

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

### **CARRERA DE AGROPECUARIA**



### **EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS PRESENTES EN AGROECOSISTEMAS, LA ESPERANZA-IMBABURA**

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

#### **AUTORA:**

Terán Chaves Katherine Daniela

#### **DIRECTORA:**

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

**Ibarra, 2025**

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN**

**CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

## **EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS PRESENTES EN AGROECOSISTEMAS, LA ESPERANZA-IMBABURA**

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

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**APROBADO:**

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

**DIRECTORA**



FIRMA

Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.

**ASESORA**



FIRMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

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

| DATOS DE CONTACTO           |                                                     |                        |            |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|------------|
| <b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b> | 1005057136                                          |                        |            |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> | Terán Chaves Katherine Daniela                      |                        |            |
| <b>DIRECCIÓN:</b>           | Cotacachi-Imbabura. Vicente Rocafuerte y 24 de Mayo |                        |            |
| <b>EMAIL:</b>               | kdteranc@utn.edu.ec                                 |                        |            |
| <b>TELÉFONO FIJO:</b>       | N/A                                                 | <b>TELÉFONO MÓVIL:</b> | 0983367944 |

| DATOS DE LA OBRA                           |                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TÍTULO:</b>                             | Evaluación de la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes en agroecosistemas, La Esperanza-Imbabura |
| <b>AUTOR (ES):</b>                         | Terán Chaves Katherine Daniela                                                                                                                   |
| <b>FECHA DE APROBACIÓN:<br/>DD/MM/AAAA</b> | 07/05/2025                                                                                                                                       |
| <b>PROGRAMA:</b>                           | <input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>                                                     |
| <b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>             | Ingeniera Agropecuaria                                                                                                                           |
| <b>ASESOR /DIRECTOR:</b>                   | Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.                                                                                                            |

**2. CONSTANCIAS**

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

Ibarra, a los 7 días del mes mayo de 2025

**LA AUTORA:**

..DANIELA TERÁN.....

Terán Chaves Katherine Daniela

## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Terán Chaves Katherine Daniela, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 7 días del mes de mayo de 2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. PRADO', is written above a horizontal line.

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

DIRECTORA DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 7 días del mes de mayo del 2025

**Terán Chaves Katherine Daniela:** "Evaluación de la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes en agroecosistemas, La Esperanza-Imbabura"

Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 7 días del mes de mayo del 2025, con 103 páginas.

**DIRECTORA:** Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes en agroecosistemas, La Esperanza-Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

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



.....

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

**Directora de Trabajo de Grado**

..... DANIELA TERÁN.....

Terán Chaves Katherine Daniela

**Autora**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios por bendecirme y darme la fortaleza necesaria para alcanzar una meta más.

A mis padres y mi hermana por acompañarme en este camino y ser un pilar fundamental en mi vida.

A la Universidad Técnica del Norte y a la carrera de Agropecuaria, por todas las oportunidades que me brindaron, estoy segura que las experiencias adquiridas me permitirán crecer como persona y de manera profesional.

A mis profesores, por compartir sus conocimientos durante todos estos años de carrera, de manera especial a la Ing. Julia Prado, PhD., por la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, por sus consejos, por la paciencia y el apoyo que me brindó, de igual manera a mi asesora la Ing. Magali Cañarejo, PhD, quienes han sido claves en mi etapa universitaria.

Agradezco a la Fundación EkoRural y al Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo de Canadá (IDRC), por guiarme y brindarme las herramientas necesarias para llevar a cabo este estudio.

A mis amigos y compañeros de aula, con quienes formé una linda amistad y compartí muchas vivencias dentro y fuera de la universidad.

Finalmente expreso mi más sincero agradecimiento a todo el personal de la Granja Experimental “La Pradera” quienes me brindaron su apoyo.

A todos ustedes, de corazón muchas gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                        | xiii |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....                                        | xiv  |
| RESUMEN .....                                                 | xv   |
| ABSTRACT.....                                                 | xvi  |
| CAPITULO I .....                                              | 1    |
| INTRODUCCIÓN .....                                            | 1    |
| 1.1. Antecedentes .....                                       | 1    |
| 1.2. Problema .....                                           | 2    |
| 1.3. Justificación .....                                      | 3    |
| 1.4. Objetivos.....                                           | 4    |
| 1.4.1 <i>Objetivo general</i> .....                           | 4    |
| 1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....                      | 4    |
| 1.5. Preguntas directrices .....                              | 5    |
| CAPÍTULO II .....                                             | 6    |
| MARCO TEÓRICO.....                                            | 6    |
| 2.1. El suelo.....                                            | 6    |
| 2.2. Fauna edáfica .....                                      | 6    |
| 2.3. Diversidad y abundancia.....                             | 6    |
| 2.4. Clasificación de la fauna edáfica .....                  | 7    |
| 2.4.1 <i>Macrofauna</i> .....                                 | 7    |
| 2.4.2 <i>Mesofauna</i> .....                                  | 7    |
| 2.4.3 <i>Microfauna</i> .....                                 | 7    |
| 2.5. Principales clases de macro y mesofauna .....            | 8    |
| 2.5.1 <i>Clase Arachnida</i> .....                            | 8    |
| 2.5.2 <i>Clase Clitellata</i> .....                           | 8    |
| 2.5.3 <i>Clase Chilopoda</i> .....                            | 9    |
| 2.5.4 <i>Clase Diplopoda</i> .....                            | 9    |
| 2.5.5 <i>Clase Insecta</i> .....                              | 10   |
| 2.6. Grupos funcionales de la entomofauna.....                | 10   |
| 2.6.1 <i>Detritívoros, descomponedores o saprófagos</i> ..... | 11   |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 2.6.2 Depredadores.....                          | 11 |
| 2.6.3 Fitófagos o Herbívoros.....                | 11 |
| 2.6.4 Fungívoros.....                            | 11 |
| 2.6.5 Parasitoides.....                          | 12 |
| 2.6.6 Omnívoros.....                             | 12 |
| 2.6.7 Ingenieros del suelo.....                  | 12 |
| 2.6.8 Nectarívoros.....                          | 12 |
| 2.6.9 Arquitectos subacuáticos.....              | 12 |
| 2.6.10 Hematófagos.....                          | 13 |
| 2.7. Técnicas para colectar invertebrados.....   | 13 |
| 2.7.1 Colecta Directa.....                       | 13 |
| 2.7.2 Colecta Indirecta.....                     | 13 |
| 2.8. Equipos de colecta.....                     | 13 |
| 2.8.1 Red entomológica.....                      | 13 |
| 2.8.2 Aspiradores.....                           | 14 |
| 2.8.3 Manta de golpeo.....                       | 14 |
| 2.8.4 Trampas cromáticas o trampas de color..... | 15 |
| 2.8.5 Trampas Malaise.....                       | 15 |
| 2.8.6 Monolitos de suelo.....                    | 16 |
| 2.8.7 Embudos Berlese-Tullgren.....              | 16 |
| 2.8.8 Trampas Pitfall o trampas de caída.....    | 17 |
| 2.9. Agroecosistema.....                         | 18 |
| 2.9.1 Clasificación de los agroecosistemas.....  | 18 |
| 2.9.1.1. Agroecosistemas agroecológicos.....     | 18 |
| 2.9.1.2. Agroecosistemas tradicionales.....      | 18 |
| 2.9.1.3. Agroecosistemas de barbecho.....        | 18 |
| 2.9.1.4. Agroecosistemas degradados.....         | 18 |
| 2.10. Ecosistema.....                            | 19 |
| 2.11. Marco Legal.....                           | 19 |
| CAPITULO III.....                                | 20 |
| MARCO METODOLÓGICO.....                          | 20 |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Caracterización del área de estudio.....                                                | 20 |
| 3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas .....                                       | 20 |
| 3.3. Métodos.....                                                                            | 21 |
| 3.3.1 Población y muestra .....                                                              | 21 |
| 3.3.2 Unidad muestral.....                                                                   | 21 |
| 3.3.3 Análisis estadístico.....                                                              | 22 |
| 3.4. Variables a evaluar.....                                                                | 22 |
| 3.4.1 Número de artrópodos .....                                                             | 22 |
| 3.4.2 Número de lombrices .....                                                              | 23 |
| 3.4.3 Grupos funcionales .....                                                               | 23 |
| 3.4.4 Indicadores de las prácticas de manejo.....                                            | 23 |
| 3.5. Manejo específico del estudio.....                                                      | 24 |
| 3.5.1 Selección e identificación de agroecosistemas/ecosistemas.....                         | 24 |
| 3.5.2 Elaboración de técnicas de muestreo para macro y meso invertebrados .....              | 25 |
| 3.5.2.1. Trampas Pitfall.....                                                                | 25 |
| 3.5.2.2. Embudos Berlese-Tullgren. ....                                                      | 25 |
| 3.5.2.3. Monolitos de suelo.....                                                             | 26 |
| 3.5.3 Colecta de macro y meso invertebrados.....                                             | 27 |
| 3.5.3.1. Instalación de trampas Pitfall.....                                                 | 27 |
| 3.5.3.2. Monolitos de suelo.....                                                             | 28 |
| 3.5.3.3. Muestras de suelo para el embudo Berlese. ....                                      | 29 |
| 3.5.4 Conteo, identificación y clasificación de macro y meso invertebrados.....              | 29 |
| CAPÍTULO IV .....                                                                            | 31 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                                                                 | 31 |
| 4.1. Indicadores de las prácticas de manejo.....                                             | 31 |
| 4.2. Número de artrópodos.....                                                               | 34 |
| 4.2.1 Muestreo de trampas Pitfall.....                                                       | 34 |
| 4.2.1.1 Número de especímenes totales.....                                                   | 34 |
| 4.2.1.2 Número de especímenes totales por agroecosistema y ecosistema. ....                  | 34 |
| 4.2.1.3 Número de especímenes por orden dentro de cada agroecosistema y ecosistema.<br>..... | 34 |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.1.4 Número de familias general por orden.....                                            | 36 |
| 4.2.1.5 Número de familias por orden de cada agroecosistema y ecosistema. ....               | 36 |
| 4.2.1.6 Número de especímenes por familia por agroecosistema y ecosistema. ....              | 37 |
| 4.2.2 <i>Muestreo de embudos Berlese</i> .....                                               | 42 |
| 4.2.2.1 Número de especímenes totales.....                                                   | 42 |
| 4.2.2.2 Número de especímenes totales por agroecosistema y ecosistema. ....                  | 42 |
| 4.2.2.3 Número de especímenes por orden dentro de cada agroecosistema y ecosistema.<br>..... | 43 |
| 4.2.2.4 Número de familias general por orden.....                                            | 44 |
| 4.2.2.5 Número de familias por orden de cada agroecosistema y ecosistema. ....               | 45 |
| 4.2.2.6 Número de especímenes por familia por agroecosistema y ecosistema. ....              | 45 |
| 4.2.3 <i>Muestreo de monolitos de suelo</i> .....                                            | 49 |
| 4.3. Número de anélidos .....                                                                | 49 |
| 4.4. Grupos funcionales .....                                                                | 49 |
| 4.4.1 <i>Muestreo de trampas Pitfall</i> .....                                               | 49 |
| 4.4.2 <i>Muestreo de embudos Berlese</i> .....                                               | 51 |
| 4.4.3 <i>Muestreo de monolitos de suelo</i> .....                                            | 53 |
| CAPÍTULO V .....                                                                             | 60 |
| CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES .....                                                          | 60 |
| 5.1. Conclusiones.....                                                                       | 60 |
| 5.2. Recomendaciones .....                                                                   | 60 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                              | 61 |
| ANEXOS .....                                                                                 | 77 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Araña del orden Araneae.....                                                                                                           | 8  |
| <b>Figura 2</b> Lombriz de tierra. ....                                                                                                                | 9  |
| <b>Figura 3</b> Ciempiés.....                                                                                                                          | 9  |
| <b>Figura 4</b> Milpiés (Clase Diplópoda). ....                                                                                                        | 10 |
| <b>Figura 5</b> Mosca del orden Diptera, familia Tephritidae.....                                                                                      | 10 |
| <b>Figura 6</b> Red entomológica aérea. ....                                                                                                           | 14 |
| <b>Figura 7</b> Aspirador empleado en la colecta de pequeños invertebrados.....                                                                        | 14 |
| <b>Figura 8</b> Manta de golpeo para la captura de invertebrados en vegetación.....                                                                    | 15 |
| <b>Figura 9</b> Trampa amarilla .....                                                                                                                  | 15 |
| <b>Figura 10</b> Trampa Malaise empleada para la captura de insectos voladores.....                                                                    | 16 |
| <b>Figura 11</b> Monolito de suelo empleado para la captura de lombrices y otros invertebrados. ....                                                   | 16 |
| <b>Figura 12</b> Embudo Berlese empleada para la extracción de mesofauna.....                                                                          | 17 |
| <b>Figura 13</b> Trampa Pitfall empleada para la colecta de invertebrados rastreros. ....                                                              | 17 |
| <b>Figura 14</b> Mapa de ubicación del área de estudio.....                                                                                            | 20 |
| <b>Figura 15</b> Agroecosistemas y ecosistemas de la comunidad de Punkuwayku donde se realizó el estudio.....                                          | 24 |
| <b>Figura 16</b> Elaboración de trampas Pitfall. ....                                                                                                  | 25 |
| <b>Figura 17</b> Elaboración de embudos Berlese. ....                                                                                                  | 26 |
| <b>Figura 18</b> Elaboración del monolito de suelo.....                                                                                                | 26 |
| <b>Figura 19</b> Distribución de las tres técnicas de muestreo utilizadas en un agroecosistema/ecosistema. ....                                        | 27 |
| <b>Figura 20</b> <i>Ubicación de las trampas Pitfall en un agroecosistema/ecosistema.</i> ....                                                         | 28 |
| <b>Figura 21</b> <i>Ubicación del monolito de suelo en un agroecosistema/ecosistema.</i> ....                                                          | 28 |
| <b>Figura 22</b> Extracción de muestras de suelo de un agroecosistema/ecosistema. ....                                                                 | 29 |
| <b>Figura 23</b> Identificación y clasificación de artrópodos a través de un estereoscopio a) Diptera: Heleomyzidae, b) Collembola: Entomobryidae..... | 30 |
| <b>Figura 24</b> Número de especímenes por orden dentro de cada agroecosistema/ecosistema identificados mediante Trampas Pitfall. ....                 | 35 |
| <b>Figura 25</b> Número de familias por orden identificadas en los cinco agroecosistemas/ecosistemas mediante Trampas Pitfall. ....                    | 36 |

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 26</b> Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema agroecológico mediante Trampas Pitfall. ....       | 38 |
| <b>Figura 27</b> Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema de barbecho mediante Trampas Pitfall. ....         | 39 |
| <b>Figura 28</b> Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema tradicional mediante Trampas Pitfall. ....         | 40 |
| <b>Figura 29</b> Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema degradado mediante Trampas Pitfall. ....           | 41 |
| <b>Figura 30</b> Número de especímenes por familia registrados en el ecosistema natural mediante Trampas Pitfall. ....                 | 42 |
| <b>Figura 31</b> Número de especímenes por orden dentro de cada agroecosistema/ecosistema identificados mediante Embudos Berlese. .... | 44 |
| <b>Figura 32</b> Número de familias por orden identificadas en los agroecosistemas/ecosistemas mediante Embudos Berlese. ....          | 44 |
| <b>Figura 33</b> Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema agroecológico mediante Embudos Berlese. ....       | 46 |
| <b>Figura 34</b> Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema barbecho mediante Embudos Berlese. ....            | 46 |
| <b>Figura 35</b> Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema tradicional mediante Embudos Berlese. ....         | 47 |
| <b>Figura 36</b> Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema degradado mediante Embudos Berlese. ....           | 48 |
| <b>Figura 37</b> Número de especímenes por familia registrados en el ecosistema natural mediante Embudos Berlese. ....                 | 48 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Materiales, equipos, herramientas utilizados en la evaluación de la abundancia y diversidad de macro y meso invertebrados presentes en cinco tipos de agroecosistemas..... | 21 |
| <b>Tabla 2</b> Detalles de los agroecosistemas evaluados en la comunidad de Punkuwayku.....                                                                                               | 22 |
| <b>Tabla 3</b> Caracterización de las prácticas de manejo empleadas en cinco agroecosistemas .....                                                                                        | 33 |
| <b>Tabla 4</b> Número de familias identificadas por orden presentes en cada agroecosistema/ecosistema mediante Trampas Pitfall .....                                                      | 37 |
| <b>Tabla 5</b> Número de familias por orden presentes en cada agroecosistema/ecosistema mediante Embudos Berlese .....                                                                    | 45 |
| <b>Tabla 6</b> Registro de macro y meso fauna presente en dos agroecosistemas y un ecosistema mediante el uso de Monolitos de suelo .....                                                 | 49 |
| <b>Tabla 7</b> Grupos funcionales identificados por agroecosistema y ecosistema mediante Trampas Pitfall.....                                                                             | 50 |
| <b>Tabla 8</b> Grupos funcionales identificados por agroecosistema y ecosistema mediante Embudos Berlese.....                                                                             | 52 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1.</b> Formato de encuesta realizada a los propietarios de los diferentes agroecosistemas ...                                                                 | 77 |
| <b>Anexo 2.</b> Catálogo de macro y meso invertebrados en Imbabura .....                                                                                               | 86 |
| <b>Anexo 3.</b> Participación en el IV Seminario Científico Internacional CONCIENCIA: "Cambio Climático, Sustentabilidad y Seguridad Alimentaria" .....                | 86 |
| <b>Anexo 4.</b> Certificado de participación en el IV Seminario Científico Internacional CONCIENCIA: "Cambio Climático, Sustentabilidad y Seguridad Alimentaria" ..... | 87 |

# **EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS PRESENTES EN AGROECOSISTEMAS, LA ESPERANZA-IMBABURA**

**Autor:** Katherine Daniela Terán Chaves

Universidad Técnica del Norte

**Correo:** kdteranc@utn.edu.ec

## **RESUMEN**

Los artrópodos cumplen diferentes funciones en los agroecosistemas, la cuales contribuyen con el desarrollo sustentable de la agricultura. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados en cuatro agroecosistemas (agroecológico, barbecho, tradicional, degradado) y un ecosistema (natural) de la comunidad de Punkuwayku. La fauna edáfica fue capturada con el empleo de trampas Pitfall, embudos Berlese-Tullgren y monolitos de suelo. Se registraron variables relacionados con los indicadores de las prácticas de manejo, número de artrópodos y anélidos y grupos funcionales. Los resultados reportaron que las prácticas de manejo y la complejidad de los sistemas influyeron en la biodiversidad de invertebrados. Las trampas Pitfall resultaron ser más eficaces para capturar artrópodos, en total se registraron 17491 ejemplares distribuidos en 14 órdenes y 42 familias, en especial destacó el orden Collembola con su familia Sminthuridae. Respecto a los embudos Berlese, se colectaron 320 especímenes repartidos en 12 órdenes y 24 familias, donde dominó el orden Oribatida y la familia Galumnidae, mientras que los monolitos de suelo apenas colectaron 4 individuos, 3 de ellos correspondieron al orden Coleoptera y 1 al orden Araneae. En cuanto a los grupos funcionales, se identificaron un total de 10 grupos, incluyendo: arquitectos subacuáticos, descomponedores, depredadores, fitófagos, fungívoros, hematófagos, ingenieros del suelo, nectarívoros, parasitoides y polinizadores. Descomponedores y fungívoros destacaron debido a la alta abundancia de colémbolos que se encontró en el presente estudio. En conclusión, los artrópodos mostraron ser indicadores claves de la salud de los agroecosistemas.

**Palabras clave:** trampas Pitfall, embudos Berlese-Tullgren, monolitos de suelo, entomofauna.

**EVALUATION OF THE ABUNDANCE AND DIVERSITY OF FUNCTIONAL GROUPS  
OF MACRO- AND MESO-INVERTEBRATES IN AGROECOSYSTEMS, LA  
ESPERANZA-IMBABURA**

**Author:** Katherine Daniela Terán Chaves

Universidad Técnica del Norte

**E-mail:** kdteranc@utn.edu.ec

**ABSTRACT**

Arthropods fulfill different functions in agroecosystems, which contribute to the sustainable development of agriculture. The objective of this research was to evaluate the abundance and diversity of functional groups of macro- and meso-invertebrates in four agroecosystems (agroecological, fallow, traditional, degraded) and one ecosystem (natural) in the community of Punkuwayku. The edaphic fauna was captured using Pitfall traps, Berlese-Tullgren funnels and soil monoliths. Variables related to indicators of management practices, number of arthropods and annelids and functional groups were recorded. The results reported that management practices and system complexity influenced invertebrate biodiversity. Pitfall traps proved to be more effective in capturing arthropods; a total of 17491 specimens distributed in 14 orders and 42 families were recorded, especially the order Collembola with its family Sminthuridae. Regarding the Berlese funnels, 320 specimens were collected, distributed in 12 orders and 24 families, where the order Oribatida and the family Galumnidae dominated, while soil monoliths only collected 4 individuals, 3 of which corresponded to the order Coleoptera and 1 to the order Araneae. As for functional groups, a total of 10 groups were identified, including: underwater architects, decomposers, predators, phytophagous, fungivores, hematophagous, soil engineers, nectarivores, parasitoids and pollinators. Decomposers and fungivores stood out due to the high abundance of springtails found in the present study. In conclusion, arthropods were shown to be key indicators of agroecosystem health.

**Key words:** Pitfall traps, Berlese-Tullgren funnels, soil monoliths, entomofauna.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

El suelo es una importante reserva de biodiversidad biológica, puesto que abarca a una gran cantidad de organismos, los cuales en su mayoría desempeñan un papel importante en la provisión de servicios ecosistémicos como el reciclaje de nutrientes, el control biológico de plagas, la descomposición de materia orgánica, entre otros (Orduz Tovar et al., 2021).

En la actualidad, si bien el conocimiento que se tiene sobre la vida que habita en el planeta es limitado, en diversos estudios se han nombrado y descrito alrededor de 1 900 000 especies de seres vivos, entre ellos se encuentran algunas plantas, animales vertebrados e invertebrados y microorganismos (Reydon Thomas, 2020). De estos organismos identificados se tiene conocimiento cerca de 370 000 especies vegetales cormofitas (Qian et al., 2022). En cambio, la cantidad de especies de animales vertebrados desciende a 55 000. No obstante, se estima que haya entre 3 a 110 millones de especies existentes en la tierra, considerándose gran parte de ellos insectos (Oberhuber et al., 2010).

Redak (2023) en su estudio menciona que, con alrededor de un millón de especies descritas, los insectos representan el grupo más diverso de seres vivos, aunque las evaluaciones indican que estos invertebrados podrían alcanzar los 5.5 millones de especies, seguramente estos valores podrían estar relacionados con la gran capacidad que poseen para colonizar diferentes ecosistemas (Darquea Bustillos, 2018). Por otro parte, además de los insectos, existen otros artrópodos como ácaros, arañas y lombrices de tierra que conforman la fauna edáfica y son esenciales en el manteamiento y el desarrollo del suelo (Menta & Remelli, 2020).

En los sistemas naturales y agrícolas, existe una cantidad notable de artrópodos, que brindan beneficios a través de sus servicios ecosistémicos, entre ellos se encuentran parasitoides y depredadores (organismos benéficos) que constituyen alrededor del 33% del control biológico de plagas (Power, 2010). Sin embargo, no toda la biodiversidad que se encuentra en los sistemas agrícolas actúa de manera positiva, puesto que ciertos invertebrados conocidos como plagas pueden ocasionar daños importantes a los cultivos (Guzmán-Mendoza et al., 2016). Por ejemplo, los fitófagos pueden ser una parte necesaria para los agroecosistemas, pero también son

perjudiciales cuando su población aumenta y comienza a alimentarse de tejidos vegetales (hojas, tallos, flores, raíces o frutos) ocasionando de esta manera una disminución de la producción o la transmisión de enfermedades desde un cultivo enfermo a un sano (Montero, 2014).

De acuerdo con Flores Pardavé et al. (2008), la diversidad y abundancia de la fauna edáfica en los agroecosistemas depende del ciclo, la especie, la arquitectura y la intensidad de manejo del cultivo, así como de las condiciones climáticas y la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo para estos organismos. Por otro lado, ciertas investigaciones también han demostrado que, la biodiversidad de invertebrados aumenta con la presencia de sistemas heterogéneos (Yong y Leyva, 2010), dando lugar al incremento de las tasas de parasitismo y depredación (Rojas Rodriguez et al., 2019). De hecho, se ha demostrado un aumento de enemigos naturales en los entornos complejos que incluyen una variedad de flores, ya que estos ambientes brindan suficientes hábitats y recursos alimenticios azucarados que muchas especies requieren para satisfacer sus necesidades nutritivas y reproductivas, que por lo general son limitados en sistemas homogéneos (Segoli & Rosenheim, 2013).

Para evaluar las poblaciones de macro y meso invertebrados se emplean diferentes técnicas de muestreo. Si el objetivo es capturar artrópodos que se encuentran en la superficie del suelo, el método más utilizado son las trampas Pitfall también conocidas como trampas de caída (Loáisiga Jarquín y Jiménez-Martínez, 2022). Cuando se desea capturar la mesofauna presente en la hojarasca, se utilizan embudos Berlese cuya función es secar las muestras de suelo y hojarasca, esta actividad hace los ejemplares migren hacia la parte inferior del embudo donde se encuentra un frasco de alcohol (Zuria et al., 2019). Por último, para capturar poblaciones de lombrices, la técnica utilizada es aquella que se encuentra descrita en el manual del Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), con la cual se extrae un bloque de suelo utilizando un cuadrante de 25 x 25 cm x 30 cm de profundidad (Huerta et al., 2011).

## **1.2. Problema**

La biodiversidad y los recursos de los agroecosistemas de la parroquia La Esperanza enfrentan una crisis producida por actividades de origen antrópico (Cevallos, 2015). Según Chamorro-Martínez et al. (2022) la intensificación agrícola asociada con la degradación química y física del suelo, producto de la mecanización, el uso excesivo productos químicos, la compactación, los

monocultivos que dan lugar a la eliminación de hábitats y recursos alimenticios y otros factores han afectado negativamente a poblaciones edáficas.

En este contexto, a pesar de que la agricultura convencional ha logrado aumentar la oferta de alimentos y con ello garantizar la seguridad alimentaria de la población creciente, también presenta desafíos para el componente humano y ambiental (Rojas Rodriguez et al., 2019). Por un lado, la expansión de los monocultivos ha dado lugar a la uniformidad de los agroecosistemas, la cual resulta ser perjudiciales para el suelo y los organismos que habitan en el medio edáfico (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Del mismo modo, la mecanización y el empleo de productos químicos son problemas importantes para el funcionamiento de los agroecosistemas, puesto que afectan a sus procesos naturales sea de forma directa o indirecta (Vasquez y Vignolles, 2015).

### **1.3. Justificación**

El monitoreo de la entomofauna proporciona información precisa sobre el funcionamiento de ecosistemas naturales y agrícolas, debido a que ciertas especies de artrópodos sirven como bioindicadores de alteraciones o contaminación ambiental (Cabrero-Sañuedo et al., 2022). Para lograr un monitoreo eficaz de la abundancia y diversidad de invertebrados, hoy en día se emplean diferentes técnicas de captura, entre las más utilizadas en investigaciones se encuentran las Trampas Pitfall, los embudos Berlese y los monolitos de suelo (Nielsen, 2003). Sin embargo, para su evaluación, también es necesario conocer los factores que influyen en estas poblaciones edáficas.

Varios estudios señalan la importancia de mantener sistemas diversificados (Iannacone y Alvariño, 2006) capaces de garantizar suficientes recursos alimenticios y lugares para su reproducción y refugio (Bordunale, 2019), ya que entornos complejos reúnen a una gran cantidad de estos artrópodos benéficos, que además de servir como controladores biológicos y descomponedores, llevan a cabo la polinización y el reciclaje de nutrientes (Guzmán-Mendoza et al., 2016).

Dentro de este marco, aunque la implementación de la agricultura convencional ha garantizado la alimentación a una población que se encuentra en constante crecimiento, sus efectos negativos en la salud humana, así como también en el medio ambiente y en el resto de organismos que lo componen, ha fomentado a la búsqueda y la aplicación de sistemas de cultivo alternativos, centrados en el empleo de prácticas agroecológicas, que permitan conservar la biodiversidad de

plantas, animales vertebrados e invertebrados y además garanticen la salud del ser humano (Rojas Rodriguez et al., 2019).

En los sistemas agrícolas, la agroecología ha buscado fomentar el desarrollo de la biodiversidad y sus relaciones ecológicas benéficas, con el propósito de promover la conservación de enemigos naturales, reducir el uso de productos externos como fertilizantes y agroquímicos y a su vez generen un menor un impacto en los agroecosistemas (Parra, 2022). Además, diversas investigaciones reconocen la importancia de mantener fuentes florales asociadas a bordes de vegetación que crecen de manera espontánea, debido a estas resultan ser cruciales para conservar poblaciones benéficas de artrópodos (Rojas Rodriguez et al., 2019). Por lo tanto, la presente investigación se enfoca en evaluar la abundancia y diversidad de macro y meso invertebrados presentes en cuatro agroecosistemas y un ecosistema, a través de un monitoreo indirecto, el cual permita conocer los factores que influyen en la presencia de los artrópodos y con ello obtener información para desarrollar una agricultura sostenible, con la que se genere una coexistencia positiva entre el componente humano y ambiental.

Este estudio se realizó como parte del proyecto “Alimentos para Todos: Apoyando a los agricultores de los Andes a ser pioneros en una agricultura y alimentación más regenerativas para una mayor salud humana, equidad social y restauración de los ecosistemas, financiado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo de Canadá (IDRC). Esta es una iniciativa de investigación liderada por la Fundación EkoRural en colaboración con el Colectivo Agroecológico del Ecuador, UTC, UTN, FLACSO y la Universidad de Montreal, las cuales contribuyeron a elaborar un protocolo para la evaluación de macro y mesofauna utilizando diferentes técnicas de muestreo (trampas Pitfall, embudos Berlese-Tullgren y monolitos de suelo).

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Evaluar la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes en agroecosistemas, La Esperanza-Imbabura.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Caracterizar las prácticas de manejo empleadas en los distintos agroecosistemas.

- Determinar la población de artrópodos y anélidos en cinco agroecosistemas de la zona Andina.
- Comparar los grupos funcionales presentes en cada uno de los agroecosistemas.

### **1.5. Preguntas directrices**

- ¿Qué prácticas de manejo se emplean en las zonas seleccionadas?
- ¿Existe biodiversidad de artrópodos en los agroecosistemas?
- ¿Los agroecosistemas presentan diferencias entre grupos funcionales?

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. El suelo**

El suelo se define como la capa superficial de la corteza terrestre, compuesta de elementos sólidos (minerales provenientes de rocas y materia orgánica), líquidos (agua) y gaseosos (gases atmosféricos), es producto de la fragmentación de la roca madre, la interacción de los organismos del suelo y las condiciones ambientales, el cual incluye varios años (Montaño Arias et al., 2018). Este recurso no renovable, representa un elemento esencial en el equilibrio de los ecosistemas, dado que brindan un medio para el soporte, crecimiento y desarrollo de la vegetación cultivada y natural, así como abarca a millones de individuos desde microscópicos hasta aquellos fácilmente visibles, constituye una fuente de materias primas, regula el flujo y el almacenamiento del agua, entre otros (Trujillo-González et al., 2018). Sin embargo, factores como la degradación, producto de las actividades humana, constituye una de las principales amenazas para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras (Cotler et al., 2007).

#### **2.2. Fauna edáfica**

La fauna edáfica o entomofauna abarca a organismos epigeos, endogeos y anécicos, generalmente se encuentran en la capa superficial del suelo, en la hojarasca, bajo la superficie o en diferentes materiales en proceso de descomposición, que además los utilizan para su alimentación. Abarca desde individuos difíciles de observar (microfauna) hasta seres con un tamaño mayor a 2 mm (macrofauna) (Brown et al., 2001). Estos invertebrados se relacionan entre sí y con otros, creando interacciones fundamentales para el funcionamiento y el desarrollo de los suelos (Laban et al., 2018).

#### **2.3. Diversidad y abundancia**

La diversidad constituye un elemento básico de la biodiversidad, está relacionado con el número de especies que se encuentran en un área específica (Kiestler, 2013). De acuerdo a Ge (2017) factores como el tipo de suelo, la topografía y las condiciones ambientales de un determinado entorno pueden influir en la diversidad de especies. Por ejemplo, los sistemas con una mayor disponibilidad de recursos, refugios o hábitats pueden albergar una mayor diversidad de especies

que otros con condiciones homogéneas. Por otro lado, la abundancia está relacionada con la cantidad de individuos de la misma especie que forman parte de un área específica (Morlans, 2004).

## **2.4. Clasificación de la fauna edáfica**

De acuerdo al tamaño corporal, los artrópodos de suelo se dividen en tres grupos principales:

### **2.4.1 Macrofauna**

La macrofauna reúne a los invertebrados de suelo que pueden ser observados con facilidad, es decir a los de mayor tamaño. Estos poseen un diámetro superior a 2 mm y una longitud de cuerpo mayor o igual a 10 mm (Cabrera Dávila et al., 2017). Entre sus integrantes se pueden señalar a los insectos, isópodos, gasterópodos, quilópodos, oligoquetos, moluscos y diplópodos, los cuales participan y contribuyen en la descomposición de materia orgánica, la infiltración del agua, la construcción de túneles, la trituración de restos vegetales y algunos como se presentan como controladores biológicos de plagas (Chávez Suárez, 2016).

### **2.4.2 Mesofauna**

La mesofauna agrupa a animales de tamaños corporales comprendidos entre 0.2 y 2 mm de diámetro y 4 mm de longitud, se caracterizan por ser subterráneos o encontrarse en la hojarasca, entre algunos individuos que integran este grupo se encuentran a los ácaros, trips, dipluros, psocópteros, colémbolos, proturos, anélidos y miriápodos (Castellanos González et al., 2021). Los organismos de este grupo mejoran la disponibilidad de nutrientes en el suelo a través de la aceleración de los procesos de transformación de la materia orgánica. De igual manera, la mesofauna es la encargada de controlar poblaciones de microorganismos. Sin embargo, factores como cambios de temperatura, humedad e incluso la intervención antrópica pueden influir en su abundancia y diversidad (Socarrás-Rivero, 2018).

### **2.4.3 Microfauna**

La microfauna reúne a seres microscópicos de tamaños inferiores a 0,2 mm de longitud y 0,1 mm de ancho, por lo general se pueden encontrar en el agua entre las partículas del suelo e incluye a protozoarios, rotíferos y nemátodos (Cabrera Dávila et al., 2017).

## 2.5. Principales clases de macro y mesofauna

La fauna del suelo se puede clasificar en varias clases, cada una de las cuales abarca numerosas familias y especies, entre las más estudiadas se encuentran:

### 2.5.1 Clase *Arachnida*

En esta clase perteneciente al filo de los artrópodos se encuentran las arañas, ácaros, garrapatas y escorpiones (Figura 1). Su cuerpo se encuentra dividido en dos regiones: cefalotórax (unión de la cabeza y el tórax) y abdomen. El cefalotórax está formado por seis apéndices, un par de apéndices bucales utilizados para alimentarse, un par de pedipalpos útiles para capturar a la hembra y atrapar a sus presas, y los cuatro pares restantes son las patas caminadoras (McGavin, 2000). La mayoría de los arácnidos son depredadores, mientras que otras especies son hematófagas (Zumbado Arrieta y Azofeifa Jiménez, 2018).

#### **Figura 1**

*Araña del orden Araneae.*



### 2.5.2 Clase *Clitellata*

Los clitelados que abarcan especialmente a las lombrices de tierra (Figura 2), cumplen un rol esencial en los sistemas naturales y agrícolas, ya que influyen en la transformación del suelo. Su actividad de excavación da lugar al intercambio de materiales de capas superficiales hacia otras más profundas y viceversa, así como intervienen en la aireación y la descomposición de materia orgánica, generando de esta manera un efecto positivo al suelo (Romero Cruz, 2017).

## **Figura 2**

*Lombriz de tierra.*

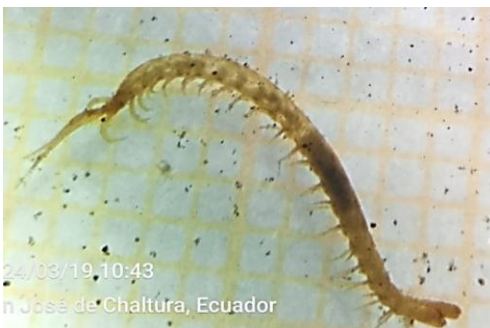


### **2.5.3 Clase Chilopoda**

Los organismos de esta clase son terrestres y pertenecen al subfilo Uniramia también conocidos como ciempiés (Figura 3). Se caracterizan por presentar un cuerpo plano y largo con distintos segmentos, cada segmento de su cuerpo agrupa un par de patas. Son artrópodos depredadores de movimientos rápidos (Zumbado Arrieta y Azofeifa Jiménez, 2018).

## **Figura 3**

*Ciempiés.*



### **2.5.4 Clase Diplopoda**

Los diplópodos también conocidos como milpiés (Figura 4) son artrópodos terrestres, excavadores y de movimientos lentos. Presentan una dieta compuesta por materia orgánica en descomposición y algunos se alimentan de plantas. Estos individuos se caracterizan por presentar un cuerpo alargado y cilíndrico compuesto por numerosos segmentos, que incluye una cabeza con un par de antenas y dos pares de patas en cada uno de sus segmentos Zumbado Arrieta y Azofeifa Jiménez, 2018).

#### **Figura 4**

*Milpiés (Clase Diplópoda).*



#### **2.5.5 Clase Insecta**

Los insectos pertenecen al filo de los artrópodos e incluyen a especímenes del orden Diptera, Coleoptera, Collembola, Hymenoptera, entre otros (Figura 5). Constituyen el grupo más abundante del reino animal y se caracterizan por poseer una dura cutícula, tres pares de patas articuladas, un par de antenas sensoriales, un cuerpo segmentado en tres regiones (cabeza, tórax y abdomen) y generalmente presentan alas. Estos invertebrados presentan tamaños y formas variadas, al igual que una gran capacidad para adaptarse y distribuirse por los ambientes del planeta, lo que permite encontrarlos prácticamente en todas partes del mundo (McGavin, 2000).

#### **Figura 5**

*Mosca del orden Diptera, familia Tephritidae.*



#### **2.6. Grupos funcionales de la entomofauna**

La entomofauna se divide en varios grupos funcionales, de acuerdo a su papel en los agroecosistemas/ecosistemas o su hábito alimenticio se clasifican en:

### **2.6.1 Detritívoros, descomponedores o saprófagos**

Los detritívoros también conocidos como descomponedores o saprófagos, son los organismos encargados de reducir el tamaño de los residuos vegetales y animales. Esta acción permite que los microorganismos como hongos y bacterias tengan acceso a nutrientes con mayor facilidad, igualmente aceleran los procesos de descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes, que son esenciales para el desarrollo y funcionamiento del suelo. Los organismos de este grupo habitan en la superficie o bajo el suelo e incluyen a colémbolos, ácaros oribátidos, milpiés, termitas, lombrices de tierra, entre otros (Cabrera Dávila et al., 2017).

### **2.6.2 Depredadores**

Constituyen uno de los grupos más importantes en el control biológico de plagas de los sistemas agrícolas, ya que se caracterizan por matar a sus objetivos para obtener alimento. Se alimentan de sus presas en todas sus etapas de desarrollo, en ciertas ocasiones extraen sus fluidos internos e introducen toxinas y enzimas digestivas, mientras que otros depredadores las consumen por completo. Con respecto a sus hábitos de consumo, estos invertebrados se clasifican en: polífagos (alimentación basada en distintos géneros y familias), oligófagos (se alimentan de presas que corresponden a la misma familia, varias especies y géneros) y monófagos (consumen especies de un solo género). Normalmente suelen ser más grandes que sus objetivos, e incluye a larvas de dípteros, distintas especies de chinches, mariquitas y otros (Nájera Rincón y Souza, 2010).

### **2.6.3 Fitófagos o Herbívoros**

Los artrópodos fitófagos o herbívoros son aquellos que se alimentan de los cultivos o de las diferentes partes de las plantas, como las raíces, las flores, las hojas, los tallos, las semillas o los frutos (Zumbado Arrieta y Azofeifa Jiménez, 2018). Su presencia está determinada por la estructura de la planta y la disponibilidad de recursos en un área específica. Además, se los considera una fuente importante de daño para las plantas, especialmente en la agricultura (Pérez-Contreras, 1999).

### **2.6.4 Fungívoros**

Este grupo funcional abarca aquellos invertebrados que tienen una dieta a base de hongos, por ende, cumplen un papel importante en los procesos de descomposición de la materia orgánica. Son ejemplo de este grupo los ácaros y paurópodos (Cabrera Dávila et al., 2017).

### **2.6.5 Parasitoides**

Corresponden a otro de los grupos esenciales para el control biológico de plagas. Durante su etapa larvaria se alimentan y se crecen en la parte interna o externa del cuerpo de su hospedero, al cual generalmente terminan matándolo. Cuando los parasitoides viven y se alimentan en la superficie del cuerpo del hospedero se los conoce como ectoparasitoides, mientras que cuando crecen y se alimentan dentro del hospedero reciben el nombre de endoparasitoides. Por otro lado, en la etapa de adulto ya no dependen de sus hospederos, dado que son organismos de vida libre que se alimenta de desechos orgánico y sustancias azucaradas disponibles en el entorno. Este grupo abarca especialmente a diferentes especies de avispas (Nájera Rincón y Souza, 2010).

### **2.6.6 Omnívoros**

El grupo funcional de los omnívoros hace referencia aquellos individuos que presentan una dieta variada, debido a que su organismo tiene la capacidad de digerir alimentos de origen vegetal y animal, incluyendo otros insectos (Zumbado Arrieta y Azofeifa Jiménez, 2018).

### **2.6.7 Ingenieros del suelo**

Son un grupo de organismos encargados de modificar la estructura del suelo. A través de sus desplazamientos en el interior del suelo son capaces de formar poros y canales que favorecen la infiltración del agua y la circulación del aire. Igualmente, sus movimientos permiten que los restos vegetales y otros componentes lleguen a capas más profundas del suelo (Romero Cruz, 2017). Uno de los especímenes más conocidos de este grupo funcional son las lombrices de tierra (Lema Veloz, 2016).

### **2.6.8 Nectarívoros**

Los artrópodos de este grupo funcional son aquellos que se alimentan del néctar de las flores, ya sea por succión, principalmente cuando el néctar es de baja viscosidad o por lamido, eficaz para el néctar de alta viscosidad (Wei et al., 2020).

### **2.6.9 Arquitectos subacuáticos**

Hace referencias a los individuos que habitan en medios acuáticos y se caracterizan por construir estructuras bajo el agua, las cuales sirven para atrapar alimento o como refugio y camuflaje ante

sus depredadores. Entre los más comunes se encuentran los individuos del orden Trichoptera (Springer, 2010).

#### **2.6.10 Hematófagos**

Son los invertebrados que obtienen sangre de otros vertebrados para su supervivencia o necesaria en las hembras para que sus huevos maduren. A estos organismos, se los conoce por transmitir patógenos que provocan enfermedades al hombre (McGavin, 2000).

### **2.7. Técnicas para coleccionar invertebrados**

La colecta de la macro y mesofauna implica el uso de diferentes técnicas debido a la gran cantidad de especies y sus distintos hábitats. En general estas técnicas se dividen en:

#### **2.7.1 Colecta Directa**

El monitoreo directo consiste en el uso de diversas herramientas e instrumentos, que incluyen redes entomológicas, recipientes, bolsas, entre otros, e incluso se lo puede realizar de forma manual. Por lo tanto, esta técnica implica observar y capturar los ejemplares directamente en campo (Zumbado Arrieta y Azofeifa Jiménez, 2018).

#### **2.7.2 Colecta Indirecta**

El monitoreo indirecto por su parte, consiste en la captura de los organismos mediante el uso de trampas (trampa Malaise, trampa de luz). Sin embargo, además del uso de trampas con atrayentes, se emplean otras sustancias que no están diseñadas específicamente para atraparlos (Zumbado Arrieta y Azofeifa Jiménez 2018).

### **2.8. Equipos de colecta**

Existen diferentes equipos desarrollados para la colecta de invertebrados, cada uno de ellos ideales para diversos ambientes y tipos de artrópodos. Entre los más usados se encuentran:

#### **2.8.1 Red entomológica**

Es una herramienta de malla fina desarrollada y diseñada para atrapar especímenes que se encuentran en la parte superior de la vegetación (Figura 6), y también, son comúnmente empleadas para la captura de invertebrados que vuelan a gran velocidad, como ciertos adultos dípteros, himenópteros, lepidópteros, odonatos, entre otros (Luna, 2005).

**Figura 6**

*Red entomológica aérea.*



Fuente: McGavin (2000)

### **2.8.2 Aspiradores**

Los aspiradores son instrumentos eficaces para la captura de individuos pequeños y frágiles. Para su elaboración se requiere de un frasco que actúa como colector y dos mangueras, una de ellas se utiliza para aspirar los invertebrados, mientras que por la otra ingresan los especímenes (Figura 7) (Medina-Gaud, 1997).

**Figura 7**

*Aspirador empleado en la colecta de pequeños invertebrados.*



Fuente: McGavin (2000)

### **2.8.3 Manta de golpeo**

Esta herramienta de muestreo consiste en un trozo de tela extendida bajo áreas de vegetación que son utilizadas para recolectar organismos cuando se sacuden los arbustos, que los sitios donde se esconden o descansan muchos especímenes (Figura 8) (McGavin, 2000).

## **Figura 8**

*Manta de golpeo para la captura de invertebrados en vegetación.*



Fuente: McGavin (2000)

### **2.8.4 Trampas cromáticas o trampas de color**

Son trampas adhesivas de diversos colores que resultan actuar como atrayentes de artrópodos asociados a cultivos agrícolas. Por ejemplo, trampas de color amarillo atraen a moscas minadoras, polillas y áfidos (Figura 9), mientras que trampas de color blanco y en ciertas ocasiones las de color celeste son eficientes para atrapar trips (Bravo-Portocarrero et al., 2020).

## **Figura 9**

*Trampa amarilla*



### **2.8.5 Trampas Malaise**

Es similar a una carpa para acampar elaborada con tela o nilón. Su estructura consta de una entrada en la parte delantera y una cubierta extendida hacia el extremo más alto de la tienda, el cual

conduce hacia una abertura donde se encuentra un frasco con un líquido conservador que almacenará a los invertebrados capturados (Figura 10) (Nielsen, 2003).

### **Figura 10**

*Trampa Malaise empleada para la captura de insectos voladores.*



Fuente: Mazón et al. (2016)

### **2.8.6 Monolitos de suelo**

Es un método utilizado para evaluar la presencia de lombrices de tierra, recomendado por el Instituto de Fertilidad y Biología de Suelos Tropicales (TSBF). Para obtener el monolito es necesario extraer un bloque de suelo con un cuadrante de 25x25 cm de alguna zona que no presente una alta perturbación (Figura 11). Una vez separado el monolito del suelo utilizando palas rectas, las muestras recolectadas son analizadas en bandejas y las lombrices encontradas son clasificadas y ubicadas en frascos de alcohol etílico para su conservación (Huerta et al., 2011).

### **Figura 11**

*Monolito de suelo empleado para la captura de lombrices y otros invertebrados.*



### **2.8.7 Embudos Berlese-Tullgren**

Es una herramienta empleada para extraer invertebrados de muestras de suelo y hojarasca a través de su desecación. Para la elaboración de este método es necesario una estructura en forma de cono,

una malla fina donde se ubicarán las muestras y una fuente de luz (foco) (Figura 12). La luz tendrá como función secar el sustrato y obligar a los invertebrados a desplazarse hacia el extremo estrecho del embudo donde se encontrará un frasco con una sustancia conservadora, que por lo general es alcohol etílico al 70-75% (Zuria et al., 2019).

### **Figura 12**

*Embudo Berlese empleada para la extracción de mesofauna.*



### **2.8.8 Trampas Pitfall o trampas de caída**

Son una de las técnicas más utilizadas para muestrear artrópodos de la superficie del suelo. Consisten en recipientes de plástico colocados a ras del suelo (Figura 13). Dentro de los contenedores se agregan diferentes atrayentes como cebos (Zuria et al., 2019) u otras sustancias como detergentes en una solución de agua (Loáisiga Jarquín y Jiménez-Martínez, 2022).

### **Figura 13**

*Trampa Pitfall empleada para la colecta de invertebrados rastreros.*



El detergente en las trampas Pitfall tiene la función de romper la tensión superficial del agua, lo que da lugar a que los individuos se hundan y por ende queden atrapados (Gómez y Jones, 2002).

## **2.9. Agroecosistema**

Un agroecosistema se define como un ecosistema transformado y gestionado por el ser humano, con la finalidad de proveer bienestar a la población a través del abastecimiento de productos de origen animal y/o vegetal (Sans, 2007). A diferencia de un ecosistema natural, un ecosistema agrícola presenta una escasa diversidad, donde los cultivos y animales son seleccionados intencionalmente y no por un proceso natural (Prager et al., 2002), es decir, los agroecosistemas se caracterizan por depender de actividades humanas, como labores de fertilización, riego, control de plagas y enfermedades, que son realizadas con el propósito de aumentar la productividad. En este contexto, la intervención directa del hombre y las prácticas de manejo empleadas influyen en los procesos naturales que distinguen a otros tipos de ecosistemas en los cuales no existe la participación humana (Espinoza Calero et al., 2015).

### **2.9.1 Clasificación de los agroecosistemas**

**2.9.1.1. Agroecosistemas agroecológicos.** Son sistemas de producción agrícola enfocados en el desarrollo de agroecosistemas sustentables, bajo principios agroecológicos, capaces de incrementar los rendimientos con un menor uso de insumos externos, una mayor interacción biológica y un mejor uso de los recursos, con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria a las generaciones presentes sin comprometer a las generaciones futuras (Terry Alfonso et al., 2023).

**2.9.1.2. Agroecosistemas tradicionales.** Son sistemas de producción agrícola con un enfoque sostenible, desarrollados a través de saberes locales (Sáenz-Leguizamón et al., 2023). Se caracterizan por la protección y la recuperación de los agroecosistemas a través de la diversificación agrícola, la cual ha permitido satisfacer las necesidades de los pequeños agricultores sin depender de la agricultura moderna (Nicholls et al., 2015).

**2.9.1.3. Agroecosistemas de barbecho.** Son sistemas agrícolas en los que se han dejado las tierras sin sembrar (descanso) durante un periodo o varios ciclos vegetativos con la finalidad de restaurar el suelo. Durante el tiempo de barbecho la vegetación que crece espontáneamente acumula gran cantidad de nutrientes que son liberados al momento de preparar el suelo para la nueva siembra (Licona y Estupiñán, 2019).

**2.9.1.4. Agroecosistemas degradados.** Son entornos que han sido deteriorados totalmente debido a la contaminación del suelo, el agua y el aire (productos químicos), el mal uso de la tierra

(monocultivos) y otras prácticas humanas insostenibles que dificultan el desarrollo de los seres vivos (Dubey et al., 2021).

## **2.10. Ecosistema**

Un ecosistema es un sistema complejo el cual abarca a organismos vivos y elementos abióticos que se encuentran en constantes interacciones (Badii et al., 2015). Estos ecosistemas son el resultado de millones de años de evolución y se distinguen por mantener una alta biodiversidad, la cual es producto de una selección natural (Prager et al., 2002).

## **2.11. Marco Legal**

La presente investigación se relaciona con ciertos objetivos, artículos y leyes que se encuentran en vigencia en el territorio nacional y a nivel internacional. Con base en el artículo 14, sección segunda de la Constitución de la República del 2008, se reconoce el derecho de los ciudadanos a vivir en un ambiente sano, equilibrado y sostenible, que garantice el buen vivir. Así como se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad, la integridad del patrimonio genético, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios degradados. Además, en el artículo 71, capítulo 7, se reconoce el derecho de la naturaleza a ser respetada su existencia, mantenimiento y regeneración.

De igual manera, de acuerdo al Plan de Creación de Oportunidades 2021 – 2025, la investigación se ajusta con objetivo 12, dado que se busca promover modelos de desarrollo sostenibles aplicando medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Por otro lado, la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria en el artículo 3, por su parte considera fundamental establecer medidas fito y zoonosanitarias, con el objetivo de asegurar el bienestar de las personas, los animales y también mantener la inocuidad de los vegetales de manera que no representen un riesgo para quienes lo consumen.

Así también, el estudio se vincula con el cumplimiento de al menos 5 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) adoptados por las Naciones Unidas el 25 de septiembre del 2015, los cuáles son: hambre cero (2), salud y bienestar (3), producción y consumo responsable (12), acción por el clima (13) y vida de ecosistemas terrestres (15).

## CAPITULO III

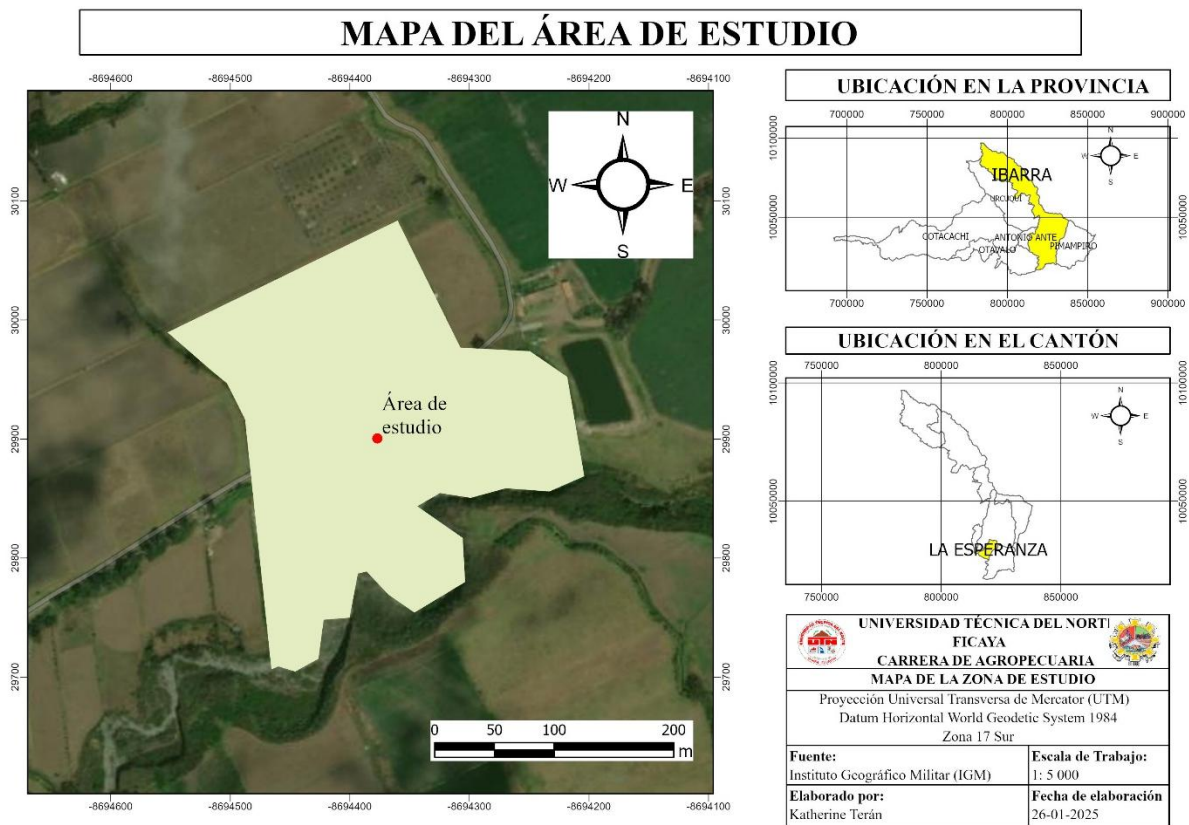
### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Caracterización del área de estudio

El presente estudio se desarrolló en la comunidad de Punkuwayku, perteneciente a la parroquia La Esperanza cantón Ibarra, ubicado a una altitud de 2400 m.s.n.m. con una temperatura anual promedio de 15°C y una precipitación anual entre 750 a 1250 mm.

**Figura 14**

*Mapa de ubicación del área de estudio.*



#### 3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas

Los materiales que se utilizaron durante el desarrollo experimental se describen en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Materiales, equipos, herramientas utilizados en la evaluación de la abundancia y diversidad de macro y meso invertebrados presentes en cinco tipos de agroecosistemas*

| <b>Materiales</b>             | <b>Equipos</b>    | <b>Herramientas</b>  | <b>Reactivos</b> |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| Libro de campo                | Computador        | Pinzas entomológicas | Alcohol (70%)    |
| Encuestas                     | Celular           | Bandejas plásticas   | Detergente       |
| Tarrinas desechables con tapa | Estereoscopio     | Cajas Petri          |                  |
| Palos de pincho               | Balanza analítica | Pala de jardinería   |                  |
| Frascos de vidrio             |                   | Bolsas plásticas     |                  |
| Cinta de marcaje              |                   | Cuadrante de 20x20cm |                  |
| Galones de agua desechables   |                   |                      |                  |
| Malla de 2mm                  |                   |                      |                  |
| Bombillas de luz              |                   |                      |                  |

### **3.3. Métodos**

La investigación fue de tipo descriptiva y cualitativa y, se realizó un conteo de macro y meso invertebrados en cuatro agroecosistemas y un ecosistema, mediante un monitoreo indirecto en campo.

#### **3.3.1 Población y muestra**

La Esperanza es una parroquia dedicada a la producción agropecuaria, donde los suelos para uso agrícola y pecuario representan el 72.8% del territorio parroquial con 2529.407 hectáreas (Cevallos, 2015). Es por ello que, en septiembre del 2023 junto con representantes de la Fundación EkoRural se identificaron en la zona cuatro agroecosistemas y un ecosistema a través de una socialización del proyecto. Además, se realizó visitas a campo para determinar estos sitios, donde se llevaron a cabo las encuestas que tenían como objetivo conocer las prácticas de manejo empleadas en estos entornos. En este contexto, el agroecosistema tradicional y degradado pertenecían al mismo agricultor, al igual que el agroecosistema agroecológico y barbecho.

#### **3.3.2 Unidad muestral**

En el estudio, las unidades muestrales comprendieron cada uno de los sistemas (agroecológico, tradicional, barbecho, degradado y natural), tal como se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2***Detalles de los agroecosistemas evaluados en la comunidad de Punkuwayku*

| <b>Agroecosistema/ecosistema</b> | <b>Detalle</b>                                                     | <b>Área</b>         | <b>Coordenadas</b>                      |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|
| Agroecológico                    | Policultivo con prácticas agrícolas sostenibles                    | 300 m <sup>2</sup>  | Lat.: 0.27097385<br>Long.: -78.10190823 |
| Tradicional                      | Policultivo con prácticas agrícolas tradicionales y convencionales | 2000 m <sup>2</sup> | Lat.: 0.26956403<br>Long.: -78.10335997 |
| Barbecho                         | Parcela sin cultivar durante un año                                | 3000 m <sup>2</sup> | Lat.: 0.2718536<br>Long.: -78.10301799  |
| Degradado                        | Parcela con suelo compacto                                         | 25 m <sup>2</sup>   | Lat.: 0.26958984<br>Long.: -78.1031112  |
| Natural                          | Bosque de galería con presencia de ganado                          | 522 m <sup>2</sup>  | Lat.: 0.26925021<br>Long.: -78.10337372 |

### **3.3.3 Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se utilizó estadística descriptiva, donde los datos obtenidos al final de la investigación fueron analizados mediante el paquete estadístico INFOSTAT versión 2020.

### **3.4. Variables a evaluar**

#### **3.4.1 Número de artrópodos**

Para identificar la fauna del suelo, en cada agroecosistema y ecosistema se colocaron 5 trampas Pitfall cada 10m ubicadas en zigzag, estas estuvieron activas durante 48 horas antes de ser retiradas. Igualmente, se utilizó 1 monolito de 20 x 20 cm, distribuido en cada sistema, lejos de las zonas que fueron alteradas para colocar las trampas Pitfall. Por otro lado, en campo, de cada sistema se tomó al azar 8 submuestras de suelo de aproximadamente 200 gramos, a una profundidad no más de 20 cm, las submuestras recogidas se combinaron en una bolsa plástica y luego fue pesada hasta alcanzar una muestra de un kilogramo y fue colocada sobre la malla de 2 mm de los embudos Berlese por 72 horas.

Todas las muestras colectadas con las diferentes técnicas de muestreo se llevaron al laboratorio de Entomología de la Granja Experimental “La Pradera” para ser identificadas con un estereoscopio. La macro y meso fauna colectada fue identificada y clasificada hasta nivel de familia, tomando como referencia la guía taxonómica Study of Insects de los autores Charles A. Triplehorn y Norman F. Johnson. Las colectas de los invertebrados se realizaron en cuatro agroecosistemas (agroecológico, tradicional, barbecho, degradado) y en un ecosistema (natural) en una sola época de muestreo (enero).

#### ***3.4.2 Número de lombrices***

Para evaluar la cantidad de lombrices se aplicó la metodología del monolito de suelo recomendada por el Instituto de Fertilidad y Biología de Suelos Tropicales (TSBF). En cada agroecosistema el monolito fue colocado a dos metros de las áreas que fueron alteradas para la instalación de las trampas Pitfall, este muestreo se realizó en una época del año (enero).

#### ***3.4.3 Grupos funcionales***

Para definir el grupo funcional al que pertenecía cada familia, se recurrió a diferentes manuales y guías, como: Insectos de Colombia cuya autora es Marta Wolff Echeverri, Insectos, arañas y otros artrópodos terrestres del autor George McGavin y Study of Insects perteneciente a Charles A. Triplehorn y Norman F. Johnson.

#### ***3.4.4 Indicadores de las prácticas de manejo***

Para caracterizar las prácticas de manejo empleadas en los agroecosistemas/ecosistemas se elaboró una encuesta en la herramienta Forms (Anexo 1), misma que fue dirigida a dos agricultores propietarios de los agroecosistemas evaluados. En el ecosistema natural no se aplicó ninguna encuesta, dado que al ser un bosque de galería no existe ningún tipo de manejo, sin embargo, se realizó una observación muy detallada del entorno. Las preguntas de la encuesta se enfocaron en temas relacionados con el tiempo de producción, cultivos predominantes, tipo de fertilización, uso de agroquímicos, control de plagas y enfermedades, conservación del suelo, manejo de residuos agrícolas, manejo de malezas y presencia animal.

### 3.5. Manejo específico del estudio

#### 3.5.1 Selección e identificación de agroecosistemas/ecosistemas

A través de un recorrido por la comunidad de Punkuwayku, en trabajo conjunto con representantes de la Fundación EkoRural, se identificó y seleccionó los cinco sistemas mencionados anteriormente (Figura 15).

**Figura 15**

*Agroecosistemas y ecosistemas de la comunidad de Punkuwayku donde se realizó el estudio.*



Entre los agroecosistemas evaluados, el agroecológico se caracterizó por la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, la cual es crucial para garantizar la seguridad alimentaria. Este sistema mostró algunas cercas vivas y una diversidad de cultivos entre los cuales se encontraron maíz, cebolla, remolacha, lechuga, brócoli, papas, durazno, guabas, aguacate, manzana y limón. Es importante mencionar que la cobertura vegetal dentro de la parcela no era abundante, sin embargo, a sus alrededores gran parte de la superficie era cubierta por kikuyo y vegetación arvense.

Por otra parte, el agroecosistema tradicional, se basó el empleo de prácticas agrícolas tradicionales que dependieron del uso de productos químicos, así como de abonos orgánicos. En este sistema predominaron cultivos como maíz, fréjol y habas, mientras que en la siembra anterior se había cultivado papa. Asimismo, se caracterizó por presentar cercas vivas formadas por distintos árboles

que rodeaban a la parcela y una cobertura vegetal (kikuyo) abundante que cubría la mayor parte de la superficie del suelo.

En cuanto al agroecosistema de barbecho, este se caracterizó por dejar las parcelas sin cultivar durante 1 año, tras haber sido utilizado previamente para el cultivo de maíz. Actualmente crece kikuyo, arvenses y rábano forraje.

El agroecosistema degradado fue seleccionado por presentar un suelo muy compactado, en el que no se han realizado actividades productivas durante 12 años. Este agroecosistema estuvo ubicado cerca de un corral de gallinas.

Finalmente, el ecosistema natural se distinguió por ser un bosque de galería dentro de una quebrada, formado por grandes piedras de río, suelo arenoso y abundante vegetación. Sin embargo, existe la presencia de ganado vacuno pastoreando en el área.

### ***3.5.2 Elaboración de técnicas de muestreo para macro y meso invertebrados***

**3.5.2.1. Trampas Pitfall.** Las trampas Pitfall o trampas de caída fueron elaboradas con tarrinas desechables colocadas a ras del suelo, con una capacidad de un litro (Figura 16). Dentro de los contenedores se agregó aproximadamente 5g de detergente (Loáisiga Jarquín y Jiménez-Martínez, 2022); esto para romper la tensión superficial del agua y permitir que los invertebrados que caigan queden atrapados y se hundan en el agua con mayor facilidad (Hernández-Cumplido et al., 2023).

#### **Figura 16**

*Elaboración de trampas Pitfall.*



**3.5.2.2. Embudos Berlese-Tullgren.** Para la elaboración de esta técnica se utilizó un galón de agua, una malla fina de 2 mm, y bombillas de luz incandescentes. En primer lugar, se cortó la

base del galón y la boquilla fue pegada con cinta a un frasco de vidrio, en el cual previamente se adicionó hasta la mitad alcohol etílico al 70%. De esta manera el galón quedó invertido, colocando a la trampa mortal en la base, mientras que en la parte superior del galón se colocó la malla de 2mm y sobre ella se agregaron las muestras de suelo y hojarasca (Figura 17). Por último, sobre los embudos se instalaron las bombillas de luz incandescente dispuestas en hilera, cuya función fue secar el sustrato y obligar a los invertebrados a desplazarse hacia el extremo angosto donde se encontraba el frasco con alcohol (Zuria et al., 2019).

**Figura 17**

*Elaboración de embudos Berlese.*



**3.5.2.3. Monolitos de suelo.** Los monolitos de suelo fueron elaborados a partir de cuatro palos de madera de 20 cm, que juntos formaron un cuadrado de 20x20 cm (Figura 18) (Huerta et al., 2011).

**Figura 18**

*Elaboración del monolito de suelo.*

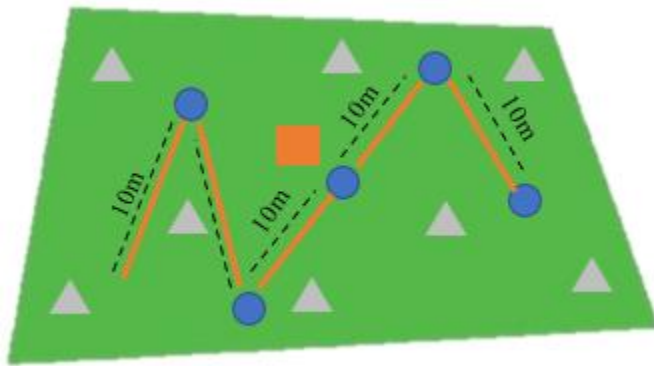


### 3.5.3 Colecta de macro y meso invertebrados

Para la evaluación de los 5 sistemas en la comunidad de Punkuwayku, se realizó un muestreo sistemático a través de un transecto de 50m trazado en zigzag, tomando muestras a distancias específicas, para ello en cada agroecosistema y ecosistema se establecieron tres métodos de muestreo que correspondieron a trampas Pitfall, embudos Berlese y monolitos de suelo (Figura 19).

**Figura 19**

*Distribución de las tres técnicas de muestreo utilizadas en un agroecosistema/ecosistema.*



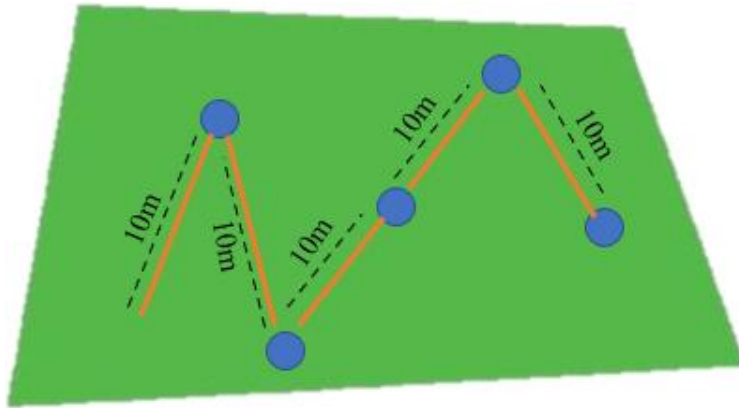
*Nota.* La Figura 19 muestra un sistema en el que se realizó el muestreo. La línea en zigzag indica el transecto descrito dentro del agroecosistema/ecosistema, los círculos representan las trampas Pitfall, el cuadrado representa el monolito y los triángulos las tomas de núcleos de tierra para colocarlos en el embudo Berlese.

**3.5.3.1. Instalación de trampas Pitfall.** Se ubicaron 5 trampas Pitfall por cada uno de los sistemas identificados (agroecológico, tradicional, barbecho, degradado y natural) y se colocaron cada 10m mediante el diseño en “zigzag” mencionado anteriormente, por lo tanto, se ubicó un total de 25 trampas por la época de muestreo (Figura 20).

Las trampas Pitfall estuvieron activas por 48 horas y los invertebrados recolectados fueron transportados al laboratorio de entomología de la Granja Experimental “La Pradera” para su identificación con la ayuda de un estereoscopio.

**Figura 20**

*Ubicación de las trampas Pitfall en un agroecosistema/ecosistema.*

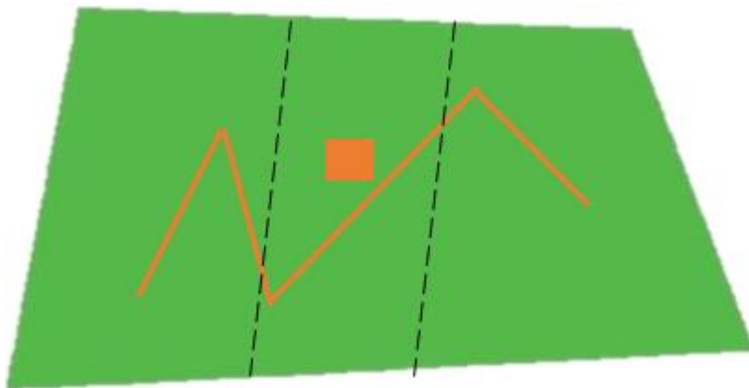


**3.5.3.2. Monolitos de suelo.** Para el muestreo de lombrices se implementó la metodología del monolito, recomendado por el Instituto de Fertilidad y Biología de Suelos Tropicales (TSBF), en el cual, para la extracción de los macroinvertebrados, se colocó un cuadrante de 20x20x20 cm para señalar la posición del monolito y retirar toda la hojarasca que se encontraba por encima del área que se va a evaluar (Huerta et al., 2011).

Con la ayuda de palas rectas se retiró el bloque de suelo de 20cm. Posterior a ello, las porciones de suelo fueron revisadas en bandejas de plástico para identificar la presencia de lombrices y dar lugar a su clasificación y almacenamiento en caso de que las hubiera. Por agroecosistema y ecosistema este procedimiento se replicó una sola vez, es decir que en este estudio se realizaron 5 monolitos por época de muestreo (Figura 21).

**Figura 21**

*Ubicación del monolito de suelo en un agroecosistema/ecosistema.*

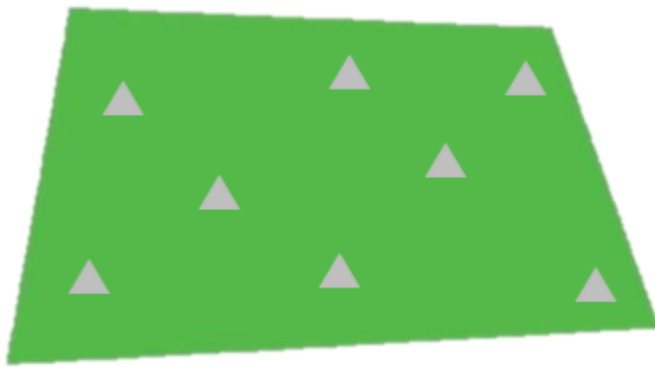


**3.5.3.3. Muestras de suelo para el embudo Berlese.** Las muestras de suelo fueron tomadas retirando y almacenando el primer centímetro de suelo, que corresponde generalmente a hojarasca y cobertura vegetal viva, y luego se tomó un núcleo de suelo a una profundidad de no más de 20 cm. La muestra colectada fue guardada en una bolsa plástica, para su transporte y procesamiento en el laboratorio.

En cada uno de los sistemas evaluados se tomaron al azar 8 submuestras de suelo (Figura 22) de aproximadamente 200g cada una, que luego fueron combinadas para formar una sola muestra de 1 kg, la cual fue llevada al laboratorio de entomología para ser colocadas en los embudos Berlese por 72 horas. Este procedimiento se repitió una vez por agroecosistema/ecosistema.

**Figura 22**

*Extracción de muestras de suelo de un agroecosistema/ecosistema.*

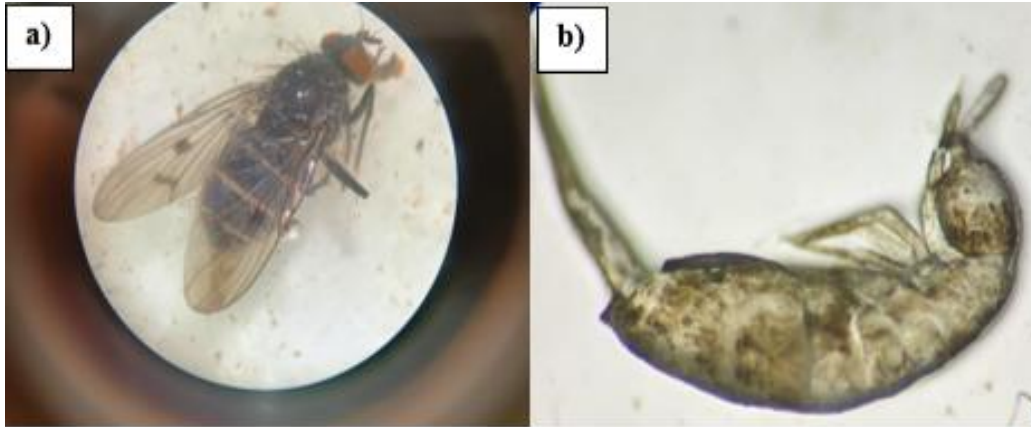


#### **3.5.4 Conteo, identificación y clasificación de macro y meso invertebrados**

El material biológico recolectado fue clasificado hasta el nivel de familia con un estereoscopio y con la ayuda de diversas guías de clasificación taxonómica para revisar características morfológicas externas relevantes como: forma y venación de las alas y tipo de antenas y patas. Estos aspectos fueron cruciales para su identificación (Figura 23).

### Figura 23

*Identificación y clasificación de artrópodos a través de un estereoscopio a) Diptera: Heleomyzidae, b) Collembola: Entomobryidae.*



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Indicadores de las prácticas de manejo

A través de las encuestas realizadas a los diferentes agricultores, se determinó las prácticas de manejo empleadas en los cuatro agroecosistemas y en el ecosistema en estudio. La Tabla 3 presenta una comparación detallada de los sistemas evaluados en la comunidad de Punkuwayku. En dicha tabla se analizan características relacionadas con el tiempo de producción, cultivos predominantes, uso de fertilizantes y agroquímicos, manejo de plagas y enfermedades, conservación del suelo, manejo de residuos agrícolas, manejo de malezas y presencia animal.

En primer lugar, el agroecosistema agroecológico, se caracterizó por presentar algunos árboles de aliso y lechero, así como una diversidad de cultivos de ciclo corto y frutales, aunque la cobertura vegetal dentro del agroecosistema no era abundante, pero si en sus alrededores. En cuanto a la preparación del suelo, el agricultor antes de la siembra realiza un pastoreo con el ganado, posteriormente se pasó una vez la rastra para romper y voltear el suelo, y la materia verde permanece en la parcela por un determinado periodo para su descomposición, aparte en este sistema se pasa una vez la surcadora para elaborar las líneas de cultivo (surcos). Durante la siembra el productor hace la aplicación de estiércol de ganado y gallina, mientras que en la etapa de crecimiento del cultivo usa biol y cenizas como fuente de nutrientes para mejorar la salud del suelo. Adicionalmente, la falta de un sistema de riego dificulta la siembra en épocas secas, puesto que dependen de fuentes externas como acequias.

Por otro lado, el agroecosistema de barbecho se distinguió por no recibir ningún tipo de manejo, debido a que se encuentra en un periodo de descanso después de aproximadamente 10 años en producción. El cultivo anterior fue maíz, actualmente, el sistema está cubierta por vegetación espontánea, como kikuyo, arvenses y rábano forrajero y las áreas externas e internas son aprovechadas para el pastoreo del ganado.

Contrastando con lo anterior, el agroecosistema tradicional mostró una abundante vegetación espontánea y la diversidad vegetal cultivada constó de maíz, habas y fréjol. Es importante mencionar que en parcelas aledañas estuvo sembrado arveja y en otra durazno, mandarina, guaba, aguacate, capulí y limón. Además, este sistema combina el uso de enmiendas como ácidos húmicos

(Humirich), abonos orgánicos como compost, biol, estiércol animal y ceniza con fertilizantes químicos y agroquímicos. Con relación a la preparación del suelo, el agricultor comienza con el ingreso de los animales a la parcela para que estos consuman los restos de la siembra anterior. Después, utiliza la rastra para facilitar la descomposición de la materia seca, esto lo realiza dos veces antes de sembrar, luego el suelo es arado con tractor y termina con la elaboración de surcos utilizando caballo. Al arar el agricultor tiene la costumbre de colocar aserrín y 4 toneladas de estiércol de caballo y cuy, mientras que la etapa de germinación agrega medio quintal de fertilizante químico.

Para el control de plagas y enfermedades, en el agroecosistema tradicional, se emplean agroquímicos como Gladiador, Tryclan, Kuxar (insecticidas) y Kashu, Timorex y Nedpyr (fungicidas) complementados con deshierbes manuales. A pesar de su dependencia por productos químicos, este sistema emplea prácticas de conservación de suelo como rotación de cultivos con arveja, siembra de cultivos de cobertura como zambo y zapallo, instalación de cercas vivas en el contorno de la parcela con laurel, aliso, lechero, taxo y granadilla. Asimismo, promueve la asociación de cultivos, práctica que ayuda a mejorar la salud del suelo. No obstante, la falta de un sistema de riego también lo hace vulnerable, lo que limita la producción durante periodos secos.

El agroecosistema degradado, por su parte, mostró ser un suelo muy compactado por el constante pisoteo de las gallinas y las personas que ingresan al galpón. En este sistema no se han llevado a cabo actividades productivas durante 12 años. Sin embargo, el agricultor utiliza cresol y cal agrícola como métodos de desinfección. Asimismo, a diario coloca el estiércol de las gallinas de traspatio que se encuentran en un corral cercano. El control de malezas se lleva a cabo a través del pastoreo de las aves que aprovechan la presencia de malezas para su alimentación, por ende, la cobertura vegetal de este sistema es limitada.

Por último, el ecosistema natural se diferenció por ser un bosque de galería ubicado en una quebrada. El área presentó grandes piedras de río, un suelo arenoso, cobertura vegetal baja y una densa vegetación donde predominaron especies como lecheros, moras silvestres, chilcas, uña de gato, helechos, mirasol de agua, trébol rojo y blanco, lantana, eucalipto entre otros. Sin embargo, existe la presencia de ganado vacuno pastoreando en el área.

**Tabla 3**

*Caracterización de las prácticas de manejo empleadas en cinco agroecosistemas*

| <b>Características</b>                  | <b>Agroecológico</b>                                                                                                                              | <b>Barbecho</b>                                   | <b>Tradicional</b>                                                      | <b>Degradado</b>                 | <b>Natural</b>                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tiempo en producción</b>             | 10 años                                                                                                                                           | Más de 10 años en producción, 1 año en descanso   | 9 años                                                                  | 12 años sin producción           | Indeterminado                                                                                                                                   |
| <b>Cultivos/vegetación</b>              | Lechuga, maíz, remolacha, cebolla, brócoli, papa, col morada, habas, camote, guabas, durazno, aguacate, manzana y limón<br>Poca cobertura vegetal | Rábano forrajero y kikuyo                         | Maíz, habas y fréjol<br>Abundante cobertura vegetal (kikuyo y arvenses) | Cobertura vegetal escasa         | Lecheros, moras silvestres, chilcas, uña de gato, helechos, mirasol de agua, trébol rojo y blanco, lantana, eucalipto<br>Cobertura vegetal baja |
| <b>Fertilización</b>                    | Orgánica                                                                                                                                          | Ninguna                                           | Orgánica e inorgánica                                                   | Ninguna                          | Ninguna intervención                                                                                                                            |
| <b>Control de plagas y enfermedades</b> | Rotación, asociación, gestión de malezas                                                                                                          | No aplica                                         | Productos químicos                                                      | No aplica                        | No aplica                                                                                                                                       |
| <b>Conservación del suelo</b>           | Rotación, asociación, cercas vivas                                                                                                                | Vegetación espontánea (kikuyo y rábano forrajero) | Rotación, asociación, cultivos de cobertura, cercas vivas               | Ninguna                          | Vegetación espontánea                                                                                                                           |
| <b>Manejo de residuos agrícolas</b>     | Incorporación al suelo y alimentación a animales                                                                                                  | Quema                                             | Incorporación al suelo, alimentación animal y producción de abonos      | No aplica                        | No aplica                                                                                                                                       |
| <b>Manejo de malezas</b>                | Deshierbe manual y con herramientas                                                                                                               | Pastoreo                                          | Deshierbe manual y con herramientas                                     | Pastoreo                         | Pastoreo                                                                                                                                        |
| <b>Integración animal</b>               | Gallinas y vacas                                                                                                                                  | Gallinas y vacas                                  | Vacas, ovejas, llamas, cuyes y gallinas                                 | Vacas, ovejas, gallinas y perros | Fauna silvestre                                                                                                                                 |

## **4.2. Número de artrópodos**

### **4.2.1 Muestreo de trampas Pitfall**

**4.2.1.1 Número de especímenes totales.** A través del estudio realizado en los cuatro agroecosistemas y en el ecosistema, se determinó que la técnica de Trampas Pitfall capturaron una mayor abundancia de individuos. En total se contabilizó 17491 ejemplares pertenecientes a las clases Insecta, Arachnida y Chilopa. El 98.09% de la abundancia es decir 17157 individuos correspondieron a la clase Insecta. Arachnida y Chilopoda no tuvieron una presencia significativa, puesto que alcanzaron el 1.9% y el 0.01% de la abundancia respectivamente.

**4.2.1.2 Número de especímenes totales por agroecosistema y ecosistema.** Al analizar la abundancia de artrópodos por agroecosistema y ecosistema, se observaron notables diferencias. El agroecosistema agroecológico destacó al registrar la mayor cantidad de especímenes con un total de 11226, seguido por el tradicional con 2664 individuos, el tercer lugar ocupó barbecho con 2491, continuó degradado que contabilizó 932 individuos y, por último, el ecosistema natural obtuvo la menor cantidad de especímenes capturados con 178.

**4.2.1.3 Número de especímenes por orden dentro de cada agroecosistema y ecosistema.** En lo que se refiere a la abundancia de especímenes clasificados por órdenes dentro de cada agroecosistema y ecosistema, la Figura 24 muestra que órdenes Collembola, Araneae, Diptera, Coleoptera, Oribatida e Hymenoptera fueron los más representativos y estuvieron presentes en todos los sistemas, también se identificó que algunos órdenes únicamente aparecieron en ciertos sistemas. Collembola se encontró en todos los entornos, sin embargo, en términos de abundancia destacó en los agroecosistemas.

Con respecto a cada sistema, en el agroecológico se contabilizaron 11 órdenes, donde resaltó la presencia de Collembola con 11146 especímenes, esta cantidad lo posicionó como el orden más abundante dentro de los sistemas evaluados. En orden descendente continuó Coleoptera con 31 y Diptera con 24, mientras que los otros 8 órdenes fueron escasos con menos de 9 individuos.

El agroecosistema de barbecho registró 10 órdenes, una diversidad casi similar al agroecológico. Collembola mantuvo el primer lugar con 2260 ejemplares, seguido por Araneae con 102, Oribatida con 61 y Diptera con 26. El resto de órdenes registraron menos de 16 individuos. Dentro del estudio el orden Araneae fue el más abundante entre los cuatro agroecosistemas y el ecosistema evaluado.

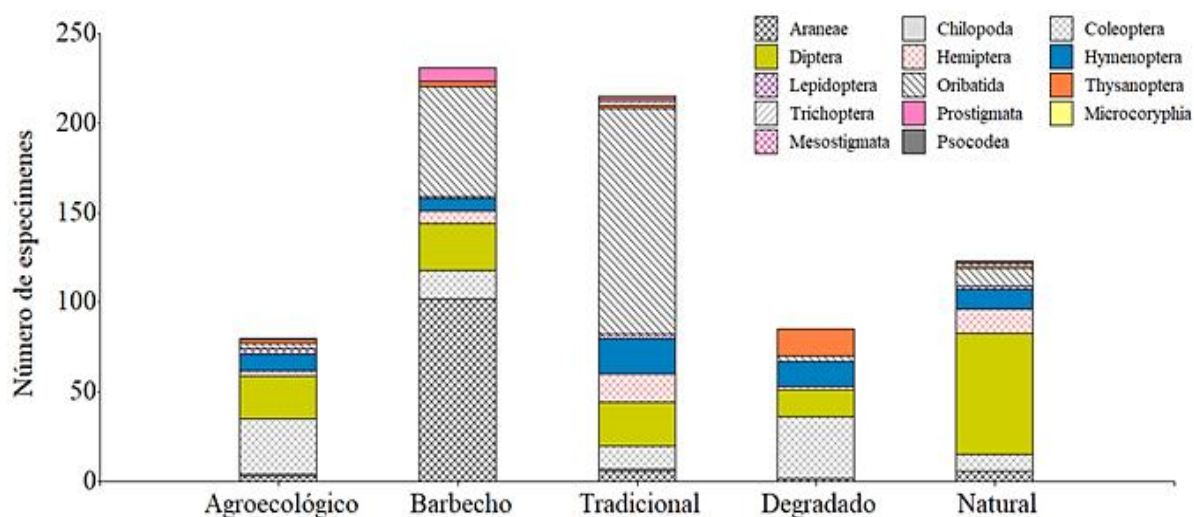
Por otro lado, en el agroecosistema tradicional se capturó la mayor diversidad de órdenes con un total de 13. La abundancia de Collembola continuó predominando esta vez con 2449 invertebrados, siguió Oribatida con 126, Diptera con 24 e Hymenoptera con 20. Por el contrario, los órdenes faltantes estuvieron conformados por menos de 16 especímenes. Cabe señalar la presencia del orden Myrocoryphia misma que fue única entre los agroecosistemas estudiados, de igual manera la abundancia del orden Oribatida fue significativamente mayor que en los demás sistemas.

El agroecosistema degradado por su parte mostró solamente 8 órdenes, lo cual lo ubica como el menos diverso. Collembola con 847 individuos y Coleoptera con 34 fueron los órdenes más abundantes, mientras que los demás presentaron menos de 15 especímenes.

Finalmente, el ecosistema natural fue similar al agroecológico en términos de diversidad con un total de 11 órdenes, sin embargo, su abundancia fue menor. El orden Diptera lideró con 68 ejemplares y en segundo lugar se colocó Collembola con 55. Los demás órdenes registraron menos de 13 especímenes. En este ecosistema la presencia de Mesostigmata y Psocodea fue única, adicional a ello el orden Diptera fue más abundante que en los agroecosistemas.

## Figura 24

*Número de especímenes por orden dentro de cada agroecosistema/ecosistema identificados mediante Trampas Pitfall.*

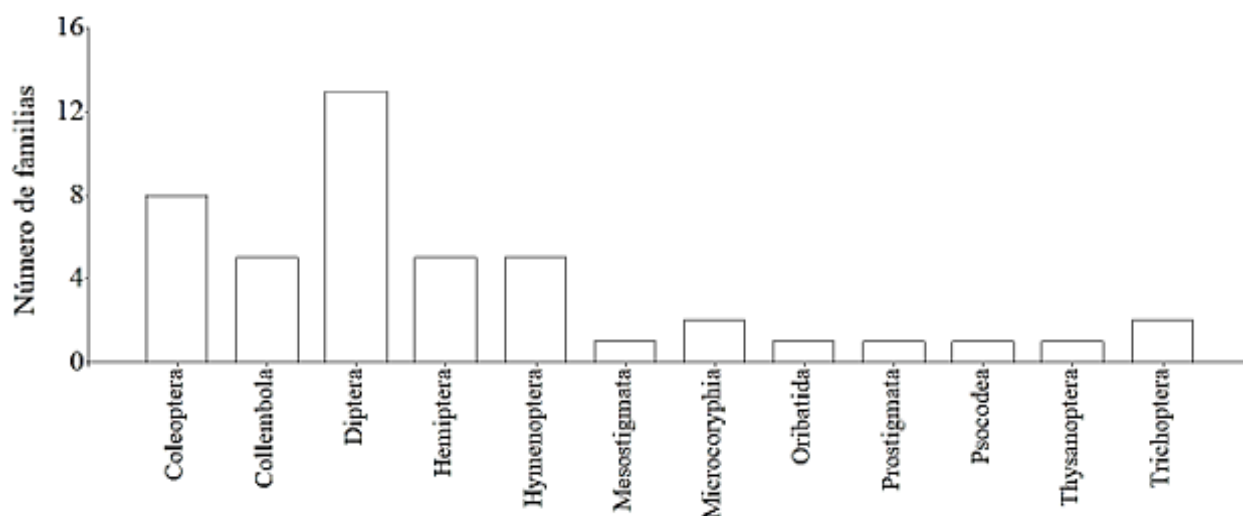


*Nota.* En la Figura 24, el orden Collembola fue excluido debido a su alta abundancia, ya que dificultaba la interpretación de las tendencias de los demás órdenes, los cuales presentan valores considerablemente menores.

**4.2.1.4 Número de familias general por orden.** Con respecto al número de familias identificadas de manera general entre todos los agroecosistemas/ ecosistemas, se registró un total de 14 órdenes y 42 familias (Figura 25). El orden con mayor cantidad de familias fue Diptera con un total de 13. En segundo lugar, se encontró el orden Coleoptera con 7 familias, en este caso se observó que la diversidad de Diptera es casi el doble que la de Coleoptera. A continuación, estuvo el orden Collembola, con 5 familias, mientras que Hemiptera e Hymenoptera registraron 4 familias cada uno. Por otro lado, Microcoryphia y Trichoptera registraron solo 2 familias cada uno. Finalmente, se identificó que los órdenes Mesostigmata, Oribatida, Prostigmata, Psocodea y Thysanoptera eran los menos diversos con 1 sola familia.

**Figura 25**

*Número de familias por orden identificadas en los cinco agroecosistemas/ecosistemas mediante Trampas Pitfall.*



**4.2.1.5 Número de familias por orden de cada agroecosistema y ecosistema.** Con base en los datos de la Tabla 4, en cuanto al número de familias presentes en cada uno agroecosistemas/ecosistemas, el agroecosistema tradicional registró la mayor diversidad en términos de familias con un total de 26, seguido por el natural con 25 familias, barbecho y degradado registraron 21 familias cada uno, mientras que agroecológico presentó la menor diversidad con 19 familias.

**Tabla 4**

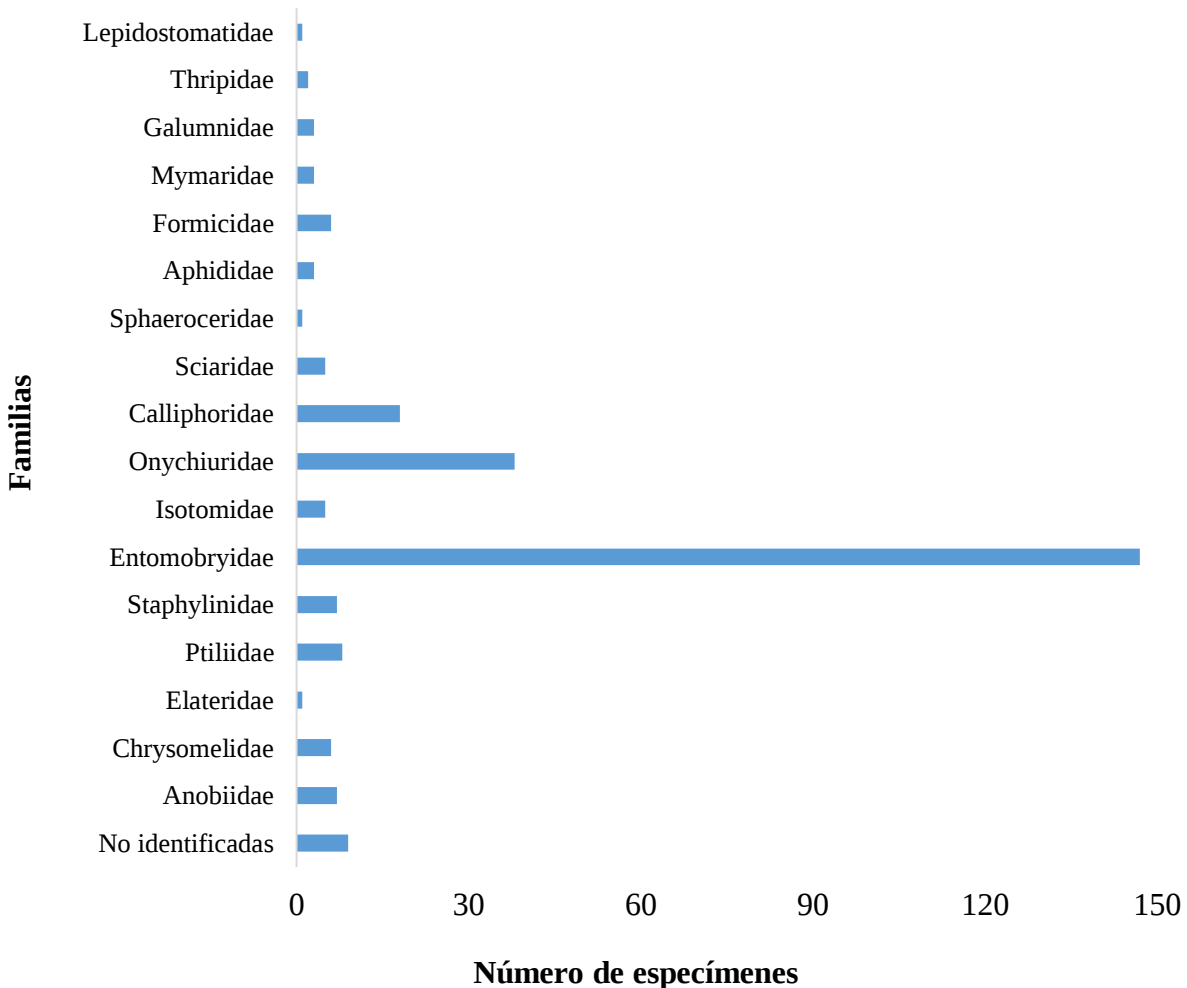
*Número de familias identificadas por orden presentes en cada agroecosistema/ecosistema mediante Trampas Pitfall*

| Órdenes       | Familias por agroecosistema/ecosistema |           |             |           |           |
|---------------|----------------------------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|
|               | Agroecológico                          | Barbecho  | Tradicional | Degradado | Natural   |
| Araneae       | -                                      | -         | -           | -         | -         |
| Chilopoda     | -                                      | -         | -           | -         | -         |
| Coleoptera    | 5                                      | 5         | 5           | 3         | 3         |
| Collembola    | 5                                      | 5         | 5           | 5         | 4         |
| Diptera       | 3                                      | 3         | 5           | 6         | 8         |
| Hemiptera     | 1                                      | 2         | 2           | 1         | 3         |
| Hymenoptera   | 2                                      | 3         | 3           | 4         | 3         |
| Lepidoptera   | -                                      | -         | -           | -         | -         |
| Mesostigmata  | -                                      | -         | -           | -         | 1         |
| Microcoryphia | -                                      | -         | 1           | -         | 1         |
| Oribatida     | 1                                      | 1         | 1           | 1         | 1         |
| Prostigmata   | -                                      | 1         | 1           | -         | -         |
| Psocodea      | -                                      | -         | -           | -         | 1         |
| Thysanoptera  | 1                                      | 1         | 1           | 1         | -         |
| Trichoptera   | 1                                      | -         | 2           | -         | -         |
| <b>Total</b>  | <b>19</b>                              | <b>21</b> | <b>26</b>   | <b>21</b> | <b>25</b> |

**4.2.1.6 Número de especímenes por familia por agroecosistema y ecosistema.** Con respecto a la diversidad de familias del agroecosistema agroecológico (Figura 26), las familias Hypogastruridae y Sminthuridae sobresalieron con 6079 y 4877 individuos respectivamente, estos valores reflejan una elevada presencia de colémbolos en este entorno. Entomobryidae con 147 y Onychiuridae con 38 también estuvieron presentes, aunque en menor cantidad. En contraste, el resto de familias presentaron menos de 18 individuos. Sumado a ello, en este sistema se registraron 9 individuos que no fueron identificadas a nivel de familia, los cuales pertenecían a los órdenes Chilopoda, Coleoptera, Lepidoptera y Araneae.

**Figura 26**

*Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema agroecológico mediante Trampas Pitfall.*

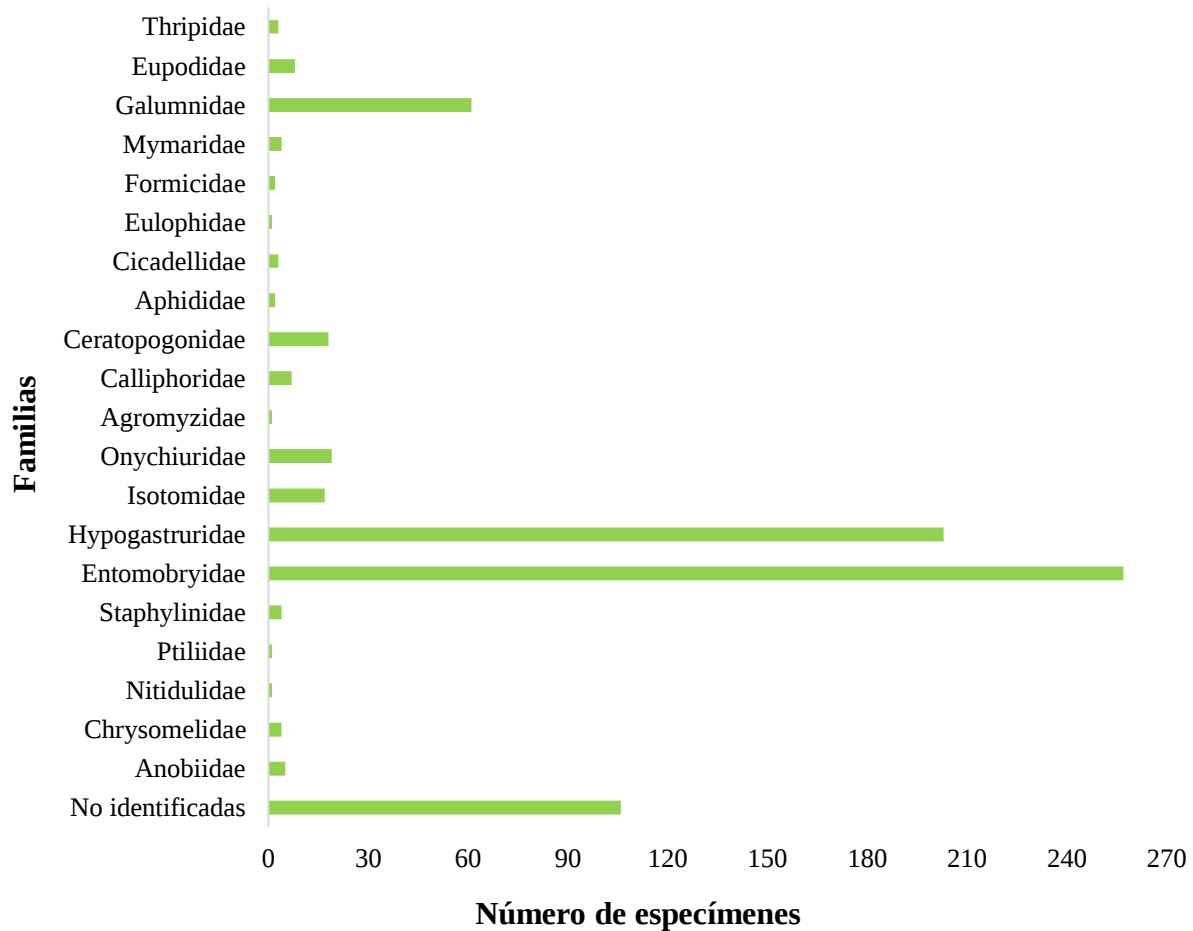


*Nota.* En la Figura 26, las familias Hypogastruridae y Sminthuridae fueron excluidas debido a su alta abundancia, ya que dificultaba la interpretación de las tendencias de las demás familias, las cuales presentan valores considerablemente menores.

Por otro lado, la Figura 27 ilustra que, en el agroecosistema de barbecho, la familia más abundante fue Sminthuridae, aunque en menor cantidad con 1764 especímenes en comparación con el sistema agroecológico. Otras familias con una presencia significativa fueron Entomobryidae con 257, Hypogastruridae con 203, Galumnidae con 61 y Onychiuridae con 19. Las familias restantes mostraron menos de 18 organismos. En cuanto a familias de los órdenes Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera y Araneae no fueron identificadas.

**Figura 27**

*Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema de barbecho mediante Trampas Pitfall.*

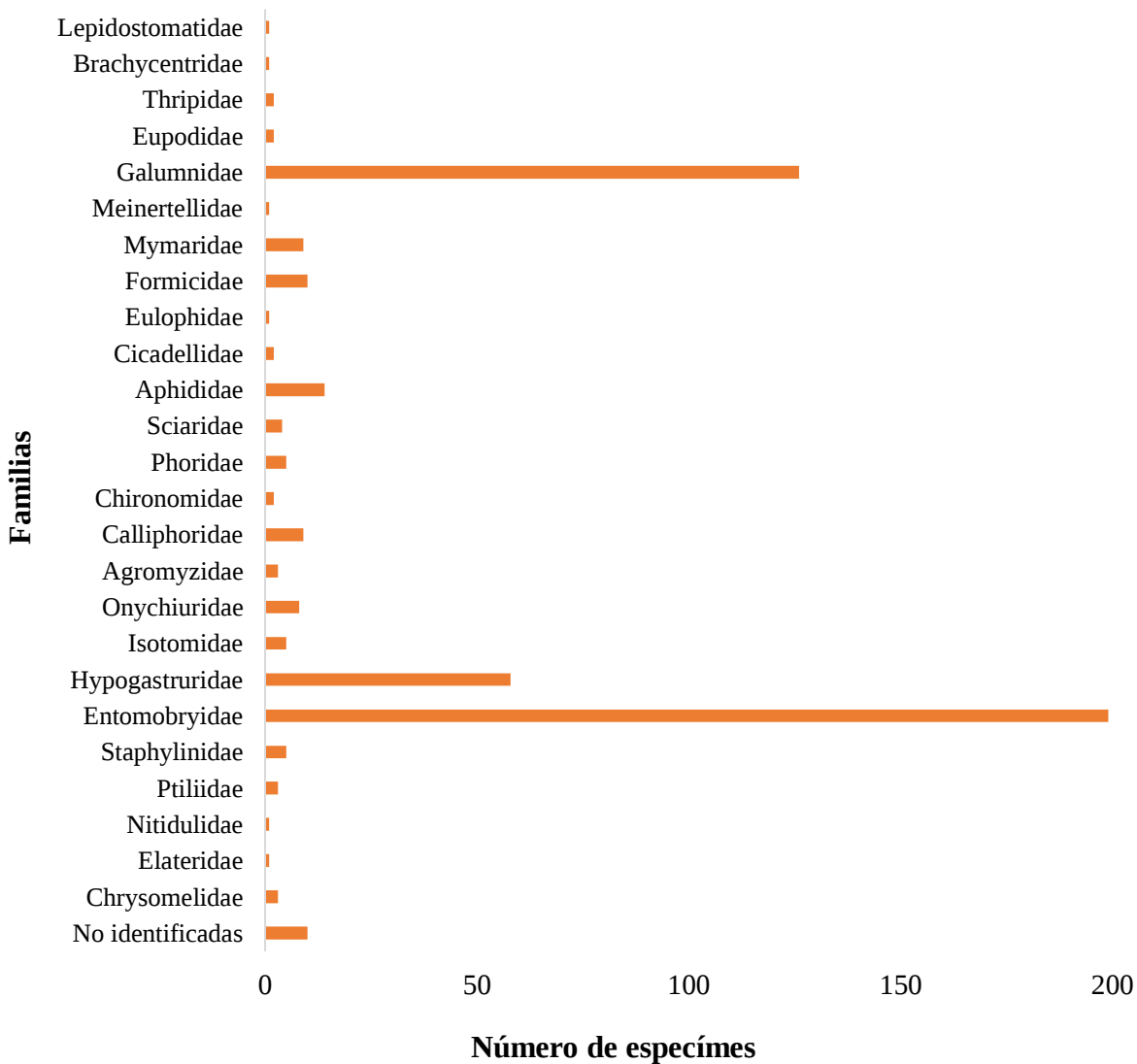


*Nota.* En la Figura 27, la familia Sminthuridae fue excluida debido a su alta abundancia, ya que dificultaba la interpretación de las tendencias de las demás familias, las cuales presentan valores considerablemente menores.

La Figura 28 resalta que, dentro del agroecosistema tradicional, la familia Sminthuridae mantuvo dominancia con 2179 individuos, también hubo la presencia significativa de familias como Entomobryidae con 199, Galumnidae con 126 e Hipogastruridae con 58. Cabe mencionar que Galumnidae fue la familia más abundante en comparación con los otros sistemas. El resto de familias registraron menos de 14 especímenes y 10 individuos no fueron clasificados hasta el nivel de familia, los cuales pertenecieron a órdenes como Araneae, Chilopoda, Diptera y Lepidoptera.

**Figura 28**

*Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema tradicional mediante Trampas Pitfall.*



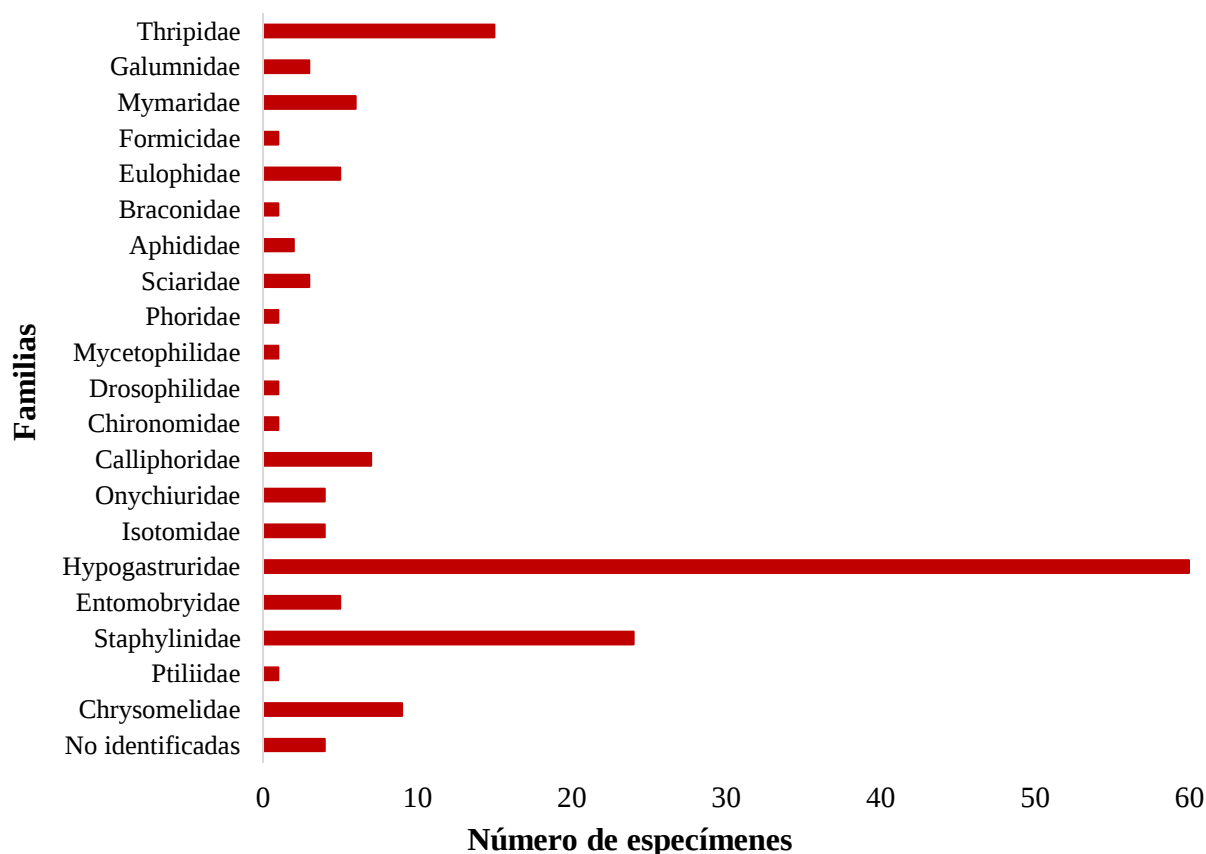
*Nota.* En la Figura 28, la familia Sminthuridae fue excluida debido a su alta abundancia, ya que dificultaba la interpretación de las tendencias de las demás familias, las cuales presentan valores considerablemente menores.

Con respecto al agroecosistema degradado, la familia Sminthuridae continuó en el primer lugar con 774 especímenes. La Figura 29 resalta la presencia de la familia Hypogastruridae con 60 individuos. En orden descendente estuvo Staphylinidae con 24. Las familias restantes mostraron menos de 15 especímenes. Adicionalmente, en este sistema no pudieron ser identificados 4

individuos hasta nivel de familia, los cuales pertenecían a los órdenes Araneae, Diptera e Hymenoptera.

### Figura 29

*Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema degradado mediante Trampas Pitfall.*

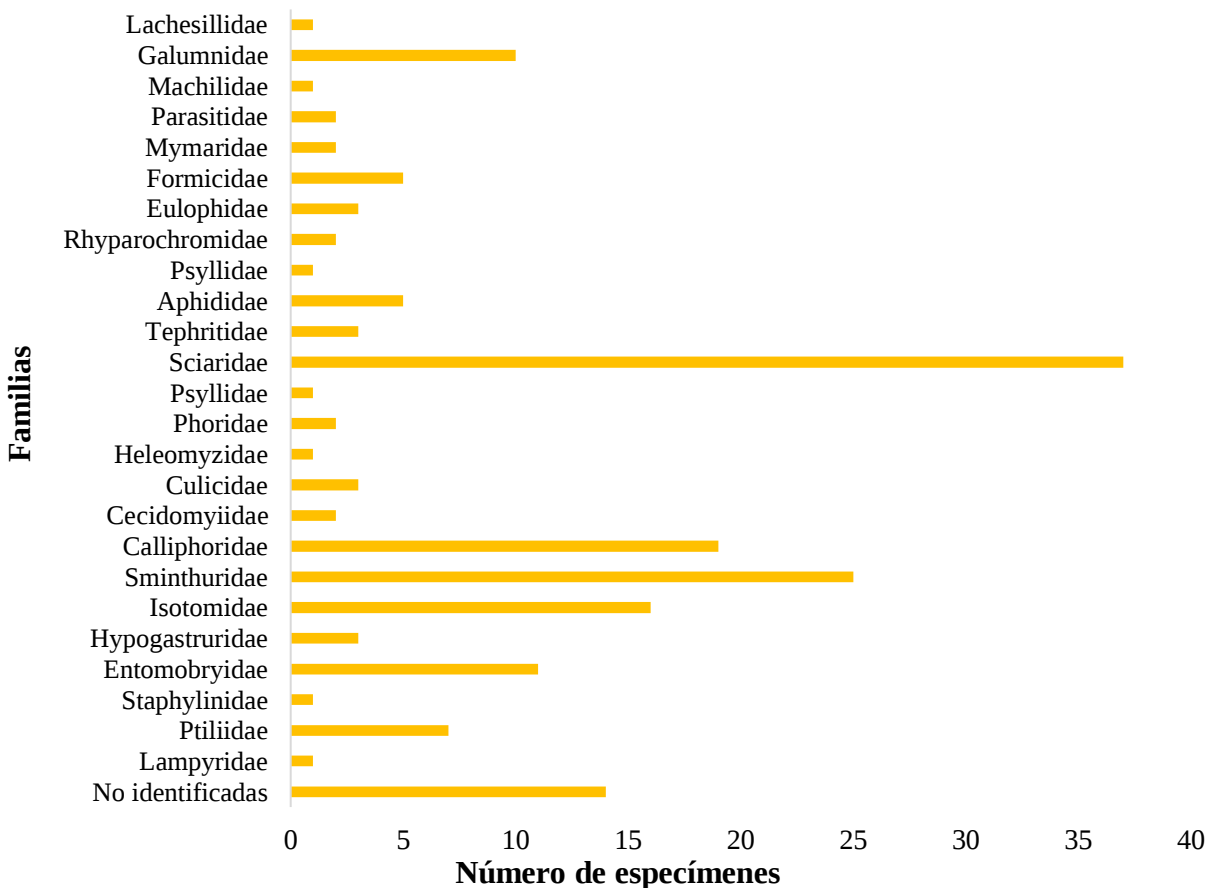


*Nota.* En la Figura 29, la familia Sminthuridae fue excluida debido a su alta abundancia, ya que dificultaba la interpretación de las tendencias de las demás familias, las cuales presentan valores considerablemente menores.

Por último, en la Figura 30 se observa que en el ecosistema natural la familia Sciaridae del orden Diptera dominó con 37 invertebrados. El segundo y tercer lugar fueron ocupados por las familias Sminthuridae y Calliphoridae con 25 y 19 artrópodos respectivamente. Las otras familias estuvieron conformadas por menos de 16 individuos y 14 especímenes no fueron clasificados hasta el nivel de familia, los cuales correspondían a los órdenes Araneae, Hemiptera, Hymenoptera y Lepidoptera

**Figura 30**

*Número de especímenes por familia registrados en el ecosistema natural mediante Trampas Pitfall.*



#### 4.2.2 Muestreo de embudos Berlese

**4.2.2.1 Número de especímenes totales.** Mediante los embudos Berlese, se observó una cantidad significativamente menor que en las trampas Pitfall. En total se contabilizó 320 individuos pertenecientes a las clases Insecta, Arachnida y Chilopoda. En cuanto a la clase Insecta, se registró que el 64.69% de la abundancia, es decir 207 especímenes correspondieron a este grupo. Arachnida representó el 35%, mientras que Chilopoda el 0.31%.

**4.2.2.2 Número de especímenes totales por agroecosistema y ecosistema.** Al analizar la abundancia de artrópodos por agroecosistema y ecosistema, se registró en el agroecosistema tradicional la mayor cantidad de individuos con un total de 127, seguido por agroecológico con

71, natural con 61, continuó barbecho con 37 ejemplares, por último, estuvo el agroecosistema de degradado con solo 24 individuos.

**4.2.2.3 Número de especímenes por orden dentro de cada agroecosistema y ecosistema.** En cuanto a la abundancia de especímenes clasificados por órdenes dentro de cada agroecosistema y ecosistema, la Figura 31 muestra que, aunque los órdenes Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Oribatida estuvieron presentes en todos los sistemas, también se identificaron ciertos órdenes exclusivos de sistemas específicos.

Con respecto a cada agroecosistema y ecosistema, en el agroecológico se registró 9 órdenes, en el cual resaltó la presencia de Collembola y Oribatida con 43 y 15 ejemplares respectivamente. El resto de órdenes presentaron menos de 4 individuos.

En cuanto al agroecosistema de barbecho, este se caracterizó por ser el menos diverso con 6 órdenes. Oribatida ocupó el primer lugar con 18 artrópodos, continuó Collembola con 8, mientras que los otros cuatro órdenes restantes fueron escasos con menos de 5 individuos.

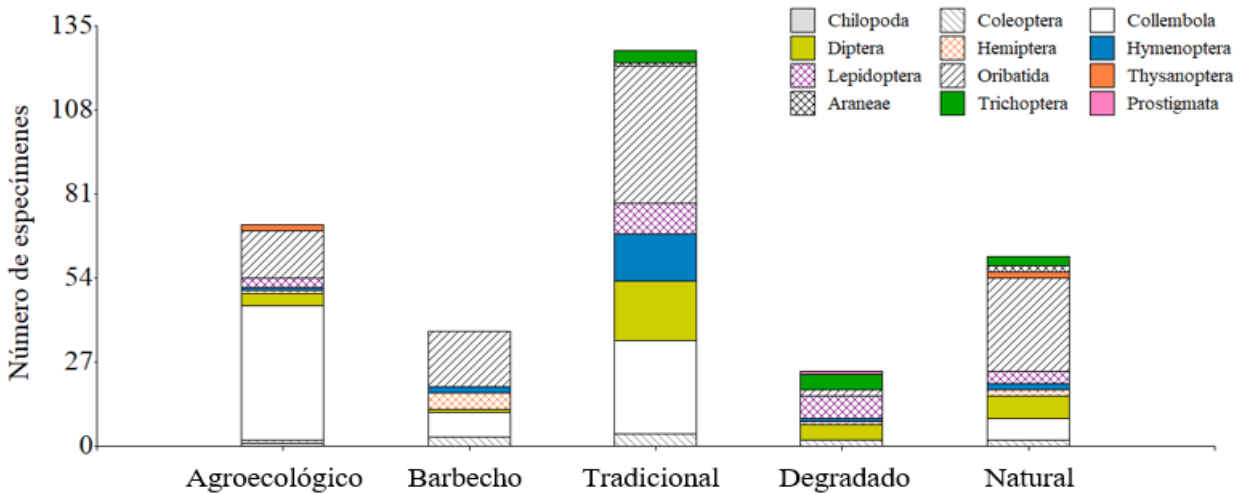
Por otro lado, el agroecosistema tradicional se capturaron 8 órdenes en total. La abundancia de Oribatida y Collembola continuó predominando con 44 y 30 ejemplares respectivamente. En tercer lugar, se encontró Diptera con 19, continuó Hymenoptera con 15. Por el contrario, los órdenes faltantes estuvieron conformados por menos de 4 individuos. Cabe señalar la presencia del orden Araneae, puesto que su manifestación no fue tan común en los sistemas evaluados.

El agroecosistema degradado mostró la misma diversidad de órdenes que el tradicional, lo cual también lo ubica como uno de los menos diversos. Lepidoptera con 7 especímenes fue el más abundante. Los otros órdenes tuvieron una presencia reducida con menos de 5 especímenes. Es importante resaltar la presencia del orden Prostigmata en este agroecosistema.

Por último, en el ecosistema natural se capturó la mayor diversidad de órdenes con un total de 10. El orden Oribatida lideró con 30 ejemplares, seguido por Collembola y Diptera con 7 artrópodos cada uno. Los demás órdenes registraron menos de 4 individuos. Al igual que en el agroecosistema tradicional, Araneae estuvo presente en este ecosistema, aunque su abundancia fue mínima.

**Figura 31**

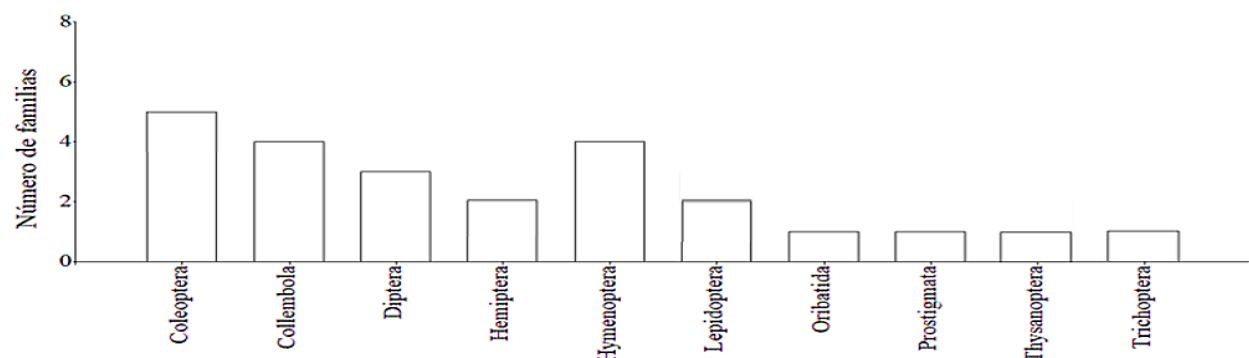
Número de especímenes por orden dentro de cada agroecosistema/ecosistema identificados mediante Embudos Berlese.



**4.2.2.4 Número de familias general por orden.** Con respecto al número de familias identificadas por orden mediante embudos Berlese, de manera general entre todos los sistemas, se registró un total de 12 órdenes y 24 familias (Figura 32). El orden Coleoptera fue el grupo más representado con 5 familias. En segundo lugar, se encuentra el orden Collembola e Hymenoptera, con 4 familias cada uno. Diptera ocupó el tercer lugar con 3 familias, le siguieron los órdenes Hemiptera y Lepidoptera con 2 familias cada uno. Finalmente, los órdenes Trichoptera, Oribatida, Thysanoptera y Prostigmata mostraron una sola familia cada uno.

**Figura 32**

Número de familias por orden identificadas en los agroecosistemas/ecosistemas mediante Embudos Berlese.



**4.2.2.5 Número de familias por orden de cada agroecosistema y ecosistema.** En cuanto al número de familias presentes en cada uno agroecosistemas/ecosistemas (Tabla 5), el ecosistema natural registró la mayor diversidad con 12 familias, seguido por barbecho y tradicional cada uno con 9 familias, mientras que los agroecosistemas agroecológico y degradado mostraron la menor diversidad con 8 familias cada uno.

**Tabla 5**

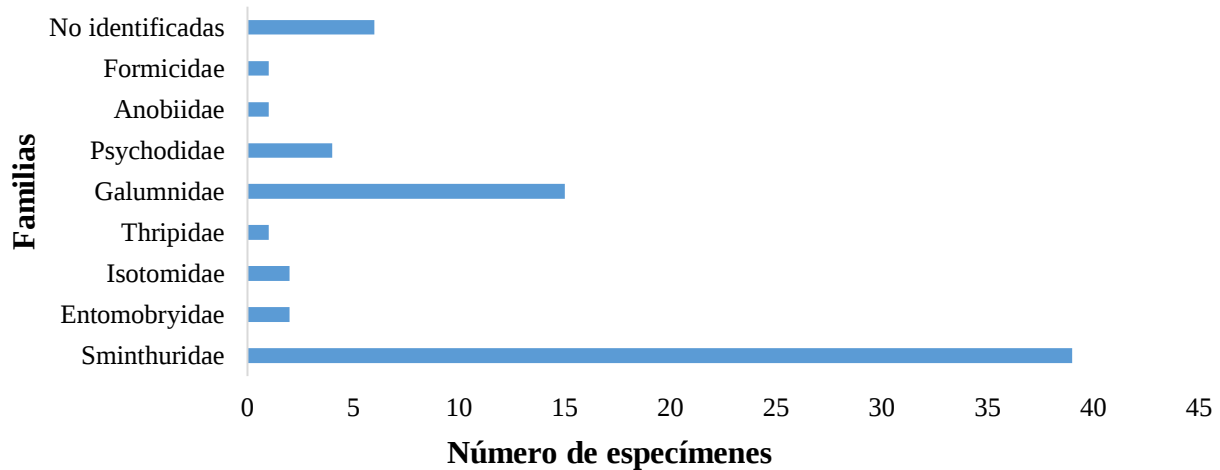
*Número de familias por orden presentes en cada agroecosistema/ecosistema mediante Embudos Berlese*

| Órdenes      | Familias por agroecosistema/ecosistema |          |             |           |           |
|--------------|----------------------------------------|----------|-------------|-----------|-----------|
|              | Agroecológico                          | Barbecho | Tradicional | Degradado | Natural   |
| Araneae      | -                                      | -        | -           | -         | -         |
| Chilopoda    | -                                      | -        | -           | -         | -         |
| Coleoptera   | 1                                      | 2        | 1           | 1         | 2         |
| Collembola   | 3                                      | 2        | 1           | -         | 2         |
| Diptera      | 1                                      | 1        | 2           | 1         | 2         |
| Hemiptera    | -                                      | 1        | -           | 1         | -         |
| Hymenoptera  | 1                                      | 2        | 2           | 1         | 2         |
| Lepidoptera  | -                                      | -        | 1           | 1         | 1         |
| Oribatida    | 1                                      | 1        | 1           | 1         | 1         |
| Prostigmata  | -                                      | -        | -           | 1         | -         |
| Thysanoptera | 1                                      | -        | -           | -         | 1         |
| Trichoptera  | -                                      | -        | 1           | 1         | 1         |
| <b>Total</b> | <b>8</b>                               | <b>9</b> | <b>9</b>    | <b>8</b>  | <b>12</b> |

**4.2.2.6 Número de especímenes por familia por agroecosistema y ecosistema.** Con respecto a la diversidad de familias por agroecosistema/ecosistema, tal como lo muestra la Figura 33 con el agroecosistema agroecológico, las familias Sminthuridae y Galumnidae fueron las más abundantes con 39 y 15 especímenes respectivamente. Por otro lado, las demás familias mostraron menos de 4 individuos e incluso se registró a 6 individuos de los órdenes Hemiptera, Thysanoptera, Lepidoptera y de la clase Chilipoda que no fueron identificados hasta nivel de familia.

### Figura 33

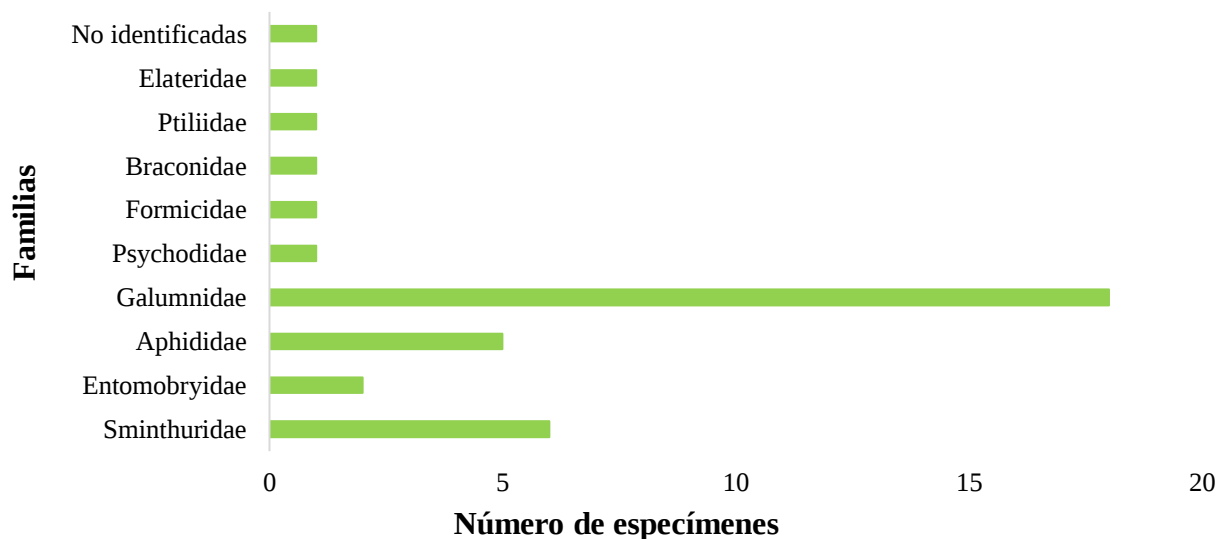
*Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema agroecológico mediante Embudos Berlese.*



Dentro del agroecosistema de barbecho, en términos de abundancia, la familia Galumnidae se posicionó en el primer lugar con 18 artrópodos. Otras familias que estuvieron presentes fueron Sminthuridae con 6 individuos y Aphididae con 5. Al contrario las demás familias presentaron menos de 2 artrópodos y cabe señalar que un ejemplar del orden Coleoptera no fue identificado a nivel de familia (Figura 34).

### Figura 34

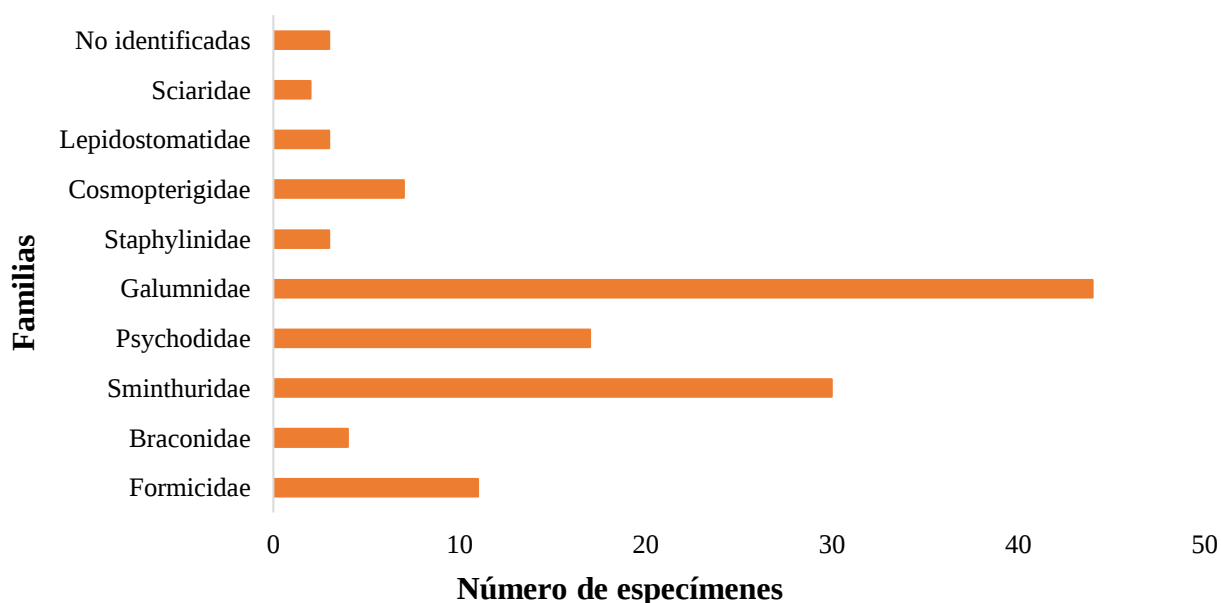
*Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema barbecho mediante Embudos Berlese.*



Dentro del agroecosistema tradicional, la Figura 35 muestra que la familia Galumnidae mantuvo una gran dominancia con 44 individuos, destacándose como la más abundante en comparación con los demás sistemas evaluados. También resalta la presencia significativa de las familias Sminthuridae con 30 especímenes, Psychodidae con 17 especímenes y Formicidae con 11 individuos. El resto de familias registraron menos de 7 individuos y 6 especímenes de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera, Araneae y Trichoptera no fueron clasificados hasta el nivel de familia.

**Figura 35**

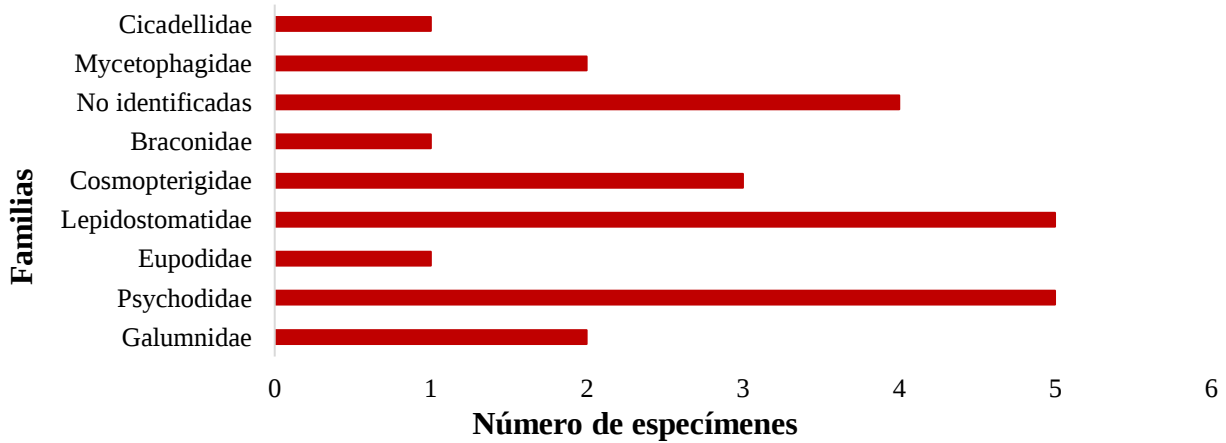
*Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema tradicional mediante Embudos Berlese.*



En lo que se refiere al agroecosistema degradado, la Figura 36 evidencia una reducida diversidad de familias dentro de cada orden, familias como Psychodidae y Lepidostomatidae, presentaron el mayor número de individuos con 5 especímenes cada uno. Al contrario, el resto de familias mostraron menos de 4 especímenes, mismas que no fueron identificados dentro del nivel de familia pertenecientes al orden Lepidoptera.

**Figura 36**

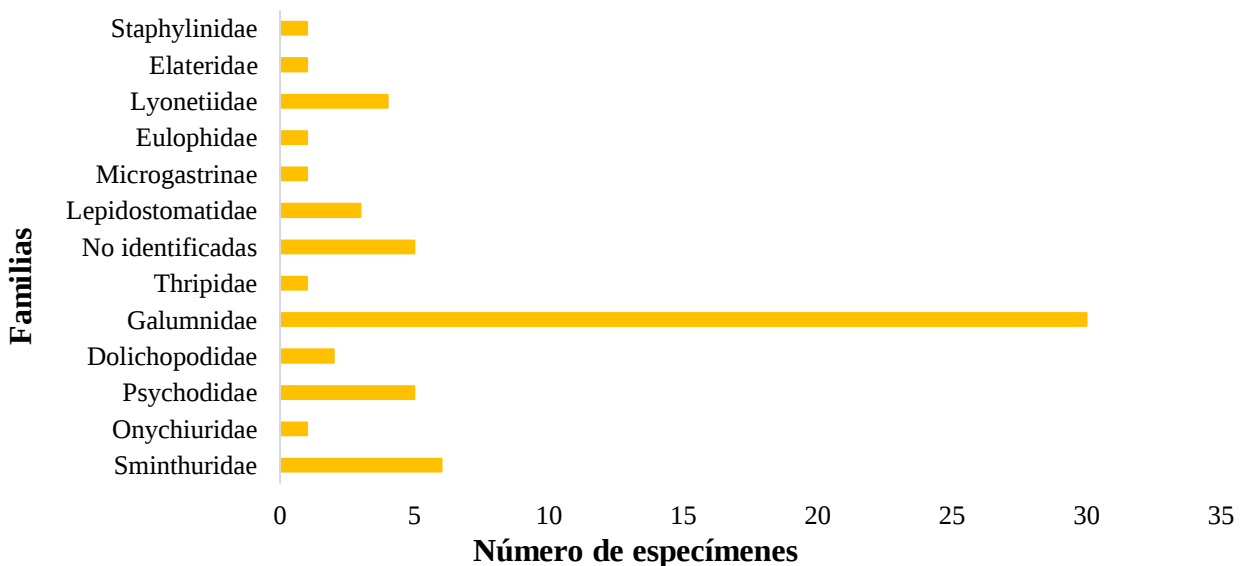
*Número de especímenes por familia registrados en el agroecosistema degradado mediante Embudos Berlese.*



Finalmente, la Figura 37 presenta al ecosistema natural con una mayor diversidad en comparación con los agroecosistemas. La familia Galumnidae lideró el grupo de artrópodos con 30. Las otras familias mostraron una baja abundancia con menos de 6 individuos y 5 ejemplares no fueron clasificados hasta el nivel de familia, los cuales correspondían a los órdenes Thysanoptera, Hemiptera y Araneae.

**Figura 37**

*Número de especímenes por familia registrados en el ecosistema natural mediante Embudos Berlese.*



#### 4.2.3 Muestreo de monolitos de suelo

La Tabla 6 muestra un registro de la macro y meso fauna evaluada en la comunidad de la Punkuwayku mediante el uso de monolitos de suelo, donde se distinguen dos tipos de agroecosistemas (agroecológico y barbecho) y un ecosistema (natural). Por un lado, en el agroecosistema agroecológico se registró la presencia de 1 ejemplar de la familia Staphylinidae, orden Coleoptera. En el ecosistema natural se observó a 2 individuos, uno de ellos perteneciente al orden Araneae y el otro al orden Coleoptera, ambos sin identificación a nivel de familia. Por último, en el agroecosistema de barbecho tampoco se identificó la familia del individuo encontrado, sin embargo, este pertenecía al orden Coleoptera.

**Tabla 6**

*Registro de macro y meso fauna presente en dos agroecosistemas y un ecosistema mediante el uso de Monolitos de suelo*

| Agroecosistema | Orden_Clase | Familia         | Cantidad |
|----------------|-------------|-----------------|----------|
| Agroecológico  | Coleoptera  | Staphylinidae   | 1        |
| Natural        | Araneae     | No identificada | 1        |
| Natural        | Coleoptera  | No identificada | 1        |
| Barbecho       | Coleoptera  | No identificada | 1        |

#### 4.3. Número de anélidos

En cuanto a los anélidos o también conocidos como lombrices de tierra, en el presente estudio no se capturó a ninguno de estos organismos mediante la técnica del monolito de suelo.

#### 4.4. Grupos funcionales

##### 4.4.1 Muestreo de trampas Pitfall

En cuanto a los grupos funcionales identificados a través de trampas Pitfall se encontró a arquitectos subacuáticos, descomponedores, depredadores, fitófagos, fungívoros, hematófagos, ingenieros del suelo, nectarívoros, parasitoides y polinizadores (Tabla 7).

Del total de los ejemplares el 0.02% correspondió a los arquitectos subacuáticos, 59.68% descomponedores, 1.04% depredadores, 0.54% fitófagos, 37.90% fungívoros, 0.07% hematófagos, 0.09% ingenieros de suelo, 0.37% nectarívoros, 0.20% parasitoides y 0.09%

polinizadores. Estos resultados muestran que descomponedores y fungívoros predominaron entre todos los grupos funcionales estudiados (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Grupos funcionales identificados por agroecosistema y ecosistema mediante Trampas Pitfall*

| Grupo funcional        | Agroecosistema/ecosistema |          |             |           |         |
|------------------------|---------------------------|----------|-------------|-----------|---------|
|                        | Agroecológico             | Barbecho | Tradicional | Degradado | Natural |
| Arquitecto subacuático | 1                         | -        | 2           | -         | -       |
| Descomponedor          | 6878                      | 1361     | 1580        | 542       | 65      |
| Depredador             | 13                        | 111      | 20          | 26        | 11      |
| Fitófago               | 12                        | 13       | 30          | 28        | 12      |
| Fungívoro              | 4302                      | 978      | 1002        | 316       | 22      |
| Hematófago             | -                         | 12       | -           | -         | 1       |
| Ingeniero del suelo    | 2                         | -        | 9           | 1         | 3       |
| Nectarívoro            | 5                         | 6        | 6           | 5         | 43      |
| Parasitoide            | 3                         | 5        | 10          | 12        | 5       |
| Polinizador            | 5                         | 1        | 2           | -         | 8       |

*Nota.* En la Tabla 7 se excluyó a los especímenes que no fueron identificados a nivel de familia, a excepción de los ejemplares del orden Araneae y la clase Chilopoda.

Al evaluar los grupos funcionales por agroecosistema y ecosistema, se determinó en primer lugar que en el agroecosistema agroecológico los descomponedores y fungívoros resaltaron con 6878 y 4302 individuos respectivamente, correspondientes de manera especial a la familia Hypogastruridae (orden Collembola). A continuación, estuvieron los depredadores con 13 especímenes principalmente de la familia Staphylinidae (orden Coleoptera). En cuarto lugar, se encontraron los fitófagos con 12 individuos, donde el orden que dominó fue la familia Chrysomelidae (orden Coleoptera). El resto de grupos funcionales mostró una mínima cantidad de invertebrados.

En el agroecosistema de barbecho, descomponedores con 1361 y fungívoros con 978 invertebrados, especialmente de la familia Sminthuridae (orden Collembola) se colocaron por encima de los demás grupos funcionales. En el tercer lugar con 111 individuos se ubicaron los

depredadores del orden Araneae. Continuaron con 13 especímenes los fitófagos particularmente de la familia Chrysomelidae. Los demás grupos funcionales presentaron menos de 12 artrópodos.

De la misma manera que los otros sistemas, el agroecosistema tradicional lideró con descomponedores y fungívoros con un total de 1580 y 1002 ejemplares respectivamente, donde una gran parte de ellos estuvo representada por la familia Sminthuridae. En orden descendente continuaron los fitófagos con 30 individuos mayormente de la familia Aphididae (orden Hemiptera) y los depredadores con 20, una parte de ellos perteneciente al orden Araneae. Los grupos funcionales restantes exhibieron menos de 10 invertebrados.

El agroecosistema degradado mantuvo la tendencia; descomponedores con 542 y fungívoros con 316 invertebrados de manera especial de la familia Sminthuridae, alcanzaron los primeros lugares. A continuación, estuvieron los fitófagos con 28 organismos, seguido por los depredadores y parasitoides con 26 y 12 individuos respectivamente. Por un lado, en el grupo de los fitófagos tuvo una mayor representación la familia Thripidae (orden Thysanoptera), en los depredadores dominó la familia Staphylinidae y en los parasitoides la familia Mymaridae (orden Hymenoptera) Los otros grupos presentaron menos de 5 artrópodos. Cabe señalar la abundancia de parasitoides, la cual fue mayor que en el resto de sistemas.

Por último, el ecosistema natural se distinguió de los agroecosistemas dado que dominaron los grupos funcionales de los descomponedores con 65 y nectarívoros con 43 invertebrados, la familia Sminthuridae dominó en los descomponedores, mientras que en los nectarívoros la familia Sciaridae (orden Diptera) fue la que más representó a este grupo. En el tercer puesto se colocaron los fungívoros con 22 ejemplares principalmente de la familia Ptillidae, en este orden siguieron los fitófagos con 12 individuos con mayor cantidad de la familia Aphididae. Todos los demás grupos funcionales mostraron menos de 11 organismos.

#### **4.4.2 Muestreo de embudos Berlese**

Dentro de los grupos funcionales identificados a través de embudos Berlese se encontró a arquitectos subacuáticos, descomponedores, depredadores, fitófagos, fungívoros, hematófagos, ingenieros del suelo, nectarívoros y parasitoides (Tabla 8).

Considerando la totalidad de los artrópodos, el 3.65% representó a los arquitectos subacuáticos, 56.48% descomponedores, 4.98% depredadores, 7.64% fitófagos, 10.63% fungívoros, 5.98%

hematófagos, 1.99% ingenieros del suelo, 5.98% nectarívoros y 2.66% parasitoides. Estos resultados muestran que descomponedores y fungívoros predominaron entre todos los grupos funcionales estudiados (Tabla 8).

**Tabla 8**

*Grupos funcionales identificados por agroecosistema y ecosistema mediante Embudos Berlese*

| Grupo funcional        | Agroecosistema/ecosistema |          |             |           |         |
|------------------------|---------------------------|----------|-------------|-----------|---------|
|                        | Agroecológico             | Barbecho | Tradicional | Degradado | Natural |
| Arquitecto subacuático | -                         | -        | 3           | 5         | 3       |
| Descomponedor          | 48                        | 20       | 68          | 2         | 32      |
| Depredador             | -                         | -        | 10          | 1         | 4       |
| Fitófago               | 1                         | 6        | 8           | 6         | 2       |
| Fungívoro              | 11                        | 8        | 6           | 2         | 5       |
| Hematófago             | 4                         | 1        | 9           | -         | 4       |
| Ingeniero del suelo    | 1                         | -        | 5           | -         | -       |
| Nectarívoro            | -                         | -        | 9           | 3         | 6       |
| Parasitoide            | -                         | 1        | 4           | 1         | 2       |

*Nota.* En la Tabla 8 se excluyó a los especímenes que no fueron identificados a nivel de familia, a excepción de los ejemplares del orden Araneae y la clase Chilopoda.

Al analizar los grupos funcionales por agroecosistema y ecosistema, se identificó que en el agroecosistema agroecológico descomponedores con 48 organismos y fungívoros con 11, fueron los más abundantes con mayor presencia de la familia Sminthuridae. Los demás grupos tuvieron una presencia muy reducida con menos de 4 individuos.

En el agroecosistema de barbecho los descomponedores se mantuvieron, ya que mostraron una mayor cantidad de artrópodos con un total de 20, seguido de los fungívoros con 8 individuos. En el grupo de los descomponedores resaltó la familia Galumnidae y en los fungívoros la familia Sminthuridae. Los grupos restantes presentaron menos de 6 individuos.

El agroecosistema tradicional mantuvo la tendencia del barbecho con respecto a descomponedores, debido a que ocupó el primer lugar con 68 individuos y una dominancia de la familia Galumnidae. En orden descendente estuvieron los depredadores con 10 especímenes y la familia que resaltó fue

Formicidae (orden Hymenoptera). Por otra parte, el tercer puesto fue ocupado por los hematófagos y nectarívoros con 9 individuos cada uno. La familia Psychodidae destacó en los hematófagos y en los nectarívoros la familia Cosmopterigidae (orden Lepidoptera). Los demás grupos abarcaron a menos de 8 artrópodos.

Respecto al agroecosistema degradado, este se caracterizó por la presencia de fitófagos con 6 individuos especialmente de la familia Psychodidae, seguido por arquitectos subacuáticos con 5 especímenes de la familia Lepidostomatidae (orden Trichoptera), esta cantidad fue mayor a los otros sistemas. Los otros grupos funcionales presentaron menos de 3 individuos.

Finalmente, en el ecosistema natural se encontró al igual que en los agroecosistemas una mayor cantidad de descomponedores con un total de 32 ejemplares, donde sobresalió la familia Galumnidae. Continuaron los nectarívoros con 6 organismos y una ligera superioridad de la familia Lyonetiidae (orden Lepidoptera), los grupos funcionales sobrantes alcanzaron menos de 5 individuos.

#### ***4.4.3 Muestreo de monolitos de suelo***

En cuanto al monolito de suelo, en el presente estudio no se registró ningún organismo.

#### **4.5. Discusión**

El presente estudio mostró diferencias significativas en la abundancia y diversidad de la macro y meso fauna evaluada con las tres técnicas de muestreo. La mayor cantidad de invertebrados capturados con las trampas Pitfall, Sabu et al. (2011) lo atribuyen con la efectividad de estas para coleccionar artrópodos terrestres móviles, dado que los embudos Berlese recogen principalmente organismos más sedentarios, incluyendo larvas. Esto indica que la mayor cantidad de ejemplares en los primeros estratos del suelo estuvo vinculada con disponibilidad de oxígeno y recursos alimenticios en comparación con capas inferiores (Carrasco González y Escorcia Ríos, 2012). En una investigación similar realizada en un bosque altoandino y una plantación de pino, León Gamboa et al. (2010) determinaron que la abundancia de artrópodos era significativamente mayor en la superficie del suelo.

En relación a la diversidad, se determinó que la variedad de especies vegetales naturales y cultivadas en los sistemas, influyeron en la diversidad de artrópodos tanto de la superficie del suelo como de los horizontes más profundos.

El beneficio de los sistemas heterogéneos ha sido demostrado en diferentes investigaciones (Flores et al., 2018). Esto se debe a que la diversidad vegetal ofrece una gama de refugios, fuentes de alimentación, así como dispersión hacia otros hábitats (Montañez & Amarillo-Suárez, 2014). Strong & Levin (1979) consideran otro factor que es la arquitectura de las especies vegetales, dado que en su estudio los arbustos cerrados (follaje denso) conservaron una diversidad de individuos superior a las plantas con hojas y follaje reducido.

Por el contrario, aunque el agroecosistema tradicional presentó una mayor diversidad de órdenes y familias, el paso continuo de maquinaria y especialmente el uso de productos químicos pudieron haber afectado la abundancia de algunos ejemplares, tal como se encontró en la investigación realizado por Rodríguez et al. (2006), ya que esta práctica suele provocar una disminución de las comunidades de artrópodos, debido a las alteraciones de sus hábitats, Ceballos et al. (2010) agregan que el efecto de la labranza dependerá de su intensidad. De igual forma, los pesticidas tienen un impacto negativo sobre los agroecosistemas y los procesos biológicos de los cultivos y especialmente de los invertebrados (Beringue et al., 2024).

En los ecosistemas naturales, si bien, estos ambientes presentan una mayor biodiversidad de invertebrados que las áreas cultivadas (León-Gamboa et al., 2010), factores como la sensibilidad de la fauna edáfica a las alteraciones hidrológicas (Paetzold et al., 2008), el pastoreo (Liu et al., 2019), asociado con el pisoteo (Medina, 2016), la textura del suelo relacionada con la acumulación de materia orgánica (Matus y Maire 2000), la presencia de árboles de eucalipto que causa acidificación del suelo (Abure et al., 2022) y afectan la descomposición (Malik et al., 2018) y la contaminación del suelo a través de excretas con medicamento veterinario (Pérez-Cogollo et al., 2018), posiblemente disminuyeron las comunidades de invertebrados del bosque de galería evaluado en este estudio. Sin embargo, la resistencia de ciertos artrópodos a la presencia de los pequeños y grandes herbívoros, depende del tipo y la cantidad de los mismos (Schon et al., 2012), así como de la atracción de otros organismos al estiércol (Pérez-Cogollo et al., 2018).

De igual manera, en el agroecosistema degradado la baja cantidad de organismos puede estar asociada con la ausencia de vegetación y cobertura vegetal, puesto que, la reducción de la humedad afecta gravemente a las poblaciones edáficas (Gómez-Anaya et al., 2010), así como la compactación, tal como lo mencionó Medina (2016).

Por otro lado, con base a lo anterior y con los resultados alcanzados en este estudio, se definió que los cinco sistemas compartieron cinco órdenes, representados por: Collembola, Oribatida, Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. Según Hernández-Cumplido et al. (2023) los órdenes, Diptera, Coleoptera, Hymenoptera y Lepidoptera albergan una gran cantidad y variedad de individuos, incluso en sistemas modificados, además su gran abundancia podría vincularse con que varios artrópodos plagas o enemigos naturales forman parte de estos grupos (Vargas-Batis et al., 2017). En cambio, colémbolos y ácaros integran la mayor parte de la biota del suelo y representan alrededor del 90% de la abundancia (Gómez-Anaya et al., 2010).

Respecto al número de macro y meso invertebrados, en particular, Collembola destacó con una mayor abundancia, de manera especial en el agroecosistema agroecológico. Los hallazgos concuerdan con Wibowo (2008), donde encontró una mayor cantidad de colémbolos en un cultivo de arroz orgánico, comparado con un convencional. Collembola compone la mayor parte de la fauna edáfica, además su capacidad de adaptación a diferentes entornos explicaría su presencia en el resto de sistemas, la cual es fundamental, puesto que son los encargados de la descomposición de la materia orgánica, el ciclo de nutrientes, así como participan en la alimentación de otros invertebrados y regulan poblaciones de hongos (Guzmán et al., 2010). No obstante, los sistemas homogéneos, el uso de productos químicos, la mecanización, la compactación y otras prácticas agrícolas, a medida que se intensifican hacen que estos individuos reaccionen de manera irregular (Guillén et al., 2006), lo cual da a conocer su sensibilidad a las alteraciones en su ambiente (Ospina Sánchez et al., 2009).

Las familias del orden Collembola más dominantes y constantes, tanto en la superficie, como en estratos más profundos del suelo fueron Sminthuridae, Hypogastruridae y Entomobryidae, mientras que otras como Isotomidae y Onychiuridae no fueron tan comunes. Adicional a ello, se registró que en las capas inferiores del suelo del agroecosistema degradado la presencia de colémbolos fue nula.

Zachrisson y Osorio (2017) en su investigación determinaron que factores como la humedad y la materia orgánica generan un efecto positivo sobre la familia Sminthuridae, mientras que la presencia de familia Entomobryidae se correlaciona con la humedad del suelo. Por lo tanto, la lluvia atípica registrada durante el periodo de muestreo, así como la cobertura vegetal y la hojarasca necesarias para mantener la humedad pudo beneficiar la presencia de estas familias en

ciertos agroecosistemas. En cambio, Hypogastruridae de acuerdo a Gómez-Anaya et al. (2010) parece relacionarse con ambientes secos. Por otro lado, en diversos estudios se menciona que, unas pocas especies de estas familias del orden Collembola muestran resistencia a cambios ambientales extremos como sequías (Beladjal et al., 2021) y altas temperaturas gracias al desarrollo de cutículas gruesas (Arbea Polite y Blasco Zumeta, 2001).

El orden Diptera por su parte, es uno de los grupos más diversos (Rojas-Sandino et al., 2018) y ecológicamente esenciales con ciertas familias bioindicadoras, sensibles a los cambios en sus entornos (Sierpe y Sunico, 2019). Estos organismos abarcan a diferentes grupos funcionales como descomponedores, depredadores, fitófagos, polinizadores, hematófagos y parasitoides, esenciales para el funcionamiento de los sistemas naturales y agrícolas (Remedios et al., 2012).

En los suelos de bosques y sistemas agrícolas es común encontrar entre 50 y 150 especies de dípteros, sin embargo, las actividades humanas como el uso de agroquímicos, el drenaje y la transformación de los sistemas constituyen uno de los factores que más afectan a estas poblaciones. De hecho, se ha demostrado que la labranza es la actividad que mayor perturbación genera en los agroecosistemas, incluso muestran un mayor daño que los pesticidas al remover los restos orgánicos que sirven de alimento y matan o lesionan a los artrópodos. En contraste, la diversidad vegetal y especialmente el estiércol o la materia orgánica en descomposición, aumentan larvas de familias como Sciaridae, Chironomidae, Scatopsidae y Psychodiade, pero también sirven como sitios de ovoposición (Menta & Remelli, 2020).

En este estudio destacó la diversidad de familias que presentó el orden Diptera, entre ellas la familia Sciaridae fue superior en el ecosistema natural. Mansilla Vásquez et al. (2001) asocian con su preferencia por ambientes húmedos y oscuros. Adicionalmente, algunos adultos de esta familia tienen una alimentación a base de néctar, pudieron ser atraídos por la composición florística del entorno (Zumbado Arrieta y Azofeifa Jiménez, 2018). Por ejemplo, las flores de la mora silvestre (Mello Junior et al., 2011), del mirasol de agua (Browning et al., 2023), de lantana (García Amela et al., 2019), de trébol rojo (Harris & Ratnieks, 2024) y blanco (Harris et al., 2023) producen suficiente néctar, que también sirve para atraer y mantenerlos. Igualmente, el fruto de la mora silvestre y otros frutos de tipo blando son muy atractivos para ciertos dípteros, los cuales utilizan para poner sus huevos (Hulujan et al., 2023). Colores blancos y amarillos son los que más atraen a estos insectos (Carles-Tolrá, 1997).

En relación con el orden Coleoptera, su presencia en el estudio también fue significativa. Diversas investigaciones consideran a estos insectos importantes bioindicadores de la salud de los ecosistemas, debido a su rápida reacción a perturbaciones ocasionadas por el ser humano (Otavo et al., 2013). Sumado a esto, la capacidad de colonizar diferentes entornos (Ochoa-García et al., 2019) y los diversos hábitos alimenticios como depredadores, fitófagos, polinizadores y descomponedores los convierte en un grupo relevante (Girón et al., 2021). En particular, la familia Staphylinidae fue registrada en todos los sistemas, pero la mayor cantidad fue encontrada en el agroecosistema degradado. Estos escarabajos son en su mayoría depredadores y algunos descomponedores con una gran capacidad para ocupar diversos hábitats, incluido el estiércol de animales y humanos, troncos, nidos de animales y materia en descomposición (Niño-Pérez, 2018). En un estudio realizado por Meitiyani y Dharma (2018) identificaron que Staphylinidae se registró en toda el área de estudio.

El orden Hymenoptera, de igual manera destacó dentro de la clase Insecta, conocido por agrupar a diferentes especies que actúan como enemigos naturales de plagas y polinizadores, vitales para el funcionamiento de los ecosistemas y el suministro de alimentos a los humanos (Ruíz Cancino, 2010).

Pese a que la diversidad y abundancia de los himenópteros se reduce con la perturbación de sus hábitats (Loyola & Martins, 2006), los resultados indican que estos individuos especialmente las familias Formicidae y Myrmecidae fueron más abundantes en el agroecosistema tradicional y en el degradado respectivamente. Algunos estudios indican que las hormigas pueden ser utilizadas como bioindicadoras de alteración debido a su capacidad de adaptación a entornos modificados (Cabrera-Mireles et al., 2019). Otro aspecto clave que pudo influir, es la presencia de áfidos, ya que como mencionan Zikic et al. (2022), los pulgones atraen a las hormigas con las que crean asociaciones a cambio de protección y alimento. Con respecto a la familia Myrmecidae Guo et al. (2023) señala que, la disponibilidad de parasitoides en un sistema está influenciada por la presencia de sus hospedadores, lo cual pudo favorecer a esta familia.

Otros órdenes que estuvieron presentes, aunque de manera reducida y únicamente en dos sistemas fueron Psocoptera y Microcoryphia. En cuanto a los psocópteros, también conocidos como piojos de los libros, su inclinación por entornos naturales (Igareta et al., 2017) benefició la presencia de estos insectos en el ecosistema natural, ya que como indica García-Aldrete (2014) se encuentran

asociados a follaje vivo y muerto, cortezas de árboles, nidos de aves y mamíferos, árboles, arbustos y superficies de rocas. De igual manera, los hábitos alimenticios del orden Myrocoryphia podría explicar su manifestación en el sistema natural y tradicional (Wellington de Moraes & Adis, 2008).

En la clase Arachnida, los ácaros resaltan por su abundancia en el medio edáfico y su desempeño en importantes funciones (Cabrera-Mireles et al., 2019). En sentido general, en el agroecosistema tradicional, se apreció la dominancia de la familia Oribatida. De acuerdo a la literatura, los oribátidos se encuentran en ambientes húmedos y ricos en materia orgánica (Salazar Martínez et al., 2006). Socarrás-Rivero e Izquierdo-Brito (2016) añaden que los individuos de este orden tienen la capacidad de adaptarse a diferentes condiciones. Adicional a ello, familias como Prostigmata y Mesostigmata al igual que los oribátidos dependen de la humedad y hojarasca, por ende, la materia orgánica y la hojarasca resultante de árboles altos es fundamental para su supervivencia (Vásquez et al., 2007).

Además, durante el periodo de investigación se registró una mayor cantidad de arañas en el agroecosistema de barbecho que en los demás sistemas. Perera-Fernández et al. (2023), también observaron que la complejidad de los agroecosistemas, han demostrado beneficiar a estos depredadores generalistas, dado que proporcionan refugios, brindan mayor disponibilidad de presas y disminuye la competencia entre ellas. Mientras que la alteración de sus hábitats causada por monocultivos, la aplicación de estiércol (Langraf et al., 2022), el uso excesivo de productos químicos y la labranza provocan una disminución de estos artrópodos debido a que la destrucción de sus hábitats les impide tejer telarañas que normalmente son utilizar para atrapar a sus presas (Baloriani et al., 2010).

Con respecto al número de anélidos, en el estudio no se registró la presencia de estos ejemplares en ninguno de los sistemas evaluados. En el agroecosistema degradado, pese a que el estiércol de corral beneficia a las lombrices tal como encontraron Baldivieso-Freita et al. (2018) en su investigación, la compactación del suelo resultado de diversas prácticas resulta ser muy perjudicial, dado que esta actividad, impide el paso del aire, la infiltración del agua y desplazamiento (Brito-Vega et al., 2006). En el ecosistema natural, al igual que con los artrópodos, la compactación del suelo generado por el desplazamiento del ganado para alimentarse, también pudo haber influido en la ausencia de lombrices.

Por otra parte, en el agroecosistema de barbecho, la quema de los residuos es otra de las actividades agrícolas que afecta las propiedades físicas y químicas del suelo. Si bien la quema controlada altera menos la estructura del suelo y los nutrientes comparado con un incendio descontrolado, estas prácticas provocan que la superficie del suelo quede expuesta a la radiación solar, aumente la temperatura y disminuyan los recursos alimenticios como la hojarasca y la materia orgánica. Incluso, después de un periodo de descanso las poblaciones de lombrices raramente se pueden recuperar (Uribe et al., 2012).

Asimismo, la labranza vertical puede reducir poblaciones de anélidos, dado que al remover la tierra se destruyen sus hábitats (túneles) y disminuyen fuentes de alimento Aldaco-Gómez et al. (2023).

Finalmente, otro factor que podría haber generado un impacto significativo sobre los anélidos es la textura del suelo. La presencia de partículas gruesas (arena) en el ecosistema natural provocan que las capas superficiales del suelo se mantengan secas, mientras el agua se drena rápidamente, dando lugar a suelos secos (Hernández et al., 2012).

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

- Al evaluar la biodiversidad edáfica, se determinó que el agroecosistema tradicional y natural mostraron una mayor diversidad de órdenes y familias, mientras que el agroecosistema agroecológico presentó una mayor abundancia de macro y meso invertebrados.
- De las tres técnicas de muestreo empleadas, las trampas Pitfall resultaron ser las más eficaces para colectar artrópodos activos. Con este método se colectó un total de 17491 individuos distribuidos en 14 órdenes y 42 familias. El agroecosistema agroecológico se caracterizó por presentar la mayor abundancia y en general la familia Sminthuridae del orden Collembola. Por otra parte, el uso de monolitos de suelo no permitió encontrar ningún anélido en los sistemas estudiados.
- La clasificación de la entomofauna en grupos funcionales registró un total de diez grupos, destacándose los descomponedores y fungívoros, debido a la dominancia del orden Collembola en todos los sistemas.

#### **5.2. Recomendaciones**

- Desarrollar muestreos de entomofauna en sistemas agrícolas y naturales a lo largo de diferentes épocas del año, esto permitirá obtener una visión más completa de las variaciones en la abundancia y diversidad de artrópodos.
- Incorporar análisis físicos y químicos del suelo que incluya textura, porosidad, capacidad de retención de agua, estructura, pH, temperatura, humedad, porcentaje de materia orgánica, entre otros, con la finalidad de comprender como estas propiedades afectan al suelo y por ende a la fauna que habita en el medio edáfico.
- Realizar investigaciones futuras con una identificación de artrópodos hasta nivel de especie, esto permitirá conocer con mayor exactitud la distribución de los individuos en los sistemas, además de su grupo funcional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abure, T. (2022). Status of soil acidity under different land use types and soil depths: the case of hojje watershed of gomibora district, Hadiya Zone, Southern Ethiopia. *Applied and Environmental Soil Science*, 2022(1). <https://doi.org/10.1155/2022/7060766>
- Aldaco-Gómez, D., Cadena-Zapata, M., Zermeno-González, A., López-López, J. A. y Cerna-Chávez, E. (2023). Efecto de sistemas de labranza en la población de lombrices de tierra en maíz forrajero. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 10(1). <https://doi.org/10.19136/era.a10n1.3544>
- Arbea Polite, J. I. y Blasco Zumeta, J. (2001). Ecología de los colémbolos (Hexapoda, Collembola) en Los Monegros (Zaragoza, España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (28), 35–48. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=633888>
- Badii, M. H., Landeros Flores, J. y Cerna Chávez, E. (2015). Papel de los Ecosistemas en la Sustentabilidad. *Cultura Científica Y Tecnológica*, 4(21).
- Baldivieso-Freitas, P., Blanco-Moreno, J. M., Gutiérrez-López, M., Peigné, J., Pérez-Ferrer, A., Trigo-Aza, D. & Sans, F. X. (2018). Earthworm abundance response to conservation agriculture practices in organic arable farming under Mediterranean climate. *Pedobiologia*, 66, 58-64. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2017.10.002>
- Baloriani, G. I., Marasas, M., Benamú, M. A. y Sarandón, S. J. (2010). Estudio de la macrofauna edáfica (Orden Araneae). Su riqueza y abundancia en invernáculos sujetos a un manejo convencional y en transición agroecológica. Partido de La Plata, Argentina. *Agroecología*, 5, 33-40. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/160541>
- Beladjal, L., Salehian, S., & Mertens, J. (2021). Adaptation of grassland springtails (Collembola) to dry and hot environmental conditions. *Vie et Milieu*, 71(1), 29-34. <https://doi.org/10.57890/VIEMILIEU/2021.71-004>
- Beringue, A., Queffelec, J., Le Lann, C., & Sulmon, C. (2024). Sublethal pesticide exposure in non-target terrestrial ecosystems: from known effects on individuals to potential

- consequences on trophic interactions and network functioning. *Environmental Research*.  
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119620>
- Bordunale, A. (2019). *Abundancia y diversidad de insectos benéficos en la vegetación espontánea de huertas agroecológicas en función de variables a escala local y de paisaje* [Tesis de pregrado, Universidad de Córdoba]. Repositorio Digital UNC.  
<http://hdl.handle.net/11086/11675>
- Bravo-Portocarrero, R., Zela Uscamayta, K. y Lima-Medina, I. (2020). Eficiencia de trampas pegantes de colores en la captura de insectos de hortalizas de hoja. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 61-66. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.07>
- Brito-Vega, H., Espinosa-Victoria, D., Figueroa-Sandoval, B., Fragoso, C. y Patrón-Ibarra, J. C. (2006). Diversidad de lombrices de tierra con labranza de conservación y convencional. *Terra latinoamericana*, 24(1), 99-108.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311494012>
- Brown, G.G., Fragoso, C., Barois, I., Rojas, P., Patrón, J. C., Bueno, J., Moreno, A., Lavelle, P., Ordaz, V. y Rodríguez, C. (2001). Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*, 79-110.  
<https://doi.org/10.21829/azm.2001.8401847>
- Browning, A., Smitley, D., Studyvin, J., Runkle, E. S., Huang, Z. Y., & Hotchkiss, E. (2023). Variation in pollinator visitation among garden cultivars of marigold, portulaca, and bidens. *Journal of Economic Entomology*, 116(3), 872-881.  
<https://doi.org/10.1093/jee/toad050>
- Cabrera Dávila, G., Socarrás, A.A., Gutiérrez Cubría, E., Tcherva, T., Martínez-Muñoz, C.A. y A. Lozada Piña, A. (2017). Fauna del suelo. En C. A. Mancina y D. D. Cruz Flores. (Eds). *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (pp. 251-279). AMA. <https://www.undp.org/es/latin-america/publicaciones/diversidad-biologica-de-cuba-metodos-de-inventario-monitoreo-y-colecciones-biologicas>
- Cabrera-Mireles, H. Murillo-Cuevas, F.D., Villanueva-Jiménez, J.A. y Adame-García, J. (2019). Oribátidos, colémbolos y hormigas como indicadores de perturbación del suelo en sistemas

- de producción agrícola. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(17), 231-241.  
<https://doi.org/10.19136/era.a6n17.2011>
- Cabrero-Sañudo, F. J., García, R. C., Caro-Miralles, E., Tapetado, D. G., Grzechnik, S., y Collar, D. L. (2022). Seguimiento de artrópodos bioindicadores en áreas urbanas: objetivos, experiencias y perspectivas. *Ecosistemas*, 31(1), 2340.  
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2340>
- Carles-Tolrá, M. (1997). Los dípteros y el hombre. *Boletín de la Sociedad Española Aragonesa*, 20, 405-425. [http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN\\_20/B20-039-405.pdf](http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-039-405.pdf)
- Carrasco González, M. R. y Escorcía Ríos, H. B. (2012). *Biodiversidad de artrópodos en diferentes sistemas de uso de la tierra (Maíz, musáceas y forestal) en la Finca San Antonio, Comunidad San Ramón en la ciudad de El Sauce departamento de León en el periodo 2011-2012* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León]. Repositorio Institucional UNAM-León.  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/5922>
- Castellanos González, L., Capacho Mogollón, A. E. y Castellanos Hernández, L. C. (2021). Abundancia y diversidad de la mesofauna del suelo en seis municipios de Norte de Santander, Colombia. *Inge CuC*, 17(1), 303-314.  
<https://doi.org/10.17981/ingecuc.17.1.2021.22>
- Ceballos, D., Hernández, O. y Vélez, J. (2010). Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas en un andisol del departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 27(1), 40-48.
- Cevallos, M. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia La Esperanza 2015-2019*. <https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Parroquial/PDOT%20LA%20ESPERANZA.pdf>
- Chamorro-Martínez, Y., Torregroza-Espinosa, A. C., Pallares, M. I. M., Osorio, D. P., Paternina, A. C., & Echeverría-González, A. (2022). Soil macrofauna, mesofauna and microfauna and their relationship with soil quality in agricultural areas in northern Colombia: ecological implications. *Ciência do Solo*, 46. <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20210132>

- Chávez Suárez, L., Labrada, Hernández, Y. y Álvarez, Fonseca A. (2016). Macrofauna del suelo en ecosistemas ganaderos de montaña en Guisa, Granma, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 39(3), 111-115. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269148030005>
- Constitución de la República del Ecuador [Const]. Art. 14 y 71. 20 de octubre de 2008 (Ecuador).
- Cotler, H., Sotelo, E., Domínguez, J., Zorrilla, M., Cortina, S. y Quiñones, L. (2007). La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta ecológica*, (83), 5-71. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53908302>
- Darquea Bustillos, E.N. (2018). Patrones de uso de insectos en dos mercados del distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *Ethnoscintia*, 3. <http://dx.doi.org/10.18542/ethnoscintia.v3i0.10213>
- Dubey, P. K., Singh, A., Raghubanshi, A., & Abhilash, P. C. (2021). Steering the restoration of degraded agroecosystems during the United Nations Decade on Ecosystem Restoration. *Journal of Environmental Management*, 280. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111798>
- Espinoza Calero, C. E., Mejía, M. Y. y Siles Rocha, M. E. (2015). *Evaluación de bioindicadores en una plantación forestal de teca (Tectona grandis) en el Municipio de Villa Sandino, Chontales agosto-diciembre 2014* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional de la UNAN-Managua. <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/777>
- Flores, L. M., Zanette, L. R., & Araujo, F. S. (2018). Effects of habitat simplification on assemblages of cavity nesting bees and wasps in a semiarid neotropical conservation area. *Biodiversity and conservation*, 27, 311-328. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1436-3>
- Flores Pardavé, L., Escoto Rocha, J., Flores Tena, F. J. y Hernández S., A. J. (2008). Estudio de la biodiversidad de artrópodos en suelos de alfalfa y maíz con aplicación de biosólidos. *Investigación y Ciencia*, 16(40), 11-18. <https://www.redalyc.org/pdf/674/67404003.pdf>

- García-Aldrete, A. N. (2014). Biodiversidad de Psocoptera (Insecta: Psocodea) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, S252-S256. <https://doi.org/10.7550/rmb.34417>
- García Amela, M.T., Aquino, D., Bouza, A., Grohar, M. C., Herrera Cano, A. N., Lafuente Diaz, A.A., Miguez, M.B., Scorza, V. y Chamer, M. (2019). Sistema reproductivo y biología floral de Lantana camara (verbenaceae) en una Población ribereña del río de la Plata. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 54(1), 1-5. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-23722019000100004&lng=es&tlng=es](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722019000100004&lng=es&tlng=es).
- Ge, S. (2017). What determines species diversity?. *Chinese Science Bulletin*, 62(19), 2033–2041. <https://doi.org/10.1360/N972017-00125>
- Girón, J. C., Amat-García, G., Botero, J. P., Cardona-Duque, J., Clavijo-Bus-Tos, J., Díaz-Durán, C., García Con-Cha, J. H., García, K., López Murcia, W., Lugo De La Hortúa, A., Neita Mo-Reno, J. C., Ramírez-Salamanca, J. M., Taboada-Verona, C., Uchima Tabor-Da, D. y Viasus-Bastidas, A. (2021). Consideraciones sobre el estado del conocimiento de la diversidad de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) en Colombia. *Entomología* 47(2). <https://doi.org/10.25100/socolen.v47i2.10717>
- Gómez-Anaya, J. A., Palacios-Vargas, J. G. y Castano-Meneses, G. (2010). Abundancia de colémbolos (Hexapoda: Collembola) y parámetros edáficos de una selva baja caducifolia. *Entomología*, 36(1), 96-105. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882010000100018&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882010000100018&lng=en&tlng=es).
- Gómez, G. B. y Jones, R. W. (2002). *Manual de métodos de colecta, preservación y conservación de insectos*. [https://www.academia.edu/download/39510279/Manual\\_de\\_colecta.pdf](https://www.academia.edu/download/39510279/Manual_de_colecta.pdf)
- Guillén, C., Soto-Adames, F. y Springer, M. (2006). Diversidad y abundancia de colémbolos edáficos en un bosque primario, un bosque secundario y un cafetal en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 30(2), 7-17. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43630201>
- Guo, S., Wang, M., Guo, P., Chen, J., Niu, Z., Luo, A., Yang, J., Zhou, Q., & Zhu, C. (2023). Diversity of cavity-nesting Hymenoptera and their parasitoids in subtropical forests, southeastern China. *Biodiversity Science*, 31(2). <https://doi.org/10.17520/biods.2022060>

- Guzmán, C. L., Melo C, Ó. A, Lozano, M. D., y Rivera P, F. A. (2010). Colémbolos (hexapoda) en un sistema silvopastoril de tres edades de establecimiento y un área arrocería del bosque seco tropical, en el municipio de piedras, Tolima. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 14(2), 155-168. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/5266>
- Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. D. y Martínez-Yáñez, R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(3). <https://doi.org/10.21829/azm.2016.323971>
- Harris, C., Christopher, R., Humphrey-Ackumey, S., Mercer, R., Ney, P., & Ratnieks, F. L. (2023). Pollinator spillover: Hay cutting of grass with white clover, *Trifolium repens*, displaces bees and increases their abundance in adjacent patches of bramble, *Rubus fruticosus*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 354. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108581>
- Harris, C., & Ratnieks, F. L. (2024). Improving pollen and nectar supply by identifying the red clover (*Trifolium pratense*) cultivars that attract most pollinators. *Agricultural and Forest Entomology*, 26(2), 273-283. <https://doi.org/10.1111/afe.12613>
- Hernández, L., Ojeda, A. y López-Hernández, D. (2012). Características bio-ecológicas en poblaciones de lombrices (Oligochaeta: Glossoscolecidae) de una sabana natural y una protegida en los llanos centrales de Venezuela. *Biología Tropical*, 60(3), 1217-1229. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44923907021>
- Hernández-Cumplido, J., Cruz-Caballero, M., Reyes-Hernández, L. y Castellanos-Vargas, I. (2023). Diversidad de artrópodos asociados a traspatios con dominancia de árboles de durazno *Prunus persica* (Rosales: Rosaceae) en el Estado de México. *Acta zoológica mexicana*, 39. <https://doi.org/10.21829/azm.2023.3912571>
- Hulujan, I.B, Bunescu, H., Florian, V., Oltean, I., Gorgan, M., Popuța, S.D. & Florian, T. (2023). Variation in the susceptibility of blackberry varieties to *Drosophila suzukii* infestation. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 51(2), 13111. <https://doi.org/10.15835/nbha51213111>

- Huerta, E., Brown, G. G. y Bautista, F. (2011). Macroinvertebrados del suelo y lombrices de tierra. En F. Bautista Zúñiga, J. L. Palacio Prieto y H. Delfín González (Eds.), *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales* (pp. 259-274) (2.<sup>a</sup> ed.). UNAM. <https://doi.org/10.22201/ciga.9786070221279p.2011>
- Iannacone, J. y Alvarino, L. (2006). Diversidad de la artropofauna terrestre en la Reserva Nacional de Junín, Perú. *Ecología aplicada*, 5(1-2), 171-174. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34150223>
- Igareta, A., Pellizzari, J., Mariani, R. y Varela, G. (2017). Biodeterioro por psocópteros en restauraciones históricas de cerámicas arqueológicas: definición de la problemática y toma de decisiones durante una intervención de conservación preventiva en el Museo de La Plata (MLP), Argentina. *Intervención (México DF)*, 8(16), 57-69. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-249X2017000200057&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-249X2017000200057&lng=es&tlng=es).
- Kiester A. R. (2013). Species Diversity, Overview. En S.A. Levin. (Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity* (2nd ed.) (pp.706-714). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00133-7>
- Laban, P., Metternicht, G. y Davies, J. (2018). *Biodiversidad de suelos y carbono orgánico en suelos: cómo mantener vivas las tierras áridas*. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.03.es>
- Langraf, V., Petrovičová, K., & Schlarmanová, J. (2022). The dispersion of Araneae in ecological and conventional farming conditions. *Acta fytotechnica et zootechnica*, 25(4), 279-284. <https://doi.org/10.15414/afz.2022.25.04.279-284>
- Lema Veloz, N. C. (2016). *Determinación de la macrofauna edáfica en distintos usos de suelos en tres agroecosistemas de la comunidad de Naubug* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Digital <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5419>
- León-Gamboa, A. L., Ramos, C. y García, M. R. (2010). Efecto de plantaciones de pino en la artropofauna del suelo de un bosque Altoandino. *Biología Tropical*, 58(3), 1031-1048. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44918839016>

- Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria. 3 de julio del 2017. Oficio No. SAN-2017-0324.
- Liconá, L. S. y Estupiñán, L. H. (2019). Barbecho como práctica cultural: una revisión histórica y alcances frente a la sostenibilidad. *Revista Luna Azul*, (49), 21-37. <https://doi.org/10.17151/luaz.2019.49.2>
- Liu, W., Wu, Y., DuBay, S. G., Zhao, C., Wang, B., & Ran, J. (2019). Dung-associated arthropods influence foraging ecology and habitat selection in Black-necked Cranes (*Grus nigricollis*) on the Qinghai–Tibet Plateau. *Ecology and Evolution*, 9(4), 2096-2105. <https://doi.org/10.1002/ece3.4904>
- Loáisiga Jarquín, F. y Jiménez-Martínez, E. (2022). Abundancia, riqueza y diversidad de insectos asociados al cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) en Matagalpa, Nicaragua. *La Calera*, 22(39), 110–117. <https://doi.org/10.5377/calera.v22i39.14807>
- Loyola, R. D., & Martins, R. P. (2006). Trap-nest occupation by solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in a forest urban remnant. *Neotropical Entomology*, 35, 41-48. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000100006>
- Luna, J. M. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín sociedad entomológica Aragonesa*, 37, 385-408. [https://www.academia.edu/download/35417880/tecnicas\\_de\\_recoleccion\\_de\\_insectos.pdf](https://www.academia.edu/download/35417880/tecnicas_de_recoleccion_de_insectos.pdf)
- Malik, A. A., Puissant, J., Buckeridge, K. M., Goodall, T., Jehmlich, N., Chowdhury, S., Soon Gweon, H., Peyton, J. M., Mason, K. E., van Agtmaal, M., Bland, A., Clark, I. M., Whitaker, J., Pywell, R. F., Ostle, N., Gleixner, G., & Griffiths, R. I. (2018). Land use driven change in soil pH affects microbial carbon cycling processes. *Nature communications*, 9(1), 3591. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05980-1>
- Mansilla Vázquez, J.P., Pastoriza, M.I. y Pérez Otero, R. (2001). Estudio sobre la biología y control de *Bradysia paupera* Tuomikoski (= *Bradysia difformis* Frey) (Diptera: Sciaridae). *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, 27(3), 411-417. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_plagas%2FBSVP-27-03-411-417.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSVP-27-03-411-417.pdf)

- Matus, F. J. y Maire, C. R. (2000). Relación entre la materia orgánica del suelo, textura del suelo y tasas de mineralización de carbono y nitrógeno. *Agricultura Técnica*, 60(2), 112-126. <https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072000000200003>
- Mazón, M., Sánchez, D., Díaz, F. A. y Gaviria, J. C. (2016). Metodología para el monitoreo participativo de la restauración ecológica con estudiantes de primaria en plantaciones de cacao de Mérida, Venezuela. *Biota Colombiana*, 17(1), 16-25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49148412002>
- McGavin, G. C. (2000). *Manual de identificación de insectos, arañas y otros artrópodos terrestres* (1.<sup>a</sup> ed.). Omega. <https://mariomairal.com/wp-content/uploads/2020/06/Manual-de-identificaci%C3%B2n-de-Insectos-Ara%C3%B1as-y-otros-Artr%C3%B2podos-Terrestres-George-C.-McGavin-Omega-2000.pdf>
- Medina-Gaud, S. (1997). Manual de procedimientos para coleccionar, preservar y montar insectos y otros artrópodos. *Boletín de la Estación Experimental Agrícola*, 254. <https://s95b9e63f05c6a963.jimcontent.com/download/version/1553689980/module/5766589718/name/Manualcolectarinsectos.pdf>
- Medina M. C. (2016). Efectos de la Compactación de suelos por el pisoteo de animales, en la productividad de los Suelos. Remediaciones. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 8(1), 88-93. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=595879099014>
- Meitayani, & Dharma, A. P. (2018). Diversity of Soil Arthropods in Different Soil Stratification Layers, The National Park of Gede Pangrango Mountain, Cisarua Resort, West Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 197. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/197/1/012019>
- Mello Junior, L. J. D., Orth, A. I., & Moretto, G. (2011). Ecología da polinização da amoreira-preta (*Rubus* sp) (Rosaceae) em Timbó-SC, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(3), 1015-1018. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000096>
- Menta, C., & Remelli, S. (2020). Soil Health and Arthropods: From Complex System to Worthwhile Investigation. *Insects*, 11(1), 54. <https://doi.org/10.3390/insects11010054>

- Montañez, M. N., & Amarillo-Suárez, Á. (2014). Impact of organic crops on the diversity of insects: a review of recent research. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 131-142. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882014000200001&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882014000200001&lng=en&tlng=en).
- Montaño Arias, N. M, Navarro Rangel, M., López, P., Itzel C., Chimal Sánchez, E. y De la Cruz, M, J. (2018). El suelo y su multifuncionalidad: ¿qué ocurre ahí abajo?. *CIENCIA ergo-sum*, 25(3). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10455646009>
- Montero, A. G. (2014). Ecología de las interacciones entre malezas y artrópodos. En O.A. Fernández, E.S. Leguizamón y H.A. Acciaresi (Eds). *Malezas e Invasoras de la Argentina* (pp. 263-302). EdiUNS.
- Morlans, M.C. (2004). *Introducción a la ecología de poblaciones*. Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Morlans-2004.pdf>
- Nájera Rincón, M.B. y Souza, B. (2010). *Insectos benéficos: guía para su identificación*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (1.ª ed.). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). [https://www.ciaorganico.net/documypublic/551\\_INSECTOS\\_BENEFICOS\\_Guia\\_\(2\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/551_INSECTOS_BENEFICOS_Guia_(2).pdf)
- Nicholls, C. I., Henao, A. y Altieri, M. A. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 10(1), 7-31. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300711>
- Nielsen, V. (2003). Métodos para coleccionar insectos. *Agricultura Tropical*, 33, 59-68. <https://hdl.handle.net/10669/78517>
- Niño-Pérez, A. E. N. y Avellaneda, L. A. N. (2018). Diversidad y especificidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) asociados con inflorescencias de palmas silvestres en el Pacífico colombiano. *Biodiversidad Neotropical*, 8(2), 94-107. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=7395342>
- Oberhuber, T., Lomas, P. L., Duch, G. y Reyes, M. G. (2010). *El papel de la biodiversidad*. Dossier.

[https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Dossier/Dossier\\_El\\_papel\\_de\\_la\\_biodiversidad.pdf](https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Dossier/Dossier_El_papel_de_la_biodiversidad.pdf)

- Ochoa-García, D., Fernández, J. A., Jiménez-Hernández, V. S., Camargo-Sanabria, Ángela A., Hernández-Cumplido, J., y Espinoza, J. R. (2019). Diversidad de Coleoptera (Insecta) en dos comunidades vegetales del rancho Teseachi, Chihuahua, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 35, 1–13. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3502213>
- Ordúz Tovar, S. A., Cuéllar, L. M. y Suárez, L. R. (2021). Importancia de la biota edáfica para la productividad en agroecosistemas. *Nova*, 6, 27-38. <https://doi.org/10.23850/25004476.3681>
- Organización de las Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G. 2681-P/Rev. 3), Santiago.
- Ospina Sánchez, C. M, Rodríguez Ch, J. y Peck, D. C. (2009). Clave para la identificación de géneros de Collembola en agroecosistemas de Colombia. *Entomología*, 35(1), 57-61. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882009000100011&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882009000100011&lng=en&tlng=es).
- Otavo, S. E., Parrado-Rosselli, Á. y Ari Noriega, J. (2013). Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico. *Revista de Biología Tropical*, 61(2), 735-752. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44927436020>
- Paetzold, A., Yoshimura, C., & Tockner, K. (2008). Riparian arthropod responses to flow regulation and river channelization. *Journal of Applied Ecology*, 45(3), 894-903. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01463.x>
- Parra, R. J. (2022). La agricultura alternativa: una estrategia para la producción de alimentos con enfoques agroecológicos, basado en el modelo de codesarrollo. *DELOS*, 9(26). <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/384>

- Perera-Fernández, L. G., de Pedro, L., & Sanchez, J. A. (2023). Sown Covers Enhance the Diversity and Abundance of Ground-Dwelling Predators in Mediterranean Pear Orchards. *Agronomy*, 13(12), 3049. <https://doi.org/10.3390/agronomy13123049>
- Pérez-Cogollo, L. C., Rodríguez-Vivas, R. I., Basto-Estrella, G. D. S., Reyes-Novelo, E., Martínez-Morales, I., Ojeda-Chi, M. M., & Favila, M. E. (2018). Toxicidad y efectos adversos de las lactonas macrocíclicas sobre los escarabajos estercoleros: una revisión. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(4), 1293-1314. <http://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2508>
- Pérez-Contreras, T. (1999). La especialización en los insectos fitófagos: una regla más que una excepción. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (26), 759-776. <http://www.eeza.csic.es/Documentos/Publicaciones/Bol%20SEA%201999.pdf>
- Power, A. G. (2010). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365, 2959-2971. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>
- Prager, M., Restrepo, J., Sánchez, D., Malagón, R. y Zamorano, A. (2002). *Agroecología. Una disciplina para el estudio y desarrollo de sistemas sostenibles de producción agropecuaria*. Universidad Nacional de Colombia (UNAL). <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81824>
- Qian, H., Zhang, J., & Zhao, J. (2022). How many known vascular plant species are there in the world? An integration of multiple global plant databases. *Biodiversity Science*, 30(7). <https://doi.org/10.17520/biods.2022254>
- Redak, R. (2023). Introduction to and Importance of Insects. In J. D. Allison, T.D. Paine, B. Slippers & M.J. Wingfield. (Eds.). *Forest Entomology and Pathology* (pp. 1-17). [https://doi.org/10.1007/978-3-031-11553-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-11553-0_3)
- Remedios, M., Martínez, M. y González-Vainer, P. (2012). Estudio preliminar de los dípteros asociados a cebos de estiércol y carroña en un bosque serrano de Sierra de Minas, Uruguay. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(2), 378-390. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57523587010>

- Reydon Thomas, A.C. (2020). What Is the Basis of Biological Classification? The Search for Natural Systems. In K. Kampourakis & T. Uller. (Eds.), *Philosophy of Science for Biologists* (pp. 216-234). Cambridge University Press.
- Rodríguez, E., Fernández-Anero, F. J., Ruiz, P., & Campos, M. (2006). Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in a Mediterranean climate. *Soil and Tillage Research*, 85(1-2), 229-233. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.12.010>
- Rojas Rodriguez, J., Rossetti, M. R. y Videla, I. M. (2019). Importancia de las flores en bordes de vegetación espontánea para la comunidad de insectos en huertas agroecológicas de Córdoba, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Cuyo*, 51(1), 249-259. <http://hdl.handle.net/11336/109581>
- Rojas-Sandino, L. D., Reinoso-Flórez, G. y Vásquez-Ramos, J. M. (2018). Distribución espacial y temporal de dípteros acuáticos (Insecta: Diptera) en la cuenca del río Alvarado, Tolima, Colombia. *Biota Colombiana*, 19(1), 70-91. <https://doi.org/10.21068/c2018.v19n01a05>
- Romero Cruz, D. D. (2017). *Evaluación de la macrofauna en el suelo de las chacras familiares en la comunidad Fakcha Lllakta* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7137>
- Ruíz Cancino, E. R., Kasparyan, D. R., Blanco, J. M. C., Myartseva, S. N., Trjapitzin, V. A., Aguilar, S. G. H., y Jiménez, J. G. (2010). Hymenoptera: Himenópteros de la Reserva “El Cielo”, Tamaulipas, México. *Dugesiana*, 17(1). <http://dugesiana.cucba.udg.mx/index.php/DUG/article/view/3942>
- Sabu, T. K., Shiju, R. T., Vinod, KV., & Nithya, S. (2011). A comparison of the pitfall trap, Winkler extractor and Berlese funnel for sampling ground-dwelling arthropods in tropical montane cloud forests. *Journal of Insect Science*, 11(1), 28. <https://doi.org/10.1673/031.011.0128>
- Sáenz-Leguizamón, G. L., Guevara-Hernández, F., González-Cabañas, A. A., y La O-Arias, M. A. (2023). Agroecosistemas tradicionales del trópico mexicano: Los “bajíos” de Chiapas y sus características en el contexto actual. *Revista De Ciencias Sociales*, 29(2), 108-122. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8920540>

- Salazar Martínez, A., Accattoli, C., Martínez, P. y Schnack, J. A. (2006). Nuevas citas de ácaros oribátidos (Acari: Oribatida) para la Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 65(3-4), 19-22. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322028481004>
- Sánchez- Bayo, F., & Wyckhuys, K.A.G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8-27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Sans, F. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas*, 16(1). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/137>
- Schon, N. L., Mackay, A. D., & Minor, M. A. (2012). Vulnerability of soil invertebrate communities to the influences of livestock in three grasslands. *Applied Soil Ecology*, 53, 98-107. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.11.003>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025. Objetivo 12.
- Segoli, M., & Rosenheim, J. A. (2013). Spatial and temporal variation in sugar availability for insect parasitoids in agricultural fields and consequences for reproductive success. *Biological Control*, 67(2), 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.07.013>
- Sierpe, C. y Sunico, A. (2019). Familia Chironomidae (Orden Díptera) utilizada como bioindicador para la determinación de calidad ambiental de la cuenca del Río Gallegos (Santa Cruz, Argentina). *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 11(2), 92–105. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v11i2.789>
- Socarrás-Rivero, A.A. (2018). Diversidad de la mesofauna edáfica en tres usos del suelo en la provincia Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 41(2), 123-130. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942018000200006&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942018000200006&lng=es&tlng=es).
- Socarrás-Rivero, A. e Izquierdo-Brito, I. (2016). Variación de los componentes de la mesofauna edáfica en una finca con manejo agroecológico. *Pastos y forrajes*, 39(1), 41-48. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942016000100006&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942016000100006&lng=es&tlng=es).

- Springer, M., (2010). Capítulo 7. Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 151-198.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44922967007>
- Strong, D. R., & Levin, D. A. (1979). Species Richness of Plant Parasites and Growth Form of Their Hosts. *The American Naturalist*, 114(1), 1–22. <http://www.jstor.org/stable/2460286>
- Terry Alfonso, E., González Espinosa, Y. y Martínez Rodríguez, Y. (2023). Prácticas agroecológicas para incrementar la productividad en fincas agrícolas de Cuba. *Investigación Agraria*, 25(1), 32–38.  
<https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2023.junio.2501755>
- Trujillo-González, J. M., Mahecha, Pulido, J. D., y Torres-Mora, M. (2018). El recurso suelo: un análisis de las funciones, capacidad de uso e indicadores de calidad. *Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 31-38. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2095>
- Uribe, S., Huerta, E., Geissen, V., Mendoza, M., Godoy, R., y Jarquín, A. (2012). *Pontoscolex corethrurus* (Annelida: Oligochaeta) indicador de la calidad del suelo en sitios de *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) con manejo tumba y quema. *Biología Tropical*, 60(4), 1543-1552. <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i4.2072>
- Vargas-Batis, B., Mendoza-Betancourt, E. O., Escobar-Perea, Y., González-Pozo, L. y Rizo-Mustelier, M. (2017). Diversidad entomológica en dos fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, (2), 23-43.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181351615002>
- Vásquez, C., Sánchez, C. y Valera, N. (2007). Diversidad de ácaros (Acari: Prostigmata, Mesostigmata, Astigmata) asociados a la hojarasca de formaciones vegetales del Parque Universitario de la UCLA, Venezuela. *Iheringia. Série Zoologia*, 97(4), 466-471.  
<https://doi.org/10.1590/S0073-47212007000400017>
- Vasquez, P. y Vignolles, M. (2015). Restablecimiento agroproductivo ecológico vs. agricultura convencional: partido de Tandil, provincia de Buenos Aires. *Sociedade & Natureza*, 27(2), 267- 280. <https://doi.org/10.1590/1982-451320150206>

- Wei, J., Huo, Z., Gorb, S. N., Rico Guevara, A., Wu, Z., & Wu, J. (2020). Sucking or lapping feeding mechanisms in honeybees (*Apis mellifera*). *Biology Letters*, 16(8). <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2020.0449>
- Wellington de Moraes, J., & Adis, J. (2008). Microcoryphia (insecta) de uma floresta periodicamente inundada por água mista na Amazônia central: fenologia, densidade e adaptação. *Acta Zoológica Mexicana*, 24(3), 79-89. <https://doi.org/10.21829/azm.2008.243909>
- Wibowo, I. dan L. (2008). Keragaman dan kemelimpahan Collembola serta Arthropoda tanah di lahan sawah organik dan konvensional pada masa bera. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 8(2), 110-116. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.28110-116>
- Yong, A y Leyva, A. (2010). La biodiversidad florística en los sistemas agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 31(4), 5-11. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193218885001>
- Zachrisson, B. y Osorio, P. (2017). Abundancia de collembola (artrópoda: Hexápoda) e interacción con los parámetros edáficos, en el agro ecosistema arroz (*oryza sativa* l., poaceae), en Panamá. *Interciencia*, 42(2), 88-93. <https://www.redalyc.org/journal/339/33949912003/>
- Zumbado Arrieta, M. y Azofeifa Jiménez D. (2018). *Guía Básica de Entomología: Insectos de Importancia Agrícola* (1.<sup>a</sup> ed.). Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>
- Zuria I., Olvera-Ramírez, A.M. y Ramírez, P. R. (Eds). (2019). Manual de técnicas para el estudio de fauna nativa en ambientes urbanos (1.<sup>a</sup> ed.). Universidad Autónoma de Querétaro. <https://fondoeditorial.uaq.mx/manual-de-tecnicas-para-el-estudio-de-fauna-nativa-en-ambientes-urbanos-5tc6x.html>
- Zikic, V., Lazarevic, M., Tomanovic, Z., Milosevic, M. I., Stankovic, S. S., Milenkovic, D., & Petrovic-Obradovic, O. (2022). Mutualistic associations between aphids and aphid-attending ants registered in Serbia. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 81(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322070162014>

## ANEXOS

### Anexo 1. Formato de encuesta realizada a los propietarios de los diferentes agroecosistemas



Universidad Técnica del Norte  
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales  
Carrera de Agropecuaria



**Investigación:** Evaluación de la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes en agroecosistemas, La Esperanza-Imbabura

#### ENCUESTA SOBRE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO DE LOS AGROECOSISTEMAS

Esta encuesta tiene como objetivo identificar las prácticas de manejo empleadas por los agricultores en cuatro tipos de agroecosistemas (agroecológico, tradicional, degradado y barbecho), con el fin de comprender su impacto en la productividad y sostenibilidad de cada sistema. Además, al aceptar realizar la encuesta, el encuestado autoriza el uso de la información para su posterior uso, en la Tesis de Pregrado de la Srta. Katherine Terán.

**1. Comunidad donde se realiza la encuesta**

---

**2. Nombre y apellido del productor**

---

**3. Tipo de agroecosistema a evaluar**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Degradado  
☐ Convencional  
☐ Agroecológico  
☐ Barbecho (descanso)

**4. Superficie de la parcela**

**5. Tiempo de producción de la parcela**

---

**6. ¿Cómo clasificaría el tipo de cultivo en su parcela?**

- ☐ Monocultivo (Un solo tipo de cultivo)  
☐ Policultivo (Varios tipos de cultivos)

**7. ¿Existen animales cerca de la parcela?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si  
☐ No

**8. ¿Qué tipo de animales existen cerca de la parcela?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Vacas  
☐ Cerdos  
☐ Ovejas

- ☐ Cabras
- ☐ Llamas
- ☐ Otros
- ☐ Pollos
- ☐ Ninguno

#### MANEJO DEL SUELO

9. ¿De qué forma prepara el terreno?

---

10. ¿Utiliza algún tipo de fertilización antes de la siembra?

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si
- ☐ No

11. ¿Qué tipo de fertilizante usa?

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Químico
- ☐ Orgánico

12. ¿Con qué frecuencia y en qué cantidad utiliza el fertilizante?

---

13. ¿Usa abonos orgánicos en su parcela?

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si
- ☐ No

14. ¿Qué abonos orgánicos usa?

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Compost
- ☐ Biol
- ☐ Bocashi
- ☐ Humus
- ☐ Estiércol animal
- ☐ Ceniza

- ☐ Abonos verdes
- ☐ Harinas de huesos
- ☐ Ninguno
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

15. **¿Con qué frecuencia y en qué cantidad?**

---

16. **¿Utiliza maquinaria para?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Preparación del suelo
- ☐ Labores culturales
- ☐ Cosecha

17. **¿Qué máquinas utiliza para la preparación del suelo?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Arada
- ☐ Rastra
- ☐ Surcadora
- ☐ Sembradora
- ☐ Subsolador
- ☐ Bomba de mochila
- ☐ Yunta
- ☐ Motocultor
- ☐ Ninguna
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

18. **¿Qué máquinas utiliza para las labores culturales?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Arada
- ☐ Rastra
- ☐ Surcadora
- ☐ Cosechadoras
- ☐ Trilladora
- ☐ Subsolador

- ☐ Bomba de mochila
- ☐ Yunta
- ☐ Motocultor
- ☐ Manual
- ☐ Ninguna
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

**19. ¿Qué maquinas utiliza para la cosecha?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Cosechadoras
- ☐ Trilladora
- ☐ Manual
- ☐ Ninguna
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

**20. ¿Qué herramientas utiliza en su parcela?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Pala
- ☐ Rastrillo
- ☐ Azadón
- ☐ Pico
- ☐ Hoz
- ☐ Machete
- ☐ Tijeras de podar
- ☐ Carretilla
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

**21. ¿Qué prácticas de conservación de suelo emplea?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Terrazas
- ☐ Rotación de cultivos
- ☐ Cultivos de cobertura
- ☐ Barreras vivas
- ☐ Asociación de cultivos
- ☐ Abonos verdes
- ☐ Barreras florales
- ☐ Ninguna

**22. ¿Realiza análisis de suelo de manera regular?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si  
☐ No

**23. ¿Con que frecuencia realiza el análisis del suelo?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Una vez al año  
☐ Dos veces al año  
☐ Cada seis meses  
☐ Ninguna

**MANEJO DE CULTIVOS**

**24. Tipo de cultivos sembrados**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Cultivos de ciclo corto  
☐ Cultivos permanentes  
☐ Cultivos anuales  
☐ Cultivos forestales  
☐ Ninguno

**25. Cultivos sembrados anteriormente**

---

**26. Cultivos sembrados actualmente**

---

**27. ¿Usa herbicidas en su parcela?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si  
☐ No

**28. ¿Usa herbicidas en su parcela?**

En caso de ser afirmativa la respuesta mencione el nombre del herbicida que utiliza en la parcela y el color de la etiqueta del envase (rojo, amarillo, azul o verde)

---

**29. ¿Usa fungicidas en su parcela?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si  
☐ No

**30. ¿Usa fungicidas en su parcela?**

En caso de ser afirmativa la respuesta mencione el nombre del fungicida que utiliza en la parcela y el color de la etiqueta del envase (rojo, amarillo, azul o verde)

---

**31. ¿Usa insecticidas en su parcela?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Sí  
☐ No

**32. ¿Usa insecticidas en su parcela?**

En caso de ser afirmativa la respuesta mencione el nombre del insecticida utiliza en la parcela y el color de la etiqueta del envase (rojo, amarillo, azul o verde)

---

**MANEJO DE SEMILLA**

**33. Tipo de semilla que utiliza**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Propia (nativas de la comunidad)  
☐ Certificada  
☐ No certificada  
☐ Intercambio (Vecinos)

**MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES**

**34. ¿Tiene algún conocimiento sobre el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Sí  
☐ No

**35. ¿Se practica el monitoreo de plagas y enfermedades?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Sí  
☐ No  
☐ Tal vez

**36. Si es así, ¿con qué frecuencia?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Anual  
☐ Quincenal  
☐ Semanal  
☐ Nunca  
☐ Diario

**37. ¿Qué métodos se utilizan para el control de plagas y enfermedades?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Químico (agroquímicos)
- ☐ Biológico (depredadores, parasitoides, hongos entomopatógenos)
- ☐ Físico y manual (trampas, poda, rastrillado)
- ☐ Cultural (rotación de cultivos, asociación de cultivos, gestión de malezas)

**38. ¿Cómo maneja las malezas que se presentan en sus cultivos?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Aplicación de herbicidas químicos
- ☐ Deshierbe a mano o con herramientas
- ☐ Labranza mecánica
- ☐ Uso de coberturas vegetales o mulch
- ☐ Rotación de cultivos
- ☐ Pastoreo
- ☐ No se realiza ningún control específico
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

**DIVERSIDAD BIOLÓGICA**

**39. ¿Sabe cuáles son los insectos benéficos?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si
- ☐ No

**40. ¿Utiliza coberturas vegetales que atraigan insectos benéficos?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Si
- ☐ No

**41. En caso de ser afirmativa la respuesta, mencione cuales**

\_\_\_\_\_

**42. ¿Incorpora residuos de cultivo al suelo para favorecer la actividad de organismos benéficos?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si
- ☐ No

43. **¿Protege áreas de vegetación natural dentro de su finca para favorecer la biodiversidad de insectos?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si  
☐ No

#### **MANEJO DE AGUA**

44. **¿Cuenta con acceso a agua para riego?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si  
☐ No

45. **¿Con qué frecuencia riego**

\_\_\_\_\_

46. **¿Qué sistema de riego utiliza en la parcela?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Gravedad  
☐ Aspersión  
☐ Gotco  
☐ Manual  
☐ Lluvia  
☐ Ninguna  
☐ Otro: \_\_\_\_\_

47. **¿De dónde proviene el agua que utiliza en la parcela?**

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Fuente superficial: lagos, ríos y arroyos  
☐ Fuente subterránea: acuíferos  
☐ Lluvia: recolección de cosecha de agua  
☐ Reservorios  
☐ Vertientes  
☐ Ojos de agua

48. **¿Conoce el origen del agua con la que realiza el riego?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si  
☐ No

49. **¿Sabe si el lugar de donde proviene el agua es considerado una reserva?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si

- ☐ No
- ☐ No tiene conocimiento

**50. ¿Siembran arboles alrededor de la fuente de agua?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si
- ☐ No

**ASISTENCIA TÉCNICA**

**51. ¿Alguna vez ha recibido asistencia técnica?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Si
- ☐ No

**52. ¿Cuál es la frecuencia con la que reciben asistencia técnica?**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Permanente (cada 8 o 15 días)
- ☐ Una vez al año
- ☐ Ocasional (una vez al mes o más)
- ☐ Ninguna

**53. ¿Qué tipo de asistencia técnica ha recibido?**

*Marca solo un óvalo.*

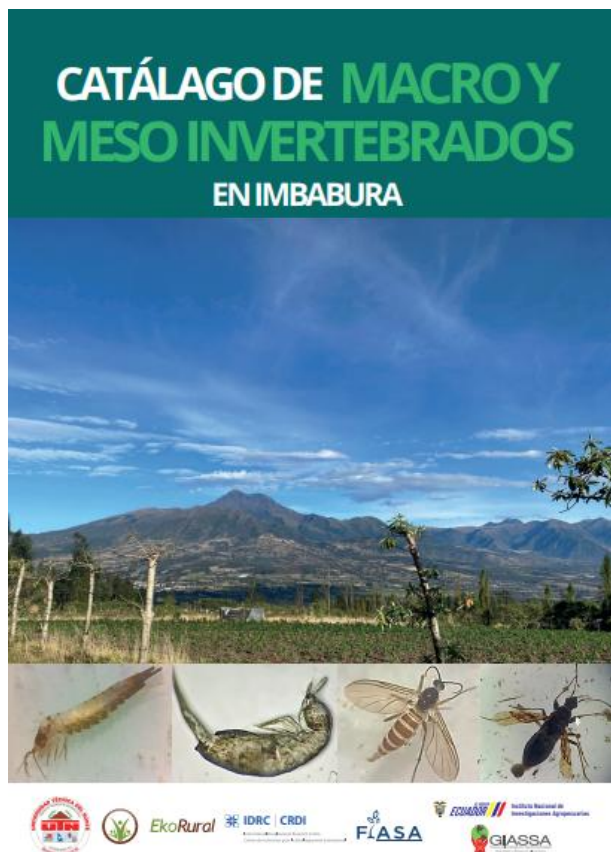
- ☐ Pública: Instituciones del Gobierno (MAGAP, INIAP, Gobierno Provincial)
- ☐ Privada: Empresas que hayan vendido algún tipo de producto o servicio
- ☐ Académica

**54. Destino de la producción**

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Exportación
- ☐ Industrias
- ☐ Intermediario
- ☐ Autoconsumo
- ☐ Alimentación de animal

## Anexo 2. Catálogo de macro y meso invertebrados en Imbabura



## Anexo 3. Participación en el IV Seminario Científico Internacional CONCIENCIA: "Cambio Climático, Sustentabilidad y Seguridad Alimentaria"



**Anexo 4.** Certificado de participación en el IV Seminario Científico Internacional CONCIENCIA:  
"Cambio Climático, Sustentabilidad y Seguridad Alimentaria"

