



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS  
FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CINCO SISTEMAS  
DE PRODUCCIÓN EN COTOPAXI, 2024”**

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

**Autor:**  
Cuchiparte Toapanta Jorge Samuel

**Tutor:**  
Ilbay Yupa Mercy Lucila

**LATAACUNGA – ECUADOR**

**Febrero 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Cuchiparte Toapanta Jorge Samuel, con cédula de ciudadanía No. 0504509613, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CINCO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN COTOPAXI, 2024”**, siendo la Ingeniera PhD. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 23 de febrero del 2024



Jorge Samuel Cuchiparte Toapanta  
**ESTUDIANTE**  
CC: 0504509613

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CUCHIPARTE TOAPANTA JORGE SAMUEL**, identificado con cédula de ciudadanía **0504509613** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: **“EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CINCO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN COTOPAXI, 2024”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: octubre 2019 – marzo 2020

Finalización de la carrera: octubre 2023 – marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutora: Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D.

Tema: **“EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CINCO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN COTOPAXI, 2024”**

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 23 días del mes de febrero del 2024.

Jorge Samuel Cuchiparte Toapanta  
**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CINCO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN COTOPAXI, 2024”**, de Cuchiparte Toapanta Jorge Samuel, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 23 de febrero del 2024

  
Ing. Mercy Lucila Ibbay Yupa, Ph.D.

**DOCENTE TUTORA**

CC: 0604147900

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Cuchiparte Toapanta Jorge Samuel, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CINCO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN COTOPAXI, 2024”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 23 de febrero del 2024



Ing. Alexandra Tapia Borja, Mg.

C.C: 0502661754

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Emerson Jácome Mogro, Ph.D.

C.C: 050197470

**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Paolo Chasi Vizúete, Mg.

CC: 0502409725

**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*El principal agradecimiento a Dios quién me ha guardado y me dado fortaleza para seguir adelante.*

*A la ilustre Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales, por haberme abierto sus puertas para formarme como ser humano y como profesional.*

*A toda mi familia por su apoyo incondicional, por su comprensión a lo largo de mi formación académica, además de todos los valores que me han inculcado los cuales me han servido para llegar en donde estoy ahora.*

*A todo el cuerpo docente de la carrera de Agronomía que me han brindado de sus conocimientos los cuales me han ayudado en cada una de las etapas de formación.*

*A Ph.D. Mercy Ilbay, por haber aceptado ser mi tutora del proyecto de investigación y guía durante procesamiento y análisis, que me ayudaron a tener un buen resultado final.*

*Jorge Samuel Cuchiparte Toapanta*

## ***DEDICATORIA***

*Lleno de alegría dedico este proyecto de investigación a mis padres: Jorge Cuchiparte y María Toapanta, quienes han sido mi pilar fundamental ya que, siempre me han apoyado en los buenos y malos momentos, por sus consejos brindados en todo mi proceso académico, es para mí una gran satisfacción poder dedicarlo a ellos, porque son el motor de mi vida.*

*A todos mis hermanos, Luis, Katty, Jefferson y a mi sobrinito Jordan que me han apoyado y han sido parte de este proceso muy importante en mi vida.*

*A todas las personas de Dios ha puesto en mi vida para ayudarme a seguir adelante y que de algún modo me brindaron su apoyo.*

*Gracias a todas las personas, ya que, este logro ha sido gracias a cada uno de ustedes, a pesar de la dificultad se pudo concluir de una manera exitosa*

*Muchas gracias de corazón*

*Jorge Samuel Cuchiparte Toapanta*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CINCO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN COTOPAXI, 2024”**

**Autor:**  
Cuchiparte Toapanta Jorge Samuel

**RESUMEN**

La salud del suelo está dada por la presencia de macro y meso invertebrados, aquellos suelos sanos presentan una alta biodiversidad edáfica contribuyendo al equilibrio del ecosistema. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la diversidad y abundancia de grupos funcionales de macro y meso invertebrados en cinco sistemas productivos: tradicional, agroecológico, convencional, degradado y natural. Para la captura de invertebrados se empleó tres métodos de muestreo como monolitos de suelo, trampas pitfall y embudos “Berlese-Tullgren. Los mismos que fueron evaluados por diferentes sistemas, para después ser identificados mediante claves taxonómicas y con el uso de la aplicación iNaturalist. Para la obtención de los resultados se utilizó análisis estadísticos e índice de diversidad de Shannon-Wiener de equidad y Simpson de dominancia. Se registró un total de 667 individuos referentes a macro invertebrados y 129 meso invertebrados; siendo el orden más diverso el coleóptero (199), seguido de araneae (138), díptera (122), himenóptera (65), Isópoda (63) y Haplotaxida (63). Para la zona UTC-Campus Salache, en el sistema tradicional el grupo funcional dominante fueron los depredadores (62,5%) referentes al orden araneae. Para la comunidad de Isinche de Infantes el grupo funcional detritívoros, herbívoros y depredadores domina en el sistema natural (66,66%) y en la comunidad de Carrillos fue el mismo grupo funcional (63,63%), que pertenece al orden coleópteros. Los índices más alto de diversidad y abundancia de Shannon-Wiener en las tres zonas de muestreo fue de 1,69 para el sistema natural en la UTC-Salache; 1,96 en el sistema tradicional de Isinche de Infantes y 1,57 en el sistema agroecológico en la Comunidad de Carrillos; estos valores representan una diversidad moderada. El índice de Simpson determinó la dominancia en Isinche en el sistema natural con 0,50; esto demuestra que hay una dominancia de una o dos especies; de la misma manera en UTC-Salache. Pero, para Carrillos en el sistema degradado fue menor (0,40) con una similitud de dominancia. Al concluir este estudio, se puede demostrar que en el sistema tradicional se presenció la mayor cantidad de individuos para las tres zonas; esto puede deberse a que los sistemas tradicionales de la provincia tienen un bajo uso de insumos agrícolas y alta biodiversidad de plantas que conforman su hábitat. Esta investigación también destaca la importancia de los métodos de captura de artrópodos mediante técnicas fáciles de aplicar y con ello determinar la salud del suelo.

**Palabras claves:** Grupos funcionales, trampas pitfall, embudos “Berlese-Tullgren, macro invertebrados, meso invertebrados, índice Shannon-Wiener, índice de Simpson.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE: "EVALUATION OF THE DIVERSITY AND ABUNDANCE OF MACRO AND MESO INVERTEBRATE FUNCTIONAL GROUPS IN FIVE PRODUCTION SYSTEMS IN COTOPAXI, 2024"**

**Author:**

Cuchiparte Toapanta Jorge Samuel

**ABSTRACT**

The health of the soil is given by the presence of macro and meso invertebrates. Healthy soils have high edaphic biodiversity, contributing to the balance of the ecosystem. This research aimed to evaluate the diversity and abundance of functional groups of macro and meso invertebrates in five production systems: traditional, agroecological, conventional, degraded and natural. To capture invertebrates, three sampling methods were used, such as soil monoliths, pitfall traps and "Berlese-Tullgren" funnels. They were assessed by different schemes, to later be identified through taxonomic keys and with the use of the iNaturalist application. To obtain the results, statistical analysis and the Shannon-Wiener diversity index for equity and Simpson for dominance were used. A total of 667 individuals referring to macro invertebrates and 129 meso invertebrates were recorded; The most diverse order being the Coleoptera (199), followed by Araneae (138), Diptera (122), Hymenoptera (65), Isópoda (63) and Haplotaxida (63). For the UTC-Campus Salache zone, in the traditional system the dominant functional group was the predators (62.5%) referring to the order Araneae. For the community of Isinche de Infantes the functional group detritivores, herbivores and predators dominates in the natural system (66.66%) and in the community of Carrillos it was the same functional group (63.63%), which belongs to the order Coleoptera. The highest Shannon-Wiener diversity and abundance indices in the three sampling areas was 1.69 for the natural system in UTC-Salache; 1.96 in the traditional system of Isinche de Infantes and 1.57 in the agroecological system in the Community of Carrillos; These values represent moderate diversity. Simpson's index determined dominance in Isinche in the natural system with 0.50; This shows that there is a dominance of one or two species; in the same way in UTC-Salache. But, for Carrillos in the degraded system it was lower (0.40) with a similarity of dominance. At the conclusion of this study, it can be shown that in the traditional scheme the largest number of individuals was witnessed by the three areas; This may be due to the fact that the traditional systems of the province have a low use of agricultural inputs and high biodiversity of plants that make up their habitat. This research also highlights the importance of arthropods capturing methods of using easy-to-apply techniques and thereby determining soil health.

**Keywords:** Functional groups, pitfall traps, Berlese-Tullgren funnels, macro invertebrates, meso invertebrates, Shannon-Wiener index, Simpson index.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	2
3.1. Beneficiarios directos.....	2
3.2. Beneficiarios indirectos.....	2
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
5. OBJETIVOS.....	3
5.1. Objetivo General.....	3
5.2. Objetivos Específicos.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	5
7.1. Salud del suelo.....	5
7.2. Calidad del suelo.....	6
7.3. Macrofauna del suelo.....	6
7.4. Mesofauna del suelo.....	6
7.5. Grupos Funcionales.....	7
7.5.1. Depredadores.....	7
7.5.2. Detritívoros.....	7
7.5.3. Herbívoros.....	7
7.5.4. Omnívoros.....	7
7.5.5. Ingenieros del suelo.....	7

7.6.	Diversidad de especies .....	8
7.7.	Diversidad de sistemas productivos .....	8
7.8.	Indicadores .....	8
7.8.1.	Indicadores biológicos .....	8
7.9.	Índices de diversidad.....	8
7.9.1.	Índice de equidad Shannon-Wiener .....	8
7.9.2.	Índice de Dominancia Simpson .....	8
8.	PREGUNTA CIENTÍFICA .....	9
9.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
9.1.	Tipo de investigación .....	9
9.1.1.	Descriptiva .....	9
9.1.2.	De campo .....	9
9.1.3.	Cuantitativa .....	9
9.2.	Área de estudio .....	9
9.3.	Sistemas de producción.....	10
9.3.1.	Sistema Tradicional.....	10
9.3.2.	Agroecológico.....	11
9.3.3.	Sistema Convencional.....	12
9.3.4.	Sistema Natural .....	13
9.3.5.	Sistema Degradado o Cangahuas.....	14
9.4.	Muestreo de macro y meso invertebrados.....	15
9.4.1.	Muestreo o recorrido en zigzag.....	15
9.4.2.	Muestreo compuesto .....	16
9.5.	Técnicas de muestreo de macro y meso invertebrados .....	16
9.5.1.	Monolitos de suelo .....	16
9.5.2.	Trampas de caída o Pitfall.....	17
9.5.3.	Embudos “Berlese-Tullgren” .....	18
9.6.	Índices de equidad y dominancia.....	20
9.6.1.	Índice de Shannon-Wiener.....	20
9.6.1.1.	Índice de Simpson.....	20
10.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21
10.1.	Cuantificación de macro y meso invertebrados por los tres métodos .....	21
10.2.	Clasificación de macro invertebrados por sitio muestreado.....	23
10.2.1.	Grupos funcionales .....	23
10.2.2.	Clasificación de macro invertebrados por clase, orden y familia .....	25
10.2.3.	Clasificación de meso invertebrados por clase, orden y familia .....	30

10.3.	Índices de diversidad de macro invertebrados por sitio muestreado.....	31
10.3.1.	Determinación de la diversidad mediante el índice de equidad Shannon-Wiener.....	31
10.3.2.	Determinación de la diversidad mediante el índice de dominancia Simpson .....	32
10.3.3.	Comparación del índice de equidad con el de dominancia .....	33
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	33
11.1.	Técnicos .....	33
11.2.	Sociales .....	33
11.3.	Ambiental.....	34
11.4.	Económico .....	34
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	34
12.1.	Conclusiones .....	34
12.2.	Recomendaciones.....	35
13.	BIBLIOGRAFIA .....	35

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Actividades relacionados a los objetivos planteados.....	4
Tabla 2:	Cuantificación de macro y mesofauna UTC-Campus Salache.....	21
Tabla 3:	Cuantificación de macro y mesofauna Comunidad Isinche de Infantes.....	22
Tabla 4:	Cuantificación de macro y mesofauna Comunidad de Carrillos .....	23
Tabla 5:	Composicion de macrofauna encontrada en la UTC-Campus Salache .....	26
Tabla 6:	Composición de macrofauna encontrada en la Comunidad Isinche de Infantes .....	27
Tabla 7:	Composición de macrofauna encontrada en la Comunidad de Carrillos.....	28
Tabla 8:	Composición de mesofauna encontrada en los tres sitios de muestreo .....	31
Tabla 9:	Índice de Shannon-Wiener de macro invertebrados por cada uno de los sistemas ...	32
Tabla 10:	Índice de Simpson de macro invertebrados por cada uno de los sistemas .....	32
Tabla 11:	Tabla comparativa entre el índice de Shannon-Wiener y Simpson.....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de las zonas de estudio, ubicadas en los cantones Latacunga, Salcedo y Pujili.....	
Figura 2: Distribución del porcentaje de grupos funcionales en los cinco ecosistemas. ....	23
Figura 3: Distribución del porcentaje de grupos funcionales en los cinco ecosistemas. ....	24
Figura 4: Distribución del porcentaje de grupos funcionales en los cinco ecosistemas, Comunidad de Carrillos .....	25

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** Salud del suelo

**Fecha de inicio:** 15 de enero del 2024

**Fecha de finalización:** 10 de febrero del 2024

**Lugar de ejecución:**

**Barrio:** Salache, Isinche de Infantes y Carrillos

**Parroquia:** Cusubamba,

**Cantón:** Latacunga, Salcedo y Pujili

**Provincia:** Cotopaxi

**Zona:** 3

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Carrera de Ingeniería Agronómica Proyecto de Investigación vinculado: Sustentabilidad de la Producción Agrícola

**Equipo de Trabajo:**

**Tutora de Titulación:** Ing. Ilbay Yupa Mercy Lucila, Ph.D.

**Investigador:** Cuchiparte Toapanta Jorge Samuel

**Coordinador del Proyecto:**

Nombre: Jorge Cuchiparte

Teléfonos: 0992919721

Correo electrónico: [jorge.cuchiparte9613@utc.edu.ec](mailto:jorge.cuchiparte9613@utc.edu.ec)

**Área de Conocimiento:** Agricultura- Agricultura, Silvicultura y Pesca – Agricultura Servicios- Servicios de Seguridad- Seguridad Civil.

**Línea de investigación:** Análisis, conservación y aprovechamiento de biodiversidad local.

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la diversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Desarrollo y Seguridad Alimentaria.

Procesos tecnológicos, bioquímica, biomateriales, desarrollo y seguridad alimentaria.

**Línea de vinculación de la carrera:** Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y gestión para el desarrollo humano y social.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Esta investigación se realizó para validar diferentes tipos de muestreo para determinar macro y meso invertebrados y con ello determinar la salud del suelo de cada uno de los tres sitios de estudio (Salache, Isinche de Infantes y Carrillos) bajo cinco usos del suelo, con base a su importancia en el suelo. La presencia de la fauna edáfica es importante para conocer la fertilidad del suelo, materia orgánica y la textura (Solano, 2016).

Por ello se propuso la utilización de tres métodos de muestreo monolitos de suelo, trampas pitfall y embudos “Berlese-Tullgren” para evaluar la diversidad de macro y meso invertebrados. Los invertebrados conforman como indicadores de la salud del suelo o de la perturbación, ya que estos individuos son muy sensibles a la composición del suelo, del ecosistema y uso del suelo por el ser humano (Bautista *et al.*, 2011).

Los invertebrados que forman parte de la macrofauna dan a conocer algunos rasgos, lo cual lo justifica la utilización como indicadores biológicos en el suelo, ya que entre ellos se puede dar una gran ventaja en su diversificación taxonómica y ecológica (Cabrera G. , La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo, 2012). En la actualidad, los macro invertebrados son las especies que están siendo utilizadas como bioindicadores, como tener una gran distribución en diferentes ecosistemas y una gran riqueza de especies (Merino *et al.*, 2020).

## **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

### **3.1. Beneficiarios directos**

Los beneficiarios directos serán los productores de la provincia de Cotopaxi, ya que podrán visualizar todo el proceso de ejecución en cada una de las zonas de estudio. Con la generación de conocimiento en cada una de las personas podrán conocer el estado del suelo.

### **3.2. Beneficiarios indirectos**

Los beneficiarios indirectos serán los estudiantes de la carrera de agronomía en la cátedra de Entomología y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, mediante ello se establecerán nuevas metodologías que se pueden aplicar en el campo fácil y sencillas.

## **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**



El costo alto para realizar un análisis de suelo, es una de las problemáticas principales de la investigación, ya que los pequeños productores no tienen la economía suficiente para poder realizarlo. También el desconocimiento de los productores es causado por la falta de entendimiento y observación de la fauna edáfica y sus interacciones (García-Posada *et al.*, 2023).

La utilización del suelo para la producción agrícola y ganadera han sido unas de las causas que afectan directamente a la biodiversidad edáfica, ya que ha provocado impactos negativos que ha afectado a las características físicas, químicas y biológicas, ocasionando una gran pérdida del suelo (Murillo *et al.*, 2019).

Los factores que afectan en la distribución de la biodiversidad en el suelo es la perturbación física, labranza del suelo y los cambios que se han producido en la vegetación natural a la agricultura reduciendo la diversidad y abundancia edáfica (Ortiz *et al.*, 2012).

Aquellas actividades antrópicas están alterando el medio ambiente, aquellos daños han causado la pérdida de los ecosistemas y también provocando la contaminación del aire, agua y suelo. Esto ha producido la degradación, pérdida de muchas especies y desgaste de los recursos naturales, esto ha afectado la calidad de vida y afectaciones en la economía. El suelo es uno de los recursos más importantes, ya que es el lugar en donde se desarrollan diferentes actividades agrícolas que ayudan a satisfacer la demanda de alimentos, pero se ha convertido en un recurso no renovable debido al manejo que se ha dado y por ende está causando grandes impactos como la degradación a gran escala (Romero, 2017).

Para (Romero, 2017), la contaminación de los suelos por el uso irracional de fertilizantes afecta directamente a la macro fauna causando su pérdida de la abundancia y diversidad, ya que se utilizan grandes cantidades de químicos de síntesis para obtener mejores rendimientos en la producción de las plantas, pero esto ha provocado que las diversidades de los organismos se vean afectadas dependiendo de la cobertura vegetal, variedades de cobertura y la estacionalidad del lugar.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo General**

Evaluar la diversidad y abundancia de macro y meso fauna en cinco sistemas de producción distribuidos en la provincia de Cotopaxi.

## 5.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar macro y meso invertebrados considerando tres técnicas de muestreo de fauna edáfica.
- Clasificar los macros y meso invertebrados en tres zonas de estudio.
- Determinar la diversidad de macro invertebrados mediante los índices de Shannon-Wiener y Simpson.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

*Tabla 1: Actividades relacionados a los objetivos planteados*

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Cuantificar macro y meso invertebrados considerando tres técnicas de muestreo de fauna edáfica.	Realización de monolitos Implementación de trampas pitfall y formación de embudos Berlese-Tullgren.	Conteo de macro y meso invertebrados en los tres sitios de muestreo.	Tablas de las comunidades de macro y meso invertebrados, en los tres sitios de muestreo y porcentajes de grupos funcionales por sistema.
Clasificar los macros y meso invertebrados en tres zonas de estudio.	Uso de claves taxonómicas para la identificación de macro y meso invertebrados en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Aplicación de iNaturalist para el reconocimiento de especies.	Clasificación de macro y meso invertebrados por grupo funcional, clase, orden, familia y nombre común.  Fotografiar cada una de las especies capturadas.	Tablas de Excel de la identificación de las especies y Fotografías de macro y meso fauna de cada uno de los sitios muestreados

<p>Determinar la diversidad de macro invertebrados mediante los índices de Shannon-Wiener y Simpson.</p>	<p>Se utilizó Excel para determinar el índice de abundancia de cada una de las especies encontradas y tablas comparativos de cada uno de los sistemas.</p>	<p>Determinación de diversidad y abundancia de cada uno de los grupos funcionales</p>	<p>Tablas de diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener</p>
--	--	---	--

*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 7.1. Salud del suelo

La salud del suelo es uno de los factores más importantes para poder obtener un alto rendimiento y poder cosechar productos de buena calidad. Aquellos suelos sanos presentan una elevada biodiversidad edáfica, el factor elemental es el contenido de materia orgánica (Houben-Brinks *et al.*, 2020).

La presencia o actividad de microorganismos son muy determinantes para ganar o perder la fertilidad de los suelos y el tiempo que conllevaría a mejorarlo con la presencia de estos grupos funcionales (Soria, 2016).

La salud del suelo influye con las siguientes practicas:

- Rotación de cultivos
- Gestión de la flora y fauna para aumentar la biodiversidad del suelo
- pH cercano a la neutralidad
- Niveles óptimos de nutrientes
- Buena aireación del suelo, retención del agua y nutrientes

## 7.2. Calidad del suelo

La calidad y salud del suelo son conceptos diferentes ya que la calidad del suelo debe estar ligada a la utilidad y con un propósito muy específico. Para la calidad del suelo es una medida para poder medir su capacidad de funcionar correctamente, se la define como una capacidad de almacenar, reciclar agua y energía para la producción de plantas en un medio sano (Bautista *et al.*, 2004).

Calidad del suelo en torno a sus funciones:

- Promover la productividad sin afectar las propiedades físicas, químicas y biológicas
- Mitigar contaminantes ambientales
- Proteger la salud de plantas, animales y del ser humano

## 7.3. Macrofauna del suelo

La macrofauna del suelo está constituida por un gran número de organismos diferentes que habitan en la superficie del suelo, en los espacios del suelo “poros” y en el área del suelo cerca de las raíces. Su forma de vida, sus hábitos alimentarios, sus movimientos en el suelo, sus excreciones y su muerte tienen impactos directos e indirectos en su hábitat. Las actividades biológicas de la macrofauna del suelo regulan los procesos y la fertilidad del suelo para una medida significativa. Los efectos de la macrofauna del suelo sobre el suelo se pueden dividir en tres clases: físicos, efectos químicos y biológicos (Lavelle-Ruiz *et al.*, 2008).

Los macro invertebrados están compuesta por animales del suelo que miden desde 1 cm de largo, o tienen un ancho o diámetro superior a 2 mm (Bignell *et al.*, 2008). Los grupos de macro fauna del suelo incluyen organismos como hormigas, ciempiés, coleópteros (adultos y larvas), larvas de dípteros, dermápteros, lombrices de tierra, isópodos, larvas de lepidópteros, milpiés, babosas, caracoles, arañas, termitas y la mayoría de los insectos (Lavelle-Ruiz *et al.*, 2008).

## 7.4. Mesofauna del suelo

Estos organismos contribuyen directamente a varios procesos del ecosistema, como la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de los nutrientes. A diferencia de la macro fauna, la meso fauna no puede modificar la estructura del suelo y, por tanto, utiliza los canales, el espacio poroso y las cavidades existentes para desplazarse por el suelo. La mesofauna incluye organismos cuyo tamaño oscila entre 80  $\mu\text{m}$  y 2 mm. La mesofauna se agrupa

principalmente en Acari, Collembola, Insecta, Isopoda y Myriapoda, y entre ellos, Acari y Collembola son los más abundantes y diversos (Karyanto *et al.*, 2008).

En un ecosistema natural, los meso artrópodos son importantes en el ciclo de los nutrientes, así como en la descomposición de la materia orgánica; sin embargo, una pequeña variación en la población de microartrópodos puede afectar significativamente a la movilización de nutrientes (Neemisha, 2020).

## **7.5. Grupos Funcionales**

### **7.5.1. Depredadores**

Las arañas son conocidos como artrópodos principalmente depredadores que tienen una alta presencia en diferentes ecosistemas, sus presas son los insectos por lo que generan una influencia muy indispensable (Angulo *et al.* 2019).

### **7.5.2. Detritívoros**

Los detritívoros generalmente se encuentra en la hojarasca del suelo, este grupo tiene la función de descomponer la materia orgánica, trituración de aquellos restos vegetales y animales. Este proceso ayuda que haya mayor disponibilidad de alimentos para otros individuos más pequeños que habitan en el suelo (Cabrera G. , 2014).

### **7.5.3. Herbívoros**

Los herbívoros que habitan en el interior del suelo, estos se alimentan de las partes vivas de las plantas, con ello ayudan a controlar la masa vegetal y con ello disminuir la cantidad de hojas que ingresan al suelo (Cabrera G. , 2014).

### **7.5.4. Omnívoros**

Las hormigas se clasifican como omnívoros, ya que consumen materia vegetal y animal (Cabrera G. , 2014).

### **7.5.5. Ingenieros del suelo**

Este grupo funcional contribuye en los cambios físicos que causan en el suelo, estos individuos se encuentran mayormente en el interior del suelo y ayudan a la formación de poros para una buena oxigenación y también para una buena infiltración del agua. También ayudan al proceso de formación de la estructura del suelo y de los agregados, gracias a su digestión (Cabrera G. , 2014).

## **7.6. Diversidad de especies**

La biodiversidad de los suelos es un importante indicador de la calidad del suelo, la presencia de mayor diversidad o abundancia de especies produce la estabilidad del suelo en si puede desempeñar funciones indispensables como reciclaje de nutrientes, absorción de desechos orgánicos, y mantenimiento de la estructura del suelo (Laban *et al.* 2018).

## **7.7. Diversidad de sistemas productivos**

Los sistemas productivos son un conjunto de técnicas, mano de obra, son considerados medios físicos en donde se puede encontrar diferentes especies. Estos ecosistemas pueden tener de diferentes tamaños y todo ser vivo que habite dentro de ella generan un ecosistema (Pérez B. , 2014).

## **7.8. Indicadores**

### ***7.8.1. Indicadores biológicos***

Los indicadores biológicos conforman una amplia gama de factores, en esto influye la tasa de respiración, la descomposición de material vegetal y la biomasa microbiana (Garcia & Ramirez, 2012).

- C y N de la biomasa microbiana
- Respiración, humedad y temperatura
- Nitrógeno potencialmente mineralizable

## **7.9. Índices de diversidad**

### ***7.9.1. Índice de equidad Shannon-Wiener***

El índice de equidad es uno de los más utilizados para medir la biodiversidad, se fundamenta en la equidad de cada una de las especies. Este índice se basa en el concepto de equidad, aquello que expresa la uniformidad de los valores de las especies de una muestra (Moreno C. , 2001).

### ***7.9.2. Índice de Dominancia Simpson***

El índice de dominancia es viceversa al índice de equidad ya que, toma en consideración las especies de mayor importancia y no toma en cuenta las demás especies. Este índice evidencia que dos individuos pertenezcan a la misma especie, esto está vinculado por la importancia de la dominancia de cada una de los individuos (Moreno C. , 2001).

## **8. PREGUNTA CIENTÍFICA**

¿Se puede evaluar macro y meso invertebrados en diferentes sistemas de producción mediante técnicas de muestreo monolitos de suelo, trampas pitfall y embudos Berlese-Tullgren?

## **9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **9.1. Tipo de investigación**

#### **9.1.1. Descriptiva**

Esta investigación es de tipo descriptiva, ya que, se trata de identificar la diversidad y abundancia de grupos funcionales de macro y meso fauna de diferentes ecosistemas, mediante claves taxonómicas y tomando en consideración la importancia que tiene cada especie.

#### **9.1.2. De campo**

Se define de campo porque se implementó tres métodos de muestreo de macro y meso invertebrados en tres zonas con cinco tipos de manejo, para ello se realizó el reconocimiento del terreno mediante visitas.

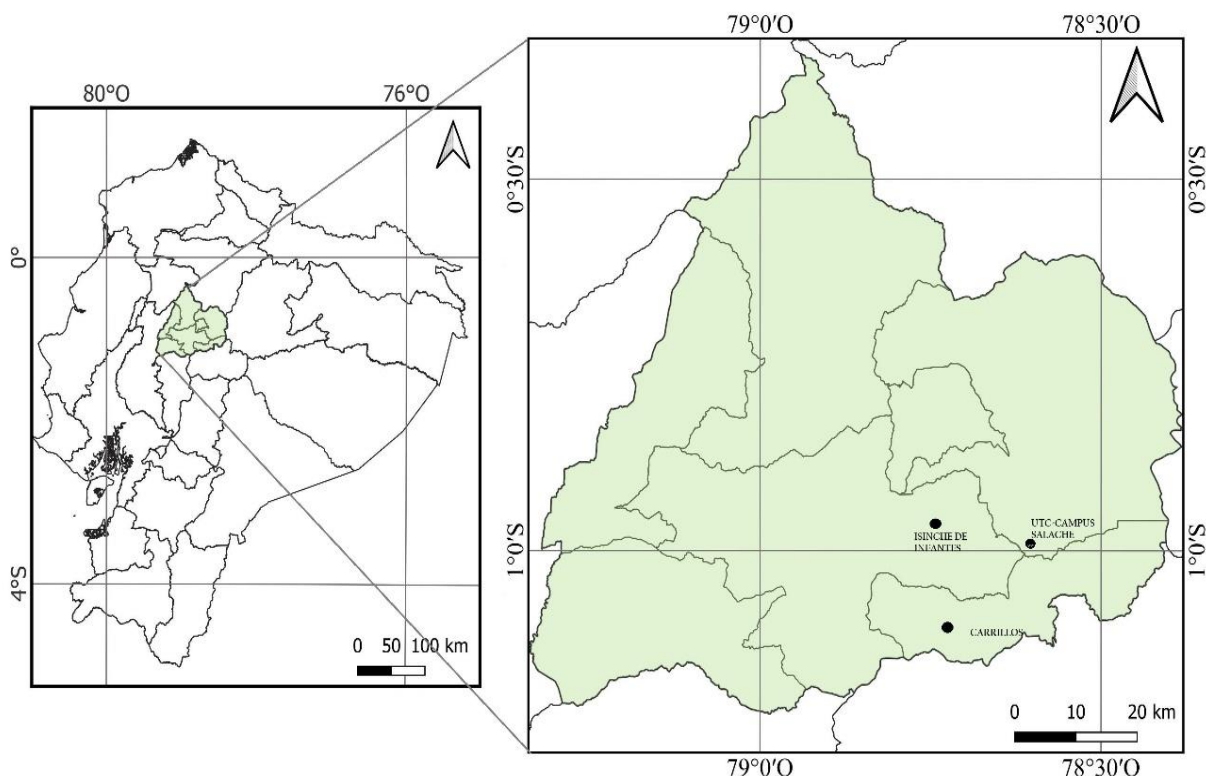
#### **9.1.3. Cuantitativa**

Con este tipo de investigación se pudo realizar el conteo, clasificación de cada especie, su grupo funcional y la presencia de cada una de ellas en diferentes ecosistemas, evaluación de la diversidad de artrópodos y en la elaboración de cálculos estadísticos basados en cifras a través del registro de datos.

### **9.2. Área de estudio**

El proyecto de investigación se desarrolló en los cantones de Salcedo, Pujilí y Latacunga, los sitios de esta investigación es la Universidad Técnica de Cotopaxi “Campus Salache” con las coordenadas 0°59'57"S 78°37'15"W, Isinche de Infantes 0°59'37"S 78°40'15"W y Carrillo 1°04'10"S 78°40'35"W. Se encuentra a una altura de 2,700 msnm hasta los 2,850 msnm. Cotopaxi está ubicada en el centro del Ecuador, es conocida por su diversidad geográfica que va desde los valles hasta montañas. Siendo una provincia Andina, en donde se puede encontrar paisajes montañosos, valles fértiles, la presencia del icono volcán Cotopaxi y una variedad de ecosistemas. Las comunidades estudiadas se dedican a la agricultura y ganadería ya que, cada sitio tiene condiciones climáticas distintas y una altura similar. La Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache es un centro educativo de investigación que está relacionada a la agricultura y ganadería que son importantes para la provincia. Las comunidades de Isinche de

Infantes y Carrillos son pequeñas áreas rurales con una economía basada en las actividades relacionadas a la producción. Debido a su ubicación cada una de las zonas presenta un clima templado todo el año, con temperaturas que van desde 10°C hasta los 20°C. La temporada de lluvias ocurre entre los meses de octubre y mayo, con precipitaciones moderadas que contribuyen a la agricultura local.



**Figura 1:** Mapa de las zonas de estudio, ubicadas en los cantones Latacunga, Salcedo y Pujili.

### 9.3. Sistemas de producción

Para esta investigación se consideró cinco sistemas de producción que se desarrollan en la provincia de Cotopaxi:

#### 9.3.1. Sistema Tradicional

En este sistema de producción se tomó como referencia el cultivo de maíz (*Zea mays*) como un sistema tradicional ya que, este grano se lo siembra todos los años y se ha transmitido de generación en generación hasta el día de hoy. Los productores también guardan la semilla para cada una de las siembras que se realiza, esto con el fin de no perder la variedad autóctona. La época de siembra en la sierra principalmente los agricultores lo realizan en septiembre hasta el mes de enero.



Los agricultores tradicionales de cada una de las comunidades muestreadas utilizan abonos orgánicos de diferentes animales como: cuyes, conejos y gallinas para el desarrollo y crecimiento del cultivo de maíz. También realizan la rotación de cultivos, uso de abonos orgánicos, preservación de semillas.



*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

### **9.3.2. Agroecológico.**

Los sistemas de producción agroecológicos son principalmente conservadores de la biodiversidad, eficientes en el uso de energía y producción de alimentos sanos (Cevallos *et al.*, 2019). Este sistema se basa en todos los fenómenos ecológicos que ocurren dentro del campo, como las relaciones depredador-presa o como también cultivo-maleza (Restrepo *et al.*, 2000).

Para la elección de las zonas agroecológicas en cada uno de los sitios se verifico la presencia de una gran diversidad de hortalizas, flores, plantas repelentes, árboles frutales, utilización de abonos orgánicos que lo incorporan al terreno cada uno de los productores. Además, los

productores participan en ferias agroecológicas, en donde llevan cada uno de sus productos a comercializar y con ello generan una alimentación sana y nutritiva.

Estas son las características que influyen una zona agroecológica:

- Uso mínimo de insumos químicos
- Diversificación de cultivos
- Manejo sostenible del suelo
- Conservación y uso eficiente del agua
- Promoción de la diversidad (flora y fauna)



*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

### **9.3.3. Sistema Convencional**

Los sistemas convencionales se basan en la dependencia de agroquímicos que no garantizan el cuidado y la conservación de los recursos naturales. Mediante las explotaciones actuales de los recursos se han promovido los criterios de sostenibilidad y sustentabilidad (Coletto, 2004).

Para los sistemas convencionales en las zonas de muestreo se basó en el historial de manejo del suelo y en la siembra constante de un solo cultivo que se conoce como monocultivo, mismo manejo que afecta la presencia de macro y meso invertebrados en el suelo, debido a la destrucción de hábitat. Estas son las características principales de los sistemas convencionales:

- Monocultivo
- Uso de fertilizantes sintéticos
- Utilización extensiva de maquinaria agrícola
- Manejo intensivo del suelo
- Siembra de variedades genéticamente mejoradas.



*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

#### **9.3.4. Sistema Natural**

Un área natural es una parte del territorio en donde, se puede encontrar una gran diversidad de plantas y animales que representan a un ecosistema. Su propósito es mantener un equilibrio y desarrollo de todos los procesos evolutivos y ecológicos, que no han sido modificados. (Expoknews, 2021).

En los sistemas naturales muestreados se tomó en cuenta la presencia de entornos como los humedales, praderas y bosque. Se realizó la identificación del sitio con referencia a la

información proporcionada por cada uno de los agricultores, la que nos dio a conocer que no se utilizaban los sitios para ninguna actividad agrícola o ganadera.



*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

### **9.3.5. Sistema Degradado o Cangahuas**

Las cangahuas están conformadas por materiales piro plásticos que fueron cubiertas por ceniza volcánicas, en donde existía un suelo profundo y fértil. Estas cangahuas por lo general son duras, la cual contiene bajo nitrógeno y materia orgánica, debido a esto no se puede realizar actividades agrícolas (Hidrobo *et al.*, 2015).

En cada una de las zonas muestreadas el suelo no presento cubierta vegetal, debido al mal uso del suelo. Se utilizó el penetrómetro para conocer la compactación de cada uno de los sitios de estudio, también se verifico la presencia de agregados, porosidad y humedad.



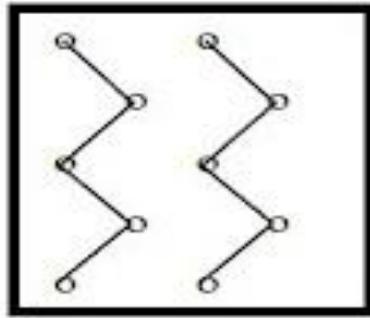
*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

#### **9.4. Muestreo de macro y meso invertebrados**

Para la captura de macro y meso invertebrados, se utilizó los siguientes métodos; monolitos de suelo, trampas pitfall y embudos “Berlese-tullgren”.

##### **9.4.1. Muestreo o recorrido en zigzag**

El muestreo en zigzag se trata de obtener o recolectar submuestras en el campo, esto consiste en formar líneas cruzadas caminando de 20 a 30 pasos desde cada uno de los puntos de muestreo, finalmente se recolectan todas las submuestras, para obtener una muestra representativa (Mendoza-Espinoza *et al.*, 2017). Este método de muestreo se utilizó para capturar macro y meso invertebrados, este tipo de muestreo ayuda a obtener una uniformidad en cada sitio de estudio. Este tipo de muestreo se realizó dependiendo del área de cada uno de los terrenos.



*Fuente: (Agrostream, 2018)*

#### **9.4.2. Muestreo compuesto**

Una muestra compuesta es aquella que está distribuida en “submuestras”, las mismas que son mezcladas, después de su análisis o verificación, dando como resultado un valor analítico (Mendoza-Espinoza *et al.*, 2017).

Todas las submuestras recolectadas se colocaron en un solo envase de vidrio, para la respectiva cuantificación e identificación de especies de cada uno de los sitios, utilizando las metodologías de captura de invertebrados.

### **9.5. Técnicas de muestreo de macro y meso invertebrados**

#### **9.5.1. Monolitos de suelo**

Un monolito es una copia de la huella de suelo, mediante su extracción se puede conocer su estructura, color y la presencia de macro invertebrados, las cuales evidencian como está formado y como funciona (AgroInfo, 2019). En este caso los monolitos nos sirvieron para conocer la cantidad de lombrices que habitan en cada sitio ya que, son encargados de la descomposición de la materia orgánica y de la fertilidad del suelo. Se realizó cinco monolitos de suelo en tres sitios de estudio, el cual tiene cinco sistemas de producción, dando lugar a un total de 15 monolitos.

Para esta investigación la realización de monolitos se fundamentó en cinco pasos que se detalla a continuación:

1. En los puntos de muestreo identificados por sistemas, se colocó un cuadrado de madera de 0.2m x 0.2m; como medio para determinar el área del monolito.

2. Seguidamente con la pala se realizó un corte de con una profundidad de 0,2m, para todos los lados del monolito hasta obtener un volumen de 0,008m<sup>3</sup>.
3. Luego se excava una zanja lo suficientemente ancha para aislar el monolito como un pilar inalterado.
4. Después, se procedió a retirar el monolito del suelo y se lo dejo caer a una altura de al menos 1 metro de altura sobre la lona que tiene una superficie dura.
5. Una vez que se desintegro el monolito se comenzó a contar las lombrices y finalmente se las devolvió al suelo.



*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

### **9.5.2. Trampas de caída o Pitfall**

Las trampas de caída o más conocidas como pitfall, es una de las técnicas para muestrear a los artrópodos que habitan en el suelo, ya que tiene una alta efectividad. Trata de colocar recipientes a nivel del suelo y los individuos caen en su interior debido a su movilidad o desplazamiento (Medioambiental, 2018). Para el diseño de la trampa de caída o pitfall se tomó en consideración la literatura de (Hohbein *et al.*, 2018). En cada uno de los sistemas de producción se colocaron 25 trampas, dando lugar a un total de 75 trampas. Para la instalación de estas trampas se utilizó, tarrinas, palos de pincho, detergente, agua y una azada, a continuación, el procediendo paso a paso de esta metodología:

1. Se colocó cada una de las tarrinas a nivel del suelo, estas contenían una solución de detergente con una relación de 2:3; es decir, dos cucharadas de detergente en tres litros de agua.

2. En cada una de las tarrinas se colocó la misma tapa del envase, para evitar posibles lluvias que puedan afectar en contenido de las muestras, Para ello se utilizó los palos de pincho perforando cada una de las tapas y colocándolas directamente al suelo.
3. Transcurrido las 72 horas se procedió a la recolocación las muestras de cada sitio, las mismas que fueron llevadas al laboratorio para su identificación.
4. Una vez en el laboratorio se procedió a identificar los macro invertebrados de cada lugar con la ayuda del estereoscopio y de una lupa para así conocer cada una de las características de macro y meso invertebrados.



*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

### **9.5.3. Embudos “Berlese-Tullgren”**

El embudo Berlese-tullgren es un aparato que sirve para extracción de meso invertebrados del suelo (Aldea, 2017). Se realizó 1 embudo por cada uno de los sistemas productivos, correspondientes a las tres zonas de estudio, dando lugar a un total de 15 embudos Berlese-Tullgren. Para esta metodología se utilizó materiales reciclados que ayudo a la implementación de cada uno de los embudos en el laboratorio. A continuación, el procedimiento que se llevó al cabo:

1. Para esta metodología de muestreo se utilizó los siguientes materiales; botellas plásticas de 4 litros, tijera, malla de 3 mm, focos de 40 watts, boquillas, cable de 20 metros, cinta de embalaje, frascos de vidrio, alcohol de 70 grados y una extensión.
2. Se tomó 5 núcleos de suelo con la ayuda de una azada, considerando los primeros 10 cm de profundidad, el muestreo se realizó en zigzag a lo largo del terreno para obtener una homogeneidad.



3. Luego, se mezcló todos los núcleos obtenidos para formar una muestra general de cada uno de los sistemas de producción, que consto de 800 gramos de suelo.
4. La muestra recogidas en campo se guardó en fundas ziploc con su respectiva etiqueta del lugar, luego se lo transporto todas las muestras al laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en donde se colocó en cada uno de los embudos.

#### 9.5.4. Extracción

- En la parte superior del embudo se colocó una malla de 50 x 50 cm, luego se aplicó cinta de embalaje que sirvió de sostén para cada una de las muestras después, se colocó los frascos de vidrio con alcohol de 70 grados, para evitar la descomposición de las especies capturadas.
- Una vez lista la instalación de los embudos con sus respectivos frascos se colocó las muestras de suelo en cada uno, aplicando hojarasca encima de cada embudo. Luego, se prendió todos los focos por un periodo de 42 horas.
- Finalmente, se retiró cada uno de los frascos para identificar los meso invertebrados capturados. Para este procedimiento se utilizó la lupa manual ya que, los individuos son muy pequeños y no se los pudo apreciar a simple vista.



*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

## 9.6. Índices de equidad y dominancia

### 9.6.1. Índice de Shannon-Wiener

Este índice se utilizó para determinar la abundancia de macro y meso invertebrados en tres sitios de muestreo, tomando en cuenta la equidad de individuos por sistema.

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

$H'$  = Índice de diversidad.

$p_i$  =  $n_i / N$ .

$n_i$  = Número de individuos de la especie  $i$ .

$N$  = Número total de individuos.

$\ln$  = logaritmo natural

### 1.1.1. Índice de Simpson

Este índice se utilizó para determinar la dominancia de las especies en los tres sitios de muestreo, tomando en consideración los cinco sistemas de estudio.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

**Donde:**

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

## 10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 10.1. Cuantificación de macro y meso invertebrados por los tres métodos

En la UTC-Campus Salache en el sistema tradicional presento el mayor número de individuos referentes a macro invertebrados, seguido del agroecológico, natural, degradado y convencional. En cuanto a meso invertebrados se puede visualizar que hay presencia de meso invertebrados en el sistema agroecológico, mientras que en los demás sistemas hay baja cantidad de individuos. (**Tabla 2**).

Los resultados de esta investigación concuerdan con Cabrera *et al.*, (2011), donde se encontró mayor número de especies en zonas con riqueza de plantas en comparación a zonas sin cobertura vegetal; por ende, se determina que en sitios con mayor diversidad de plantas y cobertura vegetal se puede hallar un mayor número de individuos de macro fauna. En esta investigación, se presentó mayor cantidad de individuos en los sistemas tradicional, agroecológico y natural, esto quiere decir, que podemos encontrar mayor cantidad de especies en zonas donde abunde cobertura vegetal y diversidad de plantas.

Desde el punto de vista de Ramírez-Barajas *et al.*, (2019), los sistemas de barbecho (pasto) son una estrategia agroecológica para favorecer e incrementar la fauna edáfica de macro y meso invertebrados. De la misma manera, para meso invertebrados como los colémbolos que son caracterizados como epiedáficos son los que se presentaron en mayor número debido a que estos individuos prefieren lugares húmedos donde haya materia orgánica y hojarasca (García A. , 2010).

**Tabla 2:** Cuantificación de macro y mesofauna sitio 1

UTC-Campus Salache	Monolitos de suelo	Trampas pitfall	<b>Total Macrofauna</b>	Embudos Berlese-Tullgren	<b>Total Mesofauna</b>
<b>Tradicional</b>	17	63	80	3	3
<b>Agroecológico</b>	3	72	75	31	31
<b>Convencional</b>	0	14	14	2	2
<b>Degradado</b>	0	41	41	0	0
<b>Natural</b>	11	46	57	2	2

*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

En la comunidad Isinche de Infantes presento el mayor número de individuos referentes a macro invertebrados fue en el sistema tradicional, seguidamente en el degradado, agroecológico, convencional y en el natural. En cuanto a meso invertebrados se puede visualizar que solo existe tres individuos en el sistema agroecológico, mientras que en los demás sistemas no hay presencia.

Los datos de la (**Tabla 3**) de cuantificación de individuos de macro invertebrados tienen relevancia con la (**Tabla 2**), en donde se presenta mayor número de individuos en sistemas donde alberga alta diversidad de plantas y por ende la cantidad de especies. Del Carmen Escobar Montenegro *et al.* (2017), destaca que las practicas antrópicas modifican la composición de las comunidades de macro y meso invertebrados, ya que la disminución de la diversidad está relacionada con el uso del suelo, la transformación de bosque a pastizales y esto puede afectar en la recuperación de la fauna edáfica.

**Tabla 3:** Cuantificación de macro y mesofauna sitio 2

Comunidad Isinche de Infantes	Monolitos de suelo	Trampas pitfall	Total Macro fauna	Embudos berlese-tullgren	Total Meso fauna
<b>Tradicional</b>	9	55	64	0	0
<b>Agroecológico</b>	1	31	32	3	3
<b>Convencional</b>	0	12	12	0	0
<b>Degradado</b>	0	39	39	0	0
Natural	1	5	6	0	0

*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

En la comunidad de Carrillos, la mayor cantidad de individuos presento en el sistema degradado referentes a macro invertebrados, como consiguiente el sistema tradicional, agroecológico, natural y en el convencional.

En cuanto a meso invertebrados el mayor número de individuos se encuentra en el sistema agroecológico y en el natural. Según Cabrera (2012), menciona que las comunidades de macro y meso invertebrados cambian dependiendo el estado del suelo y el uso que se haya dado, lo cual ayuda a evaluar los grupos funcionales como bioindicadores (**Tabla 4**).

**Tabla 4:** Cuantificación de macro y mesofauna Comunidad de Carrillos

Comunidad Carrillos	Monolitos de suelo	Trampas pitfall	Total Macro fauna	Embudos berlese-tullgren	Total Meso fauna
<b>Tradicional</b>	0	50	50	0	0
<b>Agroecológico</b>	3	40	43	53	51
<b>Convencional</b>	1	10	11	0	0
<b>Degradado</b>	0	117	117	0	0
<b>Natural</b>	13	25	38	37	37

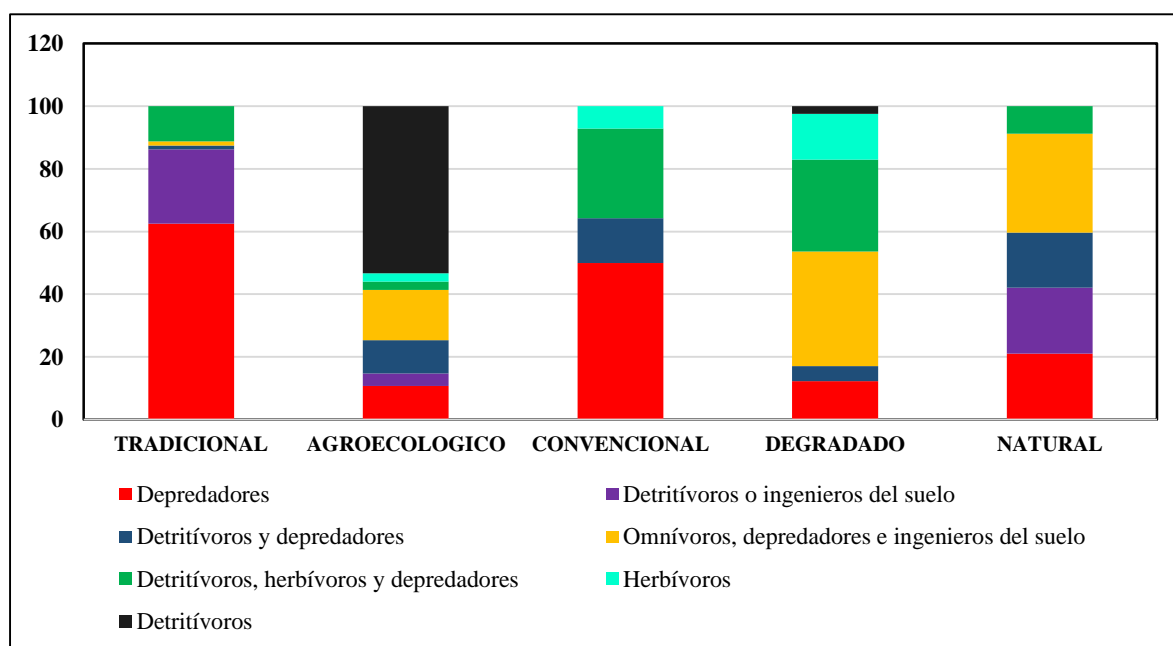
*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

## 10.2. Clasificación de macro invertebrados por sitio muestreado

### 10.2.1. Grupos funcionales

(Figura 2) El análisis de macro fauna en la UTC-Campus Salache, en los cinco sistemas evidencia, que el grupo funcional depredadores domina en los sistemas tradicional (62,5%) y convencional (50%). Sin embargo, en el sistema degradado posee (36,58%) y natural (31,57%) concentro en el grupo funcional omnívoros, depredadores e ingenieros del suelo; y para el sistema agroecológico el grupo funcional son los detritívoros son los dominantes (53,33%).

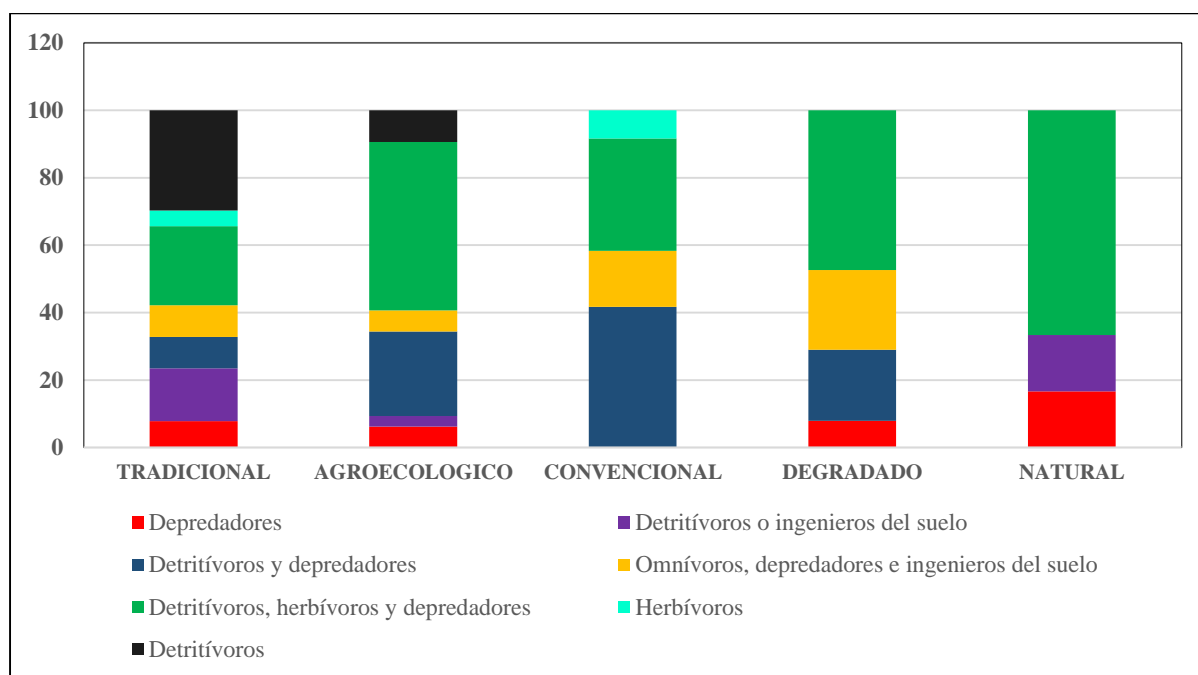
**Figura 2:** Distribución del porcentaje de grupos funcionales en los cinco ecosistemas.



*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

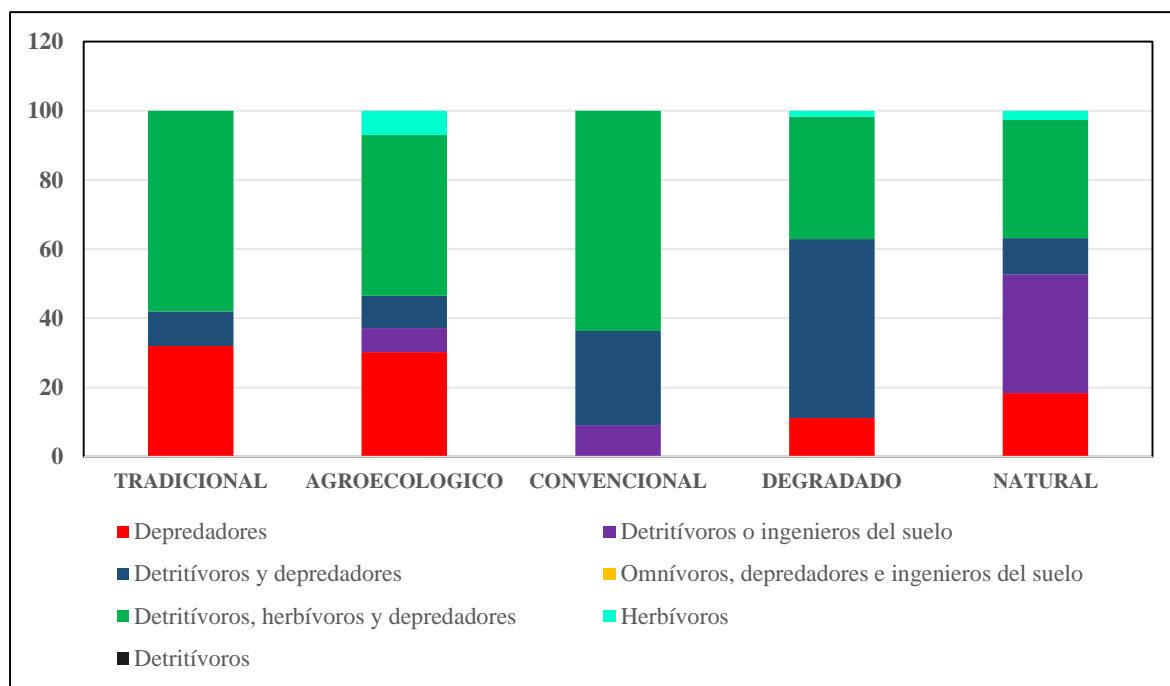
**(Figura 3)** El análisis de macro invertebrados en la comunidad de Isinche de Infantes, en cada uno de los sistemas de producción evidencia que el grupo funcional detritívoros, herbívoros y depredadores domina en los sistemas natural (66,66%) agroecológico (50%) y degradado (47,36). Mientras tanto en el sistema convencional con un porcentaje de (41,66%) se halla el grupo funcional detritívoros y depredadores. Finalmente, en el sistema tradicional los grupos funcionales evidentes son los detritívoros con un (29,68%) y detritívoros, herbívoros y depredadores (23,43%).

**Figura 3:** Distribución del porcentaje de grupos funcionales. Isinche de Infantes



*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

**(Figura 4)** En la evaluación de macro invertebrados en la comunidad de Carrillos, en los cinco sistemas de producción se observa que el grupo funcional detritívoros, herbívoros y depredadores tiene dominancia en los sistemas convencional (63,63%) tradicional (58%) y agroecológico (46,51%, mientras que, en el sistema degradado (51,72%) el grupo funcional dominante es detritívoros y depredadores. Por último, en el sistema natural los grupos funcionales dominantes son los detritívoros e ingenieros del suelo y detritívoros, herbívoros y depredadores ambos con un porcentaje de (34,21%).

**Figura 4:** Distribución del porcentaje de grupos funcionales, Comunidad de Carrillos

*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

### 10.2.2. Clasificación de macro invertebrados por clase, orden y familia

En los siguientes resultados se muestra la clasificación de cada uno de los individuos de macro invertebrados, los mismos que fueron capturados en la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, Isinche de Infantes y Carrillo; bajo cinco tipos de ecosistemas; tradicional, agroecológico, convencional, zona degradada y zona natural. Utilizando la metodología de los monolitos de suelo y trampas pitfall para la captura.

#### Universidad Técnica de Cotopaxi “Campus Salache”

En la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, se registró un total de 267 individuos (**Tabla 5**) correspondientes a macro invertebrados distribuidas en los siguientes ordenes; Araneae, Hymenoptera, Isópoda, Haplotaxida, Coleóptera, Díptera, Dermáptera, Lepidóptera, Quilópodos y Stylommathopora. La familia más abundante fue Agelenidae (Arañas) con 78 individuos; de acuerdo con De la Cruz Pérez y Mata (2011), las arañas son uno de los grupos más diversos y mayoritariamente distribuidos en la mayoría de ecosistemas ya que, estos individuos son muy importantes para un buen equilibrio ecológico por la función de controlar diversos invertebrados. La familia formicidae ocupa el segundo lugar, representado por las hormigas que son uno de los grupos más importantes que habitan en el suelo, debido a su presencia, diversidad y funciones en la regulación de poblaciones bacterianas y funguicas,

ademas intervienen en el proceso de descomposición de residuos y formación de poros Mireles *et al.* (2019). El tercer lugar es para la familia Pseudococcidae (cochinillas) que son zoorremediador en relacion con otros organismos en busca de un futuro mas limpio y equilibrio en el ecosistema. Ademas, tiene la capacidad de combatir la contaminacion del suelo por aquellos metales pesados Bautista *et al.* (2023). Las lombrices o mas conocidos como los ingenieros del suelo se relacionan a los cambios físicos del suelo, la mayoría de estos individuos viven en el interior del suelo y sus principales funciones son la formación de poros, infiltración del agua y la oxigenación Cabrera (2012).

**Tabla 5:** Composición de macrofauna encontrada en la UTC-Campus Salache

Grupo funcional	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Cantidad
Depredadores	Arachnida	Araneae	Agelenidae	Arañas	78
Omnívoros, depredadores e ingenieros del suelo	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	Hormigas	46
Detritívoros		Isópoda	Pseudococcidae	Cochinillas	41
Detritívoros o ingenieros del suelo	Clitelados	Haplotaxida	Lumbricidae	Lombrices	34
Detritívoros, herbívoros y depredadores	Insecta	Coleóptera	Scarabaeidae	Escarabajos terrestres	27
				Escarabajos de humus	4
				Escarabajo común	1
Detritívoros y depredadores		Díptera	Muscidae	Moscas comunes	19
		Dermáptera	Forficulidae	Tijeretas	2
Herbívoros		Lepidóptera	Noctuidae	Orugas	9
Depredadores	Chilopoda	Quilópodos	Scolopendridae	Ciempiés	4
Detritívoros y depredadores	Gastropoda	Stylommatophora	Helicidae	Caracoles	2

**Elaborado por:** Cuchiparte J. (2024).



## Comunidad Isinche de Infantes

En la comunidad de Isinche de Infantes (**Tabla 6**), se registró un total de 152 individuos que correspondientes a macro invertebrados distribuidas en clase, orden y familia; La familia más abundante de este sitio fue la Scarabaeidae (Escarabajos de humus, terrestres y rinocerontes) con 57 individuos. Como señala Hernández-Chávez (2020) los coleópteros son muy importantes porque tienen diferentes funciones dentro del ecosistema, este grupo está constituido por detritívoros, depredadores y herbívoros. Desde el punto de vista de Rojas (2023), algunos individuos del orden coleópteros son considerados como indicadores de algunas perturbaciones antrópica causada por el ser humano. El segundo grupo más abundante pertenece a la familia Muscidae (moscas comunes) que son uno de los más diversos y poseen distintas funciones que desempeñan en el ecosistema. Estos se dividen en detritívoros, depredadores, polinizadores, parasitoides y funguivoros como menciona Budai-Canepa (2018). El tercer grupo más abundante pertenece a la familia Pseudococcidae (cochinillas), estos datos concuerdan con Bautista et al. (2023), en donde señala que estos individuos ayudan a reducir la contaminación de los suelos con otros organismos. El cuarto grupo más abundante es de la familia Formicidae (hormigas), anteriormente se mencionó la importancia de los ingenieros del suelo debido a diferentes funciones que desempeñan para un buen funcionamiento y salud del suelo de acuerdo con Cabrera (2012). Teniendo en cuenta a De la Caridad Cabrera-Dávila *et al.* (2017) el laboreo profundo, el uso de productos químicos y condiciones no estables de humedad, ocasiona impactos en los detritívoros y a las lombrices, provocando una gran disminución, en cambio, las hormigas tienen la capacidad de resistencia a diferentes factores y a diferentes perturbaciones causadas por el hombre.

**Tabla 6:** Composición de macrofauna encontrada en la Comunidad Isinche de Infantes

Grupo funcional	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Cantidad
Depredadores	Arachnida	Araneae	Agelenidae	Arañas	11
Omnívoros, depredadores e ingenieros del suelo		Hymenoptera	Formicidae	Hormigas	19
Herbívoros	Insecta	Lepidóptera	Noctuidae	Orugas	4
Detritívoros, herbívoros y depredadores		Coleóptera	Scarabaeidae	Escarabajo común	1
				Escarabajos de humus	26

				Escarabajos terrestres	30
Detritívoros o ingenieros del suelo	Clitelados	Haplotaxida	Lumbricidae	Lombrices	12
Detritívoros	Insecta	Isópoda	Pseudococcidae	Cochinillas	22
Detritívoros y depredadores	Insecta	Díptera	Muscidae	Moscas comunes	27

*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

### Comunidad de Carrillos

En la comunidad de Carrillos, se registró un total de 258 individuos que correspondientes a macro invertebrados distribuidas en clase, orden y familia; Araneae, coleóptera, dípteros y lepidópteros. La familia más abundante de este sitio fue Escarabaeidae (Escarabajos de humus, terrestres y comunes) con 110 individuos (**Tabla 7**). Según García (2010), los insectos pertenecientes al orden coleópteros son epigeos que poseen una gran movilidad en diferentes tipos de suelo. La mayoría de estas especies son depredadores, lo cual conforman un grupo regulador de otros invertebrados que habitan en el suelo de acuerdo a Hernández-Chávez (2020), que también menciona que es un grupo muy importante para la descomponían de la materia y actúan como depredadores disminuyendo las poblaciones de invertebrados más pequeños. La segunda familia más abundante fue Muscidae (moscas comunes), esto tiene relación a lo mencionado por Budai-Canepa (2018) es uno de los grupos más diversos y cumplen diferentes funciones en el ecosistema, siendo indispensables para la eliminación de materia vegetal o animal. La tercera familia más abundante fue Arachnida (arañas), son un grupo de depredadores con relación a De la Cruz Pérez y Mata (2011), que menciona que estos individuos los podemos encontrar en diferentes tipos de sistemas.

**Tabla 7:** Composición de macrofauna encontrada en la Comunidad de Carrillos

Grupo funcional	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Cantidad
Depredadores	Arachnida	Araneae	Agelenidae	Arañas	49
Herbívoros		Lepidóptera	Noctuidae	Orugas	6
				Escarabajos comunes	2
Detritívoros, herbívoros y depredadores	Insecta	Coleóptera	Scarabaeidae	Escarabajos de humus	43
				Escarabajos terrestres	65

Detritívoros o ingenieros del suelo	Clitelados	Haplotaxida	Lumbricidae	Lombrices	17
Detritívoros y depredadores	Insecta	Díptera	Muscidae	Moscas comunes	76

*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

Fotografías de cada una de las especies de macro invertebrados encontradas en cada uno de los sitios muestreados:



Escarabajo terrestre



Araña



Mosca común



Oruga



Caracoles



Hormigas



Escarabajo común



Escarabajo de humus



Cochinillas



Lombris



Tijereta

### 10.2.3. Clasificación de meso invertebrados por clase, orden y familia

En las tres zonas se realizó el muestreo mediante embudos Berlese-Tullgren, para meso invertebrado se registró un total de 129 individuos, que pertenecen al orden Collembola; para la meso fauna en la UTC-Campus Salache se registró 38 individuo, en la comunidad de Isinche de Infantes 3 individuos y en la comunidad de Carrillos se registró 88 individuos (**Tabla 8**). Para García *et al.* (2014) estos organismos son de vital importancia ya que, controlan los hongos y las bacterias. Además, son reguladores de los procesos de descomposición de la hojarasca y materia vegetal.

**Tabla 8:** Composición de mesofauna encontrada en los tres sitios de muestreo

Sitio	Grupo funcional	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Cantidad
UTC-Campus Salache						38
Isinche de Infantes	Omnívoros	Collembola	Collembola	Entomobryd ae	Colémbo los	3
Carrillos						88

**Elaborado por:** Cuchiparte J. (2024).

Fotografías de la especie de meso invertebrados encontradas en cada uno de los sitios muestreados:



Colémbolos



Colémbolos

### 10.3. Índices de diversidad de macro invertebrados por sitio muestreado

#### 10.3.1. Determinación de la diversidad mediante el índice de equidad Shannon-Wiener

Índice de diversidad y equidad de Shannon-Wiener se utilizó para la evaluación de la diversidad y abundancia de macro invertebrados en cinco sistemas productivos (**Tabla 9**). La determinación de resultados se basó en la evaluación de los índices más altos de equidad en las tres zonas de estudio; En la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, el índice más se obtuvo en el sistema natural y convencional, mientras que en la Comunidad de Isinche de Infantes el índice más representativo fue en el sistema tradicional y degradado. Por último, en la comunidad de Carrillos los índices más altos correspondieron a los sistemas agroecológico y natural. En el sistema tradicional se encuentra una mayor diversidad de especies, seguido por el sistema natural. Mientras que el sistema agroecológico y natural presentan baja diversidad en base a los datos proporcionados por el índice.

Para la representación de número de especies y la abundancia se ha sugerido de Shannon-Wiener, dado que cada zona de estudio es diferente como menciona Bautista (2020). Los

índices pueden estar entre cero cuando se encuentra una sola especie de individuos, los resultados también pueden tener valores cercanos a cinco en ecosistemas muy abundantes Rosero *et al.* (2017). Los sistemas silvopastoriles ayuda a mantener las condiciones de vida para la fauna edáfica.

**Tabla 9:** Índice de Shannon-Wiener de macro invertebrados por cada uno de los sistemas

Zonas de estudio	Tradicional	Agroecológico	Convencional	Degradado	Natural
UTC-Campus Salache	1,03	1,48	1,47	1,50	1,69
Isinche de Infantes	1,96	1,15	1,23	1,50	0,86
Carrillos	1,31	1,57	1,54	1,06	1,56
Media	1,43	1,40	1,41	1,35	1,37
Desviación estándar	0,48	0,22	0,16	0,25	0,45

*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

### 10.3.2. Determinación de la diversidad mediante el índice de dominancia Simpson

Este índice se utilizó para conocer la dominancia de macro invertebrados en los tres sitios de muestreo, en cinco sistemas productivos. (Tabla 10) La mayor dominancia de especies se presentó en la Comunidad Isinche de Infantes en el sistema natural, seguidamente en la UTC-Campus Salache en el sistema tradicional, agroecológico y convencional, mientras en la Comunidad de Carrillos fue en el sistema degradado. Según Bautista (2020) el índice de dominancia Simpson (1-D), el mismo que indica la dominancia de especies por sitio muestreado los valores para determinar va desde 1 la que representa una alta dominancia de especies y aquellos valores que se acercan a 0 representa una alta diversidad. Los resultados de esta investigación tienen similitud con Rosero *et al.* (2017) en donde obtuvieron los siguientes índices de Simpson 0,39 dentro de un sistema de alisos con una mezcla forrajera, 0,53 dentro de un sistema de acacia con mezcla forrajera y 0,39 en una mezcla forrajera.

**Tabla 10:** Índice de Simpson de macro invertebrados por cada uno de los sistemas

Zonas de estudio	Tradicional	Agroecológico	Convencional	Degradado	Natural
UTC-Campus Salache	0,46	0,33	0,26	0,26	0,21
Isinche de Infantes	0,17	0,06	0,32	0,24	0,50
Carrillos	0,28	0,24	0,22	0,40	0,24
Media	0,30	0,21	0,27	0,30	0,32
Desviación estándar	0,15	0,14	0,05	0,09	0,16

*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

### 10.3.3. Comparación del índice de equidad con el de dominancia

Se determinó el índice de Shannon-Wiener de equidad y Simpson de dominancia en los tres sitios de muestreo, en cinco sistemas de producción.

En la (**Tabla 11**) esta constituidas las medias de cada uno de los sistemas de producción, con los índices de equidad y dominancia. La mayor diversidad de especies se encuentra en el sistemas tradicional, convencional y agroecológico determinadas en las tres zonas de muestreo. Mientras que la dominancia de especies se encuentra en los sistemas natural, tradicional y degradado.

**Tabla 11:** Tabla comparativa entre el índice de Shannon-Wiener y Simpson

Zonas de estudio	Tradicional	Agroecológico	Convencional	Degradado	Natural
Shannon-Wiener	1,43	1,40	1,41	1,35	1,37
Simpson	0,30	0,21	0,27	0,30	0,32

*Elaborado por: Cuchiparte J. (2024).*

## 11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

### 11.1. Técnicos

La utilización de estas técnicas de muestreo no conlleva de mucho tiempo en su ejecución, los resultados variaran dependiendo el método utilizado para la captura de artrópodos y según el conocimiento del evaluador en clasificar y contar correctamente cada uno de los individuos. Estas técnicas sencillas de realizar no requieren de recursos significativos ya que, la mayoría de los productores no tiene áreas muy extensas de terrenos.

### 11.2. Sociales

El uso de diferentes metodologías de la salud del suelo ayuda al pequeño productor a conocer de cerca como determinar el estado de su finca o terreno con trampas fáciles y sencillas de realizar. La realización de evaluaciones de invertebrados en diferentes sistemas ayuda a fomentar la conciencia a los productores sobre la importancia de la biodiversidad del suelo y su papel en la salud de los ecosistemas entre los agricultores, investigadores y la comunidad en general.

### **11.3. Ambiental**

En el ámbito ambiental nos proporciona la importancia acerca de la diversidad biológica en el suelo, en diferentes sistemas de producción y la función que cumple cada uno de los grupos funcionales para un buen funcionamiento del suelo. Los resultados de esta evaluación demuestran como las malas prácticas del uso del suelo afectan directamente a la diversidad del suelo y por lo tanto se puede incorporar practicas sostenibles y sustentables.

### **11.4. Económico**

Los agricultores pueden tener un ahorro económico en comparación de un análisis de laboratorio con un muestreo de macro y meso invertebrados que se los puede realizar con facilidad y con la biodiversidad y abundancia pueden determinar el estado de la salud del suelo de aquellos pequeños productores. Mediante esta investigación los productores pueden conciencia en conservar de la biodiversidad de los suelos y con ello pueden tener beneficios económicos a futuro en la fertilidad del suelo, retención del agua y resistencia a enfermedades. Finalmente, esta investigación se la puede realizar con materiales reciclados y no tiene una gran severidad en costos de instalación.

## **12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **12.1. Conclusiones**

- Mediante las técnicas de muestreo se registró un total de 667 individuos de macro invertebrados y 129 referentes a meso invertebrados del suelo, por ende, los monolitos de suelo, trampas pitfall y embudos Berlese-Tullgren son métodos viables y fácil de aplicar en campo para conocer la abundancia y diversidad en diferentes sitios de interés.
- La clasificación de macro y meso invertebrados mediante grupos funcionales ayuda a entender las funciones que tienen en el suelo. Los grupos más representativos fueron las familias Scarabaeidae, Agelenidae, Muscidae, Formicidae, Lumbricidae y Pseudococcidae, los mismos que son importantes en el equilibrio poblacional, en la descomposición de la materia orgánica, en la estructura del suelo, porosidad e infiltración del agua.
- La diversidad y abundancia mediante el índice de Shannon-Wiener, demostró que, en los sistema tradicional, natural y agroecológico, hay una moderada distribución de especies, mientras que el índice de Simpson revelo la dominancia en el sistema natural, tradicional y degradado, con ello se determinó como las malas prácticas agrícolas afectan directamente a la fauna edáfica del suelo.



## 12.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso de los métodos de monolitos de suelo, trampas pitfall y embudos “Berlese-Tullgren” para la evaluación de macro y meso invertebrados en diferentes sistemas de producción ya que, son métodos económicamente viables para poder realizarlo y conocer el estado del suelo sin altos costos de inversión.
- Proporcionar capacitaciones adecuadas a los productores de cada una de las comunidades muestreadas sobre la importancia de la presencia de macro y meso invertebrados en el suelo, ya que el costo de un análisis de suelo requiere de un alto valor económico, tal valor que no lo pueden pagar ya que la mayoría son pequeños productores y sus ingresos son muy bajos, por ende, se puede utilizar diferentes metodologías de muestreo.

## 13. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, C. (2007). El suelo agrícola, un ser vivo. *Inventio, la genesis de la cultura universitaria en Morelos*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2540941.pdf>
- AgroInfo. (2019). Monolito Edafológico: una herramienta didáctica para enseñar sobre suelos en escuelas medias. *UBAAGRONOMIA Facultad de Agronomía*, 1.
- Agostream. (2018). DIGITALIZACIÓN DE SUELOS vs TOMA DE MUESTRAS.
- Aldea. (2017). Embudo de Berlese. *PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL SOBRE RESIDUOS Y RECICLAJE*.
- ALLTECH. (2021). Agricultura ecológica vs agricultura tradicional. *Alltech*.
- Andalucía, A. d. (2022). Remedios caseros para eliminar las termitas de tu hogar.
- Angulo, G., Dor, A., Campuzano, E., & Ibarra, G. (2019). Comportamiento depredador de dos especies de arañas del género *Phonotimpus* (Araneae: Phrurolithidae). *Acta zoológica mexicana*. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372019000100103](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372019000100103)
- Baquero, E., & Jordana, R. (2015). Órdenes Poduromorpha, Entomobryomorpha, Neelipleona y Symphypleona. *Ibero Diversidad Entomologica*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/284169698\\_CLASE\\_COLLEMBOLA\\_Ordenes\\_Poduromorpha\\_Entomobryomorpha\\_Neelipleona\\_y\\_Symphyleona](https://www.researchgate.net/publication/284169698_CLASE_COLLEMBOLA_Ordenes_Poduromorpha_Entomobryomorpha_Neelipleona_y_Symphyleona)
- Barker, C. (2018). INTRODUCCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LOS QUILÓPODOS. *Artrópoda*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326262518\\_Introduccion\\_al\\_conocimiento\\_de\\_los\\_quilopodos\\_Myriapoda\\_Chilopoda](https://www.researchgate.net/publication/326262518_Introduccion_al_conocimiento_de_los_quilopodos_Myriapoda_Chilopoda)

- Bautista, A., Etchevers, J., del Castillo, R., & Gutiérrez, C. (2004). Calidad del suelo y sus indicadores. *ASOCIACION ESPAÑOLA DE ECOLOGIA TERRESTRE*. Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/572/541>
- Bautista, F., Huerta, E., & Brown, G. (2011). Macroinvertebrados del suelos y lombrices de tierra. *ResearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/255172717\\_Macroinvertebrados\\_del\\_suelos\\_y\\_lombrices\\_de\\_tierra](https://www.researchgate.net/publication/255172717_Macroinvertebrados_del_suelos_y_lombrices_de_tierra)
- Bautista, S. (2020). PATRONES DE DIVERSIDAD ALFA Y BETA PARA QUINCE COMPLEJOS DE PÁRAMO DE COLOMBIA. *Instituto de investigacion de recursos biologicos Alexander von Humbolth*. Obtenido de <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/35653/Soporte%205.2.3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bautista, X., Durán, C., Castañeda, I., Lopez, R., González, J., Canelo, P., & Cisneros, H. (2023). Papel de la cochinilla oniscidea en la zoorremediación. *XXVIII Verano de la Ciencia Universidad de Guanajuato*.
- Benintnde, S., & Sánchez, C. (2000). Microorganismos del suelo. *Cátedra de Microbiología Agrícola. FCA - UNER*. Obtenido de [http://www2.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/microbiologia/parte\\_de\\_unidades\\_10\\_y\\_11\\_microorganismos\\_del\\_suelo.pdf](http://www2.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/microbiologia/parte_de_unidades_10_y_11_microorganismos_del_suelo.pdf)
- Bignell, D., Constantino, R., Csuzdi, C., Karyanto, A., Konaté, S., Louzada, J., . . . Zanetti, R. (2008). Macrofauna. *A handbook of tropical soil biology: Sampling and characterization of below-ground biodiversity*. Earthscan.
- Budai, N., & Canepa, M. (2018). Los dípteros: ¿Para qué estudiarlos, qué importancia tienen? *Facultad de Ciencias Agrarias (UNR)*. Obtenido de <https://rephip.unr.edu.ar/server/api/core/bitstreams/59680f30-648a-4880-967c-f3b183f9e2c7/content>
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. *Pastos y forrajés*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269125514007.pdf>
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y Forrajés*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942012000400001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000400001)
- Cabrera, G. (2014). MANUAL PRÁCTICO SOBRE LA MACROFAUNA EDÁFICA COMO INDICADOR BIOLÓGICO DE LA CALIDAD DEL SUELO, SEGÚN RESULTADOS EN CUBA. *The Rufford Foundation*.
- Cabrera, G., Robaina, N., & Ponce de León, D. (2011). Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajés*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269121083007.pdf>
- Cabrera, G., Socarrás, A., Hernández, G., Ponce de León, D., Menéndez, Y., & Sánchez, J. (2017). Evaluación de la macrofauna como indicador del estado de salud en siete sistemas de uso de la tierra, en Cuba. *Pastos y Forrajés*. Obtenido de

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942017000200005&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942017000200005&script=sci_arttext&tlng=pt)

- Cabrera, H., Murillo, F., Villanueva, J., & Adame, J. (2019). Oribátidos, colémbolos y hormigas como indicadores de perturbación del suelo en sistemas de producción agrícola. *Ecosistemas y recur. agropecuarios*. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282019000200231&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282019000200231&script=sci_arttext)
- Casal, J., & Mateu, E. (2003). Tipos de muestreos. *Universidad Autonoma de Barcelona*. Obtenido de [http://mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20\(C%3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta\)/TiposMuestreo1.pdf](http://mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20(C%3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta)/TiposMuestreo1.pdf)
- Cevallos, M., Urdaneta, F., & Jaimes, E. (2019). Desarrollo de sistemas de producción agroecológica: Dimensiones e indicadores para su estudio. *Revista de Ciencias Sociales*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/280/28060161012/28060161012.pdf>
- Chaires, M. (2013). Los formicidos (Hemynoptera: Formicidae) de México y su importancia en el ecosistema suelo. *FAUNA DEL SUELO II MICRO, MESO Y MACROFAUNA*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/343948924\\_LOS\\_FORMICIDOS\\_HYMENOPTERA\\_FORMICIDAE\\_DE\\_MEXICO\\_Y\\_SU\\_IMPORTANCIA\\_EN\\_EL\\_ECOSISTEMA\\_SUELO](https://www.researchgate.net/publication/343948924_LOS_FORMICIDOS_HYMENOPTERA_FORMICIDAE_DE_MEXICO_Y_SU_IMPORTANCIA_EN_EL_ECOSISTEMA_SUELO)
- Cicedo, D., Benavides, H., Carvajal, L., & Jessica, O. (2017). POBLACIÓN DE MACROFAUNA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES DEDICADOS A LA PRODUCCIÓN LECHERA: ANÁLISIS PRELIMINAR. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*.
- Coletto, J. (2004). Los antecedentes históricos de la agricultura convencional. *Agricultura convencional y agriculturas alternativas*.
- Cruz, A., Barra, J., & del Castillo, R. &. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 2. Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/572>
- Culebra, S., Catalano, P., Sgarbi, C., Verzero, F. B., Ricci, M., & Antonini, A. (2009). Utilización de trampas pitfall con distintos atrayentes alimentarios para el monitoreo de hormigas en sistemas pastoriles. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*.
- Dawicho. (2023). Familia Enchytraeidae. *iNaturalistEc*. Obtenido de <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/180684-Enchytraeidae>
- Delight, A. o. (2016). The enchytraeids, or pot worms.
- Escobar, A., Bartolomé, J., & Valdivia, N. (2017). Estudio comparativo macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, Nicaragua. *Revista Científica de FAREM-Estel*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/318683272\\_Estudio\\_comparativo\\_macrofauna\\_del\\_suelo\\_en\\_sistema\\_agroforestal\\_potrero\\_tradicional\\_y\\_bosque\\_latifoliado\\_en\\_microcuenca\\_del\\_tropico\\_seco\\_Tomabu\\_Nicaragua](https://www.researchgate.net/publication/318683272_Estudio_comparativo_macrofauna_del_suelo_en_sistema_agroforestal_potrero_tradicional_y_bosque_latifoliado_en_microcuenca_del_tropico_seco_Tomabu_Nicaragua)

- Expoknews. (2021). ¿Qué son las áreas naturales protegidas y cómo se establecen? *EXPOK Comunicacion de sustentabilidad y RSE*.
- Fragoso, C., & Rojas, P. (2014). Biodiversidad de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta: Crassicitellata). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v85sene/v85senea24.pdf>
- Gaju, M., Bach de Roca, C., & Molero, R. (1015). Orden Isoptera. *Ibero Diversidad Entomológica*. Obtenido de [http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_49.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_49.pdf)
- Garcia de Salamone, I. (2011). Microorganismo de suelo y sustentabilidad de los agroecosistemas. *Revista Argentina de Microbiología*, 1-3. Obtenido de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-75412011000100001&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-75412011000100001&script=sci_arttext&tlng=en)
- García, A. (2010). Plan Director para la Restauración Edafopaisajística y Recuperación Ambiental de los Espacios Degradados por la Minería del Carbón en la Comarca de El Bierzo. *Departamento de Medio Ambiente Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)*.
- García, A., Callejas, A., & Castaño, G. (2014). Importancia de cultivos para el estudio de colémbolos (Hexapoda: Collembola) de hábitos edáficos. *Dugesiana*.
- Garcia, K., & Posada, I. (2023). Caracterización de la macrofauna asociada al SARGASSUM SPP. Flotante en el parque nacional natural corales de profundidad, caribe colombiano. (*Doctoral dissertation, Universidad del Sinú, seccional Cartagena*). Obtenido de <http://repositorio.unisinucartagena.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/1046>
- Garcia, Y., & Ramirez, W. (2012). Indicadores de la calidad del suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *ResearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/317521720\\_Indicadores\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_suelos\\_una\\_nueva\\_manera\\_de\\_evaluar\\_este\\_recurso](https://www.researchgate.net/publication/317521720_Indicadores_de_la_calidad_de_los_suelos_una_nueva_manera_de_evaluar_este_recurso)
- Graterol, R. (2011). Metodología de la investigacion. *Universidad de Los Andes Facultad de Ciencias Juridicas, Politicas y Criminologicas*. Obtenido de <https://jofilop.files.wordpress.com/2011/03/metodos-de-investigacion.pdf>
- Guevara, G., Verdesoto, E., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7591592.pdf>
- Hernández, M., Ramírez, W., Zurita, A., & Boulandier, M. (2020). Biodiversity and abundance of the edaphic macrofauna in two animal husbandry systems in Sancti Spíritus, Cuba. *Pastos y Forrajes*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942020000100018&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942020000100018&script=sci_arttext&tlng=en)
- Hidrobo, J., da Costa, M., Prat, C., Trujillo, G., Moreno, J., & Ortega, C. (2015). Sistemas de produccion en areas con cangahua habilitada en la Sierra Norte Ecuador. *Siembra*, 1. Obtenido de [http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/246/2461287015/html/index.html#redalyc\\_2461287015\\_ref18](http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/246/2461287015/html/index.html#redalyc_2461287015_ref18)

- Hohbein, R., & Conway, C. (2018). Pitfall traps: A review of methods for estimating arthropod abundance: Pitfall Traps: Estimating Arthropod Abundance. *Wildlife Society Bulletin*. Obtenido de <https://doi.org/10.1002/wsb.928>
- Houben, S., & Brinks, H. (2020). SALUD DEL SUELO, INFORMACION PRACTICA. *BEST 4 SOIL*. Obtenido de [https://orgprints.org/id/eprint/43505/7/43505\\_Best4Soil\\_Soil-health-practical-information\\_ES.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/43505/7/43505_Best4Soil_Soil-health-practical-information_ES.pdf)
- Hunt, K. (2023). "Sabíamos que este día vendría": una de las especies más invasivas del mundo llega a Europa.
- Karyanto, A., Rahmadi, C., Franklin, E., Susilo, F., & De Morais, J. (2008). Soil Collembola, Acari and Other Mesofauna – The Berlese Method, in Moreira, F. M. S., Bignell, D. E., & Huising, J. *A handbook of tropical soil biology: Sampling and characterization of below-ground biodiversity*. Earthscan.
- Laban, P. M., & Davies, J. (2018). Biodiversidad de suelos y carbono orgánico en suelos: cómo mantener vivas las tierras áridas. *UICN*. Obtenido de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2018-004-Es.pdf>
- Lavelle, P., & Ruiz, N. (2008). Soil Macrofauna Field Manual. *Institut de recherche pour le développement*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i0211e/i0211e.pdf>
- Lopera, J., Ramirez, C., Zuluaga, M., & Ortiz, J. (2010). EL MÉTODO ANALÍTICO COMO MÉTODO NATURAL. *Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/181/18112179017.pdf>
- Lopez, M., Diaz, D., Aza, D., Jesus, J., & Rodriguez, M. (2019). Por qué la lombriz de tierra es uno de los animales más importantes del planeta.
- Martinez, H., & Estrada, C. (2016). Los ácaros del suelo y del polvo. Animales diminutos cerca de nosotros. *REVISTA EUREKA SOBRE ENSEÑANZAS Y DIVULGACIÓN DE CIENCIAS*, 1. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/920/92043276016.pdf>
- Medioambiental, C. (2018). Invertebrados Terrestres – Trampas de Caída e Intercepción. *BIOSFERA*. Obtenido de <https://biosfera.es/invertebrados-terrestres-trampas-caida-e-intercepcion/#:~:text=Las%20trampas%20de%20ca%C3%ADda%20o,a%20su%20efectividad%20y%20simplicidad>.
- Mendoza, R., & Espinoza, A. (2017). Guia técnica para muestreos de suelos. *Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services (CRS)*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- Merino, M., Merino, M., Merino, M., & Solis, J. (2020). Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua de la parte céntrica del río Jipijapa - Ecuador. *Recimundo*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8000689.pdf>
- Mongabay. (2023). Caracol africano: la plaga silenciosa que invadió Ecuador.
- Moreno, A., & López, C. (2017). Morfología externa de insectos. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES*. Obtenido de

[https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/72818/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/72818/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Moreno, C. (2001). Metodos para medir la biodiversidad. *Manuales y Tesis SEA, vol 1*. Obtenido de <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Moreno, C. (2001). Metodos para medir la biodiversidad. *Manuales y Tesis SEA*. Obtenido de <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Murillo, F., Adame, J., Cabrera, H., & Fernandez, J. (2019). Fauna y microflora edáfica asociada a diferentes usos de suelo. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-90282019000100023](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282019000100023)
- Narvaez, D. (2010). Plan de negocios para el cultivo y exportacion de brocoli en la ciudad de atuntaqui. *Repositorio Digital Universidad de las Americas*. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/1740#:~:text=Ecuador%20es%20el%20primer%20exportador,%2C%20Alemania%2C%20Jap%C3%B3n%20y%20Holanda>.
- Neemisha. (2020). Role of Soil Organisms in Maintaining Soil Health, Ecosystem Functioning, and Sustaining Agricultural Production. *Springer International Publishing*. Obtenido de [https://doi.org/10.1007/978-3-030-44364-1\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-44364-1_17)
- Ortiz, Z., & Ruano, A. (2012). Estudio de mesofauna y macrofauna en parcelas fertilizadas y no fertilizadas en plantaciones de Eucalyptus grandis En la meseta de Popayán Cauca y Restrepo Valle del Cauca. *UNIVERSIDAD DEL CAUCA*. Obtenido de <http://repositorio.unicauca.edu.co>
- Pérez, A., Sánchez, S., Ortiz, C., & De la Cruz, M. (2011). DIVERSIDAD Y DISTRIBUCION DE ARAÑAS TEJEDORAS DIURNAS (ARACHNIDA:ARANEAE) EN LOS MICROHABITAS DEL AGROECOSISTEMA CACAO EN TABASCO MEXICO. *Boletin del Museo de Entomologia de la Universidad del Valle*.
- Pérez, B. (2014). ECOSISTEMAS Y EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE. *Biblioteca de investigaciones*. Obtenido de <http://bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com/>
- Ramirez, P., Santos, B., Casanova, F., Lara, L., Tucuch, J., Escobedo, A., . . . Diaz, V. (2019). Diversidad de macro-invertebrados en sistemas silvopastoriles del sur de Quintana Roo, México. *Revista de Biología*. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442019000601383&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442019000601383&script=sci_arttext)
- Reátegui Romero, H. (2009). Efectos de los ecosistemas de uso en los macro invertebrados del suelo bajo cinco condiciones en el distrito Rupa Rupa. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/408>
- Restrepo, J., Angel, D., & Prager, M. (2000). Agroecologia. *Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF*. Obtenido de [https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/Agroecologia.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Agroecologia.pdf)
- Rojas, D. (2023). Escarabajos vagabundos: nuestros aliados invisibles. *Revista Digital Universitaria*. Obtenido de <https://www.revista.unam.mx/ojs/index.php/rdu/article/view/2315>

- Romero, D. (2017). Evaluación de la macrofauna en el suelo de las chacras familiares en la comunidad Fakcha Llakta. *UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7137/1/03%20RNR%20247%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Rucks, L., Garcia, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). Propiedades físicas del suelo. *FACULTAD DE AGRONOMIA UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA*. Obtenido de <https://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades%20fisicas%20del%20suelo.pdf>  
<http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades%20fisicas%20del%20suelo.pdf>
- Sandler, R., Falco, L., & Di Ciocco, C. (2010). Eficiencia del embudo berlese-tullgren para extracción de artrópodos edáficos en el suelo aguídolos típicos de la provincia de Buenos Aires. *Extracción de artrópodos del suelo*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/262429870\\_Eficiencia\\_del\\_embudo\\_Berlese-Tullgren\\_para\\_extraccion\\_de\\_artrópodos\\_edáficos\\_en\\_suelos\\_aguídolos\\_típicos\\_de\\_la\\_provincia\\_de\\_Buenos\\_Aires](https://www.researchgate.net/publication/262429870_Eficiencia_del_embudo_Berlese-Tullgren_para_extraccion_de_artrópodos_edáficos_en_suelos_aguídolos_típicos_de_la_provincia_de_Buenos_Aires)
- Sendra, A. (2015). Orden Diplura. *Ibero Diversidad Entomológica*. Obtenido de [http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_35.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_35.pdf)
- Socarrás, A. (2013). Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forrajes*.
- Solano, R. (2016). Contribución de la macrofauna del suelo en la salud biológica del paisaje de la comunidad campesina de Quilcas-Huancayo. *UNCP Universidad Nacional del Centro de Perú*. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5969>
- Soria, M. A. (2016). ¿Por qué son importantes los microorganismos del suelo para la agricultura? *Química Viva*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86347590002.pdf>