Notes			Notes		

## ANEXO D: FOTOGRAFÍAS DE LOS ÓRDENES Y FAMILIAS ENCONTRADAS

Mesofauna edáfica presente en la comunidad de San Miguel de Quera-Cacha

### Clase Insecta

<b>Orden</b>	Coleoptera
<b>Familia</b>	Crysomelidae
<b>Nombre común</b>	Escarabajo
<b>Características</b>	La forma del cuerpo varía mucho, pero cuando se ve de forma dorsal, generalmente no tienen pelo y son ovalados (aunque algunos son redondeados o alargados) y a menudo tienen un brillo metálico o colores diferentes.
<b>Hábitos y ecología</b>	Casi todos son herbívoros y se alimentan principalmente de hojas, pero muchas especies viven bajo tierra y se alimentan de raíces o tallos subterráneos
	

<b>Orden</b>	Coleoptera
<b>Familia</b>	Curculionidae
<b>Nombre común</b>	Gorgojo
<b>Características</b>	Es una familia muy grande de escarabajos. Son alargados, ovalados o subsféricos, varían en tamaño de 1 a 50 mm y se caracterizan por una cabeza en forma de pico y antenas oblicuas.
<b>Hábitos y ecología</b>	Fitófagos y plagas para cultivos como los cereales



<b>Orden</b>	Coleóptera
<b>Familia</b>	Hydrophilidae
<b>Nombre común</b>	Escarabajo
<b>Características</b>	Su tamaño varía de 2 a 40 mm. Algunos tenían sus patas traseras convertidas en remos. Algunas personas tienen espinas muy fuertes en la parte posterior del esternón. Sus palpos maxilares son más largos que las antenas
<b>Hábitos y ecología</b>	Se pueden encontrar en riveras y estanques llenos de maleza y rocosos.



<b>Orden</b>	Coleóptera
<b>Familia</b>	Latriidiidae
<b>Nombre común</b>	Escarabajo
<b>Características</b>	El cuerpo es más o menos ovalado, corto, curvo y pubescente. Cabeza mucho más estrecha que el protórax.

<b>Hábitos y ecología</b>	Viven en hongos y son micetófagos que se alimentan de micelio y ascosporas. Se puede encontrar en muchos lugares porque el micelio y las ascosporas se encuentran en todos los hábitats.
---------------------------	--



<b>Orden</b>	Coleóptera
<b>Familia</b>	Ptiliidae
<b>Nombre común</b>	Escarabajo
<b>Características</b>	Se caracterizan por tener alas muy estrechas con pelos o flecos alrededor. Algunas especies se reproducen partenogénicamente.
<b>Hábitos y ecología</b>	Se alimentan de esporas de hongos y se encuentran en madera podrida, plantas en descomposición,



<b>Orden</b>	Coleoptera
<b>Familia</b>	Staphylinidae
<b>Nombre común</b>	Escarabajos vagabundos
<b>Características</b>	La mayoría son delgados y cilíndricos con élitros cortos, un abdomen flexible y antenas simples

<b>Hábitos y ecología</b>	Tienen un importante papel en los ecosistemas, tanto actuando como presas, como manteniendo el equilibrio de poblaciones de otros insectos, a los que depredan
	

<b>Orden</b>	Diptera
<b>Familia</b>	Bibionidae
<b>Nombre común</b>	Moscas de marzo
<b>Características</b>	Pequeños a medianos, normalmente de color oscuros, de cuerpo grueso, de antenas cortas, a veces tienen el tórax rojos o amarillo.
<b>Hábitos y ecología</b>	Áreas boscosas



<b>Orden</b>	Diptera
<b>Familia</b>	Ceratopogonidae
<b>Nombre común</b>	Chinches

<b>Características</b>	Las alas muestran la venación con dos ramas M, el protórax no enseña un surco longitudinal en medio como en algunas otras moscas y las antenas habitualmente tienen el flagelo de 13 segmentos
<b>Hábitos y ecología</b>	hábitats acuáticos o semiacuáticos
	

<b>Orden</b>	Díptera
<b>Familia</b>	Chamaemyiidae
<b>Nombre común</b>	Mosca
<b>Características</b>	Son pequeñas moscas de 1.5 a 4.0 mm de color gris plateado a pardo, habitualmente aterciopeladas, algunas veces negras brillantes, con franjas pardas en el mesotórax y manchas o bandas negras en el abdomen
<b>Hábitos y ecología</b>	Se encuentran en diversos hábitats de pastizales, en juncos, en bosques mixtos o caducifolios, en tierras bajas, pero también en hábitats montanos, detritívoro.
	

<b>Orden</b>	Diptera
<b>Familia</b>	Chironomidae
<b>Nombre común</b>	Mosca
<b>Características</b>	Quironómido tiene un abdomen que sobrepasa bastante la longitud de las alas. Además, es curvado
<b>Hábitos y ecología</b>	Se encuentran en suelos ricos en materia orgánica, detritívoros



<b>Orden</b>	Diptera
<b>Familia</b>	Dolichopodidae
<b>Nombre común</b>	Mosca de patas largas
<b>Características</b>	Contextura delgada, patas largas, la arista de las antenas en forma de pelo
<b>Hábitos y ecología</b>	Depredador, se encuentran en materiales vegetales en descomposición



<b>Orden</b>	Diptera
<b>Familia</b>	Ephydriidae
<b>Nombre común</b>	Mosca de la ribera
<b>Características</b>	Comúnmente menos de 4 mm, su coloración opaca y oscura
<b>Hábitos y ecología</b>	Fitófaga, se encuentran en diversos ecosistemas
	

<b>Orden</b>	Díptera
<b>Familia</b>	Lonchoceridae
<b>Nombre común</b>	Moscas de Alas Puntiagudas
<b>Características</b>	Dípteros pequeños (2 a 5 mm), delgados, de color amarillo a negro pardusco
<b>Hábitos y ecología</b>	Detritívoro, se encuentra donde exista materia orgánica
	

<b>Orden</b>	Díptera
<b>Familia</b>	Mycetophilidae
<b>Nombre común</b>	Mosquitos del mantillo

<b>Características</b>	Esbeltos a discretamente robustos, patas largas, en cierta forma semejantes a los mosquitos. Color habitualmente negro, marrón o amarillento
<b>Hábitos y ecología</b>	Depredador, se encuentran en bosques y otros hábitats boscosos
	

<b>Orden</b>	Díptera
<b>Familia</b>	Psychodidae
<b>Nombre común</b>	Moscas de la humedad
<b>Características</b>	Es aplanada dorsoventralmente, con representación circular. Los ojos compuestos cubren la mayor parte de la superficie lateral.
<b>Hábitos y ecología</b>	Detritívoro, se encuentra donde exista materia vegetal en descomposición



<b>Orden</b>	Díptera
<b>Familia</b>	Sciaridae
<b>Nombre común</b>	Mosca negra
<b>Características</b>	Cuerpo delgado, oscuro, venación marcada
<b>Hábitos y ecología</b>	Fitófago, se encuentra en zonas húmedas
	

<b>Orden</b>	Entomobryomorpha
<b>Familia</b>	Isotomidae
<b>Nombre común</b>	Colémbolo
<b>Características</b>	Con antenas largas y tamaño del cuerpo grande
<b>Hábitos y ecología</b>	Detritívoro, se encuentran en a matera orgánica
	

<b>Orden</b>	Hemiptera
<b>Familia</b>	Aphididae
<b>Nombre común</b>	Pulgones
<b>Características</b>	Colores múltiples, verdes, amarillos o negros, a veces con manchas. El cuerpo es ovooidal, sin distinción patente de cabeza, tórax y abdomen
<b>Hábitos y ecología</b>	Fitófago, se encuentra en sustratos húmedos o mojado



<b>Orden</b>	Hemiptera
<b>Familia</b>	Cicadellidae
<b>Nombre común</b>	chicharritas o salta hojas
<b>Características</b>	Tienen las antenas cortas, con una parte engrosada, y que termina con unas cerdas, dos ojos simples
<b>Hábitos y ecología</b>	Fitófago, se alimentan de la savia de las plantas a las que transmite virus y bacteria



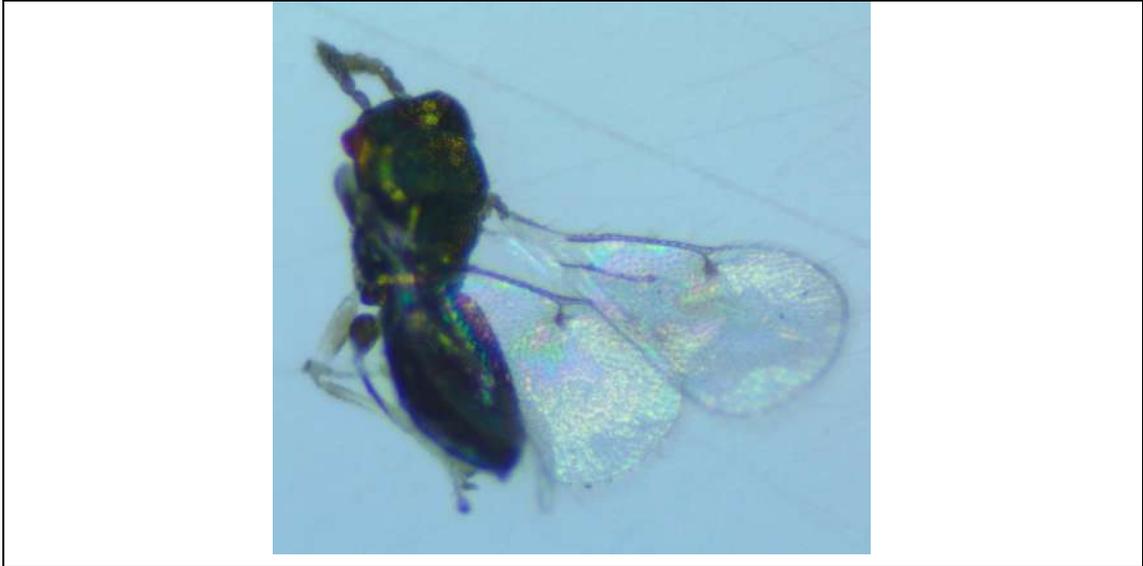
<b>Orden</b>	Hemiptera
<b>Familia</b>	Miridae
<b>Nombre común</b>	Chinches
<b>Características</b>	Habitualmente de forma ovalada o alargada y que mide menos de 12 mm, color gris oscuro a marrón, moteado con manchas marrones, alas casi sin venación marcada
<b>Hábitos y ecología</b>	Fitófago, atraviesan los tejidos vegetales.



<b>Orden</b>	Himenóptera
<b>Familia</b>	Braconidae
<b>Nombre común</b>	Microabispas
<b>Características</b>	Son de tamaño pequeño, alargados, con antenas y patas largas, el ovopositor puede ser corto o largo.
<b>Hábitos y ecología</b>	Parasitoides



<b>Orden</b>	Himenóptera
<b>Familia</b>	Eulophidae
<b>Nombre común</b>	Microabispas
<b>Características</b>	Dos pares de alas membranosas con venación reducida, color marrón con breve brillo metálico.
<b>Hábitos y ecología</b>	Parasitoides

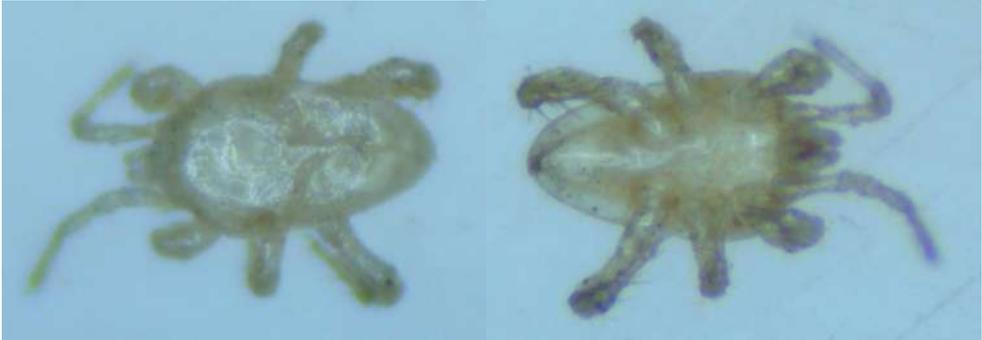


<b>Orden</b>	Himenóptera
<b>Familia</b>	Figitidae
<b>Nombre común</b>	Microabispas
<b>Características</b>	Cabeza y mesosoma completamente negros; metasoma negro, castaño oscuro a negro en los segmentos finales. Antenas castañas, Patas castañas, coxas negras en los 2/3 apicales y fémures oscurecidos en el centro. Alas translucidas, venación castaño claro
<b>Hábitos y ecología</b>	Parasitoides

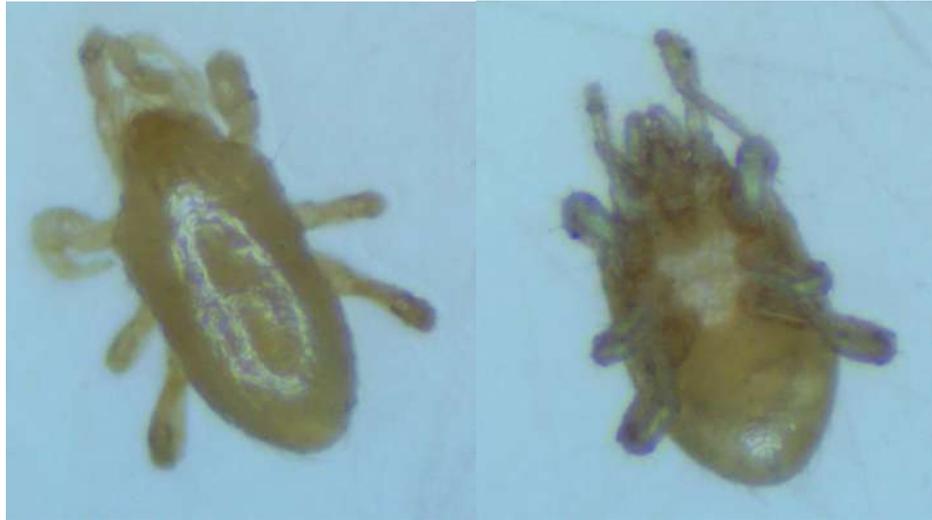


<b>Orden</b>	Lepidoptera
<b>Familia</b>	Tineidae
<b>Nombre común</b>	Polillas

<b>Características</b>	La mayoría son de tamaño pequeño a mediano; llevan las alas plegadas sobre el abdomen en forma de tejado.
<b>Hábitos y ecología</b>	Fitófago
	

<b>Orden</b>	Mesostigmata
<b>Familia</b>	Laelapidae
<b>Nombre común</b>	Ácaro
<b>Características</b>	Cuerpo ovalado y pequeño, escudo epiginal redondeado posteriormente y extendido en forma de lengua hacia la región ventral.
<b>Hábitos y ecología</b>	Depredador
	

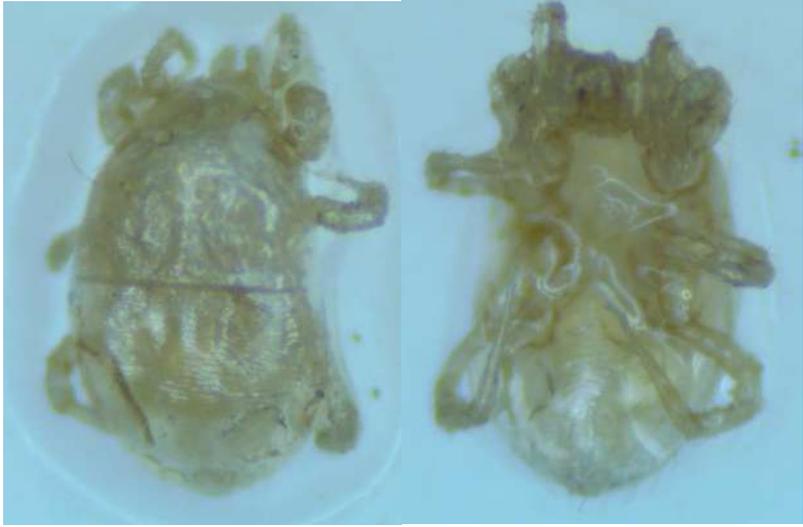
<b>Orden</b>	Mesostigmata
<b>Familia</b>	Ologamasidae
<b>Nombre común</b>	Ácaro
<b>Características</b>	Un escudo dorsal entero sin esclerónodulos, seis setas dorsales
<b>Hábitos y ecología</b>	Depredador

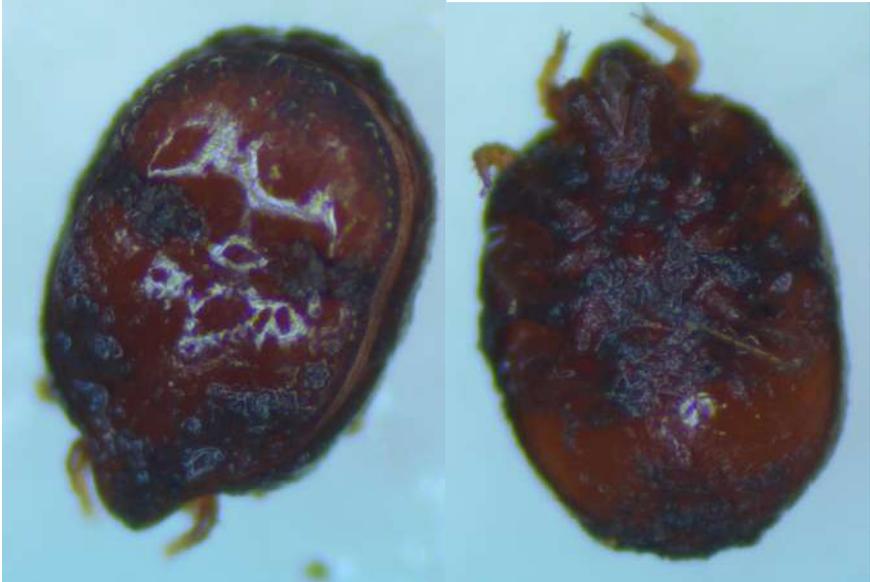


<b>Orden</b>	Mesostigmata
<b>Familia</b>	Parasitidae
<b>Nombre común</b>	Ácaro
<b>Características</b>	Escudo epiginal triangular el mismo que se observa flanqueado por dos grandes escudos metaesternales en donde están insertadas las setas
<b>Hábitos y ecología</b>	Depredador

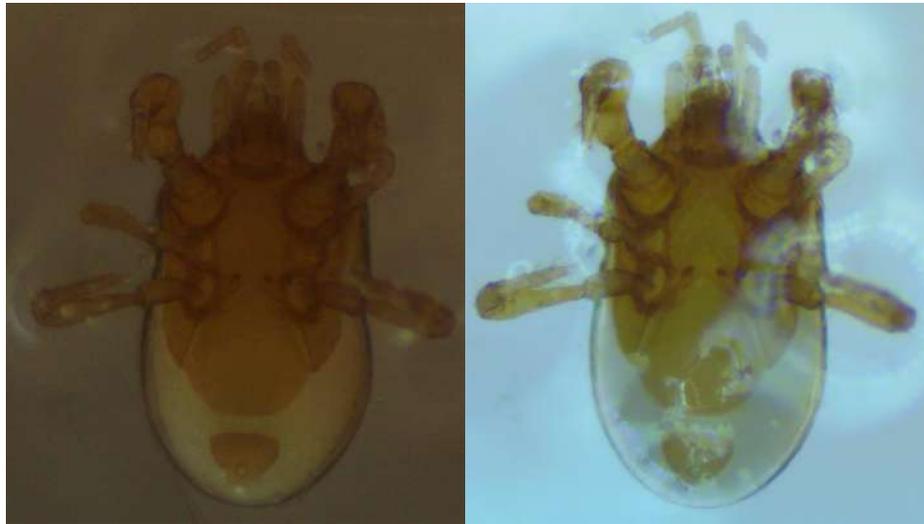


<b>Orden</b>	Mesostigmata
<b>Familia</b>	Rhodacaridae
<b>Nombre común</b>	Ácaro

<b>Características</b>	Cuerpo globoso o redondeado, lados del cuerpo paralelos
<b>Hábitos y ecología</b>	Detritívoro, viven en el suelo, materia orgánica muerta sobre el suelo,
	

<b>Orden</b>	Mesostigmata
<b>Familia</b>	Uropodidae
<b>Nombre común</b>	Ácaro
<b>Características</b>	Tiene una forma ovalada y color marrón oscuro, no llegando a superar el 1 mm de largo y 0.6 mm de ancho, aparición de pilosidad sobre todo el cuerpo
<b>Hábitos y ecología</b>	Parasitoides
	

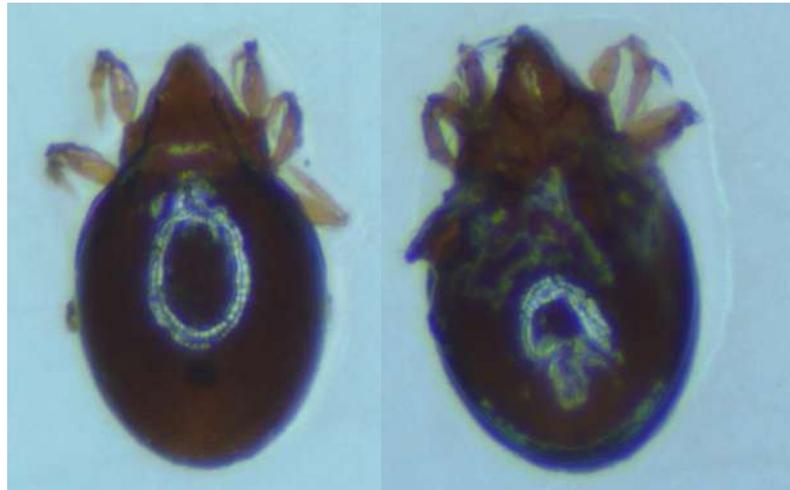
<b>Orden</b>	Mesostigmata
<b>Familia</b>	Veigaiidae
<b>Nombre común</b>	Ácaro
<b>Características</b>	Escudo dorsal parcialmente dividido por un par de hendiduras laterales que no llegan a juntarse. Quelíceros de gran tamaño respecto del tamaño general del ácaro
<b>Hábitos y ecología</b>	Depredador



<b>Orden</b>	Neelipleona
<b>Familia</b>	Neelidae
<b>Nombre común</b>	Colémbolo
<b>Características</b>	Tienen una apariencia globular, con los segmentos abdominales unidos sin marcas claras, no posee ojos y las antenas son más cortas que su cabeza.
<b>Hábitos y ecología</b>	Detritívoro, viven en el suelo y hojarasca.



<b>Orden</b>	Oribatida
<b>Familia</b>	Ceratozetidae
<b>Nombre común</b>	Ácaro
<b>Características</b>	Coloración parduzca, cuerpo aplanado, estrecho y alargado, setas rostrales largas y barbuladas externamente, y setas lamelares de longitud similar a las lamelares.
<b>Hábitos y ecología</b>	Detritívoro



<b>Orden</b>	Poduromorpha
<b>Familia</b>	Hypogastruridae
<b>Nombre común</b>	Colémbolo
<b>Características</b>	Color gris. Cuerpo delgado y alargado por sedas acuminadas diminutas.
<b>Hábitos y ecología</b>	Detritívoro



<b>Orden</b>	Poduromorpha
<b>Familia</b>	Onychiuridae
<b>Nombre común</b>	Ácaros
<b>Características</b>	Color blanco opaco, cuerpo alargado
<b>Hábitos y ecología</b>	Detritívoros



<b>Orden</b>	Psocoptera
<b>Familia</b>	Hemipsocidae
<b>Nombre común</b>	Mosca de hojarasca

<b>Características</b>	Poseen la areola postica unida con la vena M a través de una vena de interconexión, y su vena M se encuentra ramificada en dos partes.
<b>Hábitos y ecología</b>	Detritívoros



<b>Orden</b>	Psocoptera
<b>Familia</b>	Pachytroctidae
<b>Nombre común</b>	Mosca de hojarasca
<b>Características</b>	Poseen la areola postica unida con la vena M a través de una vena de interconexión, y su vena M se encuentra ramificada en dos partes.
<b>Hábitos y ecología</b>	Detritívoro



<b>Orden</b>	Sarcoptiformes
<b>Familia</b>	Acaridae
<b>Nombre común</b>	Ácaro

<b>Características</b>	Presentan el cuerpo sin división entre cefalotórax y abdomen, de color blanco.
<b>Hábitos y ecología</b>	Depredador, se encuentra en materia vegetal en descomposición



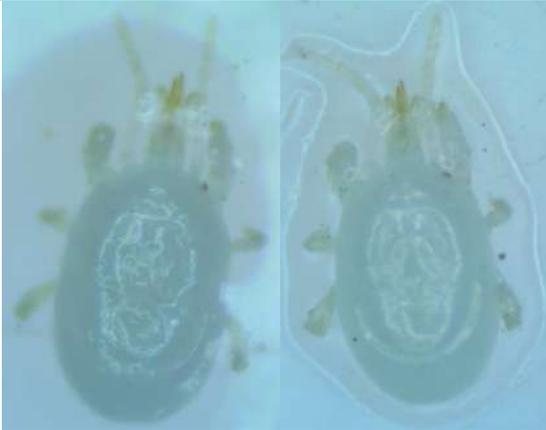
<b>Orden</b>	Symphyleona
<b>Familia</b>	Sminthuridae
<b>Nombre común</b>	Colémbolo
<b>Características</b>	Poseen en el abdomen un apéndice que mantienen horizontal debajo del cuerpo, y que utilizan a modo de resorte para saltar
<b>Hábitos y ecología</b>	Detritívoro, se encuentra en materia vegetal en descomposición y donde exista mayor MO.



<b>Orden</b>	Thysanoptera
<b>Familia</b>	Thripidae
<b>Nombre común</b>	Trips
<b>Características</b>	Muy pequeño tamaño, oscilando las especies ibéricas entre 0,3 y 14 mm de longitud. Tienen el cuerpo alargado, cilíndrico y de coloración variable entre el negro y el amarillo pálido, pasando por las distintas tonalidades del castaño.
<b>Hábitos y ecología</b>	Fitófago, se encuentra en zonas cultivadas.



<b>Orden</b>	Trombidiformes
<b>Familia</b>	Cunaxidae
<b>Nombre común</b>	Ácaro

<b>Características</b>	Cuatro sedas sensoriales en el propodosoma; sin embargo, faltan las sedas sensoriales largas de los palpos y éstos actúan más bien como pinzas que como antenas
<b>Hábitos y ecología</b>	Depredador,
	

<b>Orden</b>	Trombidiformes
<b>Familia</b>	Eupodidae
<b>Nombre común</b>	Ácaro
<b>Características</b>	De tamaño corto, con una pata más larga que las otras.
<b>Hábitos y ecología</b>	Depredador, tanto patas como prosoma y opistosoma presentan un color amarillo con manchas negras, los quelíceros y pedipalpos es de color amarillo completamente. Patas alargadas.
	

**ANEXO E: SR. PEDRO MOROCHO, PROPIETARIO DE LA FINCA N°1**



**ANEXO F: SR. ANTONIO AGUALSACA, PROPIETARIO DE LA FINCA N°2 Y FINCA N°3**





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 08 / 03 / 2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Johana Anais Garay Avecillas
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Recursos Naturales Renovables
<b>Título a optar:</b> Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
 Ing. Vicente Javier Parra León, M.Sc. <b>Director del Trabajo de Integración Curricular</b>
 Ing. Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco, MSc. <b>Asesor del Trabajo de Integración Curricular</b>

