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 CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES, 2025"

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma

Autora: Analuisa Suntasig Jenifer Estefania

Tutor:
Chasi Vizuete Wilman Paolo

LATACUNGA – ECUADOR Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Analuisa Suntasig Jenifer Estefania, con cédula de ciudadanía No. 1725046260, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **"EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES, 2025"**, siendo el Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 22 de julio del 2025

Jenifer Estefania Analuisa Suntasig
C.C: 1725046260
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ANALUISA SUNTASIG JENIFER ESTEFANIA**, identificada con cédula de ciudadanía **1725046260** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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. - LA 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 CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES, 2025"**, 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: Abril 2021 - Agosto 2021

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2025

Tutor: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

Tema: **"EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES, 2025"**

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, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 22 días del mes de julio del 2025.

Jenifer Estefanía Analuisa Suntasig
LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

"EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES, 2025", de Analuisa Suntasig Jenifer Estefania, 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, 22 de julio del 2025

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.
C.C: 0502409725
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Analuisa Suntasig Jenifer Estefania, con el título del Proyecto de Investigación: **"EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES, 2025"**, 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, 22 de julio del 2025

Ing. Francisco Hernán Chancusig Mg.
C.C: 0501883920
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Diana Elizabeth Toapanta, Msc.
C.C: 1002749800
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Ing. Mercy Lucila Ilbay, PhD.
CC: 0604147900
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En esta investigación quiero agradecer primero a Dios, mis padres y mis hermanos que ellos han sido un motor fundamental en mi vida, ya que gracias a ellos estoy culminando está etapa universitaria. A mi mejor amigo Lennin, por estar siempre apoyando en las decisiones que he tomado sean buenas o malas, ayudarme en lo que no podía, darme esas palabras de aliento para no rendirme.

A mis amigas Karla, Gaby y Pame, por el apoyo mutuo que nos hemos tenido en este transcurso de la vida universitaria. Por estar en momentos buenos y malos dándome palabras de apoyo.

A esa personita que llegó a mi vida en la última etapa universitaria, por su apoyo diario, por compartir un pedacito de su vida y su tiempo. A mi tutor Ing. Paolo por haberme acompañado, ayudado en este proceso de investigación.

Jenifer Estefania Analuisa Suntasig

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a mi mami Beatriz Suntasig, por todo el apoyo, el sacrificio que ha hecho para ayudarme a culminar está etapa, por haberme dado fuerza, ánimos para acabar este logro diciéndome "Tú puedes mija, tú eres mi orgullo".

A mi papito Marco Analuisa por siempre haberme apoyado incondicionalmente, por haberme dado palabras de aliento cuando flaqueaba. A pesar de no siempre estar juntos por su trabajo que está

lejos. Siempre se ha preocupado con un "Hija como te va en la Universidad" "Lucha mija tú puedes" "Tú eres harto ñeque mija".

A mis hermanos Leonel y Paul por haber estado ahí conmigo apoyándome en cada paso que doy, les dedico este proyecto para decirle que nada es imposible que si nos proponemos podemos salir adelante.

A mi mejor amigo Lennin por haber estado en las buenas y malas, apoyarme en todo. Por darme porras para salir adelante.

Dedico esta tesis a la persona que me hace feliz y me apoya en todo, Anderson. Gracias por ser mi compañero de vida universitaria y por compartir este sueño conmigo.

Esta investigación se la dedico todas personas que me apoyaban con sus palabras de aliento y a mis angelitos que me cuidan desde el cielo. Esto es con mucho esfuerzo y orgullo para todos mis seres queridos.

.

Jenifer Estefania Analuisa Suntasig

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 CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES, 2025".

Autora:
Analuisa Suntasig Jenifer Estefania

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la biodiversidad de la macro y mesofauna edáfica en diferentes sistemas productivos: agroecológico, convencional, natural y tradicional, en tres localidades de la Sierra ecuatoriana: Tunguipamba - Píllaro, Pinllocruz - Machachi y Salache Bajo – Cotopaxi. Se realizaron muestreos mediante trampas de caída (pitfall) y embudos de Berlese-Tullgren, recolectando macro y meso invertebrados complementadas con

análisis estadístico no paramétrico (Kruskal-Wallis) para comparar la diversidad entre sistemas y localidades. Para su análisis de diversidad y dominancia mediante los índices de ShannonWiener, Simpson. Los resultados mostraron que el sistema natural de Pinllocruz presentó el mayor valor del índice de Shannon-Wiener (6,2), seguido del sistema agroecológico de Salache Bajo (5,2), lo que indica alta diversidad y equidad en la distribución de especies. Por otro lado, el valor más bajo se registró en Pinllocruz, en el sistema agroecológico (3,0). Según el índice de Simpson, se evidenció alta diversidad en Salache Bajo en el sistema agroecológico (1,8) y Tunguipamba, en el sistema natural (1,7), mientras que el sistema natural en Pinllocruz, presentó la menor diversidad efectiva (1,0). Tunguipamba presentó la mayor riqueza con 257 especies de macrofauna y 64 de mesofauna, seguida por Pinllocruz (152 y 29 especies, respectivamente) y Salache Bajo (144 y 41 especies). Las pruebas estadísticas no evidenciaron diferencias significativas entre sistemas ($p = 0,5422$) ni entre localidades ($p = 0,0857$), lo que sugiere una estabilidad relativa de las comunidades del suelo a pesar de los distintos manejos. La composición taxonómica mostró patrones diferenciados: Tunguipamba estuvo dominada por Staphylinidae, Macrochelidae y Enchytraeidae, indicadoras de suelos saludables; mientras que en Pinllocruz destacaron Liposcelididae (55,17%) y Trogiidae (13,79%), asociadas a condiciones de mayor estrés edáfico. Estos resultados evidencian que la biodiversidad del suelo no solo depende del manejo agrícola, sino también de factores ecológicos locales, y confirman la importancia de los sistemas agroecológicos para conservar la funcionalidad del suelo.

Palabras claves: Biodiversidad edáfica, macrofauna, mesofauna, sistemas productivos, Índice Shannon-Wiener, Índice Simpson.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "EVALUATION OF THE DIVERSITY AND ABUNDANCE OF FUNCTIONAL GROUPS OF MACRO AND MESO INVERTEBRATES IN FOUR PRODUCTIVE SYSTEMS IN THREE LOCALITIES, 2025"

Author:
Analuisa Suntasig Jenifer Estefania

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the biodiversity of edaphic macro- and mesofauna in different production systems: agroecological, conventional, natural, and traditional, in three locations in the Ecuadorian Sierra: Tunguipamba - Píllaro, Pinllocruz - Machachi, and Salache Bajo - Cotopaxi. Sampling was carried out using pitfall traps and Berlese-Tullgren funnels, collecting macro- and meso-invertebrates, and complemented with non-parametric statistical analysis (Kruskal-Wallis) to compare diversity among systems and locations. Diversity and dominance were analyzed using the Shannon-Wiener and Simpson indices. The results showed that the natural system of Pinllocruz had the highest Shannon-Wiener index value (6.2),

followed by the agroecological system of Salache Bajo (5.2), indicating high diversity and equity in species distribution. On the other hand, the lowest value was recorded in Pinllocruz, in the agroecological system (3.0). According to the Simpson index, high diversity was evident in Salache Bajo in the agroecological system (1.8) and Tunguipamba in the natural system (1.7), while the natural system in Pinllocruz had the lowest effective diversity (1.0). In terms of abundance, Tunguipamba recorded the highest number of macrofauna (257) species and 64 mesofauna species, followed by Pinllocruz (152 and 29 species, respectively) and Salache Bajo (144 and 41 species). Statistical tests did not show significant differences between systems ($p = 0.5422$) or locations ($p = 0.0857$), suggesting relative stability of soil communities despite the different management types. The taxonomic composition showed clear patterns: Tunguipamba was dominated by Staphylinidae, Macrochelidae, and Enchytraeidae, indicators of healthy soils, whereas Pinllocruz was dominated by Liposcelididae (55.17%) and Trogiidae (13.79%), associated with higher edaphic stress. These findings demonstrate that soil biodiversity is influenced not only by agricultural management but also by local ecological factors, and highlight the importance of agroecological systems in maintaining soil functionality.

KEYWORDS: Soil biodiversity, Macrofauna, Mesofauna, Production systems, ShannonWiener Index, Simpson Index.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA ii

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR iii

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN v

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN vi

AGRADECIMIENTO vii

DEDICATORIA vii

RESUMEN viii

ABSTRACT ix

ÍNDICE DE CONTENIDOS x

ÍNDICE DE FIGURAS xii

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES xii

1. INFORMACIÓN GENERAL 1

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 3
3.1 Beneficiarios directos 3
3.2 Beneficiarios indirectos 3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: 3
5. OBJETIVOS: 4
5.1. General 4
5.2. Específicos 4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .. 4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA 6
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTA CIENTÍFICA 11
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL 11
9.1 Tipo de investigación 11
9.2 Gestores bibliográficos 12
9.3 Tipos de muestreo 14
9.4 Muestreo de macro y meso invertebrados 15
9.4.1 Trampas de caída o pitfall 15
9.4.2 Embudos de “Berlese-Tullgren” 16
9.5 Aplicación iNaturalist 17
9.6 Índices de equidad y dominancia 19
9.6.1 Índice de Shannon-Wiener 19
9.6.2 Índice de Simpson 20
9.6.3 Prueba no paramétrica Kruskal Wallis 20
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 21
10.1 Establecer índices de diversidad y dominancia con los datos obtenidos 21
10.1.1 Determinación de la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener 21
10.1.2 Determinación de la dominancia mediante el índice de Simpson 22
10.2 Cuantificar macro y meso fauna en diferentes sistemas de producción en tres localidades 23

10.2.1 Prueba no paramétrica Kruskal Wallis en la mesofauna en los sistemas muestreados 24
10.2.2 Prueba no paramétrica Kruskal Wallis en la mesofauna en las localidades muestreados 25
10.2.3 Prueba no paramétrica Kruskal Wallis en la macrofauna en los sistemas muestreados 25
10.2.4 Prueba no paramétrica Kruskal Wallis en la macrofauna en las localidades muestreados 26
10.3 Identificar taxonómicamente las especies encontradas 27
10.3.1 Identificación de especies mediante las Trampas Pitfall 27
10.3.2 Identificación de especies mediante los Embudos de Berlese 30
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 32
12. BIBLIOGRAFÍAAcademia, L. (2024). *Academia lab.* Obtenido de Academia lab: https://academia- 34
lab.com/enciclopedia/japygidae/ 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Grupos de familias de la macrofauna de los tres sitios de muestreo.* 29
Figura 2. *Grupos de familia de la mesofauna de los sitios de muestreo.* 32

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. *Mapa de los cantones en estudio.* 13
Ilustración 2 *Muestreo en zig - zag* 14
Ilustración 3. *Colocación de trampas pitfall* 16
Ilustración 4. *Implementación de los embudos de Berlese* 17
Ilustración 5. *Aplicación iNaturalist* 18
Ilustración 6. *Aplicación iNaturalist* 19

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

"EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES, 2025".

Fecha de inicio:

Abril 2025

Fecha de finalización:

Julio 2025

Lugar de ejecución:

Barrio: Pinllocruz, Tunguipamba y Salache

Parroquias: Machachi, Píllaro y Eloy Alfaro

Cantones: Mejía, Santiago de Píllaro y Latacunga

Provincias: Pichincha, Tungurahua y Cotopaxi

Zona: 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales **Carrera que auspicia:**

Carrera de Ingeniería Agronómica **Equipo de Trabajo:**

• **Responsable del Proyecto** Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

• **Tutor:** Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

• **Lector 1**: Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.

• **Lector 2:** Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos, Msc.

• **Lector 3:** Ing. Mercy Lucila Ilbay, PhD **Coordinador del Proyecto:**

Nombre: Jenifer Estefania Analuisa Suntasig

Teléfonos: 0961620389

Correo electrónico: Jenifer.analuisa6260@utc.edu.ec

Área de Conocimiento: Ciencia

Subárea: Ciencia de la vida**.**

Entomología

Línea de investigación:

Conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad y los recursos naturales.

Línea de vinculación de la carrera:

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

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El suelo es un recurso irremplazable para la agricultura y el sostenimiento de la biodiversidad global. Su condición óptima no solo asegura la productividad agrícola, sino que también garantiza el mantenimiento de funciones ecológicas esenciales, un aspecto que puede ser difícil y costoso de monitorear con los métodos convencionales (Guerrero A. S.-D., 2024).

En este contexto, los invertebrados terrestres se consolidan como indicadores biológicos excepcionales de la salud del ecosistema. Su presencia, diversidad y abundancia ofrecen información primordial sobre el estado de los sistemas productivos, reflejando de manera directa las condiciones de la vegetación y el funcionamiento del suelo, siendo una herramienta útil para evaluar la sustentabilidad de ellos mismo (Armendano, 2018) . Estos organismos, que pueden superar las 1000 especies por metro cúbico; pueden dividirse en grupos según su taxonomía o tamaño, pero en entornos agrícolas se agrupan mejor según su función en el ecosistema edáfico (Myers, 2019), son fundamentales para el ciclo de nutrientes, el mantenimiento de la estructura del suelo y la producción de alimentos (Fao, Fao, 2023).

Considerando la importancia de estos bioindicadores, nuestra investigación se centrará en evaluar la efectividad de dos métodos de muestreo específicos (trampas de pitfall y embudo Berlese-Tullgren). Esto se realizará en tres ubicaciones clave (Tungurahua, Cotopaxi y Pichincha) y bajo cuatro sistemas productivos diferentes, con el fin de determinar la salud del suelo. Evaluar la macrofauna, que contribuye significativamente a servicios ecosistémicos como el secuestro de carbono (Acta Botánica Cubana , 2021), y la mesofauna (Ríos, 2020), que es clave para la productividad, nos permitirá ofrecer una herramienta valiosa para la evaluación y fomento de la sustentabilidad de los suelos agrícolas. Facilitando a los productores la implementación de buenas prácticas agrícolas para promover la vitalidad del suelo, obteniendo así una producción de alimentos a largo plazo.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1 Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos de este proyecto serán los productores de las tres diferentes localidades.

3.2 Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos serán todos los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

La biodiversidad global está experimentado una disminución sumamente alarmante, con los diferentes impactos directos y profundos en la salud de los ecosistemas y la sostenibilidad del planeta. Según el Informe Planeta Vivo 2020 del World Wide Fund (Worldwildlife, 2020) desde 1970, las poblaciones de invertebrados han caído un promedio de 68%, principalmente debido a la destrucción del hábitat provocado por prácticas agrícolas y la tala insostenible que provoca el ser humano. Esto se va agravando conjuntamente con el cambio climático, el cual es uno de los mayores detonantes de la pérdida de biodiversidad en las próximas décadas. Esto es un panorama preocupante ya que todos los seres vivos o biodiversidad, está disminuyendo a un ritmo sin precedentes debido a diversos factores como por ejemplo los cambios en el uso de la tierra, la contaminación y el cambio climático (Bratt, 2020). La causa principal de esta pérdida es el deterioro progresivo de los diferentes hábitats, siendo estos transformados en campos agrícolas, ganaderos o zonas urbanas, teniendo como resultado la desaparición de la biodiversidad edáfica (Kermez, 2022).

Ecuador, según la FAO (2011), se ubica en América del Sur, exactamente en el paralelo 0°0´0”, y cuenta con una superficie 283.561 Km2. El país está conformado por cuatro regiones biogeográficas que poseen una gran diferencia: la Sierra es atravesada por la Cordillera de los Andes; la Costa por el océano Pacífico; la Amazonía y las Islas Galápagos. Debido a esto, Ecuador es considerado uno de los 12 países megadiversos del mundo. En conjunto, estos países entre el 60% y 70% de toda la biodiversidad del planeta (Fao, 2011).

En los últimos años, la expansión de la agricultura convencional y la ganadería intensiva ha provocado que haya diversos impactos negativos en la salud del suelo, especialmente debido al uso indiscriminado de agroquímicos, monocultivo y las diferentes prácticas que van degradando la estructura edáfica. Estas son unas de las actividades que reducen la diversidad de macro y meso invertebrados, los cuales son los esenciales para mantener el equilibrio en el ecosistema

del suelo (Raigón, 2023). Aunque existen prácticas alternativas, como la agricultura ecológica, que buscan rescatar las esa biodiversidad que se está perdiendo, todavía existe ese desconocimiento sobre su efectividad y los mecanismos los cuales influyen sobre la vida en el suelo.

5. OBJETIVOS:

5.1. General

Evaluar la diversidad y abundancia de macro y meso fauna en cuatro sistemas de producción en tres localidades.

5.2. Específicos

- Establecer índices de diversidad y dominancia con los datos obtenidos.
- Cuantificar macro y meso fauna en cuatro sistemas productivos en tres localidades.
- Identificar taxonómicamente las especies encontradas.

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

Tabla 1 *Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.*

OBJETIVOS	**ACTIVIDAD**	**METODOLOGÍA**	**RESULTADOS**
Establecer índices de diversidad y dominancia con los datos obtenidos.	• Utilizar tablas de Excel para cuantificar la biodiversidad de una comunidad. • Realizar las tablas de comparación de cada uno de los índices.	Aplicar los índices de ShannonWiener y Simpson.	Tablas de índice de diversidad y dominancia.
Cuantificar macro y meso fauna en diferentes sistemas	• Determinar en las	• Utilizar Gps para georrefere	• Fotografías de especies

de producción en tres localidades.	• áreas de estudio. Colecta de individuos con trampas pitfall y embudo de Berlese	nciar y mapear. • Utilizar muestreo en zigzag, para la recolección de muestras del suelo, para la implementación de los embudos de Berlese. Muestreo • pasivo con las trampas pitfall.	• encontradas Número de insectos identificados por sistemas.
Identificar taxonómicamente las especies encontradas.	• Reconocer las diferentes especies con la ayuda de un esteroescopio. Uso • de la aplicación iNaturalist para el reconocimiento de diversas especies.	• Agrupar las especies encontradas en las zonas de estudio por grupo funcional, clase, orden, familia y nombre común. Fotografiar • las especies capturadas para su debida identificación.	• Tablas taxonómicas. • Memoria fotográfica de las especies encontradas.

Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025).*

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Salud del suelo

La salud del suelo es un factor clave para lograr cultivos con buen rendimiento y productos de alta calidad. Un suelo sano no solo permite el desarrollo óptimo de las plantas, sino que también ofrece una mayor capacidad de respuesta frente a limitaciones como la presencia de plagas y enfermedades. Esta resiliencia está estrechamente relacionada con el tipo de manejo que los agricultores aplican en sus tierras.

Prácticas como la rotación de cultivos, el manejo adecuado de la flora y fauna edáfica para estimular la biodiversidad del suelo, el mantenimiento de niveles equilibrados de nutrientes, un pH cercano a la neutralidad, una buena aireación, retención de agua y un drenaje eficiente, son elementos que contribuyen directamente al mejoramiento de la salud del suelo.

Uno de los factores más importantes en este contexto es el contenido de materia orgánica del suelo (MOS), ya que representa el primer nivel de la red trófica del suelo. Para generar o mantener una biodiversidad edáfica rica, es importante alimentar a todos los organismos activos de la red trófica. (Organic Eprints, 2020).

Calidad del suelo

La calidad del suelo es un factor determinante en el desarrollo agrícola, ya que de ella depende la capacidad del suelo para proporcionar a las plantas los nutrientes que necesitan, así como las condiciones físicas necesarias para su crecimiento. Un suelo fértil y bien estructurado permite una adecuada circulación de agua y oxígeno hacia las raíces, lo que favorece el desarrollo radicular y la salud vegetal en general. Por esta razón, a los suelos con estas características se les denomina “suelos sanos” o “suelos de calidad”, ya que no solo son fértiles, sino que también presentan propiedades físicas y biológicas que permiten sostener la productividad agrícola, conservar el ambiente y contribuir a la salud de las plantas y los animales (DeBrito, 2023). La evaluación de la calidad del suelo debe estar siempre relacionada con el uso que se le da al recurso, ya que los parámetros para considerarlo adecuado pueden variar si se trata de un uso agrícola, forestal, urbano o industrial (Mora, 2018).

Abundancia

Es la cantidad de individuos capturados o detectados mediante trampas o sensores, siendo así un indicador clave de la estructura y salud de las comunidades entomológicas. Este parámetro se emplea tanto en estudios de riqueza, diversidad, composición comunitaria como en el monitoreo de cambios temporales en entornos afectados por la actividad humana (Svenningsen, 2024).

Diversidad

La diversidad ecológica, en especial la diversidad de insectos, es un componente clave para evaluar la salud de los ecosistemas y su capacidad de recuperación frente a perturbaciones (Svenningsen, 2024). Entre los índices más utilizados para cuantificar esta diversidad están el de Shannon-Wiener y el de Simpson, los cuales combinan aspectos de riqueza y abundancia relativa (Moreno, 2020).

Macrofauna del suelo

La macrofauna del suelo cumple un rol fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres. Según Torrejano (2021), estos organismos están implicados en procesos como la descomposición de la materia orgánica, el secuestro de carbono, el reciclaje de nutrientes, el mantenimiento de la estructura del suelo y la mejora de la infiltración del agua. Gracias a su sensibilidad a los cambios en el ambiente, las comunidades de macrofauna también son consideradas como bioindicadores útiles para evaluar la calidad del suelo, ya que su composición y abundancia se ven alteradas por prácticas agrícolas y condiciones ambientales desfavorables (Fao, 2008).

Mesofauna del suelo

La mesofauna está compuesta por organismos que miden entre 0,1 y 2 milímetros de longitud, y su presencia es fundamental para la funcionalidad del suelo. Entre los principales representantes de este grupo se encuentran los enquitreidos (Annelida: Oligochaeta), que contribuyen a mantener la estructura física del suelo, así como diversos microartrópodos como ácaros, colémbolos, proturos, dipluros, símpfilos y pauropódos. Estos organismos participan activamente en el ciclo de nutrientes mediante la fragmentación de materia vegetal y la ingestión de hongos y bacterias. Además, desempeñan un papel clave en procesos ecológicos como la formación del suelo, la retención de humedad y la regulación de la erosión (Martínez, 2022).

Ingenieros del suelo

Algunos organismos se consideran “ingenieros del ecosistema edáfico” porque modifican físicamente el suelo, creando estructuras como galerías o túneles, lo que afecta la disponibilidad de recursos como el agua, el aire y los nutrientes para otros seres vivos. Estas modificaciones impactan directamente en la composición y abundancia de otras especies del suelo (López, 2018).

Familias de especies Staphylinidae

Familia de coleópteros conocidos como escarabajos rove. Con alrededor de 63 000 especies, son extremamente diversos y habitan casi todos los microhábitats terrestres (hojarasca, musgo,

cadáveres, nidos, etc.). La mayoría son depredadores o carroñeros y cumplen un rol esencial en la descomposición, el control biológico y como bioindicadores ambientales (Zaharadník, 1990).

Formicidae

Son un grupo de insectos más conocido y fáciles que se puede reconocer como las hormigas, al observar sus antenas es una manera rápida de reconocer. Se puede llegar a confundir con algunas avispas sin alas (Csiro).

Ptilodactylidae

Es una de las 200 especies que se encuentra en lugares tropicales, acuáticos o en madera podrida (Petruzzello). **Carabidae**

Escarabajos terrestres depredadores. Más de 40 000 especies globales. Importantes en el control biológico de plagas (Zaharadník, 1990). **Muscidae**

Familia de moscas con unas 5 000 especies. Sus larvas viven en materia orgánica y los adultos pueden transmitir enfermedades (Skidmore, 2010).

Elateridae

Son coleópteros polífagos caracterizada por su inusual mecanismo de clic; hay pocas familias donde sus miembros tengan el mismo mecanismo, y todos los elatéridos lo poseen: una espina en el prosterno puede generar un chasquido cuando entra en una muesca en el mesosterno, produciendo un violento clic que puede lanzar al insecto al aire (iNaturalistEc). **Araneidae**

Es caracterizada por poseer una destreza en construir sus telas, siendo estas flexibles y resistentes (biológica, 2019).

Tetragnathidae

Son arañas constructoras de telas orbiculares, muchas veces asociadas a ambientes húmedos como ríos y lagos, y se caracterizan por sus quelíceros alargados, usados en el cortejo y cópula (ecuador, s.f.).

Macrochelidae

Son ácaros mesostigmáticos que habitan en materia orgánica en descomposición, como estiércol o hojarasca, estos se alimentan de nematodos y larvas de insectos, y tienen potencial como agentes de control biológico (Krantz, 1999).

Enchytraeidae

Familia de anélidos oligoquetos, similares a lombrices pero más pequeños. Habitan suelos húmedos ricos en materia orgánica y ayudan en la descomposición y aireación del suelo (biodiversity, 2019).

Liposcelididae

Pequeños insectos sin alas, asociados a ambientes húmedos y materiales orgánicos secos como papel o granos almacenados (Rui Chen).

Chironomidae

Son dípteros cuyas larvas acuáticas (conocidas como “gusanos rojos”) son clave en la cadena trófica de cuerpos de agua dulce. Se usan como bioindicadores por su sensibilidad a la contaminación (Patrick D. Armitage, 2025).

Trogiidae

Son pequeños, ápteros o con alas reducidas, y se alimentan de hongos, detritos y materia orgánica en ambientes húmedos (Lienhard, 2002).

Japygidae

Se caracterizan por tener cercos en forma de pinza al final del abdomen, usados para capturar presas. Son depredadores del suelo, activos en hojarasca y ambientes húmedos (Academia, 2024).

Diversidad de especies

La biodiversidad del suelo abarca desde organismos microscópicos como bacterias, hongos y protozoarios, hasta organismos más visibles como los colémbolos o lombrices. Este conjunto es fundamental para mantener la vida y el funcionamiento de los ecosistemas, siendo una señal clara del estado de salud del ambiente edáfico (Fao, 2021).

Diversidad de sistemas productivos

En agroecosistemas, la biodiversidad representa un pilar para garantizar la sostenibilidad. Insectos como polinizadores, depredadores naturales y descomponedores juegan roles clave en la productividad agrícola. Su presencia mejora la resiliencia de los cultivos frente a plagas, enfermedades y cambios climáticos (Sólvez, 2019).

Indicadores biológicos

Los indicadores biológicos permiten evaluar el estado del suelo desde una perspectiva viva, ya que reflejan la actividad y diversidad de los organismos que lo habitan. Estos indicadores responden con rapidez a cambios en el manejo del suelo, alteraciones naturales y contaminación

química, lo que los convierte en herramientas valiosas para la evaluación de la calidad edáfica (Usda, 2020).

Índices de diversidad Índice de equidad Shannon-Wiener

El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006). Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; mide el grado promedio de la incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección (Guzmán, 2018).

Índice de Dominancia Simpson

Es una medida de diversidad que considera el número de especies presentes, así como su abundancia relativa. A medida que aumenta la riqueza y la uniformidad de las especies, aumenta la diversidad (Centre, 2025).Su inverso se considera como un buen indicador de diversidad (Espinoza, 2017). **Trampas de caída o pitfall**

Las trampas de caída o pitfall son una de las técnicas más utilizadas para muestrear poblaciones de artrópodos terrestres de la superficie del suelo, debido a su efectividad y simplicidad. Consisten, en recipientes que se sitúan en un lugar apropiado y se nivelan con la superficie del suelo. Los individuos en actividad caen en su interior al realizar sus desplazamientos (Consultoria, 2018).

Embudos de "Berlese-Tullgren"

Este método se utiliza para extraer artrópodos de muestras de suelo y hojarasca. Funcionan según el principio de que los insectos y otros artrópodos que normalmente viven en el suelo y la hojarasca reaccionan negativamente a la luz. Por lo tanto, se utiliza una fuente de luz para forzar a los artrópodos a descender, donde caerán en un embudo y luego en un recipiente con etanol (Mississippi, 2018).

Aplicación iNaturalist

Es una de las aplicaciones (gratuita) de naturaleza más populares del mundo que impulsa la ciencia ciudadana (https://www.inaturalist.org/). En esta plataforma podrás conseguir ayuda para identificar plantas y animales que están en tu entorno. Al registrar, organizar y compartir tus observaciones puedes crear datos que sirvan para investigaciones científicas que busquen entender y proteger la naturaleza. (Urbana, 2019)

Sistemas de producción Sistema tradicional

Agricultura básica, con un nivel bajo de tecnificación y con un uso inexistente o mínimo de tecnología. Las técnicas utilizadas son, en cualquier caso, bastante rudimentarias y se asocia a

un tipo de cultivo familiar y de subsistencia. Las capacidades físicas y técnicas de los agricultores juegan, por lo tanto, un papel fundamental. Carece de tecnificación y tecnología por lo que no se utilizan herramientas avanzadas, sino utensilios básicos y tradicionales, como la hoz, la pala o la azada. (Certisbelchim, 2022)

Sistema natural

Es un sistema de producción agrícola basado en la utilización de procesos y recursos naturales no se emplean productos químicos (fertilizantes o plaguicidas, por ejemplo) ni organismos genéticamente modificados (OGMs) con el fin de obtener alimentos más saludables. (Iberdrola, 2020)

Sistema convencional

Es un sistema productivo de carácter artificial, basado en el consumo de determinados insumos considerados externos, como es el caso de la energía fósil, herbicidas y pesticidas, abonos químicos que sean sintéticos, etc. (Franquesa, 2016)

Sistema Agroecológico

Un sistema agroecológico es una propuesta para producir alimentos sanos, diversos; es menos conocido que ésta surge a partir del reconocimiento y la valorización del saber acumulado por los pueblos indígenas y campesinos, y que luego la acción de los movimientos sociales la ha ido convirtiendo en un elemento central de propuesta de un nuevo modelo agrario de producción (Jaimes, 2019).

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Se puede evaluar de la diversidad y abundancia de grupos funcionales de macro y meso invertebrados en cuatro sistemas productivos, utilizando dos metodologías de trampeo?

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Tipo de investigación

Descriptiva

Esta investigación es de tipo descriptiva, ya que, permite identificar la diversidad y abundancia de grupos funcionales de macro y meso fauna de diferentes ecosistemas, mediante la identificación taxonómica y tomando en cuenta la importancia que tiene cada especie en los distintos sistemas productivos.

De campo

Se define de campo porque se utilizó dos métodos de muestreo de macro y meso invertebrados en tres zonas con cuatro tipos de manejo, para esto se realizó el reconocimiento del área de estudio mediante visitas.

Cuantitativa

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

Cualitativa

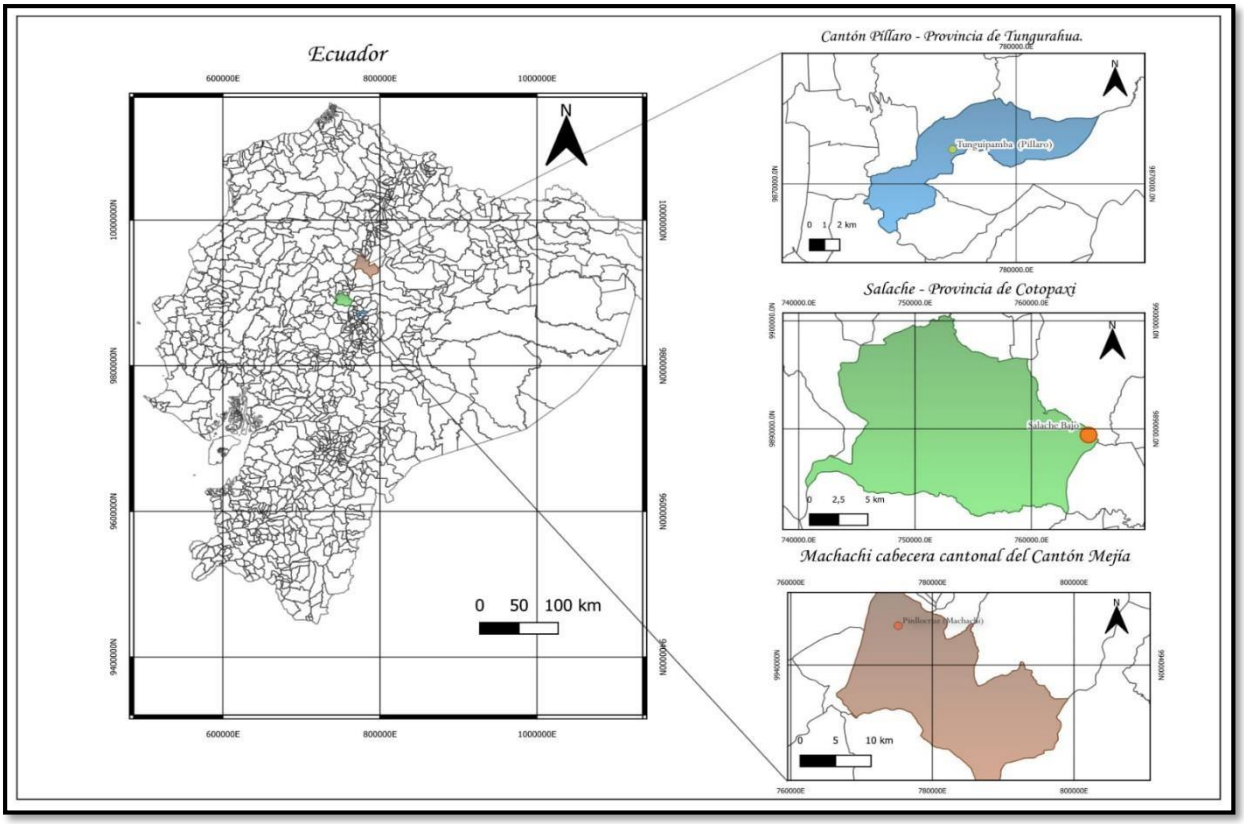
Es cualitativa esta investigación, ya que, trata de analizar el comportamiento de la diversidad de macro y meso fauna de diferentes ante diferentes sistemas productivos.

9.2 Gestores bibliográficos

Área de estudio

El proyecto de investigación se ejecutó en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi y Pichincha, para los sitios de investigación tenemos cuatro sistemas productivos en distintos cantones de estas provincias, Santiago de Píllaro, Latacunga y Mejía, la georreferenciación será adquirida de la aplicación de Google Maps, Google Earth. Obteniendo las coordenadas, ubicaciones geográficas, latitudes y altitudes desde los 2,700 msnm hasta los 3,000 msnm.

Ilustración 1. *Mapa de los cantones en estudio.*



Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025).*

Descripción de las zonas de estudio

Salache Bajo (Salache)

El sector de Salache está ubicada en la Provincia de Cotopaxi en parroquia de Eloy Alfaro. Esta región se extiende desde los 2000 a 3000 m.s.n.m., con una temperatura 35 media anual que varía entre los 12 y 18º C. En la localidad su temperatura media anual es alrededor de 14.5º C y la precipitación media anual es superior a 300mm., e inferior a 600mm. Tiene una variedad de sistemas productivos también presenta una gran diversidad de hortalizas como la brocoli, lechuga, remolacha y maíz son los cultivos más cosechados debido a suelo que es cangahua, también se realiza producción agroecológica para poder realizar la recuperación del suelo (Marlene, 2022).

Pinllocruz (Machachi),

Machachi, también conocida como Santiago de Machachi, es una ciudad ecuatoriana, cabecera cantonal del Cantón Mejía, provincia de Pichincha, con una altitud entre los 800 – 5248 m.s.n.m., 78° 32'30.5" de longitud Oeste y 00° 31' 55.5" latitud Sur (Taipe, 2021).

Tunguipamba (Pillaro)

Se localiza al norte de la provincia de Tungurahua, a 14 kilómetros de Ambato y su cabecera cantonal se asienta a los 2.800 msnm. Cuenta con una superficie territorial de 442.8 Km2 que corresponde al 13,14 % del área provincial de Tungurahua, su cabecera cantonal tiene una extensión de 51.6 Km2 que corresponde al 11,65 % del área cantonal. Su clima es variado desde el subtropical hasta el frío helado, con temperaturas que oscilan entre los 0º y 20º C. La principal actividad económica del cantón es la ganadería con una producción lechera que sobrepasa los cien mil litros diarios, otra actividad es la agricultura (Tungurahua, 2022).

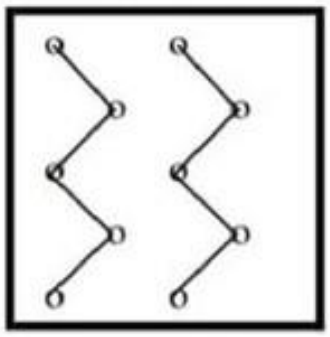
Fase de campo

9.3 Tipos de muestreo

Muestreo o recorrido en zigzag

Este método es más empleado por pequeños y medianos productores, la forma de recolección es muy sencilla, las sub muestras serán recolectadas en zig zag, en puntos de una distancia entre sí de 5m, cada uno acomodados, luego se los acomodaba en recipientes de plástico y limpios, para posteriormente ser mezclados (Guaygua, 2023). El muestreo consistirá en realizar un recorrido en zig-zag tomando en cada punto una muestra simple (submuestra). Posteriormente se mezclará con las muestras de los puntos sucesivos a cada profundidad, formando una muestra compuesta la cual se llevará para su análisis (Abonamos, 2020).

Ilustración 2 *Muestreo en zig - zag*



Fuente 1 *(Arca, 2021).*

Muestreo compuesto

Muestra compuesta, es decir, la muestra a analizar se obtendrá a partir de la combinación de 5 muestras individuales posteriormente mezcladas, conformando una única muestra, a fin de

minimizar los efectos de variabilidad de cada muestra individual de la cual se puede obtener un resultado promedio de una característica determinada (Ameghino, 2020).

9.4 Muestreo de macro y meso invertebrados

Para recolección de macro y meso invertebrados, se utilizó los siguientes métodos: trampas pitfall y embudos “Berlese-tullgren”.

9.4.1 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 (Torres, 2019). Para el diseño de la trampa de caída o pitfall se tomó en consideración la literatura de (Diaz, 2022). El primer diseño de una trampa pitfall fue usado por Dahl hace más de 120 años. En cada uno de los diferentes sistemas de producción se colocaron 2 trampas, teniendo así como resultado un total de 8 trampas en cada sitio de estudio. Ese diseño de trampa consistió en un contenedor enterrado en el suelo con la parte superior a ras de la superficie. 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:

- Se situaron las tarrinas en el suelo, y en su interior había una mezcla de deterge nte en una proporción de 2 a 3. Esto significa que se usaron dos cucharadas de detergente por cada tres litros de agua.
- Se puso la tapa del envase en cada tarrina para prevenir que la lluvia pudiera alterar el contenido de las muestras. Para esto, se usaron palos de pincho que atravesaron cada tapa y se fijaron directamente al suelo.
- Después de 72 horas, se realizó la reubicación de las muestras de cada lugar, que posteriormente fueron enviadas al laboratorio para su identificación.
- Al llegar al laboratorio, se comenzó a identificar los macro invertebrados de cada área utilizando un estereoscopio y una lupa. Esto permitió conocer todas las características de los macro y meso invertebrados.
- Se utilizó la aplicación iNaturalist para la identificación de las diversas especies encontradas.

Ilustración 3. *Colocación de trampas pitfall*

Elaborado por: Analuisa Jenifer, (2025).

9.4.2 Embudos de “Berlese-Tullgren”

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

Se creó dos embudos para cada uno de los sistemas de producción, correspondientes a las tres áreas de investigación, lo que resultó en un total de 24 embudos Berlese-Tullgren. Para llevar a cabo esta metodología, se emplearon materiales reciclados que facilitaron la instalación de cada embudo en el laboratorio. A continuación, se presenta el procedimiento que se realizó:

- Para llevar a cabo este método de muestreo, se emplearon los siguientes elementos: botellas de plástico de 4 litros, tijeras, malla con agujeros de 3 mm, bombillas de 40 watts, boquillas, un cable de 20 metros, cinta de embalaje, frascos de vidrio, alcohol al 90 por ciento y un cable de extensión.
- Se recolectaron 5 muestras de suelo utilizando una azada, por cada sistema productivo, enfocándose en los primeros 10 cm de profundidad. El proceso de muestreo se llevó a cabo en un patrón en zigzag por toda el área para lograr uniformidad.

- A continuación, se mezcló todas las muestras recogidas para crear dos muestras representativas de cada uno de los sistemas de producción, la cual pesó 1kg de suelo.
- Las muestras que se recolectaron en el campo fueron almacenadas en bolsas ziploc con las etiquetas correspondientes del lugar de origen. Después, todas las muestras se llevaron al laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi, donde se pusieron en cada uno de los embudos. **Extracción**
- En la parte superior del embudo, se instaló una rejilla de 50 x 50 cm. A continuación, se utilizó cinta de embalaje para soportar cada una de las muestras. Después, se añadieron frascos de vidrio con alcohol al 90 por ciento para prevenir la descomposición de las especies recolectadas.
- Cuando la instalación de los embudos y sus frascos estaba completa, se pusieron las muestras de tierra en cada uno. Se añadió hojarasca sobre cada embudo. Después, se encendieron todas las luces durante 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.
- Para la identificación de los invertebrados se utilizó la aplicación iNaturalist, debido a su facilidad y sin costo.

Ilustración 4. *Implementación de los embudos de Berlese*

Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025).*

9.5 Aplicación iNaturalist

1. Descarga e instalación

Disponible en: Google Play

También puedes usar la versión web: https://www.inaturalist.org

2. Registro de cuenta

- Crea una cuenta gratuita con correo electrónico, o accede con tu cuenta de Google, Apple o Facebook.
- Puedes usar la app sin registrarte, pero no podrás guardar observaciones ni contribuir a proyectos científicos.

3. Cómo hacer una observación

- Abre la app y pulsa “Observar” o “Nueva observación”.
- Toma una foto (o súbela desde tu galería).
- iNaturalist te sugerirá automáticamente una posible identificación de la especie usando inteligencia artificial.

Agrega:

- Ubicación (se agrega automáticamente si tienes GPS activado).
- Fecha y hora
- Notas (hábitat, comportamiento, etc.)
- Presiona “Guardar” o “Compartir”.

Esto nos permitirá que otros usuarios (expertos o aficionados) pueden ayudarte a confirmar o corregir la especie observada. (iNaturalist, s.f.)

Ilustración 5. *Aplicación iNaturalist*

Ilustración 6. *Aplicación iNaturalist*

Elaborado por: *Analuisa Jenifer, 2025.*

9.6 Índices de equidad y dominancia

9.6.1 Índice de Shannon-Wiener

El Índice de Shannon-Wiener mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar de las unidades de muestreo (Jorge Reyes Reyes, 2022).

$$H' = -\Sigma_{pi} Inpi$$

H’ = Índice de diversidad.
pi = ni /N. ni = Número de individuos de la especie i.
N = Número total de individuos.
ln = logaritmo natural

Para interpretar los valores del índice de Shannon-Wiener, se ha considerado lo señalado por Margalef (1972), citado en. (Kashe, 2013), quien propone que este índice generalmente varía entre 1 y 5. De acuerdo con esta clasificación, valores menores a 2 indican una diversidad baja; entre 2 y 3.5, una diversidad media; y mayores a 3.5, una diversidad alta.

Tabla 2.*Tabla de rangos de índice de Shannon-Wiener*

Valores	Interpretación
0.	Solo existe una especie en la muestra
bajo 2	Biodiversidad baja
entre 2 y 3,5	Biodiversidad media
alta 3,5	Biodiversidad alta
sín límite	El índice puede superar 5 en ecosistemas muy ricos en biodiversidad

Fuente: (Kashe, 2013),

9.6.2 Índice de Simpson

Los índices de Simpson son una forma de cuantificar la biodiversidad de las comunidades. El valor del índice de Simpson refleja cuántos tipos distintos de especies hay en una comunidad y lo uniformemente distribuida que está la población de cada especie (Purnima Singh, 2025).

$$\boldsymbol{D = 1 - \Sigma pi^2}$$ Donde:

pi = 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.

Para interpretar el índice de Simpson, se interpretó mediante la literatura de (Pujos, 2013), lo cual nos indica valores entre 0 y 1, siendo que más cerca de 0 la diversidad es baja, y alta diversidad cuando está cerca de 1. Para la interpretación de los resultados se realizó la suma de los índices de Simpson de trampas pitfall y los embudos de Berlese – Tullgren.

Tabla 3. *Tabla de rangos de índices de Simpson*

Valores	Interpretación
0,00 – 0,35	Baja diversidad (alta dominancia)
0,36 – 0,75	Diversidad media
0,76 – 1,00	Diversidad media

Fuente: (Pujos, 2013)

9.6.3 Prueba no paramétrica Kruskal Wallis

“La prueba de Kruskal-Wallis puede considerarse el equivalente no paramétrico del ANOVA. Esta prueba determina si los grupos independientes tienen la misma media en los rangos; en

lugar de utilizar los propios valores de los datos, se asigna un rango a cada punto de datos y estos rangos se utilizan para determinar si los datos de cada grupo provienen de la misma distribución. En esencia, esta prueba determina si los grupos tienen la misma mediana" (Lomuscio, 2021).

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1 Establecer índices de diversidad y dominancia con los datos obtenidos.

10.1.1 Determinación de la diversidad mediante el índice de ShannonWiener

En la Tabla N°4, se observa el índice de diversidad por sistema productivo y localidad, donde los resultados obtenidos muestran que el sistema natural (6,21) presenta el mayor valor del índice de Shannon en el sector de Pinllocruz (Machachi), seguido del sistema agroecológico (5,27) en Salache bajo, lo cual evidencia una alta riqueza y equitatividad en la distribución de especies de insectos.

En el sector de Tunguipamba (Pillaro), posee una biodiversidad alta, que va en el rango de 3,5 a 5. Esto se debe a la presencia de gran cantidad de materia orgánica que es uno de los aspectos primordiales que hay en este sitio debido a la gran agricultura que existe. (Pillaro, 2023).

En el sector de Pinllocruz (Machachi), presenta un ecosistema muy rico en biodiversidad en el sistema de producción natural (6,21), siendo una comunidad altamente diversa y poco alterada, mientras que en el sistema agroecológico registra un valor bajo (3,09), mediante la tabla de rangos posee una biodiversidad media.

En Salache Bajo, en el sistema agroecológico al ser de (5,27), posee un ecosistema con una diversidad muy alta siendo este más alto que el propio sistema natural (3,55), este resultado lo ponemos a considerar ya que ha mejora a comparación del año 2024, según (Cuchiparte, 2024) mediante el índice de Shannon- Wiener, menciona que en el sistema agroecológico posee una cantidad de (1,48) y del sistema natural posee (1,69), estos índices han cambiado con el tiempo debido a que en lo agroecológico, se ha mantenido la presencia de materia orgánica permitiendo la conservación de la estabilidad del suelo y la biodiversidad que se encuentra en ella (Baquero, s.f.).

Tabla 4. *Tabla de la Macro y Mesofauna de los sitios muestreados.*

Índice de Shannon

SISTEMA	Tunguipamba (Pillaro)	Pinllocruz (Machachi)	Salache Bajo
Agroecológico	**4,91**	3,09	**5,27**
Convencional	4,54	3,53	4,13
Natural	3,74	**6,21**	3,55
Tradicional	4,60	4,03	3,69

Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025).*

10.1.2 Determinación de la dominancia mediante el índice de Simpson

En la Tabla 5, se observa que en el sector de Tunguipamba (Pillaro), en el sistema natural (1,76) tienen comunidades con menor dominancia y, por tanto, mayor diversidad efectiva. En el sector de Pinllocruz (Machachi) se puede observar que presenta menor diversidad, con más representación en el sistema natural (1,07), lo que podría ser por el cambio radical del uso del suelo, es decir, convertimos los espacios que eran ecosistemas naturales, como bosques, selvas o pastizales, en áreas como la agricultura, ganadería, industria, turismo, etc (Biodiversidad Mexicana, 2022).

En la localidad de Salache bajo, de los cuatros sistemas de muestreo, en el sistema agroecológico (1,83), donde poseen una alta diversidad a lo que se refiere la meso fauna y baja dominancia, según Cuchiparte (2024), el sistema tradicional, agroecológico y convencional, tuvo una mayor dominancia de especies en el año 2024. En general, los sistemas tradicionales muestran valores intermedios y estables entre localidades, posiblemente reflejando un manejo menos intensivo pero constante, con ciertas prácticas culturales que favorecen la biodiversidad edáfica (Altieri M. A., 1999).

Tabla 5. *Tabla de la Macro y Mesofauna de los sitios muestreados.*

Índice de Simpson			
SISTEMA	**Tunguipamba (Pillaro)**	**Pinllocruz (Machachi)**	**Salache Bajo**
Agroecológico	1,74	1,37	**1,83**
Convencional	1,74	1,57	1,69
Natural	**1,76**	**1,07**	1,42
Tradicional	1,75	1,60	1,60

Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025).*

10.2 Cuantificar macro y meso fauna en diferentes sistemas de producción en tres localidades.

En la Tabla 6, se observa que la localidad de Tunguipamba (Pillaro), presenta una mayor presencia de macrofauna con un total de 257 especies encontradas en comparación con las otras dos localidades evaluadas. Se debe tener en cuenta que el sistema natural en esta localidad se registró (112 especies) de macrofauna. Seguido de Pinllocruz (Machachi) con una total de macrofauna de 152 especies, teniendo en cuenta los sistemas natural (58 especies) y tradicional (56 especies) destacaron por su abundancia de macrofauna. La localidad de Salache Bajo con un total de 144 especies, destacando el sistema natural (52 especies) una abundante presencia de macrofauna en la localidad. Esto nos quiere decir que la localidad Tunguipamba (Pillaro), con los resultados obtenidos es coherente con la naturaleza del suelo andisol, característico de esta zona, el cual se distingue por su alta fertilidad, buen drenaje y retención de agua, condiciones favorables para el desarrollo de organismos edáficos (Lavelle P. , 2006). En la localidad de Pinllocruz (Machachi), al estar rodeas por áreas protegidas como el Parque Nacional de Cotopaxi, esto puede actuar como corredores biológicos lo que nos referencia la gran cantidad de macrofauna existente en los sistemas muestreados (Simon, 2006).

Tabla 6. *Cuantificación de especies encontradas en diferentes sistemas productivos.*

Sistemas productivos	**Tunguipamba (Pillaro)**		**Pinllocruz (Machachi)**		**Salache Bajo**	
Fauna	**Macro**	**Meso**	**Macro**	**Meso**	**Macro**	**Meso**
Agroecológico	43	24	22	9	41	15
Convencional	45	15	16	3	33	10
Natural	112	12	58	11	52	2
Tradicional	57	13	56	6	18	14
TOTAL	**257**	**64**	**152**	**29**	**144**	**41**

Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025).*

En la localidad de Tunguipamba (Pillaro) la mesofauna total es de 64 especies. Sin embargo, en el sistema agroecológico de esta misma localidad se identificó la mayor riqueza de mesofauna (24 especies). Seguido de la localidad de Salache Bajo donde se presenta una cantidad de 41 especies encontradas total. Siendo el sistema natural con más bajo la cantidad de (2 especies). La localidad de Pinllocruz (Machachi), mostró una baja cantidad de meso fauna con un total de 29 especies. Teniendo al sistema convencional con una cantidad de (3 especies). Esto nos quiere decir que en la localidad de Tunguipamba (Pillaro), en el sistema agroecológico, donde se maneja las prácticas sostenibles implementadas en este tipo de manejo, que favorecen

la estructura y porosidad del suelo, aumentando así la diversidad edáfica (Nicholls, 2004). En Pinllocruz (Machachi), el sistema convencional presentó una reducción notable en la presencia de especies. Este resultado es consistente con lo reportado por (Bender, 2016) , quienes indican que los sistemas de producción convencionales, por el uso intensivo de agroquímicos y prácticas mecánicas agresivas, tienden a reducir la diversidad de organismos del suelo, afectando su funcionalidad ecológica. Por otra parte, en Salache Bajo los hallazgos concuerdan con lo reportado por Cuchiparte (2024), quien sostiene que la macrofauna suele presentar mayores niveles de abundancia en sistemas con baja intervención humana, mientras que la mesofauna es más susceptible a factores ambientales y de manejo agrícola.

10.2.1 Prueba no paramétrica Kruskal Wallis en la mesofauna en los sistemas muestreados

El análisis de medias por el método de Kruskall Wallis evidencia que la prueba no paramétrica para los sistemas: agroecológico, convencional, natural y tradicional en las tres localidades no existe diferencias estadísticas significativas $p \leq 0{,}5422$ (Tabla 7). Es decir que la presencia de mesofauna en los tres sistemas es el mismo; aunque, numéricamente son diferentes. Estudios como el de Socarrás e Izquierdo (2014) en Cuba han demostrado mediante un estudio, que, aunque los sistemas agroecológicos tienden a favorecer grupos de indicadores de estabilidad, los sistemas con un manejo convencional pueden mantener a comunidades con mesofauna similar si existe una cobertura vegetal y con aporte orgánico. Los policultivos, el uso de abonos naturles y la rotación de diversas especies de plantas son comunes en los sistemas tradicionales. Según el Manual de Articulación de Saberes Ancestrales del MSP (2023). Estás practicas favorecen al suelo y así poder mantener las comunidades de mesofauna estables, incluso sin la intervención técnica moderna.

Tabla 7. *Prueba de Kruskal Wallis mesofauna por sistemas.*

Sistema	Medias	D.E	Medianas	Promedio	gl	p
Agroecológico	8,00	3,77	7,50	8,83	3	0,5422
Convencional	4,67	3,01	5,00	5,83		
Natural	4,17	2,75	5,50	4,67		
Tradicional	5,50	2,18	6,50	6,67		

Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025)*

10.2.2 Prueba no paramétrica Kruskal Wallis en la mesofauna en las localidades muestreados

El análisis de medias mediante el método de Kruskal Wallis demuestra que la prueba no paramétrica realizada por diferentes localidades: Tunguipamba (Pillaro), Pinllocruz (Machachi) y Salache Bajo en los cuatro sistemas productivos no existe diferencias estadísticas significativas p≤0,0857 (Tabla 8). Esto quiere decir que la presencia de mesofauna en las tres localidades es lo mismo; aunque, numéricamente son diferentes. Según Lavelle, P. (2006), destaca que la mesofauna del suelo puede presentar diferentes patrones de distribución similar en regiones con condiciones edáficas y climáticas comparables, incluso si hay un manejo agrícola diferente. Esto se debe a que muchos de los grupos de mesofauna tienen la alta capacidad de adaptación y dispersión, lo que ha permitido colonizar ambientes diversos sin mostrar variaciones abruptas en la abundancia relativa.

Tabla 8. *Prueba de Kruskal Wallis mesofauna por localidades. .*

Localidad	Medias	D.E	Medianas	p
Tunguipamba (Pillaro)	8,00	2,74	7,00	0,0857
Pinllocruz (Machachi)	3,63	1,75	3,75	
Salache Bajo	5,13	2,95	6,00	

Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025)*

10.2.3 Prueba no paramétrica Kruskal Wallis en la macrofauna en los sistemas muestreados.

El análisis mediante el método de Kruskal Wallis demuestra que la prueba no paramétrica realizada por los diferentes sistemas productivos: agroecológico, convencional, natural y tradicional de las tres localidades no existe diferencias estadísticas p≤0,129 (Tabla 9). Esto quiere decir que la presencia de macrofauna en las tres localidades es lo mismo; aunque, numéricamente son diferentes. Según, Méndez Farinango (2025), en los agroecosistemas de Imbabura, se observó que el sistema agroecológico de igual manera presentaba mayor diversidad y abundancia de macro y mesofauna, pero el sistema natural presento muy baja presencia. A pesar de estas diferencias numéricas que se ha presentado, los análisis estadísticos no siempre mostraron significancia, lo que refuerza la idea de que la sensibilidad ecológica no siempre se traduce en significancia estadística. De acuerdo con, en Nicaragua, compararon los sistemas agroecológicos y convencionales son la presencia de Moringa oleífera. En donde la prueba de

Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas en densidad por taxón y grupo funcional, en donde destacaron que la diversidad fue mayor en conversión agroecológica, lo que indica que la equitatividad y funcionalidad pueden ser más sensibles que la abundancia total.

Tabla 9. *Prueba de Kruskal Wallis de la macrofauna por sistemas.*

Sistema	Medias	D.E	Medianas	Promedio	gl	p
Agroecológico	17,67	5,8	20,50	4,67	3	0,129
Convencional	15,67	7,29	16,50	4		
Natural	37,00	16,52	29,00	10,33		
Tradicional	21,83	11,12	28,00	7		

Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025).*

10.2.4 Prueba no paramétrica Kruskal Wallis en la macrofauna en las localidades muestreados.

El análisis de medias mediante el método de Kruskal Wallis demuestra que la prueba no paramétrica realizada por diferentes localidades: Tunguipamba (Pillaro), Pinllocruz (Machachi) y Salache Bajo en los cuatro sistemas productivos no existe diferencias estadísticas significativas $p \leq 0{,}2958$ (Tabla 10). Esto quiere decir que la presencia de macrofauna en las tres localidades es lo mismo; aunque, numéricamente son diferentes. De acuerdo con Saltos (2022), en el estudio realizado en diferentes ecosistemas: papa, pasto, bosque de pino y bosque natural en Potrerillos (Simiátug), se encontró que la macrofauna edáfica estaba presente en todos los sistemas a estudio, con diferentes variaciones numéricas pero sin diferencia significativa entre ecosistemas como el resultado que se obtuvo. Esto apoya esta teoría de que la diversidad funcional puede mantenerse estable en distintas provincias, incluso con prácticas agrícolas distintas.

Tabla 10. *Prueba de Kruskal Wallis de la macrofauna por localidades.*

Localidad	Medias	D.E	Medianas	Promedio	gl	p
Tunguipamba (Pillaro)	32,13	16,21	25,50	8,75	2,00	0,2958
Pinllocruz (Machachi)	19,00	11,05	19,50	6,00		
Salache Bajo	18,00	7,15	18,50	4,75		

10.3 Identificar taxonómicamente las especies encontradas.

10.3.1 Identificación de especies mediante las Trampas Pitfall

En la (Tabla 11), se puede observar que en la localidad de Tunguipamba (Pillaro), destacó la familia Staphylinidae con un valor del (19,84%), seguida por la familia Tetragnathidae (10,89%), la familia Carabidae (9,73%) y la familia Lioranidae (9,34%), indicando una alta representación de coleópteros y arácnidos asociados a suelos orgánicamente activos y con una buena cobertura vegetal. Por otro lado, en Salache Bajo sobresalieron la familia Formicidae (11,19%) y la familia Muscidae (10,49%), grupos que están relacionados con la materia orgánica en descomposición y mayor disturbio antrópico. Mientras que en Pinllocruz (Machachi), presentó una fuerte presencia de la familia Ptilodactylidae (13,16%), la familia Carabidae (11,10%) y la familia Elateridae (8,55%), lo cual sugiere condiciones favorables para especies que se desarrollan en suelos con moderada humedad y restos vegetales.

Tabla 11. *Frecuencia de macrofauna por familias encontradas en los diferentes sitios muestreados.*

Familia	Tunguipamba (Pillaro)	Salache Bajo	Pinllocruz (Machachi)
Anobiidae	0,00	0,00	1,32
Anisolabididae	0,39	0,70	0,00
Anthomyzidae	0,39	0,00	0,00
Aphididae	2,72	9,09	0,00
Araneidae	3,89	2,10	1,32
Asiidae	0,00	0,00	1,32
Braconidae	0,00	0,00	0,66
Carabidae	9,73	3,50	11,18
Calliphoridae	0,00	0,00	7,89
Ceraphronidae	0,00	1,40	1,32
Ceratophyllidae	0,39	0,00	0,00
Ceratopogonidae	0,39	0,00	0,00
Chironomidae	0,00	0,00	1,97
Chloropidae	0,00	2,10	0,00
Chrysomelidae	8,17	0,70	2,63
Cicadidae			1,32
Cicadellidae	3,11	6,29	1,97
Culicidae	0,39	1,40	1,32
Coccoidea	0,00	0,70	2,63
Cocconellidae	0,00	0,00	1,32
Curculionidae	1,17	0,00	0,00
Delphacidae	1,17	0,00	
Diapriidae	0,78	0,00	1,32
Drosophilidae	2,33	1,40	0,00
Elateridae	1,17	0,70	8,55
Ephydridae	0,78	0,00	0,00

Eupodidae	0,78	0,00	0,00
Figitidae	0,78	0,00	0,00
Forficulidae	1,17	0,00	0,00
Formicidae	1,17	11,19	0,00
Helicidae	0,00	2,80	0,66
Ichneumonidae	1,95	0,00	5,26
Ixodidae	0,00	0,70	0,00
Kateretidae	0,39	0,00	0,00
Leiodidae	0,00	1,40	0,00
Limacidae	0,39	2,80	2,63
Linyphiidae	1,56	1,40	0,00
Lioranidae	9,34	1,40	7,24
Lycosidae	0,00	1,40	0,00
Lycaenidae	0,39	0,00	0,00
Milichiidae	2,33	1,40	0,66
Miridae	0,39		0,66
Muscidae	3,50	10,49	5,26
Mycetophilidae	0,39	0,00	0,00
Nabidae	0,39	0,00	0,00
Noctuidae	0,00	0,00	0,66
Philodromidae	0,00	2,10	0,66
Philopteridae	0,39	1,40	2,63
Phoridae	0,78	0,70	1,97
Porellionidae	0,00	2,10	0,00
Ptilodactylidae	0,00	0,70	13,16
Psyllidae	0,39	0,70	
Plutellidae		0,00	3,29
Pyralidae	1,56	0	1,97
Sarcophagidae	0,78	5,59	1,32
Scarabaeidae	1,56	1,40	0,00
Sciaridae		0,70	0,66
Sepsidae	1,56	0,00	0,00
Sphaeroceridae	0,39	2,10	1,32
Spongiphoridae	0,00	3,50	0,00
Staphylinidae	19,84	2,80	0,66
Syrphidae	0,00	0,70	
Tachinidae	0,00	0,00	1,32
Tenebrionidae	0,00	2,80	0,00
Tephritidae	0,00	1,40	0,00
Tetragnathidae	10,89	0,00	0,00
Thaumastocoridae	0,00	2,10	0,00
Therevidae	0,00	2,80	0,00
Tineidae	0,00	0,70	0,00
Tropiduridae	0,00	0,70	0,00

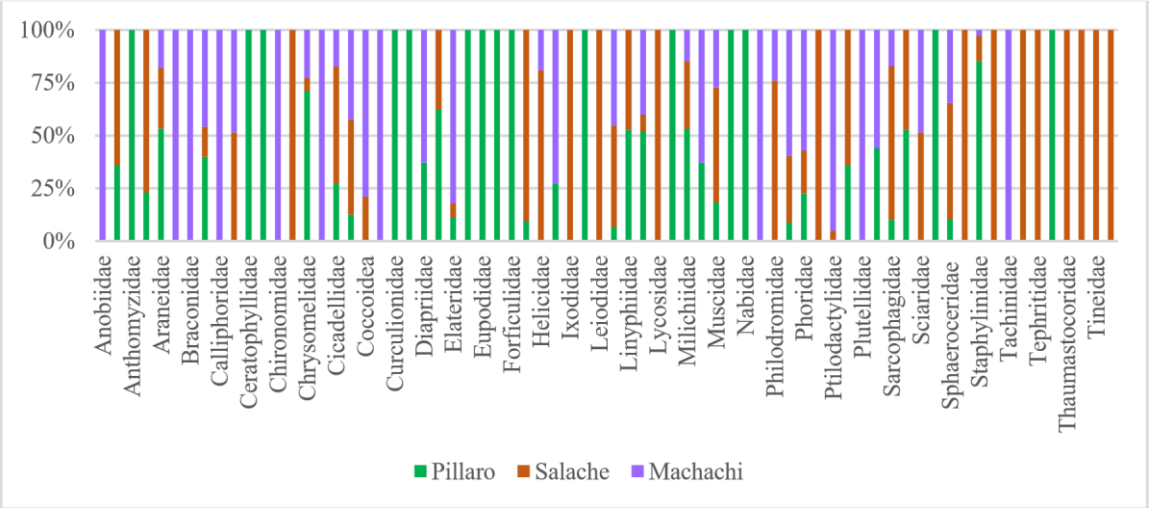
Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025).*

Según la (Figura 4), en la localidad de Tunguipamba (Píllaro), la elevada abundancia de la familia Staphylinidae y la familia Tetragnathidae sugiere un sistemas más conservado y con mayor aporte de materia orgánica, ya que estas familias suelen estar asociadas con suelos con alto contenido de detritos y buena aireación (González., 2019). Este patrón es similar al reportado por (Arteaga, 2020) en sistemas agroecológicos del norte andino del Ecuador, donde la familia Staphylinidae y la familia Carabidae fueron indicadores de suelos con menor perturbación y mayor biodiversidad funcional.

Por otro lado, en Salache Bajo se evidenció una alta representación de la familia Formicidae y la familia Muscidae, grupos comúnmente relacionados con ambientes alterados o suelos con mayor intervención humana (Lavelle P. , 2006). Esto coincide con los hallazgos de Arévalo et al. (2021), quienes señalaron que la presencia dominante de hormigas en agroecosistemas intensivos está asociada a la simplificación estructural del hábitat y a la fragmentación del paisaje. A su vez, la elevada frecuencia de la familia Muscidae puede indicar acumulación de residuos orgánicos en descomposición, esto es típico de suelos compactados o con poco laboreo biológico.

En el caso de Pinllocruz (Machachi), la alta proporción de la familia Ptilodactylidae y la familia Elateridae indica condiciones de humedad y presencia de raíces o restos vegetales subterráneos, ambientes propicios para el desarrollo de larvas de coleópteros Decaëns et al. (2006). Este hallazgo es comparable con lo reportado por Jiménez et al. (2019), en suelos volcánicos del altiplano colombiano, donde estos grupos reflejaban una adaptación a suelos agrícolas con ciclos de cultivo intensos pero con cierta cobertura vegetal.

Figura 1. *Grupos de familias de la macrofauna de los tres sitios de muestreo.*



Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025).*

10.3.2 Identificación de especies mediante los Embudos de Berlese

En la Tabla 10, en la localidad de Tunguipamba (Pillaro), destacan la familia Macrochelidae (20,31%), la familia Enchytraeidae (14,06%) y la familia Liposcelididae (9,38%), lo cual nos sugiere que la existencia de un suelo activo con buena disponibilidad de materia orgánica y condiciones microambientales son favorables para organismos saprófitos y detritívoros. La elevada presencia de la familia Macrochelidae, ácaros depredadores, puede reflejar un ecosistema con equilibrio en la cadena trófica edáfica y bajo impacto de disturbios externos. Por otro lado en Salache Bajo, se evidencia una clara presencia de la familia Enchytraeidae (43,90%), seguida por la familia Liposcelididae (9,76%) y la familia Chironomidae (9,76%). La alta representación de enquitréidos indica un suelo con elevado contenido de materia orgánica en descomposición fina, posiblemente derivado de residuos vegetales o restos de cultivos. Asimismo, la presencia significativa de la familia Chironomidae, típicos de ambientes húmedos, sugiere condiciones edáficas con alta humedad, lo cual puede estar asociado al tipo de manejo agrícola o al régimen hídrico del sitio.

En cambio, en la localidad de Pinllocruz (Machachi), mostró una presencia de fauna completamente distinta, con un claro predominio de la familia Liposcelididae (55,17%), seguido de la familia Trogiidae (13,79%) y la familia Japygidae (10,34%), lo que sugiere un ecosistema con alta acumulación de residuos orgánicos secos o celulósicos, ya que estos grupos suelen asociarse con ambientes ricos en detritos vegetales, especialmente en suelos con menor humedad.

Tabla 12. *Frecuencia de mesofauna por familias encontradas en los diferentes sitios muestreados.*

Familia	Tunguipamba (Pillaro)	Salache Bajo	Pinllocruz (Machachi)
Analgidae	1,56	2,44	0,00
Crambidae	0,00	0,00	3,45
Ceratopogonidae	0,00	2,44	0,00
Ceraphronidae	1,56	0,00	0,00
Cicadellidae	0,00	4,88	0,00
Chalcidoidae	3,13	0,00	0,00
Chironomidae	1,56	9,76	0,00
Enchytraeidae	14,06	43,90	0,00
Entomobryidae	1,56	0,00	0,00
Erythraeidae	0,00	2,44	0,00
Ereynetidae	0,00	0,00	3,45
Erebidae	1,56	2,44	0,00
Formicidae	1,56	0,00	0,00
Geophilidae	1,56	0,00	0,00
Hypogastruridae	3,13	0,00	0,00
Isotomidae	4,69	4,88	0,00

Ixodidae	1,56	2,44	0,00
Japygidae	0,00	0,00	10,34
Julidae	1,56	0,00	0,00
Liposcelididae	9,38	9,76	55,17
Lumbricidae	1,56	0,00	0,00
Macrochelidae	20,31	0,00	6,90
Monotomidae	4,69	0,00	0,00
Myetophilidae	3,13	0,00	0,00
Notodontidae	0,00	0,00	6,90
Nitidulidae	6,25	0,00	0,00
Phoridae	0,00	4,88	0,00
Paradoxosomatidae	3,13	0,00	0,00
Philopteridae	1,56	0,00	0,00
Reduviidae	1,56	0,00	0,00
Scarabaeidae	0,00	7,32	0,00
Simuliidae	1,56	0,00	0,00
Staphylinidae	1,56	0,00	0,00
Tenebrionidae	0,00	2,44	0,00
Tomoceridae	1,56	0,00	0,00
Triozidae	4,69	0,00	0,00
Trogiidae	0,00	0,00	13,79

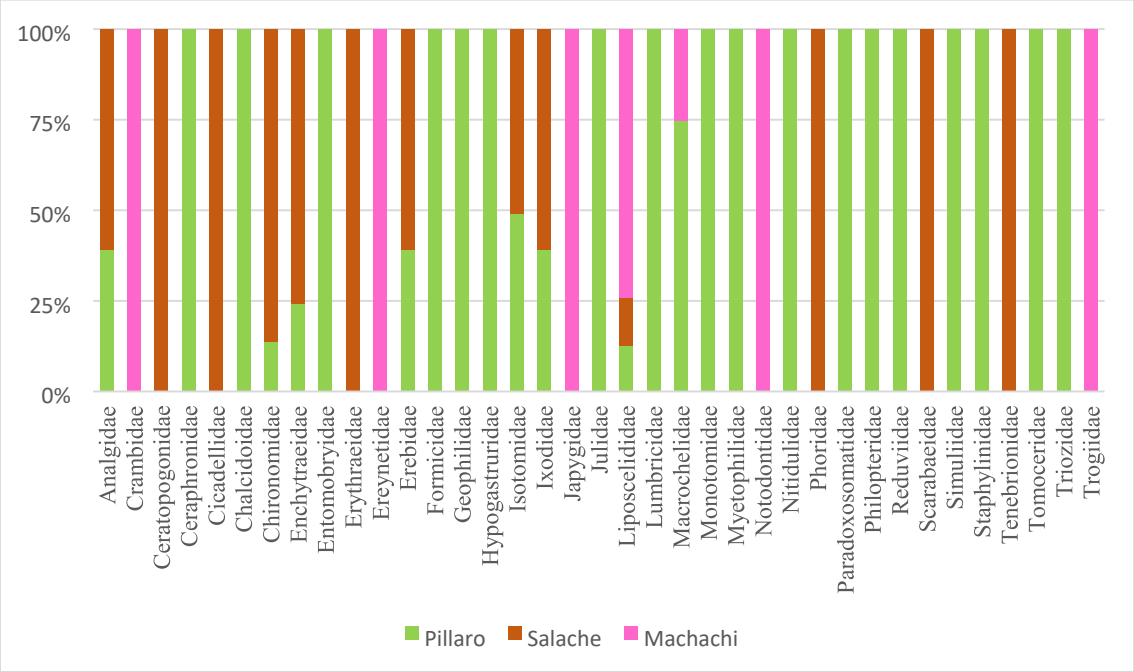
Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025).*

En la (Figura 2), se puede evidenciar que en la localidad de Tunguipamba (Pillaro), la notable abundancia de la familia Macrochelidae y la familia Enchytraeidae sugiere un ecosistema edáfico biológicamente activo, asociado a suelos con buena estructura y materia orgánica biodisponible. De acuerdo con Guerrero et al. (2017), la familia Macrochelidae cumple un rol importante como depredadores de larvas y huevos de pequeños artrópodos, y su presencia está vinculada a suelos con equilibrio trófico. Por otra parte, la familia Enchytraeidae es ampliamente reconocido como un indicador de suelos húmedos y ricos en detritos orgánicos, favoreciendo procesos clave como la humificación Kostecka & Knopik, (2018).

En Salache Bajo, se observa una comunidad dominada por la familia Enchytraeidae, la familia Chironomidae y la familia Liposcelididae, lo cual podría interpretarse como una respuesta a condiciones de mayor humedad y acumulación de residuos orgánicos. La presencia de la familia Chironomidae, grupo típicamente acuático o semiaquático, podría indicar suelos con retención hídrica o mal drenaje (Rusek, 2007). De la misma, la familia Liposcelididae suele encontrarse en suelos con alta carga de materia vegetal seca y escasa aireación, lo que sugiere condiciones de compactación o baja porosidad, posiblemente resultado del tipo de labranza o intensidad del uso del suelo (Tovar, 2021).

Por otro lado, en Pinllocruz (Machachi) presenta una comunidad biológica edáfica notablemente diferente, con una dominancia abrumadora de la familia Liposcelididae, seguida por la familia Trogiidae y la familia Japygidae. Esta marca de especialización puede interpretarse como una señal de estrés ecológico, ya que la sobreabundancia de unos pocos grupos está asociada con ecosistemas empobrecidos o alterados por prácticas agrícolas intensivas (Coleman, 2018). Comparando con otros estudios realizados en los Andes ecuatorianos, Álvarez et al. (2020), destacan que la diversidad de microartrópodos tiende a reducirse en los sistemas con uso intensivo de agroquímicos y menor cobertura vegetal, favoreciendo la proliferación de grupos tolerantes como la familia Japygidae o la familia Trogiidae. Por ello, la biodiversidad edáfica no solo es un reflejo del tipo de cultivo, sino también del manejo, cobertura, materia orgánica y disturbios físicos en el suelo.

Figura 2. *Grupos de familia de la mesofauna de los sitios de muestreo.*



Elaborado por: *Analuisa Jenifer, (2025).*

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La mayor diversidad de macro y mesofauna del suelo se registró en los sistemas agroecológico y natural, especialmente en Salache Bajo agroecológico (Índice de Shannon = 5,2) y Pinllocruz natural (Shannon = 6,2), lo que evidencia una estructura ecológica rica y equitativa. En cambio, el sistema agroecológico de Pinllocruz presentó la menor diversidad (3,0), revelando que, a pesar del tipo de manejo, las condiciones locales como suelo y altitud influyen significativamente. Estos resultados refuerzan la importancia de las prácticas sostenibles en combinación con el contexto ambiental para mantener la biodiversidad edáfica.
- En la localidad de Tunguipamba (Píllaro) presentó la mayor diversidad edáfica, con 257 especies de macrofauna y 64 de mesofauna, destacando el sistema natural y el agroecológico. A pesar de que Pinllocruz (Machachi) y Salache mostraron menor riqueza, las pruebas de Kruskal-Wallis no evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre sistemas ($p = 0,5422$) ni localidades ($p = 0,0857$), lo que sugiere una alta capacidad de adaptación de las comunidades del suelo, incluso bajo distintos tipos de manejo agrícola.
- La familia Staphylinidae dominó en Tunguipamba (Pillaro) (19,84%) y estuvo completamente ausente en Pinllocruz (Machachi), lo que indica una mayor calidad ecológica en suelos naturales o agroecológicos, mientras que la familia Liposcelididae representó el 55,17% en Pinllocruz (Machachi) una familia asociada a suelos degradados. Asimismo, la familia Enchytraeidae alcanzó el 43,90% en Salache Bajo, reflejando condiciones de alta fertilidad y humedad del suelo. Estos valores muestran que la composición taxonómica actúa como un bioindicador confiable del estado ecológico del suelo y que los sistemas agroecológicos y naturales promueven comunidades más funcionales y equilibradas que los convencionales.

RECOMENDACIONES

- Sería fundamental aumentar el número de Trampas Pitfall y muestras de suelo para los embudos de Berlese Tullgren Al desplegar más trampas, no solo incrementará la

cantidad y calidad de los datos recolectados, sino que también se podrá obtener una visión más completa y representativa de la diversidad de especies presentes en cada sitio. Esto te permitirá realizar análisis completos y sacar conclusiones más precisas sobre las comunidades de organismos.

- Fomentar estrategias de monitoreo continuo de la biodiversidad edáfica en sistemas productivos de las localidades estudiadas, para prevenir la pérdida acelerada de especies del suelo, garantizando la conservación de sus funciones ecosistémicas.

12. BIBLIOGRAFÍA

Academia, L. (2024). *Academia lab.* Obtenido de Academia lab: https://academia-

lab.com/enciclopedia/japygidae/

Altieri, &. N. (2017). Agroecología: ciencia y política para una agricultura sustentable. *Icaria.*

Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1–3), 19–31.

Álvarez, C. M. (2020). Diversidad de microartrópodos edáficos en sistemas agrícolas tradicionales y tecnificados en la Sierra ecuatoriana. . *Revista Bosques Latitud Cero*, 10(2), 45–59.

Álvarez, T. K.-D. (12 de Enero de 2018). *Uso de depredadores como agentes de control biológico para insectos plaga*. Obtenido de Uso de depredadores como agentes de control biológico para insectos plaga: https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/21/13/1691?inline=1

Andrade, R. -M.-V. (2018). ariación de la biodiversidad del suelo en sistemas agropecuarios tradicionales. *Ciencia y Suelo*, 36(2), 117–128.

Arévalo, D. Y. (2021). Diversidad de macrofauna edáfica en sistemas agrícolas del centro del Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Agroecología*, 13(2), 56–66.

Armendano, A. S.-J.-A. (26 de Octubre de 2018). *ActaZoológicaMexicana.* Obtenido de ActaZoológicaMexicana: https://azm.ojs.inecol.mx/index.php/azm/article/view/2116/2324#citations

Arteaga, R. C. (2020). Indicadores biológicos de calidad del suelo en sistemas agroecológicos andinos. . *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(1), 45–52.

Baquero, E. (s.f.). *Universidad de Navarra*. Obtenido de Universidad de Navarra: https://www.unav.edu/web/instituto-de-biodiversidad-y-medio-ambiente/actualidad/blog-21/-/blogs/biodiversidad-del-suelo-efectos-de-la-agriculturayganaderia#:~:text=Los%20suelos%20agr%C3%ADcolas%20que%20recib en%20men os%20fertilizantes,generalmente%20tien

Baretta, D. B. (2014). Soil fauna and soil management. *Agroecology and Ecosystem Services*, 123–138.

Bender, S. F.-H. (2016). Biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. *Trends in Ecology & Evolution*, 31(6), 440–452. Obtenido de Trends in Ecology & Evolution: https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.02.016

Biodiversidad Mexicana. (2022). Obtenido de Biodiversidad Mexicana: https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/porque.html biodiversity, G. s. (07 de Febrero de 2019). *Global soil biodiversity*. Obtenido de Global soil biodiversity:

https://www.globalsoilbiodiversity.org/new-blog/2018/11/6/enchytraeids biológica, R. (Junio de 2019). *Fauna auxiliar.* Obtenido de Fauna auxiliar: https://faunaauxiliar.blogspot.com/2019/06/familia-araneidae.html

Bratt, S. (16 de Enero de 2020). *Parlamento Europeo*. Obtenido de Parlamento Europeo: https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20200109STO69929/perdida-debiodiversidad-por-que-es-una-preocupacion-y-cuales-son-sus-causas#:~:text=La%20biodiversidad%2C%20o%20la%20variedad,contaminaci%C3%B3n%20y%20el%20cambio%20clim%C3%A1tico.

Brussaard, L. d. (2007). Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 121(3), 233–244.

Centre, B. F. (09 de Mayo de 2025). *Geographyfieldwork.* Obtenido de Geographyfieldwork: https://geographyfieldwork.com/Simpson'sDiversityIndex.htm#:~:text=El%20%C3%8Dndice%20de%20Diversidad%20de,las%20especies%2C%20aumenta%20la%20diversidad.&text=El%20valor%20de%20D%20oscila,de%20tama%C3%B1o%20%C3%B3ptimo%20de%20cuadrante%20.

Certisbelchim. (26 de 07 de 2022). *certisbelchim.* Obtenido de certisbelchim: https://certisbelchim.es/agricultura-tradicional-caracteristicas-y-diferencias-con-laintensiva/#:~:text=Puede%20definirse%20como%20una%20agricultura,cultivo%20fa miliar%20y%20de%20subsistencia.

Coleman, D. C. (2018). Fundamentals of Soil Ecology (3rd ed.). *Academic Press*.

Consultoria, M. (30 de Abril de 2018). *Biosfera.* Obtenido de Biosfera: https://biosfera.es/invertebrados-terrestres-trampas-caida-e-intercepcion/

Csiro. (s.f.). *Csiro Entomology.* Obtenido de Csiro Entomology: https://www.ento.csiro.au/education/insects/hymenoptera_families/formicidae.html

Cuchiparte, J. S. (Febrero de 2024). *Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi.* Obtenido de Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bdcc5103-6de6-4305-a2bd556b8d56774a/content

DeBrito, M. (06 de Enero de 2023). *Extensión de Penn State*. Obtenido de Extensión de Penn State: https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-la-calidad-de-los-suelos

Decaëns, T. J. (2006). The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology*, 42, S23–S38.

Decaëns, T. L.-J.-R. (2006). Impact of land management on soil macrofauna in the oriental llanos of Colombia. *European Journal of Soil Biology*, 42, S287–S297.

Ecamed. (01 de Diciembre de 2023). *Eamed.* Obtenido de Ecamed: https://ecamed.eu/pulgon/

ecuador, i. (s.f.). *iNaturalis ecuador*. Obtenido de iNaturalis ecuador: https://ecuador.inaturalist.org/taxa/47551-Tetragnathidae

Espinoza, A. S.-G.-M. (2017). *Scielo*. Obtenido de Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002017000300003#:~:text=El%20%C3%ADndice%20de%20Simpson%20es,de%20diversidad%20(Feinsinger%202004).

Etecé, E. (5 de Agosto de 2021). *Ciencias Naturales*. Obtenido de Ciencias Naturales: https://concepto.de/animales-omnivoros/

Fao. (2011). *Fao.* Obtenido de Fao: https://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-enuna-mirada/fr/

Fao. (22 de Abril de 2021). *La biodiversidad del suelo*. Obtenido de Fao: https://www.fao.org/soils-portal/soilbiodiversity/es/#:~:text=La%20biodiversidad%20del%20suelo%20refleja,la%20m%C 3%A1s%20reconocida%20macrofauna%20(ej.

Fao. (Mayo de 2023). *Fao.* Obtenido de Fao: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0b8b3ea8-6f0b-41e8-afe74e1ddd508c2d/content

Franquesa, M. (11 de 05 de 2016). *Agroptima.* Obtenido de Agroptima: https://blog.agroptima.com/es/blog/agricultura-convencional/

García, C. &. (2002). Macroinvertebrados edáficos y agricultura en Latinoamérica. . *Biodiversidad edáfica y agricultura sustentable* , (pp. 89–108).

Geographic, N. (s.f.). *National Geographic*. Obtenido de National Geographic: https://education.nationalgeographic.org/resource/herbivore/

González. (2019). Diversidad funcional de artrópodos del suelo y su relación con sistemas agrícolas. *Revista Colombiana de Entomología*, 45(2), 145–158.

González, G. O. (2021). Impacto de la agricultura intensiva sobre la diversidad edáfica en sistemas agrícolas de América Latina. *Revista de Ecología Aplicada*, 8(2), 43–55.

González., G. (2019). Macrofauna edáfica como bioindicador de manejo sostenible en cafetales de altura. *Revista Colombiana de Entomología*, 45(1), 12–20.

Guerrero, A. S.-D. (10 de Junio de 2024). *Libros y Manuales de agronomía* . Obtenido de Libros y Manuales de agronomía : https://www.librosymanualesdeagronomia.com/manual-deespecies-indicadoras-de-condicion-de-suelo-pdf-gratis/

Guerrero, J. A. (2017). Ácaros del suelo: diversidad funcional y potencial como indicadores de calidad edáfica. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(1), 34–42.

Guzmán, C. G.-M. (Octubre de 2018). *Scielo*. Obtenido de Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442018000401674#:~:text=%C3%8Dndice%20de%20Shannon%2DWiener%20(H,p%20i%20ln%20p%20i%20).

https://revistasgeotech.com/index.php/abc/article/view/404. (Diciembre de 2021). *Acta Botánica Cubana* . Obtenido de Acta Botánica Cubana : https://revistasgeotech.com/index.php/abc/article/view/404

Iberdrola. (2020). *Iberdrola.* Obtenido de Iberdrola: https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/agriculturaecologica#:~:text=La%20agricultura%20ecol%C3%B3gica%20es%20un,y%20nutriti vos%20al%20tiempo%20que

iNaturalist. (s.f.). *iNaturalist*. Obtenido de iNaturalist: https://www.inaturalist.org/

iNaturalistEc. (s.f.). *iNaturalistEc.* Obtenido de iNaturalistEc: https://ecuador.inaturalist.org/taxa/53248-Elateridae

Jaimes, M. C.-F.-E. (Junio de 2019). *Redalyc*. Obtenido de Redalyc: https://www.redalyc.org/journal/280/28060161012/html/

Jiménez, J. J. (2019). Composición y diversidad de coleópteros edáficos en cultivos de papa en suelos volcánicos. *Revista Ciencia y Agricultura*, 16(2), 87–95.

Kashe, J. N.-D.-W.-K. (23 de Octubre de 2013). *Scientific Research An Academic Publisher.*

Obtenido de Scientific Research An Academic Publisher: https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=980062

Kermez, J. S. (08 de Octubre de 2022). *Biodiversidad Mexicana.* Obtenido de Biodiversidad Mexicana: https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/porque.html

Kostecka, J. &. (2018). Enchytraeids as bioindicators in organic and conventional farming systems. *Applied Soil Ecology*, 123, 426–432.

Krantz, G. W. (1999). Reflexiones sobre la biología, morfología y ecología de los Macrochelidae. *Serie Entomologica ((SENT,volumen 55))*, págs. 291–301.

Lavelle, N. R. (2008). *Fao.* Obtenido de Fao: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1714d7a5-984f-44e7-ac69db3a823daeae/content

Lavelle, P. (2006). Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42, S3–S15.

Lienhard, C. &. (2002). Psocoptera (Insecta): World Catalogue and Bibliography. *Instrumenta Biodiversitatis, vol. 5*.

Lomuscio, S. (7 de Diciembre de 2021). *Biblioteca de la Universidad de Virginia.* Obtenido de Biblioteca de la Universidad de Virginia: https://library.virginia.edu/data/articles/getting-started-with-the-kruskal-wallis-test

López, O. A.-R.-J. (Marzo de 2018). *Macroinvertebrados de hojarasca y suelo en selva baja caducifolia y zonas perturbadas*. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292018000100105#:~:text=Algunos%20de%20estos%20organismos%20son,estructura%20de%20otras%20comunidades%20de

Maoly, M. F.-H. (26 de Mayo de 2025). *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/17252

Margalef, R. (1972). Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 44, 211-235.

Marlene, L. T. (Marzo de 2022). *Repositorio Utc*. Obtenido de Repositorio Utc: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ff5bdf72-a971-46f9-91ffd0c84dc444b9/content

Martínez, Y. P. (25 de Mayo de 2022). *Mides*. Obtenido de Mides: https://repositorio.cuc.edu.co/server/api/core/bitstreams/04470939-4105-452f-ae4563a119561939/content

Mississippi, U. E. (17 de Julio de 2018). *Mississippi Entomological Museum.* Obtenido de Mississippi Entomological Museum: https://mississippientomologicalmuseum.org.msstate.edu/collecting.preparation.methods/Berlesefunnel.htm

Mora, J. M.-J.-M. (10 de Abril de 2018). *Riaa*. Obtenido de Riaa: file:///C:/Users/Admin/Downloads/Dialnet-ElRecursoSueloUnAnalisisDeLasFuncionesCapacidadDeU-6512365.pdf

Moreno, C. E.-B. (2020). *Diseño y análisis de estudios de biodiversidad.* Redalyc.

Myers, J. L.-R. (Marzo de 2019). *Sare.* Obtenido de Sare: https://www.sare.org/wpcontent/uploads/Cover-Crop-Effects-on-Soil-Invertebrates.pdf

Nicholls, A. . (2004). Biodiversity and pest management in agroecosystems. *CRP Press*.

Patrick D. Armitage, P. S. (2025). *Springer Nature.* Obtenido de Springer Nature: https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-011-0715-0

Petruzzello, M. (s.f.). *Enciclopedia Britannica.* Obtenido de Enciclopedia Britannica: https://www.britannica.com/animal/Ptilodactylidae

Pillaro, G. M. (2023). *Pillaro.* Obtenido de Pillaro: https://www.pillaro.gob.ec/wpcontent/uploads/2024/11/PDOT-2024.pdf#:~:text=suelo%20pues%20es%20el%20que%20presenta%20gran,14%2C82%25%20del%20cant%C3%B3n%20posee%20suelo%20de%20mediana

Pla, L. (2006). *Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza.* Redalyc.

Pujos, M. (2013). *Espoch.* Obtenido de Espoch: https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/0ef901ee-a0af-4344a349-39c2be8cf0be/content

Raigón, M. D. (2023). *Revista Ae.* Obtenido de Revista Ae: https://revista-ae.es/maria-doloresraigon-biodiversidad-del-suelo-importancia-amenazas-influencia-en-salud-humana/

Ramirez, P. H.-M.-A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*.

Ricciuti, A. S.-A.-P. (2020). Macrofauna del suelo: un factor clave para aumentar la fertilidad del suelo y promover el uso sostenible del suelo en agrosistemas de huertos frutales. *MDPI*.

Ríos, L. Á. (2020). *Libros.unad.* Obtenido de Libros.unad: https://libros.unad.edu.co/index.php/selloeditorial/catalog/download/91/81/665?inline=1

Rivera, I.-M. A.-T. (2013). *Introduccion y guia visual de los artroprodos.* España: Ibero Diversidad Entomológica @ccesible.

Rothschuh, U. (7 de Junio de 2022). *Ecologia Verde*. Obtenido de Detritívoros: definición y ejemplos: https://www.ecologiaverde.com/detritivoros-definicion-y-ejemplos3987.html

Rui Chen, C. C. (s.f.). *Universidad Estatal de Luisiana.* Obtenido de Universidad Estatal de Luisiana: https://www.lsuagcenter.com/~/media/system/c/a/b/6/cab6d865e8ca7953aaf93c68bd861ab6/p3971_booklice_ag1124pdf.pdf

Rusek, J. (2007). Soil microfauna as bioindicators of soil health. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 62(2–3), 273–278.

Saskia Houben, Harm Brinks (Delphy, Países Bajos). (2020). *Organic Eprints.* Obtenido de https://orgprints.org/id/eprint/43505/7/43505_Best4Soil_Soil-health-practicalinformation_ES.pdf

Saltos, R. (2022). *Monografias.* Obtenido de Monografias: https://www.monografias.com/trabajos99/determinacion-macrofauna-edafica-4ecosistemas/determinacion-macrofauna-edafica-4-ecosistemas

Salud, O. P. (11 de Octubre de 2023). *Paho*. Obtenido de Paho: https://www.paho.org/es/noticias/11-10-2023-ecuador-fortalece-integracion-saberesancestrales-medicina-tradicional-al

Simon, P. (3 de Septiembre de 2006). *Upside Down World.* Obtenido de Upside Down World: https://upsidedownworld.org/noticias-en-espa/noticias-en-espa-noticias-en-espa/elvalle-ecolo-de-machachi-el-qmo-valle-agrlaq-iel-valle-de-la-chatarra/

Skidmore, P. (2010). The Biology of the Muscidae of the World. . *Springer.*

Socarrás, A. e. (2014). Evaluación de sistemas agroecológicos mediante indicadores biológicos de la calidad del suelo: mesofauna edáfica. *Pastos y Forrajes vol.37*, 47-54. Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942014000100006

Sólvez, Ó. L. (2019). *Insectos y biodiversidad: Aliados para una agricultura sostenible*. Obtenido de Protiberia: https://protiberia.com/insectos-y-biodiversidad-clavesostenibilidad-agricola/

Svenningsen, C. S. (2024). *nsect biomass shows a stronger decrease than species richness along urban gradients.* Insect Conservation and Diversity. Obtenido de https://resjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/icad.12694?utm_source=chatgpt.com

Taipe, F. I.-M. (Marzo de 2021). *Ciencia Latina* . Obtenido de Ciencia Latina : https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/334/441?inline=1

Torrejano, L. M.-L.-V. (Marzo de 2021). *Scielo*. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034774420210001001 0 2

Tovar, L. E. (2021). Efectos del manejo agrícola sobre la mesofauna del suelo en cultivos de altura en Cotopaxi. *Revista Agroproductividad*, 14(3), 99–107.

Tungurahua, V. (2022). *Tungurahua turismo.* Obtenido de Tungurahua turismo: https://tungurahuaturismo.com/es-ec/tungurahua/pillaro/ciudades/pillaro-turismoa5f1a641e

Urbana, D. N. (2019). *Desafio Naturaleza Urbana*. Obtenido de Desafio Naturaleza Urbana: http://www.desafionaturalezaurbana.com/desafios-2/#:~:text=Pasos%20para%20utilizar%20iNaturalist%20App&text=Reg%C3%ADstrate%20o%20inicia%20sesi%C3%B3n%20con,en%20la%20esquina%20superior%20izquierda.

Usda. (2 de Febrero de 2020). *INDICADORES DE CALIDAD DEL SUELO* . Obtenido de https://s3-us-west-2.amazonaws.com/treefruit.wsu.edu/wpcontent/uploads/2020/03/Ind-Cal-Suelo-Biologicos_02-17-20.pdf#:~:text=Los%20indicadores%20biol%C3%B3gicos%20pueden%20reflejar%2

0el%20n%C3%BAmero,(PMN)%20o%20la%20biota%20del%20suelo%20(respiraci%C3%B

Villacís-Chiluisa, R. C. (2020). Macrofauna edáfica y su relación con el uso del suelo en zonas altoandinas del Ecuador. . *Revista Ecosistemas*, 29(1), 1–11.

Worldwildlife. (2020). *Worldwildlife.* Obtenido de Worldwildlife: https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/una-senal-de-alerta-a-queritmo-se-esta-perdiendo-la-biodiversidad-en-todo-elmundo#:~:text=Search%20Search-,Una%20se%C3%B1al%20de%20alerta%3A%20a%20qu%C3%A9%20ritmo%20se%20est%C3%A1%20perdiendo,disminu

Zaharadník, J. (1990). Guía de los Coleópteros de España y de Europa. *Barcelona: Omega*.