



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**IDENTIFICACIÓN DE MACROFAUNA EDÁFICA EN LA
ESTACIÓN AGROSTOLÓGICA DE COLONCHE, SANTA
ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Eugenio Josué Romero Rosales

LA LIBERTAD, JULIO 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**IDENTIFICACIÓN DE MACROFAUNA EDÁFICA EN LA
ESTACIÓN AGROSTOLÓGICA DE COLONCHE, SANTA
ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Romero Rosales Eugenio Josué

Tutora: Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D

LA LIBERTAD, 2024

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **EUGENIO JOSUÉ ROMERO ROSALES** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 16 / Julio / 2024.



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Blgo. Javier Soto Valenzuela, Ph.D.
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.
**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Whashington Perero Vera, Mgtr.
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la composición de la macrofauna edáfica en la Estación Agrostológica de Colonche con el fin de obtener información precisa de las especies presentes y su distribución. Para ello, se realizaron muestreos en tres áreas distintas: un área con cuatro tipos de pasto (*Megathyrsus maximus*, *Panicum maximum* cv. BRS Zuri, *Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*, *Panicum maximum* cv. Tanzania), un área de monocultivo de café (*Coffea arabica*) y un área de referencia con vegetación nativa. Los muestreos se llevaron a cabo utilizando trampas tipo monolito y Provid, con recolección durante las temporadas seca y lluviosa. Los resultados mostraron una mayor abundancia de macrofauna edáfica en la temporada lluviosa (72%) en comparación con la temporada seca (28%). Los órdenes más representativos fueron Coleóptera, Hemíptera, Hymenoptera y Orthoptera, con Isópoda siendo el orden más abundante durante la temporada lluviosa en los tres tipos de suelo. En la temporada seca, Hymenoptera fue predominante en el cultivo de pasto, mientras que Isópoda dominó en el café y el área de referencia. Los depredadores fueron más abundantes en el área de referencia y en el café, mientras que los detritívoros fueron más comunes en los pastizales. Los fitófagos mostraron una distribución más equilibrada entre los diferentes tipos de suelo. El análisis de diversidad, utilizando los índices de Shannon, Pielou y Sorensen, revelaron variaciones significativas en la diversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en función del uso del suelo y la vegetación. Los géneros *Porcellio* (Porcellionidae) y *Odontomachus* (Formicidae) fueron dominantes y presentes en todas las áreas estudiadas, reflejando una adaptabilidad significativa a las condiciones locales.

Palabras clave: Individuos, organismos, suelo, colecta, abundancia.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the composition of the edaphic macrofauna at the Colonche Agricultural Station in order to obtain precise information on the species present and their distribution. For this purpose, sampling was carried out in three different areas: an area with four types of grasses (*Megathyrsus maximus*, *Panicum maximum* cv. BRS Zuri, *Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*, *Panicum maximum* cv. Tanzania), an area of coffee monoculture (*Coffea arabica*) and a reference area with native vegetation. Sampling was carried out using monolith and Provid traps, with collection during the dry and rainy seasons. The results showed a higher abundance of edaphic macrofauna in the rainy season (72%) compared to the dry season (28%). The most representative orders were Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera and Orthoptera, with Isopoda being the most abundant order during the rainy season in all three soil types. In the dry season, Hymenoptera was predominant in the pasture crop, while Isopoda dominated in the coffee and reference area. Predators were more abundant in the reference area and in coffee, while detritivores were more common in the grasslands. Phytophages showed a more balanced distribution among the different soil types. Diversity analysis, using Shannon, Pielou and Sorensen indices, revealed significant variations in the diversity and abundance of edaphic macrofauna as a function of land use and vegetation. The genera *Porcellio* (Porcellionidae) and *Odontomachus* (Formicidae) were dominant and constant in all areas studied, reflecting a significant adaptability to local conditions.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado **“IDENTIFICACIÓN DE LA MACROFAUNA EDÁFICA EN LA ESTACIÓN AGROSTOLOGICA DE COLONCHE, SANTA ELENA”** y elaborado por **Eugenio Josué Romero Rosales**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico	3
Justificación	3
Objetivos	3
Objetivo General:	3
Objetivos Específicos:	3
Hipótesis	4
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
1.1 Macrofauna edáfica	5
1.1.1 Definición y características de la macrofauna edáfica	5
1.1.2 Funciones ecológicas de la macrofauna en los ecosistemas	5
1.1.3 Importancia de la macrofauna edáfica en los procesos de descomposición, ciclos de nutrientes y estructuración del suelo	6
1.2 Ecosistema edáfico	7
1.2.1 Composición y características del suelo como hábitat para la macrofauna edáfica	7
1.2.2 Factores edáficos que influyen en la diversidad y abundancia de la macrofauna	8
1.2.3 Relaciones entre el suelo, la vegetación y la macrofauna edáfica	8
1.3 Métodos de muestreo y recolección de macrofauna edáfica	9
1.3.1 Descripción de las diferentes trampas y métodos de extracción utilizados	9
1.3.2 Consideraciones para el manejo y preservación adecuada de las muestras recolectadas	11
1.4 Taxonomía y clasificación de la macrofauna edáfica	11
1.4.1 Conceptos y principales grupos taxonómicos aplicados a la macrofauna edáfica	11
1.4.2 Métodos de identificación y caracterización de las especies recolectadas	12
1.5 Diversidad y abundancia de macrofauna edáfica	13
1.5.1 Índices y medidas utilizados para evaluar la diversidad y abundancia de la macrofauna edáfica	13
1.5.2 Análisis de fauna	15
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	16
2.1 Caracterización del área	16
2.2 Materiales, equipos y reactivos	17
2.2.1 Material biológico y condiciones experimentales	17
2.2.2 Materiales y equipos	18
2.3 Diseño experimental	18
2.4 Muestreo de fauna de artrópodos	19
2.4.1 Establecimiento de trampas	19
2.4.2 Colecta de las muestras	20
2.4.3 Identificación taxonómica	21
2.5 Parámetros evaluados	21
2.5.1 Análisis de fauna	21
2.5.2 Grupos tróficos	22
2.5.3 Índice de Shannon Wiener	22
2.5.4 Índice de Equidad de Pielou	23
2.5.5 Índice de similitud de Sorensen	23
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1 Composición de macrofauna edáfica	24
3.2 Grupos tróficos	33
3.3 Índices de biodiversidad	34

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
Conclusiones	37
Recomendaciones.....	37
REFERENCIAS	38
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Abundancia de macrofauna edáfica de dos agroecosistemas de pasto, café y un área de referencia durante temporada seca y húmeda en la Estación Agrostológica Colonche, 2023.....	25
Tabla 2. Análisis faunístico de macrofauna edáfica en agroecosistema de pastos: saboya (Megathyrus maximus), Zuri (Panicum maximum cv bzt zuri), King Grass Morado (Pennisetum purpureum x P. typhoides) y Tanzania (Panicum maximum cv. Tanzania) durante temporada seca y húmeda en la estación agrostológica de Colonche, 2023.	27
Tabla 3. Análisis faunístico de macrofauna edáfica en agroecosistema de café durante temporada seca y húmeda en la estación agrostológica de Colonche, 2023.	29
Tabla 4. Análisis faunístico de macrofauna edáfica en agroecosistema de referencia durante temporada seca y húmeda en la estación agrostológica de Colonche, 2023.	31
Tabla 5. Índice de comparación y similitud de la macrofauna edáfica en pasto, café y área de referencia.....	34
Tabla 6. Índice de Sorensen evaluadas entre pasto y café en comparación con un área de referencia.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Estación Agrostológica en el Centro de apoyo Colonche. Google Maps (2024).	16
Figura 2. Método de trampa provid propuesta por Antonioli et al., (2006).	20
Figura 3. Esquema de la ubicación de las trampas provid en las áreas escogidas.	20
Figura 4. Composición de grupos tróficos en el cultivo de pasto, cultivo de café y el área de referencia.....	33

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Técnica tipo monolito elaborado por (Pozo, 2020)	10
Imagen 2. Trampa tipo provid elaborado por (Araujo et al., 2009).	10

ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura 1A.** Ecosistema 1. Cultivos de Pastos
- Figura 2A.** Ecosistema 2. Cultivo de Café
- Figura 3A.** Ecosistema 3. Área de referencia
- Figura 4A.** Selección y preparación del monolito a muestrear
- Figura 5A.** Monolito realizado en el área de pastos
- Figura A6.** Extracción manual de la macrofauna del suelo
- Figura A7.** Implementación de trampa Provid
- Figura A8.** Colocación de 200ml de solución de detergente a la trampa provid
- Figura A9.** Colocación de dos gotas de formol al 2% a la trampa
- Figura A10.** Cubrir con hojarasca y residuos vegetales a las trampas
- Figura A11.** Extracción de la macrofauna edáfica de las trampas
- Figura A12.** Macrofauna recolectada y etiquetada de la temporada seca
- Figura A13.** Macrofauna recolectada y etiquetada de la temporada húmeda

INTRODUCCIÓN

La identificación de la macrofauna edáfica en zonas de clima seco es un aspecto crucial para el manejo sostenible de los ecosistemas agrícolas y naturales. Estas áreas, caracterizadas por bajas precipitaciones y alta evaporación, presentan desafíos particulares para la agricultura debido a su limitada disponibilidad de agua y nutrientes. La macrofauna del suelo, incluye organismos como lombrices, escarabajos, hormigas y otros invertebrados de tamaño considerable, juega un papel fundamental en la mejora de la estructura del suelo, la ciclicidad de nutrientes y la promoción de la biodiversidad (Lavelle *et al.*, 2006).

La estructura del suelo es un factor determinante en su capacidad para retener agua y permitir el crecimiento de plantas. En zonas de clima seco, la estructura del suelo puede ser pobre debido a la falta de materia orgánica y a la compactación, lo que reduce su capacidad para almacenar agua y facilita la erosión (Blouin *et al.*, 2013). La macrofauna edáfica, a través de su actividad biológica, contribuye significativamente a la formación y mantenimiento de agregados del suelo. Por ejemplo, las lombrices de tierra crean canales y poros que mejoran la porosidad y la infiltración de agua, mientras que los escarabajos y otros invertebrados fragmentan la materia orgánica, facilitando su descomposición e incorporación en el suelo (Bardgett, 2005).

La macrofauna edáfica es esencial para el reciclaje de nutrientes en el suelo, un proceso especialmente crítico en áreas de clima seco donde los nutrientes son limitados. Estos organismos descomponen la materia orgánica y facilitan la mineralización de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, haciéndolos disponibles para las plantas (Coleman *et al.*, 2004). Las hormigas, por ejemplo, contribuyen a la dispersión de semillas y la aeración del suelo, mientras que las termitas descomponen material lignocelulósico, lo que incrementa la fertilidad del suelo (Cabrera, 2012). Sin la actividad de estos organismos, los suelos de clima seco serían menos productivos y más propensos a la desertificación.

La macrofauna edáfica también juega un papel crucial en la promoción de la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas en zonas de clima seco. Al crear hábitats y microambientes dentro del suelo, estos organismos facilitan la coexistencia de una variedad de especies de microorganismos, plantas y otros animales (Lavelle *et al.*, 2006). Esta biodiversidad es esencial para la estabilidad y resiliencia del ecosistema, permitiendo que el suelo mantenga su funcionalidad a pesar de las perturbaciones como sequías o incendios (Barrios, 2007). Además, la diversidad funcional de la macrofauna asegura que múltiples

procesos ecológicos puedan llevarse a cabo simultáneamente, lo que es vital para la salud del suelo.

Para comprender mejor el papel de la macrofauna en zonas de clima seco, es crucial utilizar metodologías adecuadas para su identificación y monitoreo. Técnicas como el muestreo manual, el uso de trampas Provid y el análisis de ADN ambiental (DNA) son herramientas útiles en estos estudios (Bohlen *et al.*, 2004). El muestreo manual permite la recolección directa de organismos del suelo, mientras que las trampas de caída son efectivas para capturar especies móviles como escarabajos y hormigas. El análisis de ADN ambiental, por su parte, ofrece una manera no invasiva de identificar especies presentes en el suelo a partir de muestras de ADN, proporcionando una visión más completa de la diversidad de macrofauna (Taberlet *et al.*, 2012).

La conservación de la macrofauna del suelo es crucial para mantener la salud del suelo y la productividad agrícola en zonas de clima seco. Las prácticas agrícolas intensivas, como el uso excesivo de pesticidas y la labranza profunda, pueden tener efectos negativos sobre estos organismos, reduciendo su abundancia y diversidad (Valdes, 2016). Implementar prácticas de manejo sostenible, como la agricultura de conservación, la rotación de cultivos y la reducción del uso de agroquímicos, puede ayudar a preservar y fomentar las poblaciones de macrofauna edáfica, Montenegro *et al.* (2022). Estas prácticas no solo benefician a los organismos del suelo, sino que también mejoran la productividad agrícola y la resiliencia del ecosistema en su conjunto.

La identificación y el estudio de la macrofauna edáfica en zonas de clima seco son fundamentales para el manejo sostenible de estos ecosistemas. Estos organismos desempeñan roles críticos en la mejora de la estructura del suelo, el reciclaje de nutrientes y la promoción de la biodiversidad, contribuyendo así a la salud y productividad del suelo. Mediante el uso de metodologías adecuadas para su identificación y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, es posible conservar y fomentar las poblaciones de macrofauna, asegurando así la sostenibilidad a largo plazo de los suelos en climas secos. La comprensión y apreciación de estos organismos subraya la importancia de una gestión integral del suelo que considere todos sus componentes biológicos y su interacción con el entorno.

El presente trabajo de titulación explora la importancia de estos organismos y cómo su identificación y estudio se relaciona con el uso del suelo y la vegetación circundante, y cuál es su composición en climas secos.

Problema Científico

¿Cuál es la composición y diversidad de la macrofauna edáfica presente en la Estación Agrostológica de Colonche y cómo se relaciona con el uso del suelo y la vegetación circundante?

Justificación

El estudio de la macrofauna del suelo en la Estación Agrostológica de Colonche es esencial para comprender la biodiversidad del suelo, su relación con el uso de la tierra y la vegetación circundante. Determinar y analizar la composición y diversidad de estos ecosistemas puede proporcionar una comprensión integral de la salud y el funcionamiento de los ecosistemas, influyendo así en las prácticas agrícolas y de gestión de la tierra. Además, comparar diferentes zonas de uso de la tierra, como áreas de pastos, cultivo de café y vegetación natural, puede evaluar el impacto de la actividad humana y desarrollar estrategias para la conservación agrícola y el desarrollo sostenible. Este estudio es de suma importancia ya que ayudará a optimizar la gestión de la tierra, aumentar la productividad agrícola y proteger la biodiversidad local, promoviendo la resiliencia ecológica y la sostenibilidad ambiental.

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Determinar la composición de la macrofauna edáfica en la Estación Agrostológica de Colonche con el fin de obtener información precisa de las especies presentes y su distribución.

Objetivos Específicos:

- ❖ Realizar un muestreo de la macrofauna edáfica en diferentes áreas de la estación Agrostológica de Colonche, utilizando métodos estandarizados de recolección.
- ❖ Identificar taxonómicamente hasta el nivel de orden la macrofauna edáfica recolectada, utilizando guías de identificación.
- ❖ Analizar la diversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en función de variables como el uso del suelo, cobertura vegetal y establecer posibles relaciones, mediante los índices de Shannon, Pielou y Sorensen.

Hipótesis

La diversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en la Estación Agrostológica de Colonche variará significativamente en función del uso del suelo y de la estructura de la vegetación circundante.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Macrofauna edáfica

1.1.1 Definición y características de la macrofauna edáfica

La macrofauna edáfica comprende los invertebrados de mayor tamaño que residen en el suelo, como lombrices de tierra, escarabajos, hormigas, ácaros y moluscos. Estos organismos desempeñan un papel fundamental en el correcto funcionamiento y la salud del suelo, ya que cumplen funciones esenciales en los procesos de destrucción, reciclaje de nutrientes y formación de la estructura del suelo (Moreira, 2012).

La macrofauna edáfica se caracteriza por su tamaño, ya que está compuesta por organismos fácilmente visibles, generalmente de más de 2 mm de longitud. Además, presenta una gran diversidad de especies, entre las que se incluyen lombrices de tierra, escarabajos, termitas, milpiés, ciempiés, caracoles y algunas especies de arañas. Estos organismos desempeñan funciones ecológicas fundamentales, como la descomposición de la materia orgánica, la formación de agregados en el suelo, la mejora de su estructura y la promoción de la infiltración de agua (Cabrera, 2012). Asimismo, la macrofauna edáfica interactúa con otros organismos presentes en el suelo, como bacterias, hongos y microorganismos, influyendo en los ciclos de nutrientes y en la disponibilidad de recursos para las plantas. Además, su distribución en el suelo puede abarcar diferentes horizontes, desde la superficie hasta capas más profundas, en función de las condiciones ambientales y las necesidades específicas de cada especie (Lavelle *et al.*, 2016).

1.1.2 Funciones ecológicas de la macrofauna en los ecosistemas

La macrofauna edáfica realiza funciones ecológicas cruciales en los ecosistemas terrestres. Estos organismos ejercen una influencia notable en los procesos biogeoquímicos, la configuración del suelo y la disponibilidad de recursos. A continuación, se mencionan algunas de las funciones ecológicas primordiales de la macrofauna edáfica:

1. **Descomposición y ciclado de nutrientes:** destrucción de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes en el suelo. Mediante su alimentación y la producción de restos de plantas y animales, estos organismos promueven la liberación de nutrientes esenciales, como el nitrógeno y el fósforo, los cuales son indispensables para el crecimiento de las plantas (Grisel *et al.*, 2022).

2. **Estructuración del suelo:** La macrofauna edáfica, en particular las lombrices de tierra, desempeña un papel importante en la formación de agregados y la mejora de la estructura del suelo. Estos organismos crean galerías y mezclan el suelo, lo cual tiene beneficios como mejorar el drenaje y la aireación, facilitar la infiltración del agua y promover el enraizamiento de las plantas (Cabrera, 2012).
3. **Ingeniería ecológica:** La macrofauna edáfica desempeña un papel de ingeniería ecológica al alterar las condiciones del suelo. Un ejemplo de esto es la formación de galerías y madrigueras por parte de las lombrices de tierra, las cuales contribuyen a mejorar el transporte de agua y permiten una mejor penetración de las raíces. Además, estas estructuras proporcionadas refugio y microhábitats para otros organismos (Cabrera *et al.*, 2022).
4. **Control de plagas y patógenos:** las hormigas y los escarabajos depredadores, juegan un papel importante en el control biológico de plagas y patógenos presentes en el suelo. Estos organismos tienen la capacidad de consumir larvas de insectos perjudiciales o actuar como depredadores de organismos patógenos, lo que a su vez disminuye el efecto negativo en los cultivos (Bardgett y Van de Putter 2014).

1.1.3 Importancia de la macrofauna edáfica en los procesos de descomposición, ciclos de nutrientes y estructuración del suelo

La macrofauna edáfica juega un papel fundamental en los procesos de destrucción de la materia orgánica, los ciclos de nutrientes y la estructuración del suelo. Estos organismos de mayor tamaño y actividad metabólica tienen un impacto significativo en la disponibilidad de nutrientes y en la formación de agregados del suelo (Escobar *et al.*, 2017).

En primer lugar, la macrofauna edáfica contribuye a la destrucción de la materia orgánica presente en el suelo. Organismos como las lombrices de tierra, escarabajos y ciempiés fragmentan y mezclan la materia orgánica, acelerando su destrucción y liberando nutrientes esenciales en el proceso. Además, a través de su actividad de excavación, estos organismos aumentan la superficie de contacto entre los residuos orgánicos y los microorganismos descomponedores, fomentando así una mayor destrucción y mineralización de la materia orgánica (Zerbino *et al.*, 2013).

Asimismo, la macrofauna edáfica desempeña un papel fundamental en los ciclos de nutrientes del suelo. Estos organismos consumen materia orgánica y microorganismos, liberando nutrientes acumulados en su cuerpo a través de la excreción y la defecación. Además, la actividad de movimiento y mezcla del suelo realizada por la macrofauna edáfica

contribuye a la redistribución de los nutrientes en el perfil del suelo, lo que facilita su disponibilidad para las plantas y otros organismos del ecosistema (Stechauer y Madriñán, 2013).

Además de su participación en los procesos de insuficiencia y ciclos de nutrientes, la macrofauna edáfica desempeña un papel esencial en la estructuración del suelo. Los organismos que excavan, como las lombrices de tierra, generan galerías y conductos en el suelo, fomentando la formación de agregados y mejorando su porosidad y permeabilidad. Estas características mejoran la capacidad del suelo para retener agua y aire, facilitando la infiltración de agua, reduciendo la erosión y promoviendo un mejor enraizamiento de las plantas (Tovar *et al.*, 2020).

1.2 Ecosistema edáfico

1.2.1 Composición y características del suelo como hábitat para la macrofauna edáfica

La composición y las características del suelo son factores clave que determinan el hábitat y la viabilidad de la macrofauna edáfica. En primer lugar, las propiedades físicas del suelo, como su textura, estructura y porosidad, son determinantes para la macrofauna edáfica. La textura del suelo afecta la disponibilidad de espacio para la actividad y movimiento de los organismos, mientras que su estructura proporciona hábitats adecuados para la colonización y refugio de la macrofauna. La porosidad del suelo, incluyendo macroporos y microporos, facilita la circulación de aire y agua, permitiendo el acceso y movilidad de la macrofauna en el suelo (Martínez *et al.*, 2017). Además, las características químicas del suelo, como su pH, la disponibilidad de nutrientes y la presencia de compuestos tóxicos, también influyen en la macrofauna edáfica. Algunas especies de macrofauna tienen preferencias específicas de pH, y las variaciones en la disponibilidad de nutrientes pueden afectar su desarrollo y actividad. Asimismo, la presencia de compuestos tóxicos en el suelo puede tener un impacto negativo en la comunidad de macrofauna, limitando su diversidad y función en el ecosistema.

Por último, las propiedades biológicas del suelo, como la presencia de microorganismos y la calidad de la materia orgánica, también desempeñan un papel fundamental en el hábitat de la macrofauna edáfica. Los microorganismos del suelo son una fuente de alimento para muchos organismos de la macrofauna, y la calidad de la materia orgánica afecta su disponibilidad y detección (De Vries *et al.*, 2013).

1.2.2 Factores edáficos que influyen en la diversidad y abundancia de la macrofauna

La diversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en los ecosistemas del suelo están influenciadas por diversos factores edáficos, que son características del suelo y su entorno, estos factores desempeñan un papel clave en la distribución y desarrollo de la comunidad de macrofauna en el suelo. Uno de los factores más relevantes es la textura del suelo, que se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla en el suelo (Cabrera, 2019).

Los suelos con mayor contenido de arcilla suelen retener más agua y nutrientes, lo que favorece la diversidad y abundancia de la macrofauna. Además, la textura también afecta la estructura y porosidad del suelo, lo que a su vez influye en la disponibilidad de hábitats para la macrofauna. La disponibilidad de nutrientes en el suelo es otro factor clave que influye en la diversidad y abundancia de la macrofauna (Díaz *et al.*, 2014).

Los suelos ricos en nutrientes suficientes una fuente adecuada de alimento, lo que favorece el crecimiento y desarrollo de la macrofauna. Nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio desempeñan un papel fundamental en el metabolismo y desarrollo de los organismos de la macrofauna. El pH del suelo también es un factor importante que influye en la diversidad y abundancia de la macrofauna (Navarro, 2013).

Algunas especies de macrofauna tienen preferencias específicas de pH, y los cambios en el pH del suelo pueden afectar su supervivencia y reproducción. Por ejemplo, los suelos extremadamente ácidos o alcalinos pueden limitar la diversidad de la macrofauna, favoreciendo la presencia de especies adaptadas a esas condiciones particulares (Ceccon, 2014).

1.2.3 Relaciones entre el suelo, la vegetación y la macrofauna edáfica

El sustrato terrestre provee el hábitat y los elementos necesarios para la macrofauna que reside en él. Este componente natural esencial ofrece servicios vitales para los ecosistemas, en los cuales participan ciertos invertebrados (Lavelle *et al.*, 2006). En el suelo residen comunidades diversas de animales organizadas por tamaño, donde cada miembro desempeña un papel único en su hábitat específico, difícilmente sustituible por otros presentes. Estas comunidades abarcan una amplia gama de organismos con variadas dimensiones y estrategias adaptativas, especialmente en movilidad y alimentación, lo cual define su impacto en los procesos del suelo (Lavelle, 2002). Participa en los procesos del

suelo de dos formas: primero, alterando físicamente los residuos y el suelo; segundo, mediante su influencia en la comunidad microbiana (González *et al.*, 2001).

Los invertebrados de mayor tamaño (ancho del cuerpo mayor a 2 mm), constituyen la macrofauna, que se destaca porque su actividad tiene efectos en la fertilidad y estructura del suelo, en la infiltración y determina la actividad de los organismos más pequeños. Desde el momento que un sistema natural es modificado para desarrollar actividades agrícolas, los mayores cambios ocurren en las propiedades del suelo y en su biota asociada. Las actividades humanas a través de las distintas prácticas de manejo y tecnologías aplicadas ejercen importantes efectos en los determinantes de la biota del suelo y sobre ella misma, lo que afecta la composición de las comunidades y su nivel de actividad (Lavelle *et al.*, 1993).

La macrofauna reacciona a las técnicas de gestión del suelo (rotación de cultivos, formas de preparar el suelo, aporte de materia orgánica reciente, entre otros) a lo largo de períodos que pueden extenderse por meses o años, debido a los cambios físicos causados por las perturbaciones, la distribución de residuos y la composición de la vegetación. Estas condiciones refuerzan su utilidad como potenciales indicadores biológicos (Brown *et al.*, 2001).

1.3 Métodos de muestreo y recolección de macrofauna edáfica

1.3.1 Descripción de las diferentes trampas y métodos de extracción utilizados

Trampa tipo monolito

La evaluación y el estudio de la macrofauna edáfica son de gran importancia para comprender la salud y el funcionamiento de los ecosistemas terrestres. Una herramienta utilizada para investigar la composición y abundancia de la macrofauna edáfica es la trampa tipo monolito.

Las trampas tipo monolito ofrecen varias ventajas en comparación con otros métodos de prueba de la macrofauna edáfica. Proporcionan una visión tridimensional más precisa de la distribución de la macrofauna en el suelo, permiten la recolección de organismos sin perturbar su hábitat y facilitan la identificación y clasificación taxonómica de los organismos capturados (Romero, 2017).



Imagen 1. Técnica tipo monolito elaborado por Pozo (2020)

Trampa tipo Provid

La trampa tipo Provid consiste en una botella o cilindro de PVC que se entierra en el suelo, y cuenta con aberturas laterales o verticales que permiten que los organismos accedan al interior de la trampa. El uso de trampas tipo Provid en los estudios de macrofauna edáfica brinda la posibilidad de obtener información acerca de la composición de la comunidad de organismos presentes en el suelo, así como de su abundancia relativa y distribución espacial. Estas trampas ofrecen una forma de recolección de muestras no destructiva, lo que permite realizar estudios a lo largo del tiempo y evaluar los cambios que ocurren en la comunidad de macrofauna (Araujo *et al.*, 2009).



Imagen 2. Trampa tipo provid elaborado por (Araujo et al., 2009).

1.3.2 Consideraciones para el manejo y preservación adecuada de las muestras colectadas

Al coleccionar muestras de fauna edáfica, se deben considerar varios aspectos importantes:

1. es necesario seleccionar una ubicación representativa y determinar el tamaño de muestra adecuado.
2. Se deben utilizar métodos de recolección apropiados, como trampas de caída o de luz, extracción por baños de flotación, entre otros.
3. Durante el proceso de recolección, es esencial manipular las muestras con cuidado para evitar dañar los organismos y evitar la contaminación cruzada.
4. Es crucial registrar información relevante, como la fecha, ubicación, tipo de suelo y vegetación, junto con las muestras recolectadas.
5. Es importante conservar adecuadamente las muestras utilizando métodos como el uso de alcohol, formalina, congelación o secado, dependiendo de los organismos y los análisis posteriores que se realizarán (Arnaldos *et al.*, 2011).

1.4 Taxonomía y clasificación de la macrofauna edáfica

1.4.1 Conceptos y principales grupos taxonómicos aplicados a la macrofauna edáfica

La macrofauna se categoriza de manera precisa, y se distinguen ciertos miembros como ingenieros del suelo o del ecosistema, como por ejemplo las lombrices de tierra, termitas y hormigas. Estos organismos desempeñan un papel importante en los cambios que experimenta la materia orgánica y en las características físicas del suelo se forman canales y poros que contribuyen a mejorar la oxigenación, el drenaje y la estabilidad de los agregados y la disposición de retención del agua, adicionalmente se crean estructuras biogénicas que actúan como reservorios de nutrientes, como las heces de las lombrices de tierra y los nidos de termitas y hormigas. También controlan la disponibilidad de recursos para otros organismos y promueven la actividad de la microflora edáfica mediante interacciones mutualistas (Samson *et al.*, 1996).

La fauna edáfica se refiere a los organismos que habitan en el suelo, ya sea en su interior, en la superficie inmediata, en la capa de hojarasca o en ambientes adyacentes conocidos como suelos suspendidos. Dentro de esta fauna, la macrofauna se compone de invertebrados de tamaño considerable, con una longitud igual o superior a 10 mm y un

diámetro mayor a 2 mm, lo que los hace fácilmente visibles tanto en la superficie como en el interior del suelo. (Lavelle *et al.*, 1994). El grupo incluye a las lombrices de tierra (*Oligochaeta: Haplotaxida*), los caracoles (Mollusca: Gastropoda), las cochinillas (Isópoda), los milpiés (Diplopoda), los ciempiés (Chilopoda), las arañas (Araneae) y una variedad de insectos, entre ellos: termitas (Isóptera), hormigas (Hymenoptera: Formicidae), cucarachas (Dictyoptera: Blattaria), escarabajos (Coleoptera), larvas de moscas (Díptera) y mariposas (Lepidóptera), chinches y saltamontes (Hemíptera), y grillos (Orthoptera). De estos organismos, los escarabajos suelen ser los más diversos. Sin embargo, en cuanto a abundancia, las termitas y hormigas suelen ser más numerosas, mientras que las lombrices de tierra predominan en términos de biomasa (Brown *et al.*, 2001).

Los grupos funcionales de detritívoros, herbívoros, depredadores y omnívoros pueden ser identificados según su hábito trófico. El grupo funcional de detritívoros comprende una amplia variedad de invertebrados que se encuentran tanto en el suelo (endógeos) como en su superficie (epigeos). Específicamente, los epigeos desempeñan un papel crucial al descomponer los restos vegetales y animales presentes en la hojarasca la cual fragmenta las partículas de desecho, disminuyendo su tamaño e incrementando el área expuesta a la acción descomponedora de bacterias y hongos. Con la ausencia de organismos detritívoros como lombrices de tierra, caracoles, cochinillas, milpiés y termitas, los procesos de activación sobre la sustancia proveniente de seres vivos y la reutilización de elementos nutritivos en la tierra se vuelven más lentos. Por otro lado, los herbívoros, como chinches, salta hojas, orugas, larvas de escarabajos y grillos, se nutren de las secciones vitales de las plantas, tanto subterráneas como aéreas, lo cual afecta la cantidad de materia vegetal que se deposita en el suelo. Los depredadores, como ciempiés, arañas, escorpiones y escarabajos adultos, se alimentan de invertebrados y pequeños vertebrados, alterando el equilibrio de las poblaciones y la relación entre estos y los recursos accesibles en el ecosistema. Por último, los omnívoros, como cucarachas y hormigas, desempeñan un papel similar al regular los recursos, ya que se alimentan de diversos materiales vivos o muertos de origen vegetal o animal (Zerbino *et al.*, 2008).

1.4.2 Métodos de identificación y caracterización de las especies recolectadas

Es importante identificar y caracterizar la macrofauna edáfica para comprender su diversidad y función en los ecosistemas terrestres. Existen varios métodos para llevar a cabo esta tarea, desde técnicas básicas de demostrado hasta métodos más avanzados de análisis.

Muestreo: se realizan extracciones de muestras de suelo utilizando trampas como las de caída, embudo o luz, para capturar la macrofauna presente y posteriormente identificarla y analizarla (González, 2020).

La identificación taxonómica: es fundamental identificar taxonómicamente a los organismos recolectados, lo cual implica utilizar claves de identificación, manuales taxonómicos y la ayuda de expertos en el campo. Esto permite determinar la diversidad de la macrofauna edáfica y comprender su distribución en el suelo (Cabrera, 2012).

Análisis de la comunidad: Además de la identificación taxonómica, se pueden utilizar diferentes métricas para analizar la comunidad de macrofauna edáfica, como la abundancia relativa, la riqueza de especies, la diversidad y la equidad. Estos análisis concluyeron información sobre la estructura y el funcionamiento de la comunidad de macrofauna edáfica en un ecosistema específico (Cabrera, 2018).

1.5 Diversidad y abundancia de macrofauna edáfica

1.5.1 Índices y medidas utilizados para evaluar la diversidad y abundancia de la macrofauna edáfica

1.5.1.1 El índice de diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon, también conocido como entropía de Shannon, es una medida utilizada en ecología para evaluar la diversidad biológica en comunidades o ecosistemas (Pla, 2006).

En ecología, este índice se aplica para cuantificar la distribución de especies en una comunidad. Se considera que una comunidad con una distribución más uniforme de especies tiene una mayor diversidad que aquellas donde unas pocas especies son dominantes. El índice de Shannon tiene en cuenta tanto el número total de especies presentes (riqueza de especies) como la uniformidad en la distribución de las abundancias de las especies (equitabilidad) (Martella *et al.*, 2012).

La fórmula utilizada para calcular el índice de diversidad de Shannon es la siguiente:

$$H' = -\sum p_i * \log p_i$$

Donde: H: Índice de diversidad de Shannon. Σ : Sumatoria. p_i : Proporción de individuos de la especie i : en relación con el total de individuos de todas las especies presentes. log: Función logaritmo natural.

Este índice proporciona un valor numérico que representa la diversidad de una comunidad. Cuanto mayor sea el valor, mayor será la diversidad. Si todas las especies están distribuidas de manera equitativa, el índice alcanza su valor máximo (Jost, 2012).

1.5.1.2 El índice de Equidad de Pielou (J')

El índice de equidad de Pielou, también conocido como índice de equidad de Shannon, es una medida utilizada en ecología para evaluar la uniformidad en la distribución de especies en un ecosistema. Fue desarrollado por la científica de la ecología, Joan Pielou, en 1966. Este índice se basa en la información de diversidad de Shannon, que cuantifica la riqueza de especies y su abundancia relativa en un área determinada (Pielou, 1966).

La fórmula para calcular J' es la siguiente:

$$J = \frac{H'}{\ln(s)}$$

Dónde:

- J' es el índice de equidad de Pielou.
- H' es la información de diversidad de Shannon.
- ln es la función logaritmo natural.
- S es el número total de especies presentes en el área estudiada.

El valor de J' varía entre 0 y 1, donde 0 indica una distribución desigual (una especie domina completamente) y 1 indica una distribución equitativa (todas las especies tienen la misma abundancia relativa).

El índice de equidad de Pielou es relevante para evaluar la diversidad biológica y la estabilidad de un ecosistema. Una mayor equidad implica una mayor estabilidad y resistencia al cambio, ya que todas las especies tienen una presencia relativamente equitativa (Magurrán, 2004).

1.5.1.3 Índice de Sorensen

Según (Mostacedo *et al.*, 2000) manifiesta que el índice de Sorensen es el más utilizado para el análisis de comunidades ya que este permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de las poblaciones.

$$IS = \frac{2C}{A+B} * 100$$

IS = Índice de Sorensen

A = número de especies encontradas en la comunidad A

B = número de especies encontradas en la comunidad B

C = número de especies comunes en ambas localidades.

1.5.2 Análisis de fauna

El análisis faunístico es de suma importancia en una investigación ya que gracias a ella se logra comprender, evaluar la salud, la biodiversidad y funcionalidad de aquel ecosistema donde se está realizando el estudio, a través del análisis de fauna se proporciona información clave para la gestión del suelo, identificar problemas ambientales. El análisis faunístico permite la evaluación del impacto ambiental basándose en las distintas especies de insectos encontrados (Silveira *et al.*, 1995).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

La estación Agrostológica se localiza en el Centro de Apoyo Colonche de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, ubicado en la parroquia Colonche, cantón Santa Elena - provincia de Santa Elena, con coordenadas geográficas de -2.02119, -80.68014, UTM: zona: Santa Elena 17S. Datum WGS 84 (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de la Estación Agrostológica en el Centro de apoyo Colonche. Google Maps (2024).

Los suelos del Centro de Apoyo Colonche se clasifican según el mapa de órdenes de suelos del Ecuador como Entisoles Arenos, con predominancia de texturas franco-arcillosa. Los cuales se caracterizan por poseer una fertilidad de alta a media, niveles de carbono orgánico promedio de 6 t ha^{-1} y aptitud agrícola para cultivos semipermanentes, con un riesgo agroclimático alto para sequía (Geoportal, 2023).

La clasificación climática de Colonche se encuadra como Árido Subtropical desértico (Bwh), caracterizado por escasa humedad relativa ambiental, con periodos prolongados de sequía, poca presencia de temporales de lluvia, pero sí de garúas, con temperaturas medias de 24°C y la presencia de bosque seco tropical (Climate Data, 2023).

Originalmente la provincia de Santa Elena tiene un bioma de Matorral seco de tierras bajas, cuya vegetación se caracteriza por ser seca, achaparrada y espinosa, con presencia de cactus columnares. Representadas por las familias Capparaceae, Euphorbiaceae, Boraginaceae y Convolvulaceae, y el orden Fabales (Sierra, 1999).

2.2 Materiales, equipos y reactivos

2.2.1 Material biológico y condiciones experimentales

Para la investigación se trabajó con tres áreas establecidas 1.- con cuatro tipos de pasto: pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), Zuri (*Panicum maximum cv. BRS Zuri*), King Grass (*Pennisetum purpureum x P. typhoides*) y Tanzania (*Panicum maximum cv. Tanzania*), 2. - un área de monocultivo y; 3.- se tomó como área de referencia una zona poco intervenida por el hombre con vegetación nativa.

Área de pastos: El área de pastos es aproximadamente de 1500 m², establecido en el año 2022, esta cultivado con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), Zuri (*Panicum maximum cv bzs zuri*), King Grass Morado (*Pennisetum purpureum x P. typhoides*) y Tanzania (*Panicum maximum cv. Tanzania*), estos cultivos de pastos forman parte del proyecto de investigación: Establecimiento de la estación de agrostológica de la UPSE, con respecto al riego se realiza 1 hora por día.

Área con cultivo de café: En el área dedicada al café se estableció en el 2022, la cual abarca 5.000 metros cuadrados, se ha implementado una densidad de siembra de 3 x 3 metros. El riego se realiza durante 2 horas cada dos días, y diariamente en caso de sol intenso. Se aplica sulfato de amonio cada 15 días y YaraBela cada tres meses. Además, se coloca paja alrededor de las plantas para conservar la humedad.

Área de referencia: Se tomó como referencia, un área de 2000 m², que se localizó fuera del Centro de Apoyo Colonche que presente vegetación nativa, El tipo de bosque que tiene la parroquia Colonche es tropical seco con una diversidad de árboles y arbustos, *Cordia lutea lam* (Moyuyo) y *Parthenium hysterophorus* (Escoba amarga) son especies que habitan en el área de estudio, este sitio no ha sido intervenido por el hombre desde hace aproximadamente 5 años. Anteriormente se realizaba monocultivo específicamente a la producción de maíz, alrededor de la zona si se encuentran cultivos de maíz y de plátano.

El tipo de bosque que tiene la parroquia Colonche es tropical seco con una diversidad de 385 árboles pertenecientes a 16 especies y con 15 familias botánicas que corresponden a arbustos, *Cordia lutea Lam* es una de las especies que habita en la zona de Colonche y a la vez es de suma importancia para la comunidad florística.

2.2.2 Materiales y equipos

Materiales de campo

- ✚ Trampas de tipo provid
- ✚ Botellas plásticas
- ✚ Detergente
- ✚ Agua
- ✚ Pinzas
- ✚ Frascos de plásticos
- ✚ Alcohol al 70%
- ✚ Formaldehido
- ✚ Libreta
- ✚ Pala
- ✚ Hojarasca
- ✚ Residuos vegetales
- ✚ Formol
- ✚ adhesivos

Equipos

- ✚ Microscopio estereocópico
- ✚ Computadora
- ✚ Cámara digital
- ✚ Guías taxonómicas

2.3 Diseño experimental

La investigación se clasificó como descriptiva en cuanto a sus objetivos y cualitativa en cuanto al abordaje del problema. Según Marconi and Lakatos, (2017), la investigación descriptiva aborda cuatro aspectos: descripción, registro, análisis e interpretación de fenómenos actuales y su funcionamiento en el presente. No hay interferencia del investigador, simplemente proporciona una descripción del objeto de la investigación, y busca determinar la frecuencia con la que ocurre el fenómeno, su naturaleza, características, causas y relaciones con otros fenómenos (Lehfeld, 2007).

La investigación cualitativa según Silva (2000) considera que hay una interacción constante entre el mundo real y el sujeto la cual no puede expresarse en términos numéricos, no requiere del uso de métodos estadísticos y el ambiente natural es la fuente directa para la colecta de datos. Por otro lado, la investigación cuantitativa mide relaciones entre variables

por asociación para obtener información sobre una población específica (Contandriopoulos, 1994). En la investigación cualitativa la reflexión ocurre al finalizar el proceso de colecta de información, mientras que en la cuantitativa el investigador tiene conceptos pre estructurados sobre la realidad (Bryman, 1989).

2.4 Muestreo de fauna de artrópodos

Las actividades se organizaron en tres etapas:

1. Establecimiento de trampas
2. Colecta de muestras
3. Identificación taxonómica de los insectos colectados

2.4.1 Establecimiento de trampas

Para el muestreo de la macrofauna edáfica se utilizó dos métodos el recomendado por El programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) (Anderson *et al.*, 1993; Jiménez *et al.*, 2020) y el de trampas provid (Moreira *et al.*, 2012).

Se realizaron tres muestreos con cinco repeticiones por cada área en estudio durante 5 semanas en periodo seco y lluvioso.

Trampas tipo monolito.

Se uso la metodología del programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), para lo cual se limpió la hojarasca y cualquier cuerpo extraño presente en el área, se extrajo cinco monolitos con dimensiones de 25 x 25 x 20cm cada uno para cada uso del suelo, de manera aleatoria con un patrón en X, siendo la distancia de con 8 a 10 m entre ellos, acorde a (Hernández *et al.*, 2020). Los individuos fueron colectados y contados de forma manual *in situ*. Las lombrices fueron conservadas utilizando en formaldehído al 4% y para los invertebrados restantes en etanol al 70%.

Trampas tipo Provid

Se estableció un trampeo utilizando trampas tipo Provid (Araujo *et al.*, 2009) elaboradas con botellas plásticas PET de dos litros, esta estructura presentó cuatro orificios de 6x4 cm a la altura de 20 cm de su base como se ilustra en la Figura 2. Las trampas contuvieron 200 ml de una solución de detergente al 10%, y se añadieron 5 gotas de formol al 2%. Fueron enterradas en el suelo de forma que los bordes de los frascos quedaron al nivel de la superficie del suelo.

Se instalaron 5 trampas dispuestas en dos diagonales en forma de cruz con una trampa en el centro, se cubrió con hojarasca y residuos vegetales provenientes del lugar, en cada

área con diferente uso de suelo (pastos, cultivo de café, área de referencia). Al transcurrir un periodo de 7 días se colectó el contenido de las trampas en frascos de cristal conteniendo alcohol etílico al 70%.

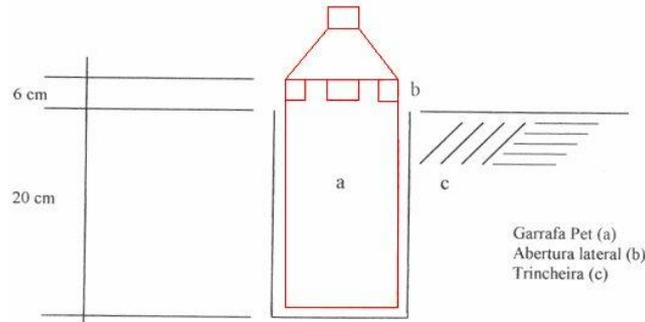


Figura 2. Método de trampa provid propuesta por Antonioli et al., (2006).

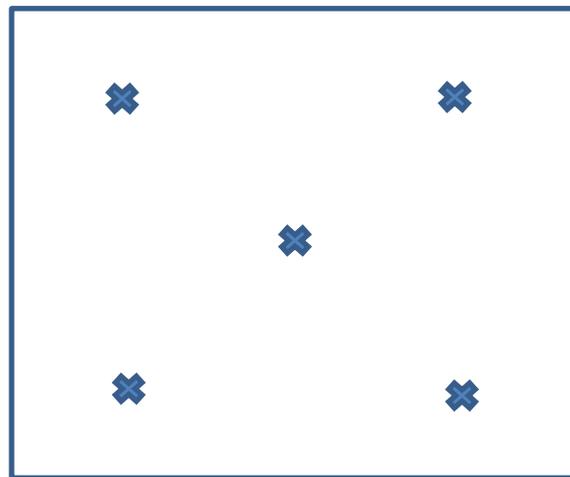


Figura 3. Esquema de la ubicación de las trampas provid en las áreas escogidas.

2.4.2 Colecta de las muestras

Los insectos colectados en las trampas fueron trasladados al laboratorio de Suelo y Agua de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE). Donde se sometieron a un lavado en una malla de 0,25 mm y con un estereoscopio binocular y pinzas, se realizó el conteo e identificación de los organismos acorde a los órdenes de los grupos taxonómicos encontrados.

La separación de las muestras fue de manera manual seleccionando de la colecta los individuos con más de 10 mm de largo y 2 mm de circunferencia, los que fueron almacenados posteriormente en una solución compuesta por alcohol al 70% (Swift et al., 1979).

2.4.3 Identificación taxonómica

Los individuos colectados fueron clasificados según la clase y orden, se separaron según su estadio de desarrollo en adultos o inmaduros (larvas). Para su identificación se consultarán guías o manuales de entomología.

2.5 Parámetros evaluados

A partir del número de individuos colectados en cada uso del suelo se calculó el análisis de fauna, grupos tróficos, el índice de biodiversidad Shannon Wiener (H'), el índice de Equidad de Pielou (J') y el índice de similitud de Sorensen.

2.5.1 Análisis de fauna

Para el análisis de las variables se utilizó el software PAST versión 4.15 (Hammer et al., 2001). La composición de la fauna fue determinada con el software libre de Análisis faunístico ANAFAU (Moraes et al., 2003). Los resultados fueron comparados entre cultivos, se consideraron predominantes los taxones que alcanzaron mayores índices faunísticos en base a lo propuesto por Silveira Neto et al., (1995),

A seguir se presentan las fórmulas utilizadas para las determinaciones:

La dominancia de las familias fue calculada a partir de la abundancia relativa de cada familia según la fórmula:

$$LD = \left(\frac{1}{S}\right) \times 100$$

En que LD= porcentaje de dominancia, S=número total de familias, las familias se consideran dominantes cuando los valores de frecuencia son superiores al límite de dominancia y no dominantes cuando los valores fueron inferiores.

La abundancia fue calculada empleando una medida de dispersión, a través del cálculo del intervalo de confianza (IC) de las medias de las familias al 5% de probabilidad. Las familias fueron clasificadas en raras (r) cuando el número de individuos es menor que el límite inferior del IC; dispersas (d) cuando el número queda entre los límites inferiores del IC; comunes (c) cuando el número de individuos este situado dentro del IC; abundantes (a) cuando están entre los límites superiores y muy abundantes (ma) cuando el número es mayor que el límite superior del IC.

La frecuencia (F) de las familias de acuerdo con la formula:

$$F = \left(\frac{ni}{N}\right) \times 100$$

Donde F=frecuencia, n_i = número total de individuos de la especie y N número total de individuos de la muestra. Las clases de frecuencia se clasificaron en poco frecuentes (PF) cuando la frecuencia es menor que el límite inferior del IC de la media; frecuente (F) cuando la frecuencia entre los límites inferior y superior del IC de la media y muy frecuentes (SF) cuando la frecuencia es mayor que el límite superior del IC de la media.

La constancia fue definida a través del porcentaje de ocurrencia de las especies en el levantamiento utilizando la formula:

$$C = p \times \frac{100}{N}$$

Donde C=porcentaje de constancia, p=número de colectas conteniendo la especie y N=total de colectas efectuadas. Las familias se consideran constantes (W) cuando están presentes en más del 50% de las muestras, accesorias (Y) cuando presentes en el 25-50% de las muestras y accidentales (Z) cuando están presentes en menos del 25% de las colectas.

2.5.2 Grupos tróficos

Los individuos se clasificaron de acuerdo con los grupos funcionales tróficos que esto conlleva a la categoría según su fuente de alimento y su rol en la cadena alimenticia, Los resultados se presentarán en porcentajes para facilitar la interpretación y comparación de la prevalencia de cada grupo trófico en los diferentes sitios de muestreos.

2.5.3 Índice de Shannon Wiener

El índice de Shannon Wiener se calculó utilizando la siguiente formula:

$$H' = -\sum p_i * \log p_i$$

Donde $p_i = n_i/N$; n_i = número de individuos del grupo muestreado: N=número total de individuos muestreados; H=Índice de Shannon Wiewer; S= riqueza de especies.

El índice de Equidad de Pielou (J') compara la diversidad de Shannon Wiener con la distribución de las especies observadas la cual maximiza la biodiversidad. Para el uso de este índice se debe cumplir dos condiciones fundamentales: 1.- que todas las muestras deben provenir del mismo ambiente y 2.- que el muestreo debe de ser suficientemente completo para contener muestras de todas las especies. Este índice varía de 0 a 1 y refleja uniformidad de la distribución, cuanto menor es el índice mayor es la dominancia por pocos grupos, 0 indica una falta de uniformidad en la distribución (Magurran, 1988).

2.5.4 Índice de Equidad de Pielou

El índice de Equidad de Pielou se obtiene de las siguientes ecuaciones:

$$J = \frac{H'}{Hmax'}$$

Donde H es el índice de Shannon Wiener y Hmax' se obtiene de la siguiente expresión:

$$Hmax' = \text{Log } s$$

Donde s es el número de especies muestreadas.

2.5.5 Índice de similitud de Sorensen

El coeficiente de Sorensen o también conocido como el índice de similitud de Sorensen es una medida muy útil que sirve para comparar la similitud entre dos conjuntos de datos o poblaciones.

$$IS = \frac{2C}{A+B} * 100$$

Donde A y B son dos comunidades por comparar, y C es el conjunto de especies en ambas comunidades (Basáñez *et al.*, 2008).

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Composición de macrofauna edáfica

En la Tabla 1 se presenta la abundancia de macrofauna edáfica encontrada en agroecosistemas de pasto, café y un área de referencia durante temporada seca y húmeda en la Estación Agrostológica Colonche, 2023. Se registra un total de 1815 especímenes de artrópodos de los cuales 503 se colectaron en temporada seca y 1312 en temporada húmeda. Dentro de la clase insecta durante el periodo seco se identificaron seis ordenes de los cuales cinco estuvieron presentes en los cultivos de café y pastos, los cuales fueron coleóptera Hemíptera, Hymenoptera, Orthoptera y Mantodea, mientras que el orden Dermáptera fue registrado únicamente en el área de referencia. En el periodo lluvioso se registró la presencia de los seis ordenes de la clase insecta en el cultivo de pasto, y únicamente los órdenes Coleóptera, Hemíptera, Hymenoptera y Orthoptera en el cultivo de café y Coleóptera, Hemíptera, Hymenoptera en el área de referencia.

En cuanto a la proporción de los órdenes se observó que, en el cultivo de pasto, café y el área de referencia en la temporada lluviosa Isópoda fue el orden más abundante con porcentajes de 84%, 73% y 81%, en temporada seca para el cultivo de café y referencia con porcentajes de 63% y 57 % en relación con la población total para cada temporada y cultivo. En el caso del cultivo de pasto en temporada seca, se registró abundancia de insectos del orden Hymenoptera con el (54%).

De acuerdo con la tabla 1, se encontró que, en los cultivos de pasto, café y el área de referencia, durante la temporada seca el orden Crassiclitellata no presentó ninguna abundancia, asimismo durante la temporada lluviosa el orden Scolopendromorpha mostró el mismo resultado de 0% en los tres ecosistemas muestreados en la Estación Agrostológica de Colonche, 2023.

Las trampas provid capturaron la mayor cantidad de insectos (66%) tanto en temporada seca como lluviosa, en todos los cultivos y momentos muestreados en relación con la técnica tipo monolito la cual presentó el 34%.

Tabla 1. Abundancia de macrofauna edáfica de dos agroecosistemas de pasto, café y un área de referencia durante temporada seca y húmeda en la Estación Agrostológica Colonche, 2023.

		TEMPORADA SECA									TEMPORADA HÚMEDA										
Clase	Orden	Pasto			Café			Referencia			Total indiv.	Pasto			Café			Referencia			Total indiv.
		T. M	T. P	Total	T. M	T. P	Total	T. M	T. P	Total		T. M	T. P	Total	T. M	T. P	Total	T. M	T. P	Total	
Insecta	Coleóptera	2	4	6	3	2	5	4	6	10	21	3	3	6	53	35	88	2	2	4	98
	Hymenoptera	15	46	61	7	1	8	11	18	29	98	16	36	52	30	52	82	1	34	35	169
	Hemíptera	1	1	2	0	59	59	0	2	2	63	2	4	6	2	12	14	3	0	3	23
	Dermáptera	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	Orthoptera	0	2	2	0	8	8	0	0	0	10	1	0	1	8	0	8	0	0	0	9
	Mantodea	0	1	1	1	1	2	0	0	0	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2
Malacostraca	Isópoda	11	24	35	37	130	167	21	50	71	273	98	107	205	126	454	570	113	94	207	982
Arachnida	Araneae	4	2	6	8	9	17	5	4	9	32	3	1	4	0	3	3	2	3	5	12
Clitellata	Crassiclitellata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15	0	0	0	15
CHilopoda	Scolopendromorpha	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		33	80	113	56	210	266	43	81	124	503	125	153	278	234	556	780	121	133	254	1312

Cultivo de pastos: con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), Zuri (*Panicum maximum cv bzr zuri*), King Grass Morado (*Pennisetum purpureum x P. typhoides*) y Tanzania (*Panicum maximum cv. Tanzania*). TM: Monolito; TP: Trampa provid.

De los 11 géneros de insectos que se encontraron en el cultivo de pasto en temporada seca, 3 fueron dominantes: *Porcellio* (Porcellionidae) con 35 individuos, *Odontumachus* (Formicidae) con 39 individuos y *Camponotus* (Formicidae) con 21 individuos. Estos géneros también fueron clasificados como muy frecuentes y muy abundantes en este cultivo.

En cuanto a la constancia los géneros *Porcellio* (Porcellionidae), *Odontumachus* (Formicidae), *Camponotus* (Formicidae), *Telephanus* (Silvanidae) y *Scotophaeus* (Gnaphosidae) se clasificaron como constantes en el área de pastos con respecto a la temporada seca.

Los géneros clasificados como poco frecuentes, no dominantes y en abundancia como raras fueron 8, las cuales son: *Sphex* (Sphecidae), *Telephanus* (Silvanidae), *Tenebrio*, (Tenebrionidae), *Scytodes* (Scytodidae), *Scotophaeus* (Gnaphosidae), *Camponotus* (Cydniidae), *Telegryllus* (Gryllidae) y *Oligonicella* (Thespidae).

En temporada lluviosa se encontraron 12 géneros, entre los cuales 2 se clasificaron en dominantes y muy abundantes, *Porcellio* (Porcellionidae), *Odontumachus* (Formicidae), de acuerdo con la frecuencia el primer género mencionado se clasificó muy frecuente, mientras que el segundo género como poco frecuente.

Los géneros *Porcellio* (Porcellionidae), *Odontumachus* (Formicidae) y *Camponotus* (Cydniidae) en cuanto a la constancia se clasificaron en constantes para la temporada lluviosa.

Los géneros clasificados como poco frecuentes fueron 12, las cuales son: *Odontumachus* (Formicidae), *Camponotus* (Formicidae), *Anoplolepis* (Formicidae), *Telephanus* (Silvanidae), *Tenebrio* (Tenebrionidae), *Scytodes* (Scytodidae), *Scotophaeus* (Gnaphosidae), *Camponotus* (Cydniidae), *Euborellia* (Anisolabididae), *Telegryllus* (Gryllidae) y *Oligonicella* (Thespidae). Estos mismos géneros excepto *Odontumachus* de la familia Formicidae, fueron clasificados como no dominantes y según la abundancia como raras.

Tabla 2. Análisis faunístico de macrofauna edáfica en agroecosistema de pastos: saboya (*Megathyrsus maximus*), Zuri (*Panicum maximum cv bzt zuri*), King Grass Morado (*Pennisetum purpureum x P. typhoides*) y Tanzania (*Panicum maximum cv. Tanzania*) durante temporada seca y húmeda en la estación agrostológica de Colonche, 2023.

Orden	Familia	Genero	CULTIVO PASTOS - PERÍODO SECO								CULTIVO PASTOS - PERÍODO HÚMEDO							
			n ind	n. ap	FR	9%	C	C	A	n ind	n. ap	FR	9%	c	C	A		
Isópoda	Porcellionidae	<i>Porcellio</i>	35	6	31%	MF	D	100%	W	ma	205	6	74%	MF	D	100%	W	ma
Hymenoptera	Formicidae	<i>Odontumachus</i>	39	6	35%	MF	D	100%	W	ma	43	6	15%	PF	D	100%	W	ma
	Formicidae	<i>Camponotus</i>	21	4	19%	MF	D	67%	W	ma	8	3	3%	PF	ND	50%	Y	r
	Formicidae	<i>Anoplolepis</i>	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r	1	1	0%	PF	ND	17%	Z	r
	Sphecidae	<i>Sphex</i>	1	1	1%	PF	ND	17%	Z	r	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r
Coleóptera	Silvanidae	<i>Telephanus</i>	4	4	4%	PF	ND	67%	W	r	3	3	1%	PF	ND	50%	Y	r
	Tenebrionidae	<i>Tenebrio</i>	2	1	2%	PF	ND	17%	Z	r	3	2	1%	PF	ND	33%	Y	r
Araneae	Scytodidae	<i>Scytodes</i>	2	1	2%	PF	ND	17%	Z	r	2	1	1%	PF	ND	17%	Z	r
	Gnaphosidae	<i>Scotophaeus</i>	4	4	4%	PF	ND	67%	W	r	2	2	1%	PF	ND	33%	Y	r
Hemíptera	Cydnidae	<i>Camponotus</i>	2	2	2%	PF	ND	33%	Y	r	6	4	2%	PF	ND	67%	W	r
Dermáptera	Anisolabididae	<i>Euborellia</i>	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r	2	1	1%	PF	ND	17%	Z	r
Orthoptera	Gryllidae	<i>Telegryllus</i>	2	2	2%	PF	ND	33%	Y	r	1	1	0%	PF	ND	17%	Z	r
Mantodea	Thespidae	<i>Oligonicella</i>	1	1	1%	PF	ND	17%	Z	r	2	1	1%	PF	ND	17%	Z	r
<i>TOTAL IND</i>			113									278						

Cultivo de café

En relación con el cultivo de café, se encontraron 11 géneros de insectos en temporada seca, de los cuales 2 géneros mostraron dominancia: *Porcellio* (Porcellionidae), *Odontumachus* (Formicidae). Estos géneros también fueron clasificados como muy abundantes, constantes y sus clases de frecuencia se determinaron como muy frecuentes.

En cuanto a la frecuencia y dominancia, los géneros *Camponotus* (Formicidae), *Telephanus* (Silvanidae), *Scytodes* (Scytodidae), *Scotophaeus* (Gnaphosidae), *Lycosoides* (Agenilidae), *Camponotus* (Cydnidae), *Euborellia* (Anisolabididae), *Telegryllus* (Gryllidae) y *Oligonicella* (Thespidae) fueron clasificadas como poco frecuente y no dominantes.

Considerando la abundancia de los individuos se clasificaron como raras 5 géneros *Camponotus* (Formicidae), *Telephanus* (Silvanidae), *Scytodes* (Scytodidae), *Scotophaeus* (Gnaphosidae), *Oligonicella* (Thespidae), y clasificadas como dispersas los géneros *Lycosoides* (Agelenidae), *Camponotus* (Cydnidae), *Euborellia* (Anisolabididae) y *Telegryllus* (Gryllidae).

De los 15 géneros de insectos encontrados en el cultivo de café, en la temporada húmeda, el género *Porcellio* se clasificó como muy frecuente y dominante. Mientras tanto los demás géneros pertenecientes a los órdenes Hymenoptera, Coleóptera, Araneae, Hemíptera, Dermáptera, Orthoptera, Mantodea y Crassiclitellata se clasificaron como poco frecuentes y no dominantes.

Los géneros clasificados como constantes fueron *Porcellio* (Porcellionidae), *odontumachus* (Formicidae), *Telephanus* (Silvanidae) y *Camponotus* (Cydnidae). En cuanto a la abundancia, los tres primeros géneros mencionados fueron los más abundantes.

Tabla 3. Análisis faunístico de macrofauna edáfica en agroecosistema de café durante temporada seca y húmeda en la estación agrostológica de Colonche, 2023.

<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Genero</i>	CULTIVO CAFÉ - PERIÓDO SECO							CULTIVO CAFÉ - PERIÓDO HÚMEDO								
			n ind	n ap	FR	6%	c	C	A	n ind	n ap	FR	6%	c	C	A		
Isópoda	Porcellionidae	<i>Porcellio</i>	167	6	63%	MF	D	100%	W	ma	570	6	73%	MF	D	100%	W	ma
Hymenoptera	Formicidae	<i>Odontumachus</i>	55	6	21%	MF	D	100%	W	ma	53	4	7%	PF	ND	67%	W	ma
	Formicidae	<i>Camponotus</i>	4	2	2%	PF	ND	33%	Y	r	28	1	4%	PF	ND	17%	Z	r
	Formicidae	<i>Myrmica</i>	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r	1	1	0%	PF	ND	17%	Z	r
Coleóptera	Silvanidae	<i>Telephanus</i>	5	3	2%	PF	ND	50%	Y	r	55	5	7%	PF	ND	83%	W	ma
	Elateridae	<i>Aeolus</i>	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r	32	2	4%	PF	ND	33%	Y	d
	Tenebrionidae	<i>Tenebrio</i>	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r	1	1	0%	PF	ND	17%	Z	r
Araneae	Scytodidae	<i>Scytodes</i>	4	2	2%	PF	ND	33%	Y	r	1	1	0%	PF	ND	17%	Z	r
	Gnaphosidae	<i>Scotophaeus</i>	3	3	1%	PF	ND	50%	Y	r	1	1	0%	PF	ND	17%	Z	r
	Trachelidae	<i>Trachelas</i>	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r	1	1	0%	PF	ND	17%	Z	r
	Agelenidae	<i>Lycosoides</i>	10	2	4%	PF	ND	33%	Y	d	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r
Hemíptera	Rhyparochromidae	<i>Gastrodes</i>	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r	2	1	0%	PF	ND	17%	Z	r
	Pentatomidae	<i>Euschistus</i>	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r	1	1	0%	PF	ND	17%	Z	r
	Cydnidae	<i>Camponotus</i>	1	1	0%	PF	ND	17%	Z	d	11	4	1%	PF	ND	67%	W	r
Dermáptera	Anisolabididae	<i>Euborellia</i>	4	2	2%	PF	ND	33%	Y	d	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r
Orthoptera	Gryllidae	<i>Telegryllus</i>	8	3	3%	PF	ND	50%	Y	d	8	3	1%	PF	ND	50%	Y	r
Mantodea	Thespidae	<i>Oligonicella</i>	2	2	1%	PF	ND	33%	Y	r	0	0	0%	PF	ND	0%	Z	r
Crassiclitellata	Lumbricidae	<i>Eisenia</i>	0	0	0%	PF	ND	0%	Y	r	15	3	1%	PF	ND	50%	Y	r
<i>TOTAL IND</i>			263								780							

Área de referencia

Durante la temporada seca se catalogaron como muy frecuentes, dominantes y muy abundantes los géneros *Porcellio* (Porcellionidae), *Odontumachus* (Formicidae). Mientras que los géneros: *Camponotus* (Formicidae), *Myrmica* (Formicidae), *Telephanus* (Silvanidae), *Tenebrio* (Tenebrionidae), *Ophonus* (Carabidae), *Scytodes* (Scytodidae), *Loxosceles* (Sicariidae), *Scotophaeus* (Gnaphosidae), *Lycosoides* (Agelenidae), *Euschistus* (Pentatomidae), *Lassus* (Cicadellidae), *Euborelia* (Anisolabididae), *Scolopocryptops* (Scolopocryptopidae) fueron poco frecuentes y no dominantes (Tabla 4).

Como constantes los géneros *Porcellio* (Porcellionidae), *Odontumachus* (Formicidae), *Camponotus* (Formicidae), *Telephanus* (Silvanidae) y *Euborellia* (Anisolabididae), mientras que los géneros *Scytodes* (Scytodidae) y *Scotophaeus* (Gnaphosidae) fueron accesorios, y se clasificaron accidentales 8 géneros los cuales fueron *Myrmica* (Formicidae), *Tenebrio* (Tenebrionidae), *Ophonus* (Carabidae), *Loxosceles* (Sicariidae), *Lycosoides* (Agelenidae), *Euschistus* (Pentatomidae), *Lassus* (Cicadellidae), *Scolopocryptops* (Scolopocryptopidae).

Para la temporada húmeda se encontraron 10 géneros, el género *Porcellio* se clasificó de acuerdo con la dominancia como muy dominante, también se definió como muy frecuente. Los géneros *Odontumachus* (Formicidae), *Camponotus* (Formicidae), *Anoplolepis* (Formicidae), *Telephanus* (Silvanidae), *Calathus* (Carabidae), *Scytodes* (Scytodidae), *Scotophaeus* (Gnaphosidae), *Euschistus* (Pentatomidae) y *Camponotus* (Cydniidae) fueron no dominantes y poco frecuentes.

Considerando la constancia de los individuos, se clasificaron como constantes los géneros *Porcellio* (Porcellionidae), *Euschistus* (Pentatomidae). Seis géneros aparecieron como accesorios *Odontumachus* (Formicidae), *Camponotus* (Formicidae), *Telephanus* (Silvanidae), *Scytodes* (Scytodidae), *Scotophaeus* (Gnaphosidae), *Camponotus* (Cydniidae). Y los géneros *Anoplolepis* (Formicidae), *Calathus* (Carabidae), se clasificaron como accidentales.

Tabla 4. Análisis faunístico de macrofauna edáfica en agroecosistema de referencia durante temporada seca y húmeda en la estación agrostológica de Colonche, 2023.

<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Genero</i>	ÁREA REFERENCIA - PERIÓDO SECO								ÁREA REFERENCIA - PERIÓDO HÚMEDO							
			n ind	n ap	FR %	7 %	c	C	A	n ind	n ap	FR %	7 %	c	C	A		
Isópoda	Porcellionidae	<i>Porcellio</i>	71	5	57 %	M F	D	83 %	W	m a	207	6	81 %	M F	D	100 %	W	m a
Hymenoptera	Formicidae	<i>Odontumachus</i>	25	5	20 %	M F	D	83 %	W	m a	19	3	7%	PF	N D	50%	Y	c
	Formicidae	<i>Camponotus</i>	3	2	2%	PF	N D	33 %	W	d	10	3	4%	PF	N D	50%	Y	d
	Formicidae	<i>Myrmica</i>	1	1	1%	PF	N D	17 %	Z	r	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r
	Formicidae	<i>Anoplolepis</i>	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r	6	1	2%	PF	N D	17%	Z	d
Coleóptera	Silvanidae	<i>Telephanus</i>	8	4	6%	PF	N D	67 %	W	c	3	3	1%	PF	N D	50%	Y	r
	Tenebrionidae	<i>Tenebrio</i>	1	1	1%	PF	N D	17 %	Z	r	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r
	Carabidae	<i>Ophonus</i>	1	1	1%	PF	N D	17 %	Z	r	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r
	Carabidae	<i>Calathus</i>	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r	1	1	0%	PF	N D	17%	Z	r
Araneae	Scytodidae	<i>Scytodes</i>	3	3	2%	PF	N D	50 %	Y	d	2	2	1%	PF	N D	33%	Y	r
	Sicariidae	<i>Loxosceles</i>	1	1	1%	PF	N D	17 %	Z	d	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r
	Gnaphosidae	<i>Scotophaeus</i>	4	3	3%	PF	N D	50 %	Y	c	3	3	1%	PF	N D	50%	Y	r
	Agelenidae	<i>Lycosoides</i>	1	1	1%	PF	N D	17 %	Z	r	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r
	Dysderidae	<i>Dysdera</i>	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r
Hemíptera	Pentatomidae	<i>Euschistus</i>	1	1	1%	PF	N D	17 %	Z	r	1	2	0%	PF	N D	33%	W	r

	Cydnidae	<i>Camponotus</i>	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r	2	3	1%	PF	N D	50%	Y	r
	Cicadellidae	<i>Lassus</i>	1	1	1%	PF	N D	17 %	Z	r	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r
	Anisolabididae	<i>Euborellia</i>	2	2	2%	PF	N D	33 %	W	d	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r
Scolopendromorpha	Scolopocryptidae	<i>Scolopocryptops</i>	1	1	1%	PF	N D	17 %	Z	r	0	0	0%	PF	N D	0%	Z	r
		TOTAL IND	124								254							

3.2 Grupos tróficos

Se observó que para los tres ecosistemas estudiados el grupo de depredadores fue de mayor abundancia con porcentajes de 40% para el cultivo de pastos, el 42% tanto para el cultivo de café como para el área de referencia. Siendo los depredadores insectos como hormigas, arañas, escarabajos y avispa (Figura 4).

Dentro de los grupos funcionales clasificados como fitófagos los géneros más abundantes fueron *Comptonotus* (Cydnidae) y *Aeolus* (Elateridae).

Para el cultivo de pasto los grupos con poca abundancia fueron los fitófagos (escarabajos) y herbívoros (Grillos) ambos con un porcentaje de 7%. En cuanto al cultivo de café los grupos fueron herbívoros (Grillos) y omnívoros (Hormigas) ambos con el 6% y con respecto al área de referencia el grupo que no se encontró abundancia fue para los herbívoros.

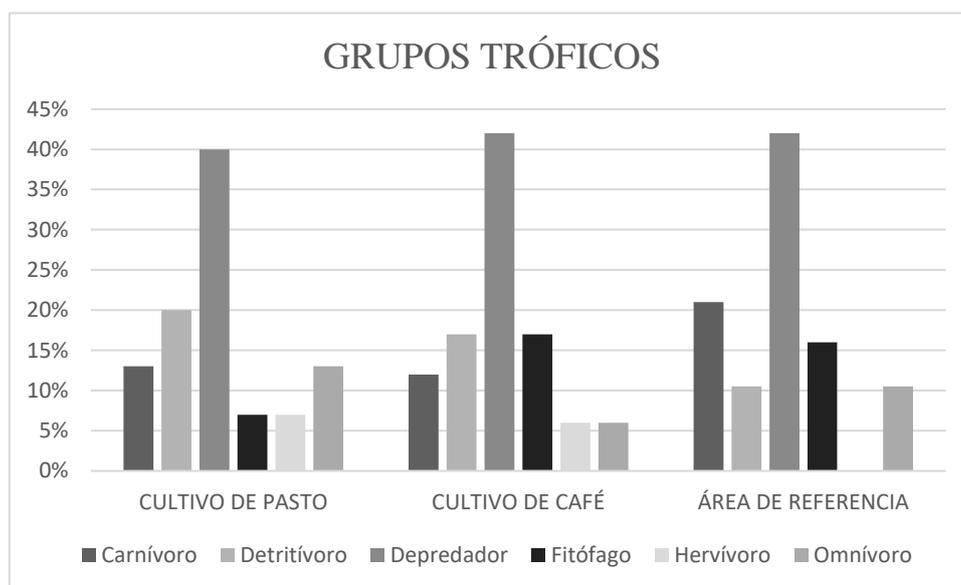


Figura 4. Composición de grupos tróficos en el cultivo de pasto, cultivo de café y el área de referencia.

3.3 Índices de biodiversidad

Los índices de Shannon (H) y Equitabilidad (J) para cultivos de pasto, café y un área de referencia muestran la diversidad y distribución equitativa de especies en estos ecosistemas. El índice de Shannon (H) mide la diversidad específica y los valores más altos en pasto (1.29) y café (1.20) en comparación con el área de referencia (1.14) indican una mayor diversidad en los sistemas agrícolas. La equitabilidad (J), que mide la uniformidad de la distribución de las especies, también es mayor en pasto (0.47) y café (0.41) que en el área de referencia (0.39), sugiriendo que las especies están más equitativamente distribuidas en los sistemas agrícolas que en el área de referencia.

Tabla 5. Índice de comparación y similitud de la macrofauna edáfica en pasto, café y área de referencia.

<i>Indices</i>	<i>Pasto</i>	<i>Café</i>	<i>Área de referencia</i>
<i>Shannon_H</i>	1.29	1.20	1.14
<i>Equitability_J</i>	0.47	0.41	0.39

Un Índice de Sorensen del 82% en cultivos de pasto y del 70% en cultivo de café, en comparación con un área de referencia, indica una alta similitud en la composición de especies vegetales entre los sistemas agrícolas y el ecosistema de referencia, siendo mayor en los cultivos de pasto.

Tabla 6. Índice de Sorensen evaluadas entre pasto y café en comparación con un área de referencia.

ÍNDICE DE SORENSEN		
PASTO	ÁREA DE REFERENCIA	82%
CAFÉ	ÁREA DE REFERENCIA	70%

DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos de acuerdo con la composición de la macrofauna edáfica se observó que en las épocas de lluvias se registró mayor diversidad de macrofauna edáfica esto se debe a que el agua contribuye a ciclos importantes de estos organismos como la respiración, reproducción y alimentación, según Souza *et al* (2016).

Los isópodos fue el orden con mayor presencia para los tres ecosistemas estudiados, en un estudio anterior, Cibils *et al.* (2017), menciona que los isópodos habitan en suelos húmedos, con poca frecuencia de luz, como por ejemplo en la hojarasca, bajo de rocas o piedras, la oscuridad es un factor muy importante ya que este favorece a su reproducción, factores que favorecen su reproducción y abundancia en los ecosistemas. Además, investigaciones realizadas por Habassi *et al.* (2020), determina que los isópodos se han adaptado en lugares desérticos o bosque secos. Esto afirma su presencia en el área de referencia con vegetación nativa de la parroquia Colonche el cual presenta un bosque tropical seco.

Karungi *et al.* (2018), señala que debido a las prácticas agrícolas que se lleva en el cultivo de café proporciona servicios para la actividad de la macrofauna edáfica y esto refleja un notable cambio en la abundancia de macrofauna. El orden crassicitellata solo tuvo apariciones en la temporada húmeda, en cultivo de café, Según Siemann *et al.* (2008), los cambios en condiciones mínimas de humedad de la tierra tienen como resultado menor presencia de residuos, de esta manera afecta a ciertos organismos del suelo como es el caso de las lombrices.

Menéndez y Cabrera (2014) Confirmaron que las trampas son más efectivas porque capturan una mayor diversidad de insectos, especialmente aquellos con mayor movilidad y actividad nocturna y diurna, mientras que los monolitos se enfocan más en organismos menos móviles y diurnos. Esto se debe a que las trampas aprovechan mejor las características de movimiento y comportamiento de los insectos.

En cuanto a los depredadores, se observaron comportamientos similares en los distintos ambientes estudiados, lo cual podría estar relacionado con factores como la temperatura y la humedad del suelo, así como con la cantidad de detritívoros disponibles como fuente de alimento para este grupo funcional, según Cabrera *et al.* (2011) y Pontégnie *et al.*, (2005).

Este bajo índice de diversidad encontrada en las tres zonas de estudio se puede atribuir por las condiciones climáticas y el tipo de bosque que presenta la parroquia

Colonche. Cabrera *et al.* (2022), menciona que existe una inestabilidad en el ambiente edáfico debido a posibles estrés hídrico y propiedades de humedad no óptimas para la macrofauna del suelo, características relacionadas con las condiciones áridas o semiáridas de la zona.

Los resultados de los índices de Shannon (H) y Equitabilidad (J), reflejan prácticas de manejo agrícola que pueden estar fomentando una mayor diversidad y distribución de especies en comparación con el área de referencia natural (Smith *et al.*, 2020; Gomes *et al.*, 2021).

El índice de Sorensen, utilizado para evaluar la diversidad y similitud de comunidades biológicas, sugiere que el cultivo de pasto mantiene una mayor proporción de especies similares a las del bosque, probablemente debido a prácticas agroforestales que conservan más componentes del ecosistema natural en comparación con los cultivos de café (Smith *et al.*, 2020; Gomes *et al.*, 2021).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se identificaron un total de 1815 especímenes de macrofauna edáfica, con mayor abundancia durante la temporada lluviosa. Los órdenes más frecuentes fueron coleóptera, Hemíptera, Hymenoptera, Orthoptera, con Isópodos como el grupo dominante en tres ecosistemas estudiados (pastos, café y área de referencia).

La diversidad y equitatividad de la macrofauna edáfica en la Estación Agrostológica de Colonche, medidas con los índices de Shannon y Equitabilidad, mostraron variaciones según el uso del suelo y la estructura de la vegetación circundante.

Los cultivos de pasto y café presentaron una mayor diversidad y distribución equitativa de especies en comparación con el área de referencia, lo que confirma que las prácticas agrícolas influyen notablemente en la composición y abundancia de la macrofauna edáfica.

Recomendaciones

Implementar nuevas técnicas de trampas y recolección que puedan ser más eficientes y precisas que el método monolito, para obtener una visión más completa y representativa de la macrofauna edáfica.

Se recomienda realizar muestreos e implementar trampas en el área de estudio al finalizar la temporada lluviosa, debido a que en este período se observó una probable mayor diversidad y abundancia de macrofauna edáfica.

REFERENCIAS

- Anderson, J. and Ingram, S. (1993) Tropical soil biology and fertility: A Handbook of Methods. 2nd Ed. Ed. CAB International Publishing. Wallingford, United Kingdom, p. 240.
- Antoniolli, Z., Conceição, P., Böck, V., Port, O., da Silva, D. and da Silva, R. (2006). Alternative method to study soil edaphic fauna. *Ciência Florestal*, 16(4), 407-417.
- Araujo, K., Dantas, R., Viana, P., Parente, H. and de Andrade, P. (2009) Grupos taxonômicos da macro e mesofauna edáfica em área de Caatinga.. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, pp. 4(4), 19..
- Arnaldos, M., Presa, Asensio, J, and García, M. (2011) *Métodos de recolección y procesado. Metodología de estudios experimentales.*, s.l.: s.n.
- Bardgett, R. (2005) The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach.. *Oxford: Oxford University Press.*
- Bardgett, R. and Van de Putter, H. (2014) Biodiversidad subterránea y funcionamiento de los ecosistemas. *Naturaleza* 515, pp. 505-511..
- Barrios, E. (2007) 'Soil biota, ecosystem services and land productivity'. *Ecological Economics*, 64(2), pp. pp. 269-285..
- Basáñez, A., Alanís, J. and Badillo, E. (2008) Composición florística y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido " El Remolino", Papantla, Veracruz.. *Avances en investigación agropecuaria*, 12(2), p. 12 (2).
- Blouin, M., Hodson, ME, Delgado, EA, Baker, G., Brussaard, L., Butt, K. and Brun, J (2013). 'A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services',. *European Journal of Soil Science*, 64(2), pp. 161-182., 64(2), pp. pp. 161-182..
- Bohlen, P., Scheu, S., Hale, C., McLean, M., Migge, S., Groffman, P. and Parkinson, D (2004) 'Non-native invasive earthworms as agents of change in northern temperate forests'. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(8), pp. pp. 427-435..
- Brown, G., Fragoso, C., Barois, I., Rojas, P., Patrón, J., Bueno, J. and Rodríguez, C. (2001) Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta zoológica mexicana* , pp. 79-110..
- Bryman, A. (1989) *Research Methods and Organization Studies (1st ed.)*. Routledge.. [En línea]
Available at: <https://doi.org/10.4324/9780203359648>
- Cabrera Dávila, G. A. A. S. E. G. C. T. T. C. A. M.-M. y. A. L. P., 2017. *Fauna del suelo. Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. s.l.:Editorial AMA, La Habana, 502 pp..
- Cabrera, D. (2019) *Evaluación de la macrofauna edáfica como bioindicador del impacto del uso y calidad del suelo en el occidente de Cuba.*, s.l.: s.n.
- Cabrera, G., Ponce de leon, D., Cortes, E. and Pozo. Q. (2022) «Macrofauna edáfica como bioindicador en ecosistemas semiáridos de la Península de Santa Elena, Ecuador». *Poeyana*, Issue 513.

- Cabrera, D., Jorge, S. and Daniel, P. (2022) Macrofauna edáfica: composición, variación y utilización como bioindicador según el impacto del uso y calidad del suelo. *acta Botánica Cubana*.
- Cabrera, G., 2012. La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *SciELO*, 35(4), pp. 346-363.
- Cabrera, G., Robaina, N. and Ponce de leon, D. (2011) Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba.. *Pastos y forrajes*, 34(3), pp. 331-346..
- Ceccon, E. (2014) *Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*.. s.l.:Ediciones Díaz de Santos.
- Cevallos, M., 2019. *Respuesta del pasto Saboya, establecido bajo dos sistemas de manejo a niveles de fertilización química en la zona de Babahoyo*., s.l.: Tesis de grado. Universidad Técnica de Babahoyo..
- Cibils, X., Waller, A. and Zervino, E. (2017) Biología y manejo del “bicho bolita”(bicho de la humedad). *Revista INIA*, 48, 38-41., Issue 48, pp. 38-41.
- Climate Data (2023) Clima en Colonche. Disponible en: <https://en.climate-data.org/southamerica/ecuador/santa-elena-province/colonche-178308/#temperature-graph>. Consultado: 10/3/2024.
- Coleman, D. Crossley, D. and Hendrix, P. (2004) *Fundamentals of Soil Ecology*.. 2nd edn. Burlington: Elsevier Academic Press.
- Contandriopoulos, A. P. e. a., 1994. Saber Preparar uma Pesquisa. *São Paulo-Rio de Janeiro: Hucitec/Abrasco*.
- De Vries, F., Thébault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M., Bjørnlund, L. and Bardgett, R. (2013) Las propiedades de la red alimentaria del suelo explican los servicios ecosistémicos en los sistemas europeos de uso de la tierra. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias* , pp. 110 (35), 14296-14301..
- Díaz, M., Rionda, M., Duhour, A. and Momo, F. (2014) Artrópodos del suelo: Relaciones entre la composición faunística y la intensificación agropecuaria.. *Ecología austral*, 24(3), pp. 327-334.
- Escobar, A., Bartolomé, J. and González, N. (2017) Estudio comparativo macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, Nicaragua. *Rev. Científica FAREM-Estelí*, Issue 22, pp. 39-49.
- Geoportal, (2023) *Geoportal del Agro Ecuatoriano*. [En línea] Available at: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>
- Cabrera, G. and López, G. (2018) Caracterización ecológica de la macrofauna edáfica en dos sitios de bosque siempreverde en El Salón, Sierra del Rosario, Cuba. *Bosque (Valdivia)*, 39(3).
- Gomes, L., Cardoso, E.J., Moreira, M. and Pereira, J. (2021) Plant diversity and soil properties in agroforestry systems compared to secondary forests in the Atlantic Forest, Brazil.. *Agroforestry Systems*, 95(2), pp. 215-227..

- González, A. (2020) Fauna edáfica: un año de estudio en sistemas agrícolas ecológicos y convencionales. *tesis de grado, Universidad de Laguna*.
- González, G., Ley, R., Schmidt, S., Zou, X. and Seastedt, T. (2001) Soil ecological interactions: comparisons between tropical and subalpine forests.. *Oecologia*, 128(4), pp. 549-556.
- Grisel, C., Jorge, S. and Daniel, P. (2022) Macrofauna edáfica: composición, variación y utilización como bioindicador según el impacto del uso y calidad del suelo. *acta Botánica Cubana* , Volumen 221.
- Habassi, A., Khemaissia, H. and Nasri-Ammar, K. (2020) Respuestas ecofisiológicas del isópodo del desierto *Hemilepistus reaumurii* a los efectos combinados del termoperíodo y el fotoperíodo. *Biología*, 75(12), pp. 2251-2260..
- Hammer, Ø., Harper, D. and Ryan, P. (2001). PASADO: paquete de programas de estadística paleontológica para enseñanza y análisis de datos. *Paleontol. Electrón*, 4 (1), 4.
- Hernández, M., Ramírez, W., Zurita, A. and Boulandier, M. (2020) Biodiversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en dos sistemas ganaderos en Sancti Spíritus, Cuba.. *Pastos y Forrajes*, 43(1), pp. 18-25..
- Jiménez, J., Filser, J., Barot, S. and Berg, M. (2020) Soil fauna: key to soil organic matter dynamics and modelling. *Handbook of Methods*.
- Jost, L., and González, J. (2012) Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon.. *Acta zoológica lilloana*, pp. 3-14..
- Karungi, J., Cherukut, S., Ijala, A., Tumuhairwe, J., Bonabana-Wabbi, J., Nuppenau, E. and Otte, A. (2018) Elevation and cropping system as drivers of microclimate and abundance of soil macrofauna in coffee farmlands in mountainous ecologies. *Ecología de suelos aplicada* , Volumen 132, pp. 126-134..
- Lavelle, P., España, A., Blouin, M., Brown, G., Decaëns, T., Grimaldi, M., and Zangerlé, A. (2016) Ingenieros de ecosistemas en un suelo autoorganizado: una revisión de conceptos y futuras preguntas de investigación. *Ciencia del suelo*, 181((3/4)), pp. 91-10.
- Lavelle, P. (2002) Functional domains in soils. *Ecological research*, 17(4), pp. 441-450.
- Lavelle, P., Bignell, D., Lepage, M., Wolters, V., Roger, P., Ineson, P. and Dhillion, S., (2006) Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers'. *European Journal of Soil Biology*, 42(Supplement 1), pp. S91-S10
- Lavelle, P., Blanchart, E., Martín, A., Martín, S. and España, A. (1993) Un modelo jerárquico de descomposición en ecosistemas terrestres: aplicación a suelos del trópico húmedo.. *Biotrópica* , 25(2), pp. 130-150.
- Lavelle, P., Dangerfield, M., Fragoso, C., Eschenbrenner, V., Lopez-Hernandez, D., Pashanasi, B. and Brussaard, L. (1994) The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility.. En: M. S. PL Woome, ed. *La gestión biológica de la fertilidad de los suelos tropicales*. . s.l.:s.n., pp. 137-169..
- Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F. and Rossi, J. (2006) Invertebrados del suelo y servicios ecosistémicos. *European Journal of Soil Biology*, Volumen 42, pp. S3-S15.

- Lehfeld, Y. (2007) Apresentação de trabalhos Acadêmicos: uso das Normas da ABNT.. .
São Paulo: digitado.
- Magurrán, A. (2004) Medición de la Diversidad Biológica. *Editorial Blackwell, India.*
- Magurran, A. (1988) Ecological diversity and its measurement. C. Helm (Ed.). New Jersey, EE.UU.. *Princeton University Press.*
- Marconi, M. and Lakatos, E. (2017) Fundamentos de metodología científica, São Paulo: Atlas, 8. ed.
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G. and Gleiser, R. (2012) Manual de Ecología. Evaluación de la biodiversidad. *Reduca (Biología)*, 5(1).
- Martínez, J., Higuera, N. and Morales, J. (2017) Caracterización química, física y biológica de suelos de la granja agroecológica Uniminuto-Villavicencio (Meta). (*Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios*).
- Menéndez, Y. and Cabrera, Y. (2014) Macrofauna de hojarasca en dos sistemas con diferente uso del suelo y manejo en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 48(2).
- Montenegro, S., Nieto, L., and Giraldo., R. (2022) Efecto de prácticas agroecológicas en la conservación del suelo de la Zona de Reserva Campesina de San Isidro, Pr dera, Valle del Cauca. *Entramado*, 18(2)., 18(2).
- Moraes, C., Haddad, M., Silveira, N. and Reyes, E. (2003) Software para análisis de fauna. En: VIII Simposio de control biológico. S. Pedro, SP
- Moreira., F. (2012) Manual de Biología de suelos tropicales: muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo. *Instituto Nacional de Ecología, Nayarit, México* , pp. p. 350, ISBN: 9786077908319. .
- Mostacedo, B. and Fredericksen, T. (2000) Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. *Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Froestal Sostenible (BOLFOR)*., Volumen 87.
- Navarro, G. (2013) *Química agrícola: química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas*. s.l.:Ediciones Mundi-Prensa.
- Pessim, C. P. M. S. S. N. & J. L., 2015. Chromosome stickiness impairs meiosis and influences reproductive success in *Panicum maximum* (Poaceae) hybrid plants. *Genetics and Molecular Research: GMR*.
- Pielou, C. (1966) La medición de la diversidad en diferentes tipos de colecciones biológicas.. *Revista de biología teórica* , Volumen 13 , pp. 131-144..
- Pla, L. (2006) Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza.. *Interciencia*, 31(8), pp. 583-590..
- Pontégnie, M., de Warnaffe, GDB. and Lebrun, P. (2005) Impactos de las prácticas silvícolas en la estructura de la comunidad de macrofauna hemiedáfica.. *Pedobiología* , 49(3), pp. 199-210..
- Pozo Quiroz, J. A. (2020) Caracterización de la macrofauna edáfica como bioindicador del impacto de dos usos de la tierra en el centro de apoyo Manglaralto. *Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena.*

- Rodriguez, w., 2007. *Riqueza e Diversidade de Espécies*. [En línea] Available at: <http://www.fernandosantiago.com.br/riqdiver.pdf>
- Romero, D. (2017) *Evaluación de la macrofauna en el suelo de las chacras familiares en la comunidad Fakcha Lllakta*, s.l.: Bachelor's thesis.
- Samson, F., Knopf, F., Jones, C., Lawton, J. and Shachak, M. (1996) Organisms as Ecosystem Engineers. En: *Ecosystem Management: Selected Readings*. New York, NY: Springer, pp. 130-147.
- Siemann, Wolfgang. W., Weisser. and Evan (2008) *Los insectos y la función del ecosistema*. 1 ed. s.l.:Springer-Verlag Berlín Heidelberg .
- Sierra, R. (1999) Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. *Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia*. Quito, Ecuador.
- Da Silva, E. and Menezes, E. (2000) Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. *Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis*.
- Silveira N., Monteiro, C., Zucchi, A. and De Moraes, C. (1995) Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental.. *Scientia agrícola*, 52(1), pp. 9-15..
- Smith, J., Wolfe, M., Woodward, S., Taylor, R. and Graves, A. (2020) The role of agroforestry in building livelihood resilience to floods and drought in semiarid Kenya.. *Agroforestry Systems*, 94(1), pp. 1-17..
- Souza, S., Cassol, P., Baretta, D., Bartz, M., Klauberg Filho, O., Mafra, Á. and Rosa, M. (2016) Abundancia y Diversidad de Macrofauna del Suelo en Bosque Nativo, Plantaciones de Eucalipto, Pastos Perennes, Cultivos-Ganadería Integrados y Cultivos sin Labranza. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Volumen 40, p. e0150248.
- Stechauer, R. and Madriñán, R. (2013) Interacción macrofauna-microbiota: efectos de la transformación de residuos de COSECHA SOBRE la actividad de β -glucosidasa edáfica. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), pp. 184 - 195.
- Taberlet, P., Coissac, E., Haiibabaei, M., and Rieseberg, L. (2012) 'Environmental DNA'. *Molecular Ecology*, 21(8), pp. pp. 1789-1793..
- Tovar, A., Cuéllar, L. and Suárez, L. (2020) IMPORTANCIA DE LA BIOTA EDÁFICA PARA LA PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS. *Revista Nova*, pp. 27-38.
- Valdes, Y., (2016) El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas.. *Cultivos tropicales*, 37(4), pp. 34-56..
- Zerbino, M., Altier, N. Morón, A. and Rodríguez, C. (2008) Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia*, pp. 44-55..
- Zerbino, S., and Altier, N. (2013) *La biodiversidad del suelo su importancia para el funcionamiento de los ecosistemas*. [En línea] Available at: [Uruguay.\[En línea\]: http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_186.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_186.pdf) [Último acceso: Consultado el 7 junio de 2017].

ANEXOS



Figura 1A. Ecosistema 1. Cultivos de Pastos



Figura 2A. Ecosistema 2. Cultivo de Café



Figura 3A. Ecosistema 3. Área de referencia



Figura 4A. Selección y preparación del monolito a muestrear



Figura 5A. Monolito realizado en el área de pastos



Figura A6. Extracción manual de la macrofauna del suelo



Figura A7. Implementación de trampa Provid



Figura A8. Colocación de 200ml de solución de detergente a la trampa provid



Figura A9. Colocación de dos gotas de formol al 2% a la trampa



Figura A10. Cubrir con hojarasca y residuos vegetales a las trampas



Figura A11. Extracción de la macrofauna edáfica de las trampas



Figura A12. Macrofauna recolectada y etiquetada de la temporada seca



Figura A13. Macrofauna recolectada y etiquetada de la temporada húmeda

GALERIA

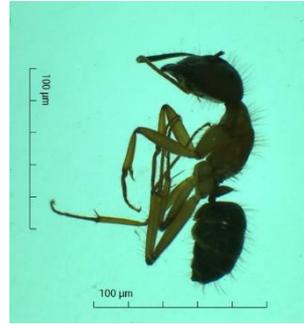


Clase: Insecta
Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Género: Odontumachus



Clase: Insecta
Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Género: Myrmica

HORMIGAS

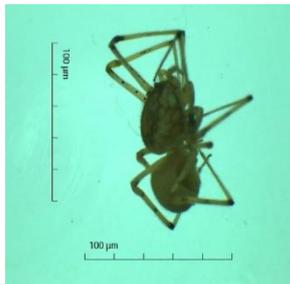


Clase: Insecta
Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Género: Camponotus



Clase: Insecta
Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Género: Anoplolepis

ARAÑAS



Clase: Arachnida
Orden: Araneae
Familia: Scytodidae
Género: Scytodes



Clase: Arachnida
Orden: Araneae
Familia: Sicariidae
Género: Loxosceles



Clase: Arachnida
Orden: Araneae
Familia: Gnaphosidae
Género: Scotophaeus

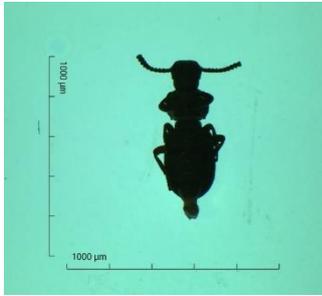


Clase: Arachnida
Orden: Araneae
Familia: Agelenidae
Género: Lycosoides



Clase: Arachnida
Orden: Araneae
Familia: Dysderidae
Género: Dysdera

ESCARABAJOS



Clase: Insecta
Orden: Coleóptera
Familia: Tenebrionidae
Género: Tenebrio



Clase: Insecta
Orden: Coleóptera
Familia: Carabidae
Género: Ophus



Clase: Insecta
Orden: Coleóptera
Familia: Carabidae
Género: Calathus



Clase: Insecta
Orden: Hemíptera
Familia: Cydnidae
Género: Camponotus



Clase: Insecta
Orden: Coleóptera
Familia: Elitaridae
Género: Aeolus

CHINCHES



Clase: Insecta
Orden: Hemiptera
Familia: Pentatomidae
Género: Euschistus



Clase: Insecta
Orden: Hemiptera
Familia: Elitaridae
Género: Rhyparochromidae

COCHINILLA



Clase: Malacostraca
Orden: Isópoda
Familia: Porcellionidae
Género: Porcellio

CIEMPIÉS



Clase: Chilopoda
Orden: Scolopendromorpha
Familia: Scolopocryptopidae
Género: Scolopocryptops

CHICHARITA



Clase: Insecta
Orden: Hemiptera
Familia: Cicadellidae
Género: Lassus

GRILLO



Clase: Insecta
Orden: Orthoptera
Familia: Gryllidae
Género: Telegryllus

AVISPA



Clase: Insecta
Orden: Hymenoptera
Familia: Sphecidae
Género: Spheg

LOMBRICES



Clase: Clitellata
Orden: Crassicitellata
Familia: Lumbricidae
Género: Eisenia

TIJERAS DE PATAS ANILLADAS



Clase: Insecta
Orden: Dermáptera
Familia: Anisobabidae
Género: Euborellia

MANTIS



Clase: Insecta
Orden: Mantodea
Familia: Thespidae
Género: Onigonicella