



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

**CARACTERIZACIÓN DE LA MACROFAUNA EDAFICA
COMO BIOINDICADOR EN LA COMUNA COLONCHE**

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autor: Isabel Janela Rosales Tomalá

LA LIBERTAD, NOVIEMBRE 2024



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

**CARACTERIZACIÓN DE LA MACROFAUNA EDAFICA
COMO BIOINDICADOR EN LA COMUNA COLONCHE**

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autor/a: Isabel Janela Rosales Tomalá

Tutor/a: Ing. Daniel Ponce de León Lima. Ph.D.

Cotutor: Blga. Grisel Cabrera Dávila. Ph.D.

LA LIBERTAD, 2024

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Isabel Janela Rosales Tomalá** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniera Agropecuaria de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 11/12/2024.



Ing. Verónica Cristina Andrade
Yucailla, Ph.D.
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Nadia Rosaura Quevedo Pinos
PhD.
**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**DANIEL
ANTONIO
PONCE
DE LEON
LIMA**

Firmado digitalmente por:
DANIEL ANTONIO
PONCE DE LEON LIMA
DN: cn=DANIEL ANTONIO
PONCE DE LEON LIMA
c=EC, o=QUITO e=BANCO
CENTRAL DEL ECUADOR
ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION-EC/ICE
Motivo: Soy el autor de este
documento
Ubicación:
Fecha: 2025-01-13
11:12:05:00



Ing. Daniel Ponce de León Lima, PhD.

**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Nadia Rosaura Quevedo Pinos
PhD.
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



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

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios, quien me ha guiado en esta etapa de mi vida por darme fuerzas para continuar, así mismo a mis padres infinitamente por siempre estar para mí y ofrecerme todo su apoyo y amor incondicional, los cuales son mi motivo y mi fuente de inspiración para seguir.

A Jammes Roca por brindarme en todo momento su apoyo incondicional siempre, por motivarme y ayudarme, quien es parte de mi vida y aprecio mucho.

A mi tutor, Ing. Daniel Ponce de León lima, Ph. D. por las tutorías y recomendaciones impartidas a lo largo de este estudio de investigación que permitieron concluir de manera positiva.

Especialmente a mis tías por estar siempre para mí y por compartir momentos maravillosos juntas y por sus valiosos consejos.

Extiendo mi más sincera gratitud a todos mis amigos por apoyarme siempre y por estar en los momentos más difíciles, siempre están presentes en mí, los llevo en mi corazón.

Isabel Rosales Tomalá

DEDICATORIA

Esta investigación es dedicada a principalmente a Dios, quien me da fuerzas y me fortalece día a día para seguir esforzándome en mis estudios y por cual, lo sigo haciendo siempre, pase a las dificultades que se han presentado a lo largo de este camino, siempre eh mantenido la firmeza y la convicción del propósito que hay en mi vida, por cual estoy muy agradecida por permitirme cumplir una meta que tanto e anhelado durante muchos años. También este logro va dedicado a mi madre, aunque ya no esté presente sé que siempre está cuidándome y guiando mis pasos, a ella, quien tanto anhelaba que yo pudiera formar mi vida profesional.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Comuna colonche, provincia de Santa Elena, Ecuador donde se evaluaron las comunidades de organismos faunísticos en dos sistemas de usos de la tierra, los cuales fueron cultivos de ciclo corto y bosque seco tropical regenerado, en lo cual se determinó la diversidad, riqueza, dominancia de la macrofauna edáfica, que habita en los diversos ecosistemas, los organismos recolectados tienen un tamaño $>$ a 2mm, con una totalidad de 16 monolitos, las dimensiones del muestreo fue de 25x25x 30 cm, los cuales pertenecen a ambos usos de la tierra, siendo clasificados e identificados taxonómicamente, para luego ser fotografiados, teniendo un registro final de los mismos, además se evaluaron en ambos sistemas, los índices de biodiversidad, la densidad de los grupos funcionales, indicador detritívoro/no detritívoro seguido de la correlación de Spearman Rho, análisis estadístico Kruskal – Wallis y TSBF, el mayor número de organismos recolectados fue en el área de bosque con 1800 individuos haciendo énfasis en las familias con mayor proporción Termitidae y Formicidae , en cuanto al sistema de cultivo evidencio 1600 organismos, así mismo con predominancia en Termitidae de seguido de la familia Glossoscolecidae.

Palabras claves: Organismos faunísticos, Diversos ecosistemas, Biodiversidad.

ABSTRACT

The present study was carried out in the Colonche Commune, province of Santa Elena, Ecuador, where the communities of faunal organisms were evaluated in two land use systems, which were short-cycle crops and regenerated tropical dry forest, in which the diversity, richness and dominance of the edaphic macrofauna that inhabits the different ecosystems were determined, The organisms collected have a size $> 2\text{mm}$, with a total of 16 monoliths, the dimensions of the sampling were $25 \times 25 \times 30$ cm, which belong to both land uses, being classified and identified taxonomically, They were taxonomically classified and identified, and then photographed, having a final record of them. In addition, biodiversity indexes, density of functional groups, detritivore/non-detritivore indicator followed by Spearman Rho correlation, Kruskal-Wallis statistical analysis and TSBF were evaluated in both systems, the highest number of organisms collected was in the forest area with 1800 individuals, emphasizing the families with the highest proportion Termitidae and Formicidae, as for the cultivation system it evidenced 1600 organisms, with a predominance of Termitidae followed by the family Glossoscolecidae.

Key words: Faunal organisms, Diverse ecosystems, Biodiversity.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**CARACTERIZACIÓN DE LA MACROFAUNA EDAFICA COMO BIOINDICADOR EN LA COMUNA COLONCHE**” y elaborado por **Isabel Janela Rosales Tomalá**, 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".



Firmado electrónicamente por:
**ISABEL JANELA
ROSALES TOMALA**

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico	2
Justificación	2
Objetivos	2
Objetivo General:	2
Objetivos Específicos:	2
Hipótesis	3
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 Suelo	4
1.1.1 El efecto del clima sobre la fauna del suelo.....	4
1.2 Fauna edáfica	4
1.2.1 Microfauna edáfica	5
1.2.2 Mesofauna edáfica	6
1.2.3 Macrofauna edáfica.....	6
1.3 Agrupación funcional de organismos faunísticos	7
1.3.1 Ingenieros del ecosistema	7
1.3.2 Transformadoras de hojarasca	7
1.3.3 Predadores y herbívoros.....	8
1.3.4 Ingenieros del suelo y cambios en el uso de la tierra.....	8
1.4 Tipos de organismos macro faunísticos	8
1.4.1 Lombriz de tierra	8
1.4.2 Coleópteros	9
1.4.3 Isópteros.....	9
1.4.4 Miriápodos	10
1.4.5 Arañas	10
1.4.6 Babosas y caracoles	10
1.4.7 Moscas y mosquitos.....	11
1.5 Estado de conservación del suelo	11
1.5.1 Relación entre la conservación del suelo y estado biológico.....	11
1.6 Índices de biodiversidad	12
1.6.1 Índice de diversidad	12
1.6.2 Índice de Shannon.....	12
1.6.3 Índice de Simpson.....	12
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	14
2.1 Caracterización del área	14
2.2 Materiales, equipos y reactivos	15
2.2.1 Materiales de campo	15
2.2.2 Materiales de laboratorio	16
2.2.3 Equipos	16
2.2.4 Software	16
2.2.5 Reactivos.....	17
2.2.6 Libros y colecciones	17
2.3 Diseño experimental	17
2.3.1 Tipo de investigación.....	17
2.3.2 Esquema de muestreo aleatorio estratificado.....	17
2.3.3 Descripción de variables	17
2.4 Manejo del experimento	18
2.4.1 Selección de las áreas a estudiar	18

2.4.2	Muestreo e identificación de los organismos faunísticos	18
2.5	Análisis estadístico de los resultados.....	19
2.5.1	Test kruskal – Wallis	19
2.5.2	TBSF.....	19
2.5.3	Spearman Rho.....	19
3.1	Análisis de usos de la tierra	20
3.2	Análisis comparativo y composición de las propiedades fisicoquímicas y químicas del suelo	21
3.3	Familias de los organismos faunísticos encontrados en el estudio	26
3.4	Curvas de Rango abundancia de la macrofauna edáfica en dos usos de tierra	28
3.5	Índices de biodiversidad de la macrofauna edáfica.....	30
3.6	Densidad de la macrofauna y grupos funcionales	32
3.7	Indicador biológico Detritívoros/ No detritívoros de la macrofauna edáfica	33
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
	ANEXOS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. clasificación de la fauna edáfica basada en su tamaño corporal.....	5
Tabla 2. clasificación taxonómica de los integrantes de la macrofauna.....	6
Tabla 3. variables físicas y químicas de las propiedades del suelo en los dos sistemas de estudio Bosque seco tropical y cultivo de ciclo corto	22
Tabla 4. composición de las comunidades de la macrofauna edáfica a nivel taxonómica y funcional, estudiados en los sistemas de usos de la tierra, bosque seco tropical regenerado y cultivos de ciclo corto, en la comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador.....	26

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1. Climograma de la Comuna Las Balsas mostrando las precipitaciones (mm) y temperaturas medias mensuales(°C).....	14
Imagen 2. Ubicación de los diferentes puntos donde se realizó el muestreo de los organismos faunísticos del suelo en la comuna Las Balsas	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico (box plot) donde se muestra variables pH y MO en ambos sistemas de uso bosque seco tropical y cultivo de ciclo corto.....	25
Figura 2. Gráfico (box plot) donde se muestra variables K y Ca en ambos sistemas de uso bosque seco tropical y cultivo de ciclo corto.	25
Figura 3. Curvas de Rango Abundancia de la macrofauna edáfica del suelo en los diferentes sistemas de uso de la tierra estudiados en la comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador. Rojo: Bosque seco tropical, Azul: cultivos de ciclo corto, puntos (cantidad de familia con 0 organismos.	28
Figura 4. Se presentan los histogramas con frecuencia de los índices de biodiversidad del bosque seco tropical regenerado y cultivos de ciclo corto de la macrofauna edáfica del suelo, estudiados en la comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador. A: Bosque seco tropical, B: cultivo de ciclo corto. Entre ellos Shannon H, Simpson D, Riqueza S, Igualdad J.....	31
Figura 5. Caja (box plot) diagrama de la densidad de los grupos funcionales de la macrofauna edáfica, Depredadores, Detritívoros (abundancia de termitas) Herbívoros, Omnívoros. En los sistemas de uso de la tierra estudiados en la Comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador. A: Bosque seco tropical, B: cultivos de ciclo corto.	32
Figura 6. Indicador Detritívoros/No Detritívoros de la macrofauna en la zona de Bosque seco tropical regenerado en la comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador. La gráfica representa barras que determinan la mayor abundancia de los grupos funcionales	34
Figura 7. Indicador Detritívoros/No Detritívoros de la macrofauna en la zona de Cultivo de ciclo corto en la comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador. La gráfica representa barras que determinan la mayor abundancia de los grupos funcionales.....	34
Figura 8. Matriz de muestreo de la macrofauna edáfica en dos usos de tierra: Bosque seco tropical y Cultivos de ciclo corto.....	48
Figura 9. Matriz de las propiedades físicas y químicas de los sistemas de Bosque seco tropical y Cultivo de ciclo corto.	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A: Muestreo de la macrofauna edáfica	44
Figura 2A: Conservación de los organismos del suelo	44
Figura 3A: Identificación de los organismos en el laboratorio.	44
Figura 4A: Toma de fotografías de los organismos.	44

INTRODUCCIÓN

El suelo está conformado por una gran biodiversidad, en él se llevan a cabo procesos naturales indispensables para la supervivencia de los ecosistemas y los organismos. Sin embargo, esto puede verse afectado por el uso excesivo e incontrolado de químicos, la intensificación agrícola, el sobrepastoreo y la sobreexplotación. Por lo tanto, un mal uso del suelo altera sus condiciones biológicas. Los organismos que habitan en el suelo desempeñan funciones importantes para mejorar su calidad. Estos seres descomponen los residuos y la materia orgánica, contribuyendo a los procesos de reciclaje y liberación de nutrientes. A su vez, mejoran la estructura del suelo de manera ecológica, gracias a su interacción constante con el ecosistema (Ayan *et al.*, 2021).

La macrofauna, mesofauna y microfauna edáfica es actualmente utilizada para evaluar la fertilidad y estado ecológico del suelo, es decir, es utilizada como indicador biológico, cuando hablamos de indicador biológico, se refiere a que estos evalúan el estado de salud del suelo midiendo el impacto del uso de la tierra y de la calidad del ambiente edáfico, debido a la función ecológica que obtiene en función a las propiedades físicas y químicas del suelo (G. Cabrera-Dávila *et al.*, 2017).

La macrofauna edáfica tiene diversas funciones en los suelos ya que estos organismos son abundantes e importantes para el funcionamiento del suelo, los cuales influyen en los procesos de descomposición y mineralización de nutrientes permitiendo cambios en las variables del suelo, se conocen entre ellos como ingenieros del mismo, ya que intervienen en la formación de poros, en la filtración del agua y ayudan a mantener la humedad del suelo (Murillo-Cuevas *et al.*, 2019).

Las Balsas, perteneciente a la parroquia Colonche y ubicada en la parte norte de la provincia de Santa Elena, cuenta con un bosque seco tropical. Es uno de los pocos lugares en la provincia donde se encuentran dos tipos de ecosistemas: bosque húmedo y bosque seco, con una abundante diversidad de fauna y flora. El objetivo del presente proyecto es utilizar la macrofauna edáfica como bioindicador en dos tipos de uso de la tierra: cultivos de ciclo corto y bosque seco tropical, con el fin de determinar la calidad del suelo mediante las funciones ecológicas y los servicios ecosistémicos únicos que estos organismos producen.

Problema Científico

¿Cuál será el diagnóstico de la calidad del suelo que poseen las áreas con cultivos de ciclo corto y bosque seco tropical en Colonche evaluados mediante indicadores biológicos macro faunísticos?

Justificación

El estudio de la macrofauna del suelo en la Comuna Colonche es indispensable para comprender, la calidad de los suelos y su relación con los organismos que habitan en los ecosistemas, considerándose como indicadores biológicos, al analizar la diversidad, abundancia y riqueza de estos organismos proporciona una comprensión del estado ecológico de los suelos en los ecosistemas, influyendo así en la conservación de bosques y áreas de cultivos, además al ser comparadas estas zonas de estudio se evalúa la fertilidad y perturbación a través de la macrofauna edáfica del suelo proporcionando información fundamental para la conservación y restauración de los suelos. Este estudio es muy importante ya que promueve datos importantes de dos zonas de estudio para determinar la calidad de los suelos.

Objetivos

Objetivo General:

- Analizar a través de indicadores macro faunísticos el estado ecológico que presentan los suelos bajo dos usos de tierra en las áreas a estudiar en la comuna Colonche.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el comportamiento que presentan los indicadores biológicos de acuerdo con el medio en el que se desarrollan mediante el estudio de áreas en cultivos de ciclo corto y bosque seco nativo en Colonche.
- Determinar el estado y calidad de los suelos que se presentan mediante la macrofauna edáfica.

Hipótesis

La macrofauna tiene mayor potencial para modificar el ambiente del suelo a través de su actividad biológica lo que conlleva a que estos sean indicadores fundamentales al cambio que sufre el medio ambiente y suelo.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Suelo

El suelo es un conjunto de capas compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua combinado con varios factores como el clima topografía organismo, así mismo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas.

La tierra cuenta con un gran número de organismos y tiende a ser fértil, cabe resaltar que un metro cuadrado de suelo fértil puede contener hasta 1.000.000.000 de organismos, los mismos que en su mayoría de funciones tienden a ser beneficiosos. La tierra que cabe en una cuchara puede encerrar un millón de bacterias, además de cientos de miles de células de levaduras y pequeños hongos (Aakanksha *et al.*, 2024).

El efecto del clima sobre la fauna del suelo

El factor que influye en la modificación sobre el suelo es el clima que incide en la macro, micro y fauna que tiene el hábitat que este contiene, mostrando afecciones de las reacciones químicas, la temperatura y la humedad del suelo afectando la actividad de la fauna edáfica, mientras que la actividad de la fauna edáfica puede afectar la estructura y la composición del suelo (Marquéz, 2021).

Los invertebrados del suelo dependen del pH, la humedad y la temperatura, los cuales están fuertemente determinados por el macro clima. En consecuencia a los servicios ecosistémicos como la descomposición, dependen de estos parámetros (Szabó *et al.*, 2023). Según (Machado-Cuellar *et al.*, 2021) manifiesta que la composición de la macrofauna está asociada a los factores climáticos, propiedades del suelo y especies de plantas, estas variables influyen en la composición y función de la macrofauna del suelo, por lo tanto, son beneficiosas en condiciones edafoclimáticas particulares y son de gran utilidad para la implementación de prácticas sostenibles ya que promuevan entornos favorables para aumentar sus funciones ecológicas.

1.2 Fauna edáfica

La fauna edáfica está conformada por redes tróficas que contribuyen esencialmente al funcionamiento sustentable de los ecosistemas. Su composición y diversidad esta acoplada con el tipo, edad, diversidad, estructura y manejo de los cultivos, los organismos edáficos han cobrado importancia como herramienta para evaluar el funcionamiento y sustentabilidad del suelo (Aarmendano, Rouaux and Salazar Martínez, 2018).

Podemos destacar las funciones benéficas que realiza la biota del suelo como: reciclaje de nutrientes, descomposición de la materia orgánica, mantenimiento de la estructura del suelo, funciones para evaluación de salud del suelo, regulación de plagas. La fauna se clasifica de acuerdo con el ancho de cuerpo: macrofauna >2.0 mm; mesofauna 0.1-2.0 mm; y microfauna <0.1 mm (Machado Cuellar, Rodríguez and Orduz, 2021).

Tabla 1. clasificación de la fauna edáfica basada en su tamaño corporal

<i>Clasificación</i>	<i>Categoría</i>	<i>Tamaño</i>	<i>Organismos del suelo</i>
<i>Microorganismos</i>	Microflora	< 5 µm	Bacterias y Hongos
	Microfauna	< 100 µm	Protozoarios y nemátodos
<i>Macroorganismos</i>	Mesofauna	100 µm- 2 µm	Gusanos de primavera y ácaros
	Macrofauna	2-20 mm	Lombrices, milpiés, escarabajos, caracoles y babosas.

Fuente: (Cabrera, 2012).

La variedad de microorganismos edáficos han demostrado ser un componente importante para el mantenimiento de la fertilidad del suelo Santos Villalobos *et al.*, (2018) realizaron un experimento donde detalla que el uso de microorganismos edáficos como base de fertilizantes, siendo una alternativa sostenible ya que ayuda a incrementar la producción de cultivos.

Existen diversos invertebrados en el suelo, los cuales son responsables de distintas funciones del ecosistema por ello se hace énfasis a la fauna edáfica del suelo. Góes *et al.*, (2021) en su estudio de investigación caracterizó la distribución de la macrofauna edáfica en diferentes usos de suelo y diferentes épocas del año, Bosque Nativo y Cultivo de Soya, evaluando su uso como bioindicador de la calidad del suelo, dando como resultado una gran diversidad de organismos edáficos, siendo *Collembola*, *Hymenoptera* y *Acarina* los grupos con mayor abundancia en el total de las evaluaciones realizadas.

Microfauna edáfica

Las funciones ecológicas que estos microorganismos menor a 1mm de diámetro, realizan en el suelo incluyen beneficios como: mineralización de nutrientes, descomposición de la materia orgánica, degradación de tóxicos y regulación de agentes patógenos, entre ellos encontramos a los nematodos y protoctistas, normalmente representan una riqueza genérica

y de especies muy alta, siendo muy importantes en la regulación de abundancia y actividad microbiana (Martínez, 2022).

Mesofauna edáfica

La mesofauna edáfica se clasifica por incluir organismos de 2mm de dimensiones, que en el suelo participan en los procesos de descomposición de la materia orgánica, aceleración y reciclaje de los nutrientes, mineralización del fósforo y el nitrógeno, (Socarrás, 2013), menciona que un ejemplo de ellos son los colémbolos y ácaros que actúan como transformadores de hojarasca y micro predadores forrajeros de hongos, bacterias, además, estos ejercen un importante papel regulatorio dentro de la biota del suelo.

Macrofauna edáfica

La macrofauna edáfica es diversa, abundante y multifuncional, puesto que, agrupa invertebrados mayores de 2 mm de diámetro, los cuales son considerados indicadores biológicos entre ellos se encuentran: termitas, hormigas y lombrices, especies de mil pies y escarabajos. Los mismos participan en diferentes procesos y servicios ecosistémicos permitiendo mantener la calidad y la fertilidad del suelo puesto que, como ingenieros del ecosistema en la formación de poros, la infiltración de agua y la humificación y mineralización de la materia orgánica (Gracia, 2024).

En diferentes investigaciones previas se demostró que la presencia de lombrices resulta ser muy benéfica, ya que aumenta la necromasa microbiana en fracciones estables de macro y micro agregados, mejorando la resiliencia a las alteraciones facilitando el almacenamiento de carbono orgánico. La actividad de los invertebrados, incluyendo las lombrices, influye en la protección del carbono orgánico poco humificado, mientras que (Franco *et al.*, 2020) manifiesta que, al analizar diferentes grupos de invertebrados, se encontró que las termitas juegan un papel más significativo en este proceso comparado con las lombrices de tierra, los coleópteros y las hormigas.

Tabla 2. clasificación taxonómica de los integrantes de la macrofauna

NOMBRE COMUN	GRUPO TAXONOMICO	GRUPO FUNCIONAL
Lombrices de tierra	Orden: Haplotaxida Familia: Megascolecidae Especie: <i>polyheretima, Onychochaeta elegans</i>	Detritívoros e Ingenieros del suelo.
Babosas y caracoles	Familia: Subulinidae Especie: <i>Subulina octona</i>	Detritívoros Depredadores
Cochinillas	Orden: Isopoda Familia: Trachelipidae	Detritívoros
Milpiés	Clase: Diplópodo	Detritívoros
Ciempíes	Clase: Chilopoda	De

		predadores
Arañas	Orden: Araneae	Depredadores
Arañas patonas	Orden: Opiliones	Depredadores
Falso Escorpiones	Orden: Pseudoscorpionida	Depredadores
Cucarachas	Clase: Insecta Orden: Dictyoptera	Detritívoros Herbívoros Omnívoros
Escarabajos	Clase: Insecta Orden: Coleoptera	Detritívoros Herbívoros Depredadores
Tijeretas	Clase: Insecta Orden: dermaptera	Detritívoros Depredadores
Moscas y mosquitos	Clase: Insecta Orden: Díptera	Detritívoros Depredadores
Chinches y salta hojas	Clase: Insecta Orden: Hemiptera	Herbívoros
Hormigas	Clase: Insecta Orden: Hymenoptera	Omnívoros Depredadores Ingenieros del suelo
Termitas o comejenes	Clase: Insecta Orden: Isoptera	Detritívoros Ingenieros del suelo
Mariposas y orugas	Clase: Insecta Orden: Lepidoptera	Herbívoros
Grillos y saltamontes	Clase: Insecta Orden: Orthoptera	Herbívoros

Fuente: (Cabrera, 2012).

1.3 Agrupación funcional de organismos faunísticos

Aquí se describen a los organismos edáficos del suelo dentro de cuatro principales categorías funcionales, desempeñando una función importante en el proceso específico del suelo del que son mediadores y se clasifican en:

Ingenieros del ecosistema

Las termitas, hormigas y lombrices son organismos benéficos del suelo muy importantes, estos organismos influyen en la estructura del suelo, además depositan extractos inferiores del suelo sobre la hojarasca, viven en el interior del suelo, contribuyendo la formación de agregados, poros, reciclaje de nutrientes y descomposición de la materia orgánica del suelo (Coleman, Geisen and Muro, 2024).

Transformadoras de hojarasca

Conocidos como detritívoros, estos invertebrados se alimentan de desechos orgánicos, viven en la superficie y dentro del suelo, desempeñando un papel importante en el reciclaje de nutrientes y la descomposición de hojarascas, entre ellos están los milpiés, cochinillas (Zhang *et al.*, 2024).

Predadores y herbívoros

Estos macroinvertebrados se consideran herbívoros, ya que se alimentan de las partes vivas de las plantas, por consiguiente están los depredadores estos son consumidores de invertebrados, viven tan en la parte inferior y superior de la superficie del suelo además cumplen otras funciones como: regulan a los herbívoros, ingenieros del ecosistema, transformadores de hojarasca, descomponedores y micro reguladores por depredación (Cabrera-Dávila, 2014).

Ingenieros del suelo y cambios en el uso de la tierra

Los ingenieros del suelo conocidos como invertebrados tienen la capacidad para moverse a través del suelo y construir estructuras biogénicas con propiedades físicas, químicas y microbiológicas, los mismos influyen en la estructura del suelo al alimentarse de hojarasca y residuos orgánicos en la superficie del suelo incorporando la materia orgánica al perfil del suelo dentro de los agregados. Por otro lado, están los efectos negativos en los cambios en el uso de la tierra en las poblaciones de ingenieros de suelos, los cuales delimitan y debilitan el almacenamiento de carbono y funcionamiento del mismo, para ser contrarrestados se deben implementar la necesidad de estrategias de uso de la tierra que mantengan la fauna del suelo para sustentar procesos ecosistémicos clave como la formación estructural del suelo y la estabilización del carbono del suelo (Franco *et al.*, 2020).

1.4 Tipos de organismos macro faunísticos

Lombriz de tierra

Las lombrices, desempeñan un papel fundamental en el suelo ya que modifican las propiedades físicas, químicas y biológicas como: la estabilidad, porosidad y agregación, su importancia radica en la capacidad de acelerar la descomposición de la materia orgánica, reciclaje de nutrientes, ayudando a desarrollar la estructura del suelo (García, 2020). Según Siebert *et al.*, (2019) afirma que la riqueza de especies disminuye en temperaturas altas, por lo tanto, se reduce la densidad de lombrices, aumentando la macrofauna herbívora y nematodos no beneficiosos. El estudio resalta la importancia de conservar las lombrices de tierra ya que estas ayudan a contrarrestar los efectos del calentamiento climático en los suelos agrícolas.

Estas lombrices se dividen en organismos epígeos, anécicos y endógeos, siendo fundamentales en el funcionamiento del ecosistema edáfico Vanolli *et al.*, (2023) manifiesta que estos organismos tienen diferencias a los cambios del uso de la tierra, en cultivos semiperennes, ya que reducen la cobertura vegetal superficial disminuyendo la diversidad y

densidad de la macrofauna epigea a diferencia de la macrofauna edáfica que no se ve afectada, podemos resumir a continuación, que la macrofauna edáfica puede sobrevivir en capas profundas del suelo mientras que la macrofauna epigea se mantiene con la vegetación superficial, refugiándose en la hojarasca.

Lombrices epígeas

Estos organismos miden menos de 10 cm, se caracterizan por presentar dorsal y ventral, viven y se alimenta en la superficie del suelo, siendo la más afectadas a los cambios edafoclimático, su función primordial es fragmentar la hojarasca y su descomposición (Celis Gil, 2020).

Lombrices anécicas

Según Ortiz-Gamino and Gregorio, (2021) manifiesta que estos organismos poseen comportamientos de las lombrices epigeas y endógenas ya que se alimentan de la hojarasca de la superficie, así mismo, se trasladan a sus galerías en el interior del suelo, modificando la estructura de este al establecer redes semipermanentes de túneles, lo que promueve la oxigenación y la infiltración de agua, trasladan la hojarasca a estratos más profundos, logrando cambiar la dinámica de descomposición de la materia orgánica e influir en el ciclo del carbono y otros nutrientes.

Lombrices endógeas

Los organismos endógenos viven dentro de los 30 cm del suelo y se alimenta de la materia orgánica contenida de raíces vivas y muertas en las profundidades. Estas especies regulan la estructura del suelo con su actividad mecánica y la formación de macro agregados formados por sus funciones (Dávila, Sánchez Rendón and Ponce de León, 2022).

Coleópteros

Estos insectos llamados escarabajos participan en la descomposición de grandes cantidades de excrementos, teniendo un sin número de beneficios sobre el suelo, estos forman túneles que airean y mezclan las capas de este, lo que aumenta su fertilidad, aumentando los macronutrientes y los micronutrientes, como el nitrógeno, fosforo y capaces de cambiar sus propiedades, como el pH. Todo ello toma importancia en el reciclaje de nutrientes y en el aumento de la productividad de los ecosistemas de pastoreo (Pérez, 2019).

Isópteros

Capetillo-Concepción et al., (2023) manifiesta que la importancia de las termitas en la biología del suelo radica en que estas ayudan a descomponer grandes cantidades de

materia orgánica, así mismo con el reciclaje de nutrientes, por consiguiente, se consideran como bioindicadores de perturbaciones del hábitat.

Miriápodos

Según Martínez de la Vega, (2024) estos artrópodos se diferencian por su cabeza y cuerpo alargado, aplanado, segmentado, poseen antenas, son detritívoros y se clasifican en cuatro clases como: *quilopoda*, *diplopoda*, *Synphila* y *pauropoda*, los mismos desempeñan un papel fundamental en el ecosistema, son encargados de reciclar nutrientes, cazadores de insectos plagas, brindando fertilidad al suelo. Están representadas solo dos subclases las cuales son:

milpiés: Estos herbívoros se caracterizan por su cuerpo cilíndrico y anillado con dos pares de pata por cada segmento.

Ciempíes: Estos depredadores se diferencian por poseer antenas pronunciadas, un par de patas por cada segmento Osorio (2023), manifiesta que estos organismos abundan en zonas cálidas tropicales y subtropicales, se alimentan de materia orgánica fresca o en descomposición.

Arañas

Las arañas actúan como indicadoras de cambios ambientales, es uno de los grupos más abundantes en los agroecosistemas, se destacan por su rol como depredadores en los ecosistemas terrestres, incluyendo los pastizales y pueden alcanzar altos niveles de riqueza de especies y abundancia (Almada and Sarquis, 2017).

Babosas y caracoles

Las babosas y la mayoría de los caracoles habitan en la hojarasca y son detritívoros que se alimentan de materia orgánica, actúan como descomponedores, es decir, se alimentan de restos orgánicos y lo degradan convirtiéndolo en nutrientes para las plantas, ayudando a la fertilidad del suelo y a la aireación. Cuando se mueven por debajo de la superficie, remueven la tierra y evitan que se compacte, lo que permite la entrada de oxígeno y agua, así mismo pueden ser indicadores de la calidad del suelo. Algunas especies son muy sensibles a los cambios en el pH, la humedad y la temperatura del suelo, por lo que, si se encuentran en grandes cantidades, se puede deducir que el suelo es rico en nutrientes y está en buen estado (Becerra, 2023).

Moscas y mosquitos

Las moscas y mosquitos pertenecen al orden dípteros, las especies detritívoras están asociadas con acumulaciones de materia orgánica y de excrementos, y su abundancia disminuye en suelos con bajo contenido orgánico, son importante para un buen equilibrio ecológico ya que considerados bioingenieros del suelo, lo que significa que reciclan materia orgánica y nutrientes de la tierra (Salvador, 2022).

1.5 Estado de conservación del suelo

Los suelos están conformados por materia orgánica y forma de vida microbiana, es decir, los organismos fundamentales que habitan en él, como la macrofauna edáfica, entre las funciones que cumple la misma tenemos a las termitas y lombrices las cuales mejoran las condiciones del suelo, acelerando la descomposición y mineralización de la materia orgánica, formación de humos, ayudando a su regeneración, por ello, se les considera como indicadores del estado de la salud del suelo (Ríos, Sosa-López and Torres-Rojas, 2022).

Torres, (2017) indica que la macrofauna se divide en distintos grupos funcionales, entre ellos los detritívoros, los herbívoros y los depredadores los mismos que han evolucionado en la productividad del suelo por lo que se pueden señalar como, ingenieros del ecosistema.

Los organismos transforman la materia orgánica, proporcionando la capacidad para la autorrecuperación de la arquitectura del suelo que ha sido dañada, por ellos la conservación de especies silvestres conlleva un gran reto en cuanto a su mantenimiento frente a una realidad caracterizada por la presión antropogénica sobre los ecosistemas terrestre, lo que amenaza con degradar, disminuir e incluso desaparecer los remanentes de biodiversidad a proteger en estos ecosistemas (Pozo Quiroz, 2020).

Relación entre la conservación del suelo y estado biológico

La macrofauna edáfica del suelo es considerada como indicador biológico del estado de conservación y perturbación de este, ya que está relacionada con propiedades físicas y químicos, los cuales determinan la productividad del hábitat. Entre los organismos más representativos se encuentran las lombrices de tierra los organismos epígeos con función detritívora, como los *diplópodos* (milpiés), *isópodos* (cochinillas), algunos coleópteros (escarabajos) y *gastrópodos* (caracoles), los cuales son utilizados para indicar el estado de perturbación en el medio edáfico, así mismo, los organismos epígeos con función detritívora, representados fundamentalmente por los *diplópodos* (milpiés), *isópodos* (cochinillas),

algunos *coleópteros* (escarabajos) y *gastrópodos* (caracoles), estos son utilizados para indicar el estado de perturbación en el medio edáfico (Cabrera-Dávila, 2012).

1.6 Índices de biodiversidad

Según la biodiversidad mide la salud de sistemas naturales, ya que toma en cuenta la variedad de componentes que organizan la vida y sus procesos, como las estructuras, funciones, y procesos de genes, especies, comunidades, ecosistemas, y otras escalas de organización biológica (Carmona and Carmona, 2013).

Índice de diversidad

Este índice evalúa la variedad de especies y su distribución en un ecosistema determinado. Esta herramienta se utiliza comúnmente en ecología y conservación de la naturaleza para medir la salud y la sostenibilidad de los ecosistemas, así como para identificar posibles amenazas a la biodiversidad (Espinoza, 2023).

Índice de Shannon

Según Romero Rosales, (2024), este índice es empleado para la medición de la biodiversidad, ya que toma en cuenta la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies. además, la riqueza y la abundancia de las especies.

Como la fórmula indica en su cálculo se involucra un logaritmo, no existe un valor máximo para el índice, por lo tanto, el valor mínimo es cero, indicando la ausencia de diversidad, Se analiza que valores < 2 son ecosistemas con una diversidad de especies relativamente baja, mientras que los mayores a 3 son altos.

Formula: $H = -\sum p_i \ln(p_i)$ $p_i = n_i / N$

Índice de Simpson

Según Arubin (2020), el índice de diversidad de Simpson es una medida de la diversidad que tiene en cuenta tanto la riqueza como la equitatividad. Esto se debe a que la diversidad suele ser proporcional relacionada a la estabilidad del ecosistema: cuanto mayor es la diversidad, mayor es la estabilidad.

El índice de Simpson (D) mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de una muestra pertenezcan a la misma especie o categoría.

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

Donde:

- n = el número total de *organismos* de una especie en particular.
- N = el número total de *organismos* de todas las especies.

El valor de D oscila entre 0 y 1:

- Si el valor de D da 0, significa diversidad infinita.
- Si el valor de D da 1, significa que no hay diversidad.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

La comuna las Balsas, ubicada geográficamente en el norte de la provincia de Santa Elena, con coordenadas geográficas 02°1'36" latitud sur, 80°27'12" longitud Oeste, el suelo de la localidad presenta una textura arcillosa en la parte alta o norte, mientras que en otras áreas es franco arcilloso, tiene un clima tropical húmedo y seco con temperatura promedio anual de 25 grados centígrados, cuenta con un bosque seco el cual está en regeneración, de acuerdo con el portal meteorológico del tiempo y clima de la zona el mes más cálido y lluvioso es en febrero y marzo, con precipitación anual de 343 mm de precipitación cuenta con 42.08 días lluviosos al año. La temperatura máxima anual es de 24.65 °C y mínima de 20°C y temperaturas frías que comienzan en el mes de julio, Así como podemos observar en la (Imagen 1).

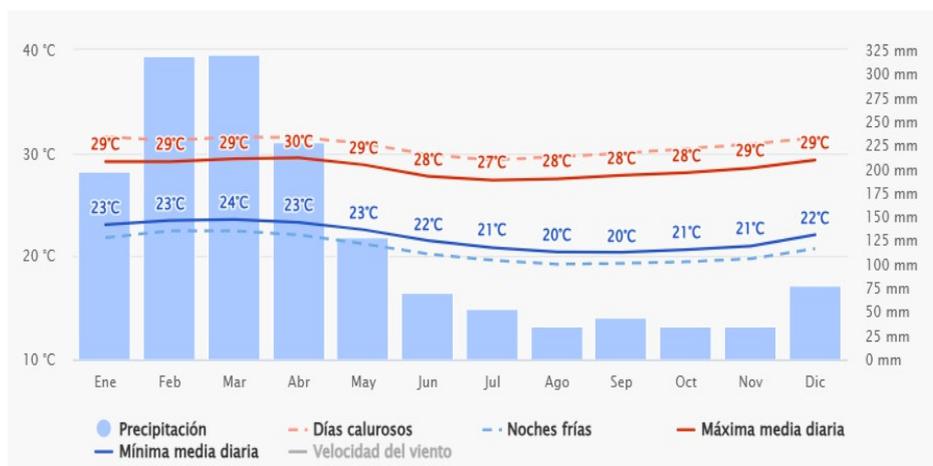


Imagen 1. Climograma de la Comuna Las Balsas mostrando las precipitaciones (mm) y temperaturas medias mensuales(°C)



Imagen 2. Ubicación de los diferentes puntos donde se realizó el muestreo de los organismos faunísticos del suelo en la comuna Las Balsas

La comuna las Balsas es una zona de buena pluviosidad anual lo que permite el desarrollo agropecuario durante todo el año, por ello, se caracteriza por ser una zona con abundancia en vegetación siendo importantes para los organismos edáficos. ya que se presenta un bosque seco el cual está en regeneración, adecuado para estudios de muestreo en este caso, con dos usos de tierra: bosque seco tropical regenerado y los cultivos de ciclo corto lo que nos permite determinar la calidad de los suelos a través de los organismos edáficos (Cortéz Pozo, 2021).

2.2 Materiales, equipos y reactivos

Las siguientes tablas contienen información sobre los materiales y equipos empleados en el muestreo de los organismos faunísticos con su respectiva descripción.

Materiales de campo

<p>Kit entomológico, Libreta de apuntes, Recipiente plástico Espátula, Frascos de recolección de macrofauna, Marcadores bolígrafos, fundas plásticas</p>	<p>Captura y recolección de la macrofauna edáfica en la comuna las Balsas, es esencial obtener los materiales adecuados para realizar el respectivo muestreo desde la captura de los organismos hasta la identificación y organización.</p>
--	---

Pala, cinta métrica, machete, barretas, aspiradoras artesanales de hormigas y termitas	
--	--

Materiales de laboratorio

Mandil, mascarilla, guantes quirúrgicos, pinzas especiales para los insectos, cuadernos, y bolígrafos, placas Petri.	Es muy importante utilizar un equipo de protección y seguridad adecuado para el manejo de los organismos edáficos de forma efectiva y segura con resultados viables
--	---

Equipos

<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • MOTIC LED, SMZ-171 TLED 	Los equipos de computación son fundamentales para el análisis de datos, en conjunto al estereoscopio MOTIC LED, modelo SMZ-171 TLED, que ayuda a facilitar la observación de las muestras de forma clara para su identificación.
--	--

Software

<ul style="list-style-type: none"> • R Studio V 2023.06.1+524 • R versión 4.3.1 (R Core Team, 2023) • Motic Images Plus 3.0 • QGIS 3.28 LTR 	El Software especializado para esta investigación se utilizó para emplear el análisis estadístico, Selección del área de muestreo para la macrofauna edáfica y captura de imágenes de los organismos faunísticos.
---	---

Reactivos

<ul style="list-style-type: none">• Alcohol al 70%• Formol 35%	Los siguientes reactivos se utilizaron para la conservación intacta de la macrofauna edáfica.
---	---

Libros y colecciones

<ul style="list-style-type: none">• Libro R, catalogo Taxonomía de invertebrados	El siguiente Libro se utilizó para la identificación y clasificación de la macrofauna edáfica a nivel taxonómico.
--	---

2.3 Diseño experimental

Tipo de investigación

La presente investigación se basa como un estudio de biodiversidad de organismos faunísticos, no experimental, en relación con el ecosistema y el medio donde habitan, además, se evaluaron variables ambientales, número de individuos, riqueza y densidad, así como datos abióticos.

Esquema de muestreo aleatorio estratificado

Para seleccionar una población por cada área de muestreos de la macrofauna en la comuna Las balsas, se aplica el muestreo aleatorio estratificado ya que incluye a todos los individuos de la misma población, sin excluir ninguna, este método garantiza que cada individuo tenga la misma probabilidad de ser seleccionado, evitando así errores en los resultados (Tinajero, 2019).

Descripción de variables

Variables abióticas:

Aquí se toman en cuenta los factores como pH del suelo, contenido de materia orgánica y tipo de vegetación ya que tienen un papel importante en distribución de la macrofauna.

Número de individuos

Aquí se hace énfasis sobre el número total de organismos de especies de un lugar determinado.

Riqueza: se determina mediante la suma de las familias presentes en cada sistema de uso de tierra bosque seco y cultivo de ciclo corto.

Densidad:

La densidad se refiere al número de individuos de una especie por unidad de área o volumen expresado en ind.m-2.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área o Volumen}}$$

2.4 Manejo del experimento

Previamente se consideraron puntos fundamentales para ejecutar el experimento primeramente se realizó la selección de los sitios de muestreo, seguido del muestreo que se conforma por: colecta, extracción, preparación de reactivos para las muestras e identificación y toma de fotos de los organismos colectados, por último, el procesamiento de datos seguido de la elaboración de resultados.

Selección de las áreas a estudiar

Se realizó el reconocimiento del área de estudio y conceptualización de patrones de suelo y vegetación, las tomas de muestras fueron de tipo aleatorios estratificados. El estudio se dividió en dos segmentos, una zona conservada de bosque seco tropical regenerado y otra enfocada en cultivos de ciclo corto: maíz y pimiento en la comuna Las Balsas.

En esta investigación se utilizó el método de muestreo TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) la misma que se basa en evaluar la macrofauna del suelo comprendiendo las funciones y procesos e interacciones biológicas del suelo mediante sus características químicas y físicas, determinando su riqueza, diversidad y abundancia.

Muestreo e identificación de los organismos faunísticos

Las dimensiones del muestreo fueron de 25 x 25 cm y 30 cm de profundidad por estratos, cada 2 m, considerando el diseño completamente aleatorio, la misma se recolectó manualmente, se realizaron 8 unidades de muestreo (monolitos) para los dos usos de tierra.

Se extrajo por unidad de muestreo el contenido del suelo, ubicándolos cuidadosamente en una manta de polietileno, posteriormente se inició con la recolección de todos los organismos, utilizando pinzas adecuadas, mismos que se ubicaron en frascos de plástico con tapas. Se utilizó un reactivo que contiene alcohol etílico al 75%, agua destilada al 5% y formaldehído al 10% empleados para mantener los organismos en buen estado de

conservación, se aplicó una etiqueta en cada frasco como identificador en el cual contiene: número de monolito, uso de tierra, área de recolección y fecha.

Las muestras se llevaron al laboratorio suelos donde se realizó un conteo manual para distribuirlos seguido de la identificación de la macrofauna el cual tiene el siguiente orden jerárquico, especie, familia y grupo funcional, también se realizó la toma de fotografías de cada uno de los organismos extraídos de dos usos de tierra bosque seco tropical (BSTR) y cultivos de ciclo corto (CC) donde se visualiza la parte dorsal, ventral y lateral con la aplicación Motic images, junto al microscopio binocular BM- 120 apoyado de Antenas con luces para una mayor claridad y contraste.

Análisis de indicadores biológicos del suelo

Se evaluó mediante el indicador detritívoro / no detritívoro para obtener el número de individuo de los diferentes usos de tierra en la comuna Las balsas.

Cálculo de los índices de diversidad

El cálculo de los índices de diversidad para cada sistema de uso de tierra se obtuvo con ayuda del programa R, los cuales son: índice de Shannon (H), Simpson (D), Riqueza (S) e igualdad (J).

2.5 Análisis estadístico de los resultados

Test kruskal – Wallis

Se emplea la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para comprobar si existen diferencias entre dos o más grupos funcionales de bosque seco tropical regenerado y ciclo corto a nivel estadístico de las poblaciones de la macrofauna existente en la comuna Dos mangas, Las hipótesis de la prueba son: H0 lo que significa que las medianas de la población son iguales o H1: lo cual indica que las medianas de la población no son iguales (Ortega, 2022).

TBSF

(Brussaard, 2021) indica que este método es utilizado para realizar el muestreo de la macrofauna edáfica el cual se denomina Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF).

Spearman Rho

La correlación de Spearman Rho se utiliza para medir dos variables, los índices de biodiversidad y variables edáficas, lo cual determina la asociación y fuerza al calcular el coeficiente de correlación, este coeficiente solo mide relaciones lineales de continuas variables, también termina la tendencia de variables al ir juntas (Mendivelso, 2021).

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de usos de la tierra

Los bosques se caracterizan por tener una gran variedad de vegetación siendo más poblados por árboles, arbustos, donde habitan distintas especies de organismos, dando un equilibrio a los ecosistemas, por ello, estos organismos funcionan como indicadores de la calidad del suelo, donde podemos encontrar diversidad y abundancia de especies faunísticas dependiendo del uso de la tierra (Ramírez Huila *et al.*, 2022).

En las zonas de muestro de cultivos de maíz (*Zea mays*) y pimiento (*Capsicum annuum*) se encontró a los organismos de la macrofauna edáfica, por lo que se caracteriza a estos cultivos fuentes de nutrientes al liberarlos al suelo, donde abundan distintos organismos mismos que son medidores de su calidad (Scaglione *et al.*, 2023).

3.2 Análisis comparativo y composición de las propiedades fisicoquímicas y químicas del suelo

La comparación de las propiedades físicas y químicas se realizó mediante el análisis de Spearman rho, además del análisis estadístico kruskall- wallis por medio de la corroboración de posthoc Bonferroni, con el fin de medir la relación que existe en ambos sistemas (**Tabla 3**).

Uso	Variable	N	Media	Mediana	Ds	DIQ	Mínimo	Máximo	Q25.25%	Q75.75%
BSTr	pH	8	626.250	6.200	0.4172615	0.3500	5.70	7.00	60.500	64.000
BSTr	P	8	737.500	6.500	29.246.489	22.500	5.00	14.00	57.500	80.000
BSTr	MO	8	411.250	3.950	0.9891374	0.9000	3.00	6.20	34.750	43.750
BSTr	RCa_Mg	8	369.375	4.150	11.367.490	10.950	1.87	4.74	33.275	44.225
BSTr	RMg_K	8	603.500	4.730	39.642.690	22.575	2.17	13.46	41.050	63.625
BSTr	RCaMg_K	8	2.463.375	24.790	86.711.738	68.350	11.63	39.96	206.575	274.925
BSTr	N_TOTAL	8	0.30000	0.300	0.0534522	0.0000	0.20	0.40	0.3000	0.3000
BSTr	Na	8	164.625	1.385	0.9060422	10.550	0.84	3.08	0.9500	20.050
BSTr	k	8	434.250	4.520	19.661.692	25.950	2.01	7.41	26.625	52.575
BSTr	Ca	8	3.027.000	31.395	41.094.282	49.975	22.48	35.14	278.150	328.125
BSTr	Mg	8	1.027.375	8.190	43.264.038	43.075	6.60	17.12	76.425	119.500
BSTr	suma	8	4.656.625	46.765	98.685.343	130.000	33.00	60.00	387.500	517.500
BSTr	CIC	8	5.371.375	55.855	86.472.835	80.000	36.00	62.00	510.000	590.000
BSTr	H	8	120.875	1.485	0.6237316	0.4250	0.00	1.62	11.775	16.025
BSTr	D	8	0.58875	0.730	0.2881189	0.1275	0.00	0.80	0.6025	0.7300
BSTr	S	8	475.000	5.000	21.876.275	20.000	1.00	7.00	42.500	62.500
BSTr	J	8	0.74125	0.845	0.3149348	0.1050	0.00	1.00	0.7775	0.8825
BSTr	Det	8	11.400.000	56.000	1.738.965.210	1.000.000	0.00	528.00	160.000	1.160.000
BSTr	Dep	8	3.800.000	24.000	427.083.130	360.000	0.00	112.00	120.000	480.000
BSTr	Herb	8	1.800.000	16.000	180.158.660	320.000	0.00	48.00	0.0000	320.000
BSTr	Omn	8	6.000.000	72.000	532.380.101	1.000.000	0.00	128.00	0.0000	1.000.000
CCC	pH	8	752.500	7.650	0.3535534	0.4750	7.00	8.00	72.500	77.250
CCC	P	8	1.075.000	10.500	51.199.888	35.000	5.00	22.00	77.500	112.500

CCC	MO	8	153.750	1.500	0.2973094	0.3500	1.20	2.10	13.000	16.500
CCC	RCa_Mg	8	355.000	3.645	0.8207488	0.7725	1.93	4.61	32.375	40.100
CCC	RMg_K	8	724.375	6.765	22.526.996	24.275	4.87	11.80	57.125	81.400
CCC	RCaMg_K	8	3.161.750	32.710	52.045.248	65.200	24.13	37.77	285.900	351.100
CCC	N_TOTAL	8	0.26250	0.250	0.0744024	0.1000	0.20	0.40	0.2000	0.3000
CCC	Na	8	189.625	1.655	0.8297665	0.6100	1.02	3.68	14.400	20.500
CCC	k	8	227.750	2.135	0.4921309	0.3675	1.65	3.25	20.625	24.300
CCC	Ca	8	3.593.250	36.005	37.111.059	38.300	29.86	41.87	341.200	379.500
CCC	Mg	8	937.875	8.465	34.685.050	12.400	7.03	17.77	77.300	89.700
CCC	suma	8	4.950.000	49.000	32.071.349	30.000	45.00	55.00	477.500	507.500
CCC	CIC	8	5.325.000	54.000	28.157.719	20.000	48.00	58.00	520.000	540.000
CCC	H	8	0.78500	0.680	0.6560270	0.5675	0.00	1.81	0.4800	10.475
CCC	D	8	0.54750	0.525	0.3167130	0.3875	0.00	1.00	0.4050	0.7925
CCC	S	8	325.000	2.500	26.049.404	32.500	0.00	8.00	17.500	50.000
CCC	J	8	0.62500	0.830	0.4274175	0.6250	0.00	1.00	0.3150	0.9400
CCC	Det	8	14.600.000	32.000	1.926.536.493	2.480.000	0.00	528.00	160.000	2.640.000
CCC	Dep	8	2.400.000	16.000	331.231.468	240.000	0.00	96.00	0.0000	240.000
CCC	Herb	8	400.000	0.000	74.065.608	40.000	0.00	16.00	0.0000	40.000
CCC	Omn	8	2.600.000	0.000	735.391.052	0.0000	0.00	208.00	0.0000	0.0000

Tabla 3. variables físicas y químicas de las propiedades del suelo en los dos sistemas de estudio Bosque seco tropical y Cultivo de ciclo corto.

Mediante el análisis de Spearman entre los índices de biodiversidad y los grupos funcionales no se correlacionan estadísticamente significativas al 95% con los parámetros edáficos, a excepción de Omnívoros con pH donde si existe correlación media de (0.54), esto debido a varias causas entre los ecosistemas y cultivos lo cual esta influenciado por la disponibilidad de alimentos aumentando la biodiversidad de estos organismos (Liu *et al.*, 2016) así mismo, sucede con Herbívoros y la MO con una correlación media de (0.54), estos organismos interactúan en la descomposición de la materia orgánica y al alimentarse benefician el suelo aumentando la fertilidad del mismo.(Nicholls and A. Altieri, 2020).

El Mg en los suelos de BSTR tiene una mayor concentración con una media de (8.19) en comparación a los suelos de CCC (8.4) esto se debe a factores, como el reciclaje de nutrientes debido a la mayor vegetación existente ya que al descomponerse liberan cantidad de este nutriente al suelo (Abril Saltos *et al.*, 2023).

En los suelos de CCC se presentan un mayor contenido de Na con una mediana de (1.6) en comparación a los suelos de BSTR (1.3). Como indica Orozco Corral *et al.*, (2016) la fertilización constante influye en los suelos provocando altas cantidades de sodio en el agua.

El N total en los suelos de bosque seco muestra un promedio de 0.3 % mientras que en el cultivo muestran un valor de 0.2%. Esquivel-Valenzuela *et al.*, (2018) determina que la menor erosión, lixiviación y el continuo reciclaje de nutrientes crean una mayor concentración de este elemento.

El P en los suelos de CCC tiene una mayor concentración con una media de (10) a diferencia de los suelos de BSTR (6.5). la aplicaciones de fertilizantes fosfatados regularmente actúan en la acumulación de este elemento teniendo una alta concentración en los mismo (Rivero-Herrada *et al.*, 2020).

La mayor CIC fue en el BSTR obteniendo una mediana de (55) comparación a los suelos CCC (54) esto se debe a la buena estructura y estabilidad de los suelos con alto contenido de materia orgánica en la que influyen los organismos del suelo (Beroisa *et al.*, 2023).

En las variables de la relación Mg_k se observó una mayor concentración en los suelos de CCC con una mediana promedio de (6.7) en comparación a los suelos de BSTR, lo cual obtuvo un promedio de (4.7). La Rca_{mg} en los suelos de BSTR tiene una mayor concentración con una mediana promedio de (4.1) en comparación a los suelos de cultivo con concentración menor concentración de (3.6). La relación RcaMg_k en los suelos de

CCC tiene una mayor concentración con una mediana de (32) en comparación a los suelos de BSTR con una menor concentración de (24), las aplicaciones de fertilizantes y los nutrientes que contienen los cultivos influyen aumentando estas concentraciones (Jaurixje *et al.*, 2013).

Mediante el análisis de Spearman Rho, la MO y pH demuestran correlación de (0.65), lo cual indica que los suelos presentan buena fertilidad y salud, siendo esencial en las características de los bosques, lo que influye en la disponibilidad de nutrientes, mejorando la estructura de los suelos (Medina Méndez *et al.*, 2017). De igual forma se muestra correlación mayormente entre Mg y k de (0.79), lo mismo ocurre en la MO y k, donde muestran una correlación de (0.69), de igual manera con el Ca y MO (0.54) , estos indicadores son esencial, puesto que miden la fertilidad y aportan nutrientes, permitiendo el desarrollo de plantas y cultivos, favoreciendo la salud del suelo (Rayo, José and Suárez, 2017).

En el análisis comparativo de las propiedades de los suelos de los dos sistemas de BSTR y CCC, se encontraron diferencias significativas mediante la prueba de kruskall – wallis aprobado mediante posthoc Bonferoni para un 95% de probabilidad, en variables con relación a las bases alcalino – terreas: pH (p- value = 0.0009); MO (p- value = 0.0008); k (p- value = 0.0460); Ca (p-value = 0.0117). (**Figura 1**) (**Figura 2**)

El pH del suelo muestra un valor con una mediana 6.2 en bosque, en comparación a CCC que es de 7.6 indicando que el suelos de CCC es alcalino. Saavedra-Romero *et al.*, (2020) manifiesta que los valores de 6.5 y 7.5 son considerados como neutros, influyendo en los procesos de las actividades microbianas del suelo, las cuales se ven afectadas en el crecimiento de especies arbóreas, también deduce, que el pH adecuado para las especies forestales y arboles oscila entre 5.2 y 7.0 siendo esencial para su crecimiento.

La MO de los suelos se muestra con un mayor valor en la mediana de 3.9 y en cultivo se muestra cantidad menor con 1.5 sugiriendo que existe mayor cantidad de MO en el bosque lo cual es favorable en relación a la actividad biológica y los nutrientes ofreciendo recursos favorables lo cual afirma mayor diversidad funcional (Rojas *et al.*, 2021).

El K en los suelos del sistema de BSTR tiene un valor mayor con mediana de 4.5 y el cultivo se demuestra una cantidad menor con 2.1, lo que indica que al tener un suelo ácido en el bosque, los nutrientes como el K son mejor absorbidos en estos suelos, por lo que se determina su elevada concentración de este elemento. El Ca en el sistema de CCC muestra una mediana con un valor de 36 mayor que en el bosque con 31. Castillo-Trejo *et al.*, (2023)

indica que al adicionar este elemento en forma de cal aumenta el pH de los suelos, haciendo del mismo más alcalino.

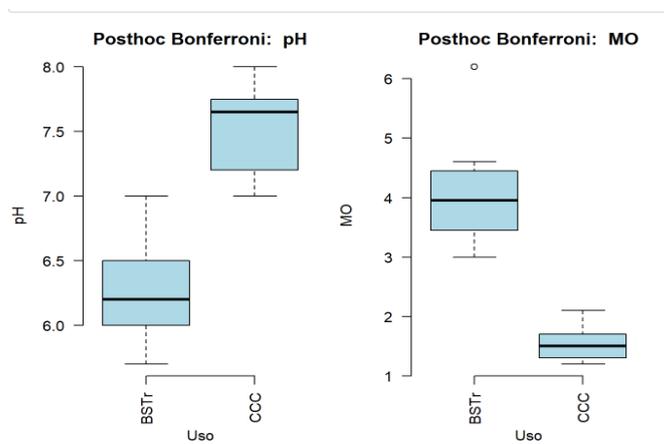


Figura 1. Diagrama de cajas (box plot) con la prueba de Posthoc Bonferroni donde se muestra variables pH y MO en ambos sistemas de uso bosque seco tropical y cultivo de ciclo corto.

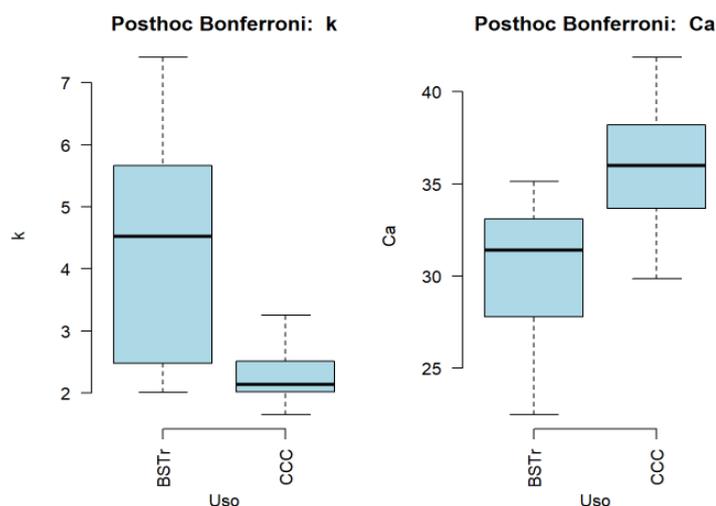


Figura 2. Diagrama de cajas (box plot) con la prueba de Posthoc Bonferroni donde se muestra variables K y Ca en ambos sistemas de uso bosque seco tropical y cultivo de ciclo corto.

3.3 Familias de los organismos faunísticos encontrados en el estudio

En las zonas estudiadas de cada uno de los sistemas se registraron un total de individuos 1840 en bosque seco tropical en regeneración (BSTR) y en el cultivo de ciclo corto (CCC) 1600 organismos, en el bosque las especies con mayor abundancia fueron las termitas y las hormigas, así mismo en sistema de cultivo predominaron las termitas seguido de las lombrices.

Tabla 4. composición de las comunidades de la macrofauna edáfica a nivel taxonómica y funcional, estudiados en los sistemas de usos de la tierra, bosque seco tropical regenerado y cultivos de ciclo corto, en la comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador

Nombre común	Familia	Grupo funcional	BSTR	CCC
Ciempíes	Geophilidae	Depredadores	X	X
Arañas	Araneidae	Depredadores		X
	Gnaphosidae	Depredadores	X	X
	Corinnidae	Depredadores	X	X
	Araneae	Depredadores	X	
	Indeterminadas			
Esporpiones	Hesperolpiidae	Depredadores	X	
	Scorpiones	Depredadores		
	Indeterminada			
Escarabajo	Elateridae lv	Depredadores		X
	Staphylinidae (Scydmaeninae)	Depredadores	X	
	Therevidae lv	Depredadores	X	
	Lithobiidae	Depredadores		X
	Carabidae	Depredadores		X
Cochinillas	Platyarthridae	Detritívoros		
	Porcellionidae	Detritívoros		
	Philosciidae o	Detritívoros		
	Rhyscotidae			
	Isopoda	Detritívoros	X	
	Indeterminada			
Milpiés	Paradoxosomatidae	Detritívoros	X	
Moscas	Blaberidae	Detritívoros	X	
	Blattaria	Detritívoros	X	
	Indeterminada			
Lombrices	Glossoscolecidae	Detritívoros		
	Haplotaxida	Detritívoros		
	Indeterminada			
	Philosciidae	Detritívoros		
Tijeretas	Carcinophoridae	Detritívoros		
Termitas	Termitidae	Detritívoros	X	
	Scarabaeidae lv	Herbívoros	X	

	Coleoptera	Herbívoros	X	
	Indeterminada lv			
Chinches	Rhyparochromidae	Herbívoros	X	X
	Curculionidae ad	Herbívoros		
	Scarabaeidae ad	Herbívoros		
Cucarachas	Coleoptera	Herbívoros	X	X
	indeterminada ad			
	Coreidae	Herbívoros	X	
	Cydnidae	Herbívoros		
	Pentatomidae	Herbívoros		
	Gryllidae	Herbívoros	X	
Hormigas	Formicidae	Omnívoros	X	
	(Myrmicinae)			
	Formicidae	Omnívoros	X	
	(Formicinae)			
	Formicidae	Omnívoros		X
	Indeterminada			
	Formicidae	Depredadores	X	
	(Ectatomminae)			

Elaborado por: Isabel Rosales

3.4 Curvas de Rango abundancia de la macrofauna edáfica en dos usos de tierra

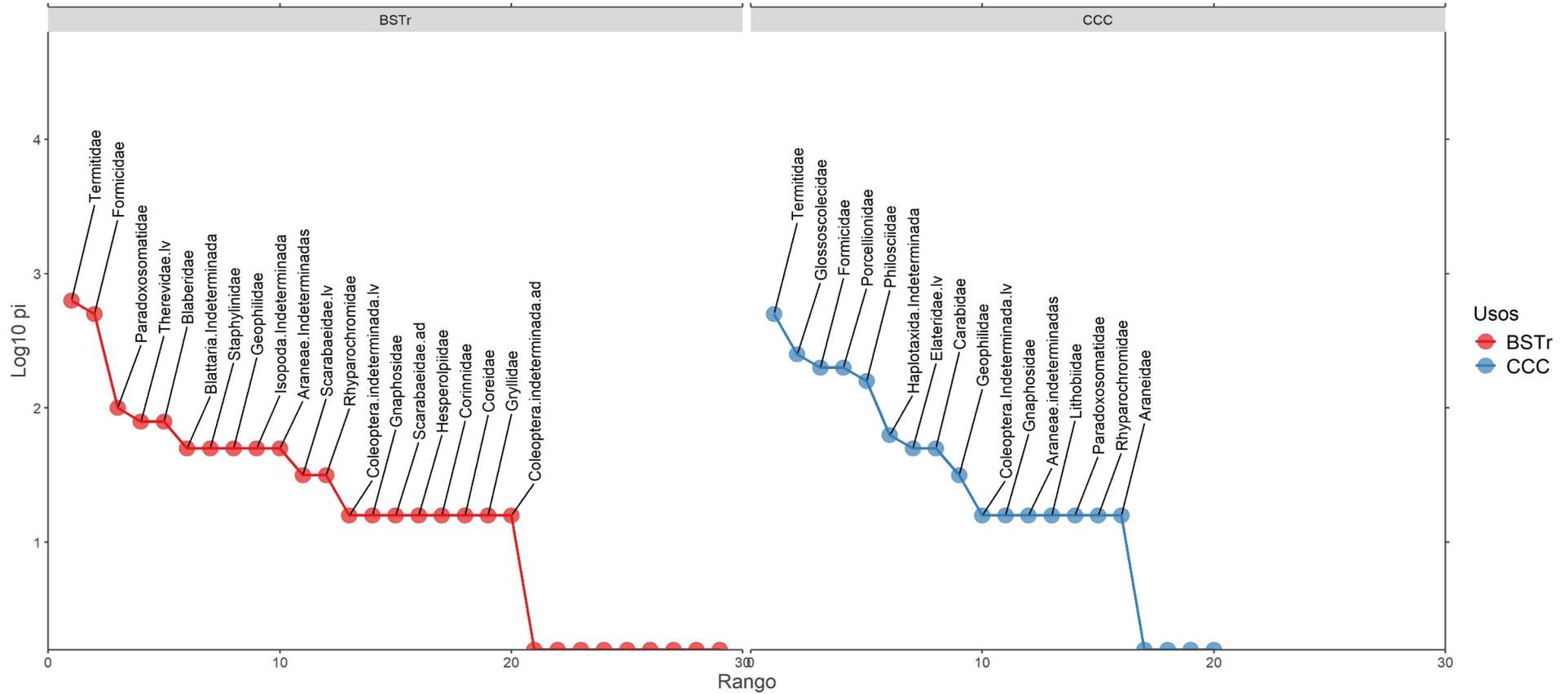


Figura 3. Curvas de Rango Abundancia de la macrofauna edáfica del suelo en los diferentes sistemas de uso de la tierra estudiados en la comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador. Rojo: Bosque seco tropical, Azul: cultivos de ciclo corto, puntos (cantidad de familia con 0 organismos).

De acuerdo con las curvas de Rango Abundancia la riqueza de familias fue mayor en el bosque seco tropical regenerado como se presenta en la (**Figura 3**) (29 familias) a diferencia del cultivo (20 familias) (**Tabla 4**), de acuerdo con la representación de estas curvas, las familias dominantes en el Bosque prevalecen con una mayor proporción de (34.8) en las familias de los insectos de *Termitidae* (640 ind/m²) y *Formicidae* (512 ind/m²), con (27.8) dentro de la distribución de especies, en el sistema de cultivo tuvo dominancia la familia de las termitas (496 ind/m²) con una proporción de (31.0) seguido de la familia (256 ind/m²) *Glossoscolecidae* (16.0), en las curvas se refleja una mayor distribución en base a las abundancia entre los sistemas macrofuanisticos marcada en el bosque, también se muestra la riqueza elevada en el mismo. por otra parte, se muestra una gran diferencia en la diversidad de especies en el bosque en comparación a cultivo estudiado.

Como lo menciona (Cardona Duque *et al.*, 2021) las termitas y las hormigas son más abundantes dentro de la comunidad edáfica, por lo tanto, ambas habitan en ecosistemas como: sistemas agroforestales, bosques regenerados y cultivos, en el caso de las termitas son más dominantes en bosques naturales, policultivos y sistemas silvopastoriles, además las mismas están asociadas a la alta humedad con suelos fértiles, por lo consiguiente, las hormigas habitan en zonas húmedas y en bosques secos. En cuanto a la familia *Glossoscolecidae* se adaptan a los niveles de perturbación de los suelos en condiciones alteradas por prácticas agrícolas intensivas, este comportamiento adaptativo beneficia la estructura del suelo para el crecimiento de los cultivos. En palabras de (Cabrera, 2012) las termitas son invasoras y agresivas esto se debe a las condiciones ambientales y la composición del suelo en zonas de cultivo considerándose resistentes a la perturbación en zonas menos conservadas.

En otra investigación realizada sobre los usos de la tierra principalmente en bosque regenerado se observó más abundancia de los organismos faunísticas del suelo conformado por 16 familias, esto se debe a la buena calidad del suelo, agua y nutrientes, en la zona de cultivo se obtuvo menor abundancia donde se encontraron 8 familias, además los insectos más representativos fueron las hormigas, ya que estas habitan en la mayoría de los ecosistemas siendo esenciales para su función (Sandoval Sequeira, 2019).

En un estudio realizado sobre la macrofauna en dos sistemas de manejo de cultivo de marango, ocurre de manera similar donde los valores de riqueza y abundancia fueron mayores en sistemas de manejo agroecológico en comparación al manejo tradicional, se concluye que se obtiene mayor riqueza y abundancia en sistemas que brinda disponibilidad de refugio y alimento con mayor vegetación o cobertura al suelo como bosques naturales, primarios, secundarios y agroforestales (Villanueva González, Lojka and Cardona, 2023).

3.5 Índices de biodiversidad de la macrofauna edáfica

En los índices de biodiversidad se observa una estadística no paramétrica en los dos usos de tierra, en la diversidad de Shannon (H) en el bosque se refleja una media de 1.48, lo que indica mayor diversidad en comparación con el cultivo, el índice de Simpson (D) la distribución es leve reflejando una curva simétrica en 0.6 con una media 0.72, se refleja una mayor dominancia siendo este sistema más diverso y equilibrado, en cuanto a la riqueza (S) se muestra ligeramente asimétrica alcanzando un valor alto en 6 con una media de 5 con un RIQ de 2 por lo que se determina mayor riqueza de especies, seguido del índice de igualdad (J) la curva alcanza un alto valor en 0.6 con una mediana de 0.84, esto atribuye que las especies están más uniformemente distribuidas. **(Figura 4: A)**

En los sistemas de cultivo de ciclo corto se diferencia menos marcada en su forma de distribución esto refleja menor diversidad de especies en el índice de Shannon (H) por lo que se ve representado con una media de 0.68, seguido del índice de Simpson (D) se presenta una curva equilibrada y media de 0.52, lo que indica menor dominancia y se determina que pocas especies dominan este sistema, la riqueza se ve reflejada con una curva asimétrica hacia la derecha con una media 2.50, esto atribuye menor riqueza de especies en este sistema, en cuanto a la igualdad (J) su distribución es ligeramente asimétrica hacia la derecha con una media de 0.82. lo que refleja menor equilibrio y mayor variabilidad. **(Figura 4: B)**

Los boques reflejan mayor composición de diversidad, riqueza e igualdad, lo que la hace más notoria en cuanto diversidad de organismos, gracias a la composición natural del suelo siendo este un almacenamiento de biodiversidad donde interactúan diferentes especies arbóreas, arbustivas y organismos faunísticos, destacando la importancia de conversación ecológica y servicios ecosistémicos. (Wang and Shi, 2023; Hill *et al.*, 2019). La composición vegetal de los bosques presenta una gran variedad de recursos benéficos para la macrofauna edáfica donde habitan y cumplen procesos ecológicos lo cual facilita la descomposición vegetal fertilizando los suelos (Qu *et al.*, 2024).

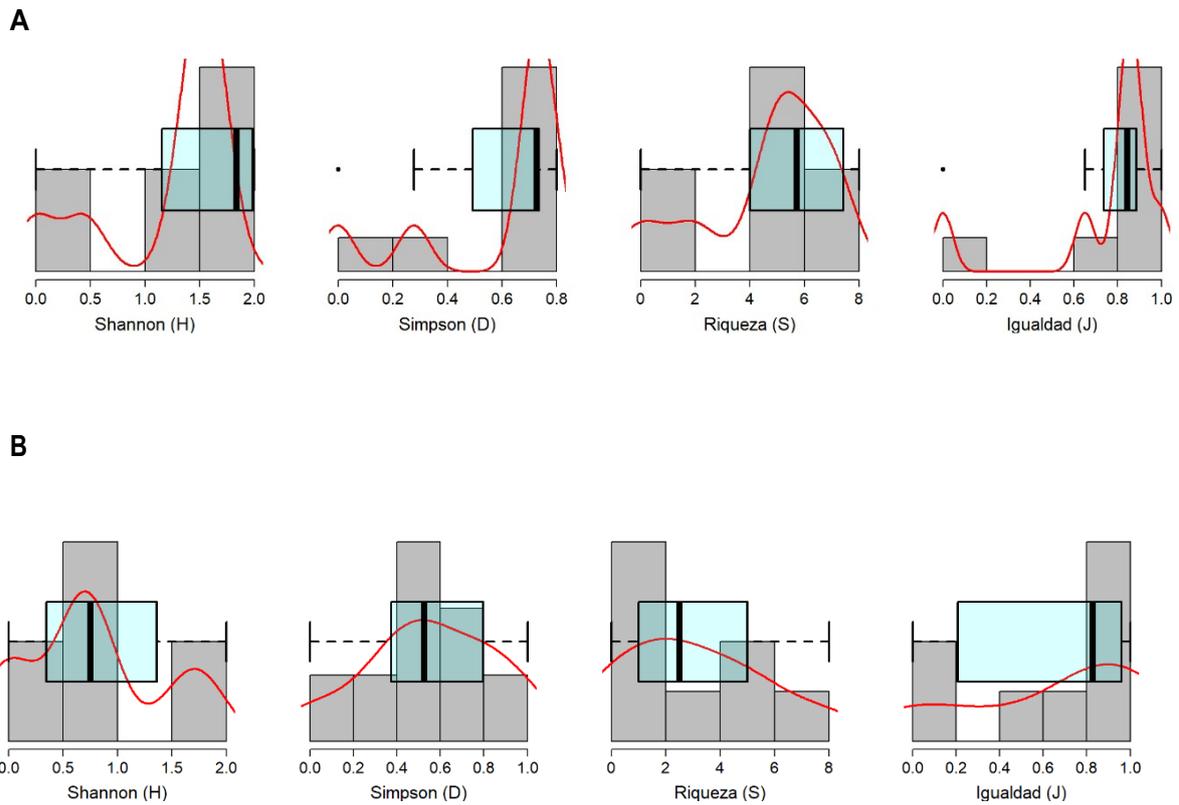


Figura 4. Se presentan los histogramas con frecuencia de los índices de biodiversidad del bosque seco tropical regenerado y cultivos de ciclo corto de la macrofauna edáfica del suelo, estudiados en la comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador. A: Bosque seco tropical, B: cultivo de ciclo corto. Entre ellos Shannon H, Simpson D, Riqueza S, Igualdad J.

En el caso de los del cultivo según Bufebo, Elias and Getu, (2021) la menor diversidad observada se atribuye a varios factores principalmente a la siembra de productos de ciclo corto, por ende se ve más limitado, además, estos sistemas de cultivos agrícolas están sometidos a aplicaciones intensivas de agroquímicos, plaguicidas, herbicidas, fungicidas y labranza mecánica, por consiguiente, afecta negativamente a la degradación progresiva del suelo y a los diferentes organismos, las variaciones en las diversas comunidades faunísticas dependen principalmente del cambio y usos de la tierra, por ello, están estrechamente ligados a los factores edáficos tales como humedad, textura y temperatura.

3.6 Densidad de la macrofauna y grupos funcionales

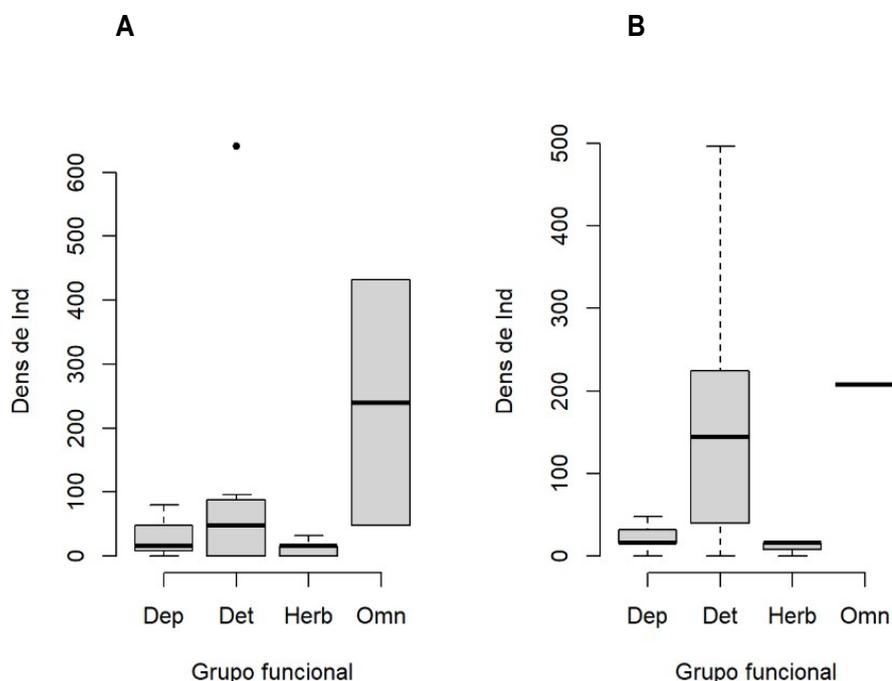


Figura 5. Caja (box plot) diagrama de la densidad de los grupos funcionales de la macrofauna edáfica, Depredadores, Detritívoros (abundancia de termitas) Herbívoros, Omnívoros. En los sistemas de uso de la tierra estudiados en la Comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador. A: Bosque seco tropical, B: cultivos de ciclo corto.

Con relación a la densidad de los grupos funcionales se presentó mayor predominancia con los omnívoros en el bosque (**Figura 5: A**) y en el cultivo predominaron (**Figura 5: B**) los detritívoros, seguido de los grupos menos predominantes depredadores y herbívoros. Además, Cabe recalcar que en el bosque los organismos funcionales con mayor abundancia fueron las termitas (Termitidae). Bohórquez Mieles, (2023) indica que las termitas construyen nidos subterráneos, por lo tanto, están asociada a los bosques donde habitan en abundancia naturalmente sin ser consideradas como plagas, como depredadores las moscas (Therevidae), seguido de los herbívoros con los escarabajos y las chinches (Scarabaeidae, Rhyarochromidae) y los omnívoros con las hormigas (Myrmicinae). Por otra parte, en el cultivo los grupos de organismos destacados como abundantes son los detritívoros con las termitas, dentro de los depredadores están los escarabajos (Carabidae, Elateridae), de la misma manera los omnívoros con las hormigas y los herbívoros como escarabajos y las chinches.

Los grupos de organismos funcionales, según (Sofo, Mininni and Ricciuti, 2020), contribuyen con distintas funciones vitales para el ecosistema, cumpliendo con un orden general, siendo primeros los detritívoros que ayudan a descomponer la materia orgánica del suelo, luego están los depredadores que regulan las poblaciones dando un equilibrio ecológico, a su vez, los omnívoros y herbívoros que participan en la cadena alimentaria.

La densidad de los grupos funcionales en ambos sistemas estudiados está sujeta a los recursos disponibles en cada ecosistema, los bosques contienen una gran diversidad y mayor composición donde se presenta más vegetación y disponibilidad de alimentos lo que favorece a los omnívoros. En cambio, en los cultivos lo que favorece a estos organismos detritívoros es cantidad de materia orgánica, cultivos en descomposición y restos de plantas Cabrera Dávila *et al.*, (2018).

3.7 Indicador biológico Detritívoros/ No detritívoros de la macrofauna edáfica

En el bosque el indicador biológico dio como resultado mayor cantidad de organismos no detritívoros, lo que resalta grados de perturbación siendo un comportamiento anormal, reflejando un desequilibrio donde pudo ser causado por prácticas agrícolas realizadas anteriormente, aunque también se refleja detritívoros de manera casi similar esto debido a que estos organismos abundan permanentemente en los bosques. (**Figura 6**).

En el sistema de ciclo corto se refleja una densidad 1200 organismos detritívoros en comparación a los no detritívoros con una densidad menor de 600. La presencia de organismos detritívoros abundantes en el área de cultivo de ciclo corto, se debe a que algunos organismos en este sistema son considerados plagas, por ende aumento el número de organismos detritívoros en los cultivos de maíz y pimiento. Por lo tanto se considera que el sistema de cultivo tiene un estado similar al bosque. (**Figura 7**).

Las familias faunísticas juegan un papel de gran importancia en los ecosistemas, como lo manifiesta Bourguignon *et al.*, (2016), la familia *termitidae* habita en ecosistemas tropicales y subtropicales, por ende, se refleja mayor abundancia de organismos detritívoros los cuales se refugian y habitan en zonas húmedas, su función esencial es descomponer la materia vegetal incluyendo la madera y hojarasca mejorando la estructura y calidad del suelo. Por otra parte, están las hormigas pertenecientes a la familia Formicidae encargadas de mejorar la estructura del suelo y contribuir con el funcionamiento de los ecosistemas (Reyes López, 2018) menciona que ayudan a controlar poblaciones de otros insectos, dando un equilibrio al ecosistema.

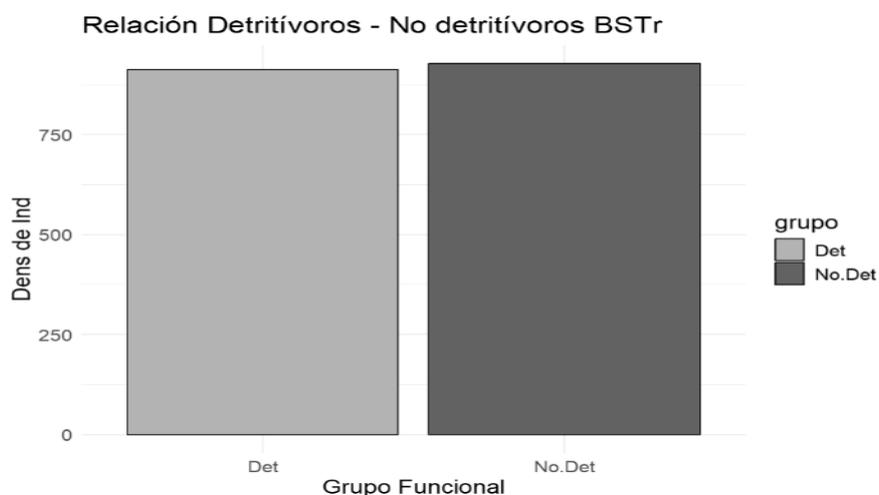


Figura 6. Indicador Detritívoros/No Detritívoros de la macrofauna en la zona de Bosque seco tropical regenerado en la comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador. La gráfica representa barras que determinan la mayor abundancia de los grupos funcionales.

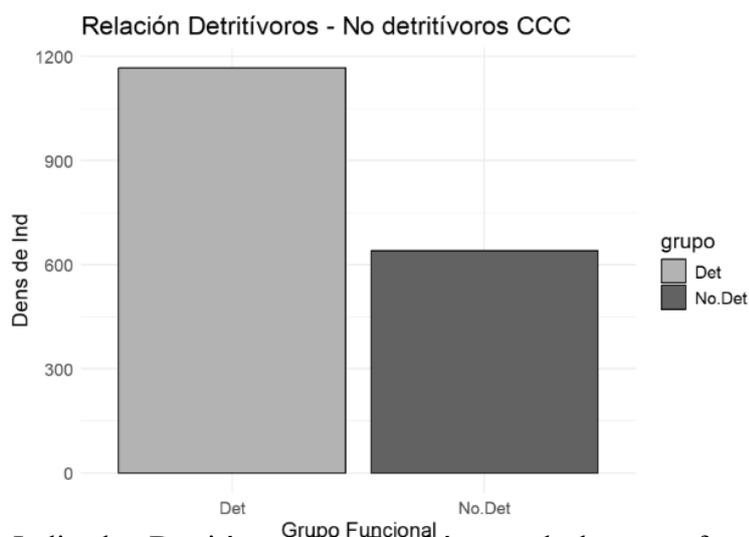


Figura 7. Indicador Detritívoros/No Detritívoros de la macrofauna en la zona de Cultivo de ciclo corto en la comuna Colonche, Santa Elena, Ecuador. La gráfica representa barras que determinan la mayor abundancia de los grupos funcionales.

En otras investigaciones realizadas G. de la C. Cabrera-Dávila *et al.*, (2017) en relación con los indicadores de la macrofauna indican que cuando existe una presencia elevada o incluso superior de organismos detritívoros y menor cantidad de organismos no detritívoros, los sistemas presentan una escasa o nula alteración en el ambiente edáfico, mismo que podría reflejar un estado favorable en términos de fertilidad al suelo, por el

contrario cuando existe mayor abundancia de organismos no detritívoros refleja un impacto negativo en las propiedades biológicas, físicas y químicas, principalmente afectando su calidad.

Abadía L., Arcila and Chacón, (2013) manifiesta que algunas especies de termitas son consideradas como plagas en diferentes partes del mundo, lo cual ocurre por el desplazamiento de su hábitat natural, donde se remueve la vegetación nativa privando a las termitas de sus recursos alimenticios, por lo cual, estas son consideradas plagas de importancia económica en cultivos. Este estudio de investigación da a conocer que en Colombia, se encontraron algunas de estas especies que en otros países las conocen por afectar la agricultura, como el caso de *Comatermes perfectus* en café (*Coffea* sp.), *Neotermes castaneus*, en frutales, *Coptotermes niger* Snyder, en frutas y palmas, *testaceus* en yuca (*Manihot esculenta*), caucho (*Hevea brasiliensis*) y eucalipto (*Eucalyptus* sp.), en maracuyá (*Passiflora edulis*), así mismo, en maíz (*Zea mays*) y *Amitermes* en maracuyá.

En otro estudio de investigación ocurre de manera similar donde se menciona que las termitas son importantes desde el punto de vista económico ya que en cultivos forestales y agrícolas algunas de estas especies ocasionan pérdidas siendo catalogadas como plagas, también se considera el efecto nocivo en la termitofauna, esto se refiere a los impactos negativos o daños que pueden causar ciertas acciones en las termitas y su entorno haciendo énfasis en los bosques nativos son reemplazados por monocultivos (Cabaña Acosta *et al.*, 2024). Cabe recalcar que los resultados del análisis de varianza Kruskal – Wallis (p-valor < 0,05) para ambos sistemas del uso de la tierra de bosque seco tropical y cultivos de ciclo corto, no hay significancia con los grupos funcionales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el presente estudio se analizó el estado ecológico del suelo mediante los indicadores biológicos en ambos sistemas de bosque y cultivo, el sistema de bosque reflejó grados de perturbación y desequilibrio, por lo cual, se considera que ha sido intervenida, en cuanto al sistema de cultivo el indicador biológico demostró que la abundancia de organismos detritívoros que se reflejan son considerados plagas presentes en los cultivos de maíz y pimiento por lo que se determina que ambos sistemas tiene un estado ecológico similar.
- La abundancia con mayor cantidad de la macrofauna edáfica se presentó en el sistema de bosque con la familia *Termitidae*, las mismas que habitan en zonas tropicales, mismas, que cumplen funciones esenciales en las zonas boscosas siendo un hábitad propio de ellas.
- En el indicador biológico detritívoros/ no detritívoros se reflejó que en los sistemas bosque, se encuentra una mayor cantidad de organismos no detritívoros los cuales predominan en la zona del indicando grados de perturbación, con un rango fuera de lo normal de detritívoros ya que las termitas habitan en abundancia sin ser consideradas plagas, por lo que es su hábitad natural siendo descomponedores de la materia orgánica y de la madera de áreas boscosas.
- Los índices de biodiversidad y los grupos funcionales no se correlacionan estadísticamente con diferencias significativas al 95%. Además, Se presentó varianza de diferencias mediante el análisis Kruskal Wallis en las propiedades de los suelos para los sistemas de bosque seco tropical y cultivos de ciclo, en cuanto a los grupos funcionales no mostro significancia.

Recomendaciones

- Crear estudios sobre la macrofauna edáfica, ya que es un indicador fundamental en los suelos de diversos sistemas en uso, en lo cual vamos a determinar análisis importantes que servirán a futuro para muchos estudios sobre los organismos faunísticos
- Ampliar las investigaciones sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad de los suelos, siendo, un componente indispensable en el estado

ecológico de diversos sistemas como: en la actividad pecuaria, sistemas silvopastoriles, bosques primarios y secundarios.

- Crear y mantener de manera continua fuentes de información actualizada sobre estudios de la macrofauna edáfica con el propósito de servir como herramienta en las actividades académicas siendo de gran importancia en futuros proyectos de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aakanksha, G. *et al.* (2024) *Soil organism | Biology, Ecology & Adaptation | Britannica*. Available at: <https://www.britannica.com/science/macrofauna> (Accessed: 14 August 2024).
- Aarmendano, A., Rouaux, J. and Salazar Martínez, A. (2018) 'Fauna edáfica asociada a cultivos hortícolas convencionales de tomate en La Plata (Buenos Aires, Argentina)', *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA (N.S.)*, 34, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412116>.
- Abadía L., J.C., Arcila, Á.M. and Chacón, P. (2013) 'Incidencia y distribución de termitas (Isoptera) en cultivos de cítricos de la costa Caribe de Colombia', *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), pp. 1–8.
- Abril Saltos, R.V. *et al.* (2023) 'Cobertura del suelo sobre la concentración de nutrientes en un agroecosistema en Napo, Ecuador', *Agronomía Mesoamericana*, 34(3). Available at: <https://doi.org/10.15517/am.2023.54138>.
- Almada, M.S. and Sarquis, J.A. (2017) 'Diversidad de arañas del suelo y su relación con ambientes heterogéneos del Parque General San Martín, Entre Ríos, Argentina', *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(3), pp. 654–663. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.06.011>.
- Arubin, M. (2020) *Índice de Simpson: Fórmula, Interpretación y Ejemplo, Liferder*. Available at: <https://www.liferder.com/indice-simpson/> (Accessed: 28 November 2023).
- Ayan, L. *et al.* (2021) 'Microorganismos del suelo y sus usos potenciales en la agricultura frente al escenario del cambio climático', *Magna Scientia UCEVA*, 1, pp. 104–119. Available at: <https://doi.org/10.54502/msuceva.v1n1a14>.
- Becerra, J. (2023) *La importancia de los caracoles en el ecosistema: ¡descubre su función! - Bichosdelmundo*. Available at: <https://bichosdelmundo.com/moluscos/caracoles/que-funcion-cumplen-los-caracoles-en-la-naturaleza/> (Accessed: 28 November 2023).
- Beroisa, C. *et al.* (2023) 'Medición de cationes intercambiables en suelos afectados por sales de la región semiárida pampeana', *Ciencia del suelo*, 41(1), pp. 185–195.
- Bohórquez Mielles, J.C. (2023) 'Descripción de termitas subterráneas del grupo-Anoplotermes en bosques secos tropicales en el Caribe colombiano'. Available at: <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/12145> (Accessed: 8 November 2024).
- Bourguignon, T. *et al.* (2016) 'Mitochondrial Phylogenomics Resolves the Global Spread of Higher Termites, Ecosystem Engineers of the Tropics', *Molecular Biology and Evolution*, p. msw253. Available at: <https://doi.org/10.1093/molbev/msw253>.
- Brussaard, L. (2021) 'Biodiversity and ecosystem functioning in soil: The dark side of nature and the bright side of life', *Ambio*, 50(7), pp. 1286–1288. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01507-z>.
- Bufebo, B., Elias, E. and Getu, E. (2021) 'Abundance and diversity of soil invertebrate macro-fauna in different land uses at Shenkolla watershed, South Central Ethiopia', *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 82(1), p. 11. Available at: <https://doi.org/10.1186/s41936-021-00206-1>.

- Cabaña Acosta, M.E. *et al.* (2024) 'Incidencia y distribución de termiteros sobre pastizal: requisito previo para su manejo y control en condiciones de campo', *Revista investigaciones y estudios-UNA*, 15(1), pp. 62–70. Available at: <https://doi.org/10.57201/ieuna2413372>.
- Cabrera Dávila, G. de la C. *et al.* (2018) 'Caracterización ecológica de la macrofauna edáfica en dos sitios de bosque siempreverde en El Salón, Sierra del Rosario, Cuba', *Bosque (Valdivia)*, 39(3), pp. 363–373. Available at: <https://doi.org/10.4067/S0717-92002018000300363>.
- Cabrera, G. (2012) 'La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba', *Pastos y Forrajes*, 35(4), pp. 346–363.
- Cabrera-Dávila, G. (2012) 'La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba', *Pastos y Forrajes*, 35(4), pp. 346–363.
- Cabrera-Dávila, G. (2014) 'Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en cuba'. Available at: https://ruffordorg.s3.amazonaws.com/media/project_reports/Manual%20Pr%C3%A1ctico%20Sobre%20la%20Macrofauna%20del%20Suelo.pdf.
- Cabrera-Dávila, G. *et al.* (2017) 'Evaluación de la macrofauna como indicador del estado de salud en siete sistemas de uso de la tierra, en Cuba', *Pastos y Forrajes*, pp. 118–126.
- Cabrera-Dávila, G. de la C. *et al.* (2017) 'Evaluación de la macrofauna como indicador del estado de salud en siete sistemas de uso de la tierra, en Cuba', *Pastos y Forrajes*, 40(2), pp. 118–126.
- Cardona Duque, J. *et al.* (2021) *Biodiversidad en ecosistemas estratégicos Más Bosques - Hormigas*. Available at: https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=mas_bosques_hormigas (Accessed: 6 November 2024).
- Carmona, V. and Carmona, T. (2013) 'La diversidad de los análisis de diversidad', *Bioma*, 14, pp. 20–28.
- Castillo-Trejo, E.Y. *et al.* (2023) 'Macrofauna edáfica y calidad del suelo en agroecosistemas agrícolas y pecuarios de Campeche', *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 14(3), pp. 413–424. Available at: <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i3.3108>.
- Celis Gil, L.V. (2020) 'Riqueza y estructura de las comunidades de lombrices del suelo con relación a las condiciones ecológicas de los hábitats en la Orinoquia colombiana'. Available at: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78885> (Accessed: 20 October 2024).
- Coleman, D.C., Geisen, S. and Muro, D.H. (2024) *Fauna del suelo: ocurrencia, biodiversidad y roles en la función del ecosistema - ScienceDirect*. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128229415000053> (Accessed: 20 October 2024).
- Cortéz Pozo, E.D.R. (2021) *Evaluación de la influencia del uso de la tierra en la presencia y distribución de carbonatos edáficos en la cuenca del río Javita, provincia de Santa Elena*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5733> (Accessed: 9 November 2024).
- Dávila, C., Sánchez Rendón, J. and Ponce de León, D. (2022) 'Macrofauna edáfica: composición, variación y utilización como bioindicador según el impacto del uso y calidad del suelo/Edaphic macrofauna: composition, variation and use as a bioindicator according to the impact of soil use and quality'.

- Espinoza, M. (2023) *Índice de diversidad – Tipos de indicadores*. Available at: <https://tiposdeindicadores.com/indice-de-diversidad/> (Accessed: 1 December 2023).
- Esquivel-Valenzuela, B. *et al.* (2018) 'Carbono orgánico y nitrógeno total en suelos forestales de México mediante espectroscopia VIS-NIR', *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(47), pp. 295–313. Available at: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i47.158>.
- Franco, A.L.C. *et al.* (2020) 'Linking soil engineers, structural stability, and organic matter allocation to unravel soil carbon responses to land-use change', *Soil Biology and Biochemistry*, 150, p. 107998. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2020.107998>.
- García, D.L.E. (2020) 'La lombriz terrestre: su actividad y capacidad para mejorar la calidad de los suelos', 17(1).
- Góes, Q.R. de *et al.* (2021) 'Análise da fauna edáfica em diferentes usos do solo no Bioma Pampa', *Ciência Florestal*, 31(1), pp. 123–144. Available at: <https://doi.org/10.5902/1980509832130>.
- Gracia, J. (2024) *Macrofauna | Britannica*. Available at: <https://www.britannica.com/science/macrofauna/additional-info> (Accessed: 14 August 2024).
- Jaurixje, M. *et al.* (2013) 'Propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con la actividad biológica bajo diferentes manejos en la zona de Quibor, Estado Lara', *Bioagro*, 25(1), pp. 47–56.
- Liu, T. *et al.* (2016) 'Carbon-rich organic fertilizers to increase soil biodiversity: Evidence from a meta-analysis of nematode communities', *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 232, pp. 199–207. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.07.015>.
- Machado Cuellar, L., Rodríguez, L. and Orduz, S. (2021) 'Importancia de la biota edáfica para la productividad en agroecosistemas', *Revista Nova*, 6. Available at: <https://doi.org/10.23850/25004476.3681>.
- Machado-Cuellar, L. *et al.* (2021) 'Macrofauna del suelo y condiciones edafoclimáticas en un gradiente altitudinal de zonas cafeteras, Huila, Colombia', *Revista de Biología Tropical*, 69(1), pp. 102–112. Available at: <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i1.42955>.
- Marquéz, G. (2021) 'Uno de los factores activos en la formación del suelo: el clima', *Locos por la Geología*. Available at: <http://www.locosporlageologia.com.ar/uno-de-los-factores-activos-en-la-formacion-del-suelo-el-clima/> (Accessed: 27 November 2023).
- Martínez de la Vega, G. (2024) *Miriápodos de San Luis Potosí*. Available at: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30820.80005>.
- Martínez, Y.P.C. (2022) 'Estructura de la macro, meso y microfauna del suelo'.
- Medina Méndez, J. *et al.* (2017) 'Incremento de la materia orgánica del suelo y rendimiento de mango en Luvisoles, Campeche, México', *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), p. 499. Available at: <https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.22236>.
- Mendivelso, F. (2021) 'Prueba no paramétrica de correlación de Spearman', *Revista Médica Sanitas*, 24(1). Available at: <https://doi.org/10.26852/01234250.578>.
- Murillo-Cuevas, F.D. *et al.* (2019) 'Fauna y microflora edáfica asociada a diferentes usos de suelo', *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(16), pp. 23–33. Available at: <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1792>.

- Nicholls, C.I. and A. Altieri, M. (2020) *Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica - Leisa*. Available at: <https://leisa-al.org/web/revista/volumen-36-numero-04/suelos-saludables-plantas-saludables-la-evidencia-agroecologica/> (Accessed: 7 November 2024).
- Orozco Corral, A.L. *et al.* (2016) 'Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano', *Terra Latinoamericana*, 34(4), pp. 441–456.
- Ortega, C. (2022) 'Prueba de Kruskal-Wallis: Qué es, ventajas y cómo se realiza', *QuestionPro*, 15 February. Available at: <https://www.questionpro.com/blog/es/prueba-de-kruskal-wallis/> (Accessed: 28 November 2023).
- Ortíz-Gamino, D. and Gregorio, J. (2021) '¿Las lombrices de tierra tienen potencial biotecnológico?', *ELEMENTOS*, 123, pp. 71–77.
- Pérez, L. (2019) *Funciones de los escarabajos peloteros en la naturaleza*, *Botanical-online*. Available at: <https://www.botanical-online.com/animales/escarabajos-peloteros-funciones-naturaleza> (Accessed: 28 November 2023).
- 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*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2020. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5534> (Accessed: 9 November 2024).
- Qu, X. *et al.* (2024) 'Deforestation impacts soil biodiversity and ecosystem services worldwide', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(13), p. e2318475121. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.2318475121>.
- R Core Team (2023) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Available at: <https://www.R-project.org/>.
- Ramírez Huila, W. *et al.* (2022) 'Estructura y composición arbórea del bosque seco tropical en el valle Sancán, Manabí, Ecuador', *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 10(2), pp. 169–181.
- Rayo, I., José, J. and Suárez, A. (2017) 'Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad'.
- Reyes López, J.L. (2018) 'Las hormigas, elementos claves de los ecosistemas'. Available at: https://www.uco.es/investigacion/proyectos/biodehesa/wp-content/uploads/Las_hormigas_elementosclave_ecosistemas.pdf.
- Ríos, C.P., Sosa-López, A. and Torres-Rojas, Y. (2022) 'Diversidad y función de la macrofauna del suelo: información clave para el estudio de la sustentabilidad de sistemas socio-ecológicos tropicales', *JAINA, Costas y Mares ante el Cambio Climático*, 4(1), pp. 51–62.
- Rivero-Herrada, M. *et al.* (2020) 'Influencia de diferentes sistemas agroecológicos en los indicadores químicos de un suelo cultivado de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)', *Terra Latinoamericana*, 38(4), pp. 735–743. Available at: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.558>.
- Rojas, E. *et al.* (2021) 'Macrofauna edáfica y propiedades físico-químicas del suelo, en fincas cafetaleras de pequeños agricultores', *Revista de la Facultad de Agronomía*, 38, pp. 913–929. Available at: [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v38.n4.11](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n4.11).
- Romero Rosales, E.J. (2024) *Identificación de macrofauna edáfica en la estación agrostológica de Colonche, Santa Elena*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12050> (Accessed: 9 November 2024).

- Saavedra-Romero, L. de L. *et al.* (2020) 'Propiedades físicas y químicas del suelo urbano del Bosque San Juan de Aragón, Ciudad de México', *Terra Latinoamericana*, 38(3), pp. 529–540. Available at: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.644>.
- Salvador, D.G.C., Ernesto Núñez Flores, Roberto Ramírez García, Julio César Romero (2022) *Mosquitos ¿por qué son importantes para el equilibrio ecológico?*, *Ciencia UNAM*. Available at: <https://ciencia.unam.mx/leer/1297/mosquitos-por-que-son-importantes-para-el-equilibrio-ecologico-> (Accessed: 28 November 2023).
- Sandoval Sequeira, L.J. (2019) *Macrofauna edáfica como indicadores en los tres diferentes usos de suelo (agrícola, pecuario, bosque) en la Estación Biológica Francisco Guzmán Pasos de la UNAN-Managua FAREM-Chontales*. other. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Available at: <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/11152/> (Accessed: 6 November 2024).
- Santos Villalobos, S. de los *et al.* (2018) 'Colección de microorganismos edáficos y endófitos nativos para contribuir a la seguridad alimentaria nacional', *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(1), pp. 191–202. Available at: <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.858>.
- Scaglione, J. *et al.* (2023) 'Efectos a corto plazo de los cultivos de cobertura sobre propiedades y macrofauna del suelo', *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 10(2). Available at: <https://doi.org/10.19136/era.a10n2.3645>.
- Siebert, J. *et al.* (2019) 'Earthworms modulate the effects of climate warming on the taxon richness of soil meso- and macrofauna in an agricultural system', *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 278, pp. 72–80. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.03.004>.
- Socarrás, A. (2013) 'Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo', 36(1).
- Sofo, A., Mininni, A.N. and Ricciuti, P. (2020) 'Soil Macrofauna: A key Factor for Increasing Soil Fertility and Promoting Sustainable Soil Use in Fruit Orchard Agrosystems', *Agronomy*, 10(4), p. 456. Available at: <https://doi.org/10.3390/agronomy10040456>.
- Szabó, B. *et al.* (2023) 'Urbanization decreases species richness, and increases abundance in dry climates whereas decreases in wet climates: A global meta-analysis', *Science of The Total Environment*, 859, p. 160145. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160145>.
- Tinajero, K. (2019) 'Muestreo Estratificado'. Available at: https://www.academia.edu/33413242/Muestreo_Estratificado (Accessed: 28 November 2023).
- Torres, victor (2017) 'Macrofauna edáfica, un indicador de salud de los suelos – CIMMYT | IDP'. Available at: <https://idp.cimmyt.org/macroufauna-edafica-un-indicador-de-salud-de-los-suelos/> (Accessed: 23 November 2023).
- Vanolli, B.S. *et al.* (2023) 'Edaphic and epigeic macrofauna responses to land use change in Brazil', *European Journal of Soil Biology*, 117, p. 103514. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2023.103514>.
- Villanueva González, C., Lojka, B. and Cardona, C. (2023) 'Agroforestería para la conservación de la biodiversidad en América Latina: una revisión sistemática', 1, pp. 1–25.
- Wang, J. and Shi, X. (2023) 'Soil biodiversity in natural forests potentially exhibits higher resistance than planted forests under global warming', *Frontiers in Plant Science*, 14. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1135549>.

Zhang, P. *et al.* (2024) 'Detritivores maintain stoichiometric homeostasis, but alter body size and population density in response to altitude induced stoichiometric mismatches', *Geoderma*, 446, p. 116897. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2024.116897>.

ANEXOS



Figura 1A: Muestreo de la macrofauna edáfica.



Figura 2A: Conservación de los organismos del suelo.



Figura 3A: Identificación de los organismos en el laboratorio.

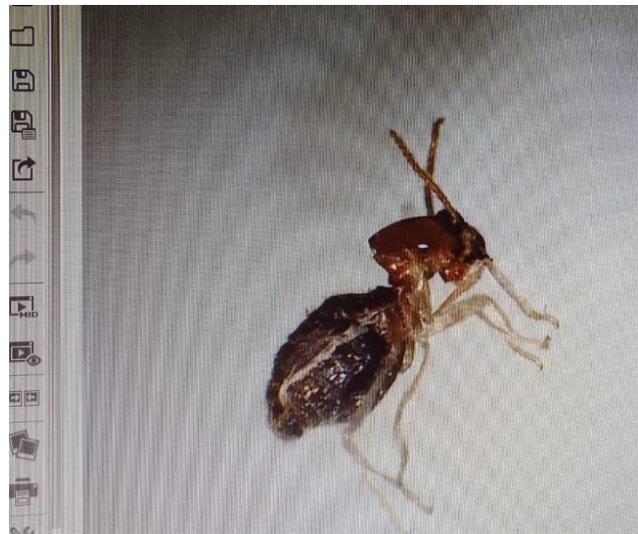


Figura 4A: Toma de fotografías de los organismos.

Galería

MILPIÉS



Familia: Paradoxosomatidae

ESCARABAJO



Familia: Coleoptera indeterminada

GRILLO



Familia: Gryllidae

LARVA DE MOSCA



Familia: Diptera indeterminada

COCHINILLA



Familia: Isópoda indeterminada

LOMBRIZ



Familia: Spirobolellidae

LARVA DE ESCARABAJO



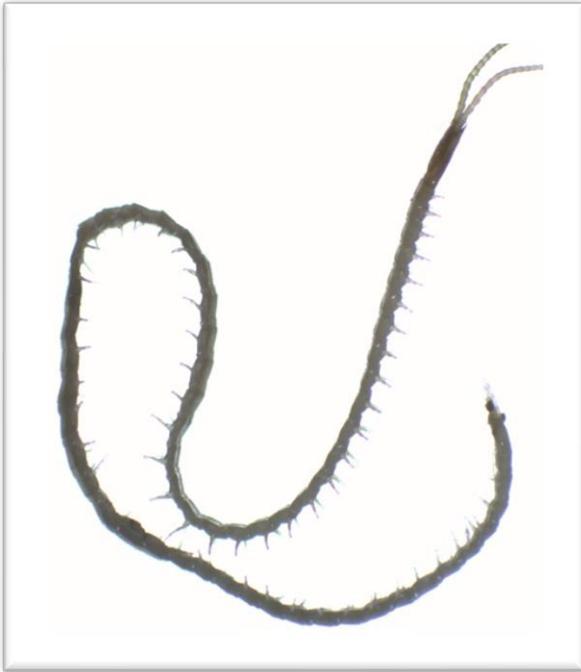
Familia: Coleóptera indeterminada

HORMIGA



Familia: Formicidae indeterminada

CIEMPIÉS



Familia: Geophilidae

TERMITA



Familia: Termitidae

COCHINILLA



Familia: Isópoda

ARAÑA



Familia: Corinnidae

No_lab	Id_Lote	Código	Lugar	Fecha	Uso	AS1	AMO	ANT	ACIC	CODIGO	Coordenada X	Coordenada Y
75277	31	Col-MON01-BC	Colonche-Las Balsas	ago-21	forestal	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-BS-MON01-BC	-80,61757	-2,04059
75278	32	Col-MON02-BC	Colonche-Las Balsas	ago-21	forestal	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-BS-MON02-BC	-80,44511	-2,01888
75279	33	Col-MON03-BC	Colonche-Las Balsas	ago-21	forestal	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-BS-MON03-BC	-80,44527	-2,01818
75280	34	Col-MON04-BC	Colonche-Las Balsas	ago-21	forestal	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-BS-MON04-BC	-80,44525	-2,01817
75281	35	Col-MON05-BC	Colonche-Las Balsas	ago-21	forestal	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-BS-MON05-BC	-80,44512	-2,01892
75282	36	Col-MON06-BC	Colonche-Las Balsas	ago-21	forestal	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-BS-MON06-BC	-80,44466	-2,01765
75283	37	Col-MON07-BC	Colonche-Las Balsas	ago-21	forestal	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-BS-MON07-BC	-80,44659	-2,01951
75284	38	Col-MON08-BC	Colonche-Las Balsas	ago-21	forestal	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-BS-MON08-BC	-80,44794	-2,0203
75285	39	Col-MON01-CC	Colonche-PIDAASSE	ago-21	Maiz	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-PD-MON01-CC	-80,61663	-2,04128
75286	40	Col-MON02-CC	Colonche-PIDAASSE	ago-21	Maiz	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-PD-MON02-CC	-80,61613	-2,0413
75287	41	Col-MON03-CC	Colonche-PIDAASSE	ago-21	Maiz	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-PD-MON03-CC	-80,61565	-2,04129
75288	42	Col-MON04-CC	Colonche-PIDAASSE	ago-21	Maiz	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-PD-MON04-CC	-80,61555	-2,04077
75289	43	Col-MON05-CC	Colonche-PIDAASSE	ago-21	Maiz	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-PD-MON05-CC	-80,6161	-2,04071
75290	44	Col-MON06-CC	Colonche-PIDAASSE	ago-21	Maiz	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-PD-MON06-CC	-80,61652	-2,04055
75291	45	Col-MON07-CC	Colonche-PIDAASSE	ago-21	Maiz / Pimiento	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-PD-MON07-CC	-80,61743	-2,0438
75292	46	Col-MON08-CC	Colonche-PIDAASSE	ago-21	Maiz / Pimiento	Suelo 1	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	C.I.C.	Ma-PD-MON08-CC	-80,61755	-2,04058

Figura 8. Matriz de muestreo de la macrofauna edáfica en dos usos de tierra: Bosque seco tropical y Cultivos de ciclo corto.

Cod	Uso	pH	P	MO	RCa_Mg	RMg_K	RCaMg_K	N_TOTAL	Na	k	Ca	Mg	suma	CIC	H	D	S	J	Det	Dep	Herb	Omn
Col-MON01-BC	BSTr	6.20	7.00	4.30	4.40	4.86	26.26	0.30	0.84	2.85	27.84	7.87	39.00	52.00	1.54	0.73	6	0.86	32	112	32	0
Col-MON02-BC	BSTr	6.70	8.00	4.60	4.49	2.98	16.36	0.30	0.86	4.70	33.63	7.96	47.00	58.00	1.43	0.73	5	0.89	112	32	16	64
Col-MON03-BC	BSTr	6.30	6.00	3.80	4.74	4.48	25.72	0.30	0.98	2.01	27.74	6.96	38.00	48.00	0.00	0.00	1	0.00	528	0	0	0
Col-MON04-BC	BSTr	7.00	14.00	6.20	4.37	2.17	11.63	0.40	1.12	6.48	32.54	8.42	49.00	58.00	1.61	0.80	5	1.00	16	16	48	0
Col-MON05-BC	BSTr	6.20	5.00	4.10	3.93	4.84	23.86	0.30	1.65	4.34	30.27	10.27	46.53	53.71	0.45	0.28	2	0.65	16	0	0	80
Col-MON06-BC	BSTr	5.90	5.00	3.40	3.78	4.62	22.09	0.20	1.69	2.10	22.48	6.60	33.00	36.00	1.62	0.73	7	0.83	80	16	32	112
Col-MON07-BC	BSTr	5.70	8.00	3.50	1.97	13.46	39.96	0.30	2.95	4.85	35.14	16.99	60.00	62.00	1.42	0.71	5	0.88	0	96	16	96
Col-MON08-BC	BSTr	6.10	6.00	3.00	1.87	10.87	31.19	0.30	3.08	7.41	32.52	17.12	60.00	62.00	1.60	0.73	7	0.82	128	32	0	128
Col-MON01-CC	CCC	7.00	12.00	1.60	3.17	5.86	24.45	0.20	1.02	2.35	34.58	8.73	47.00	54.00	0.67	0.30	5	0.42	528	16	16	0
Col-MON02-CC	CCC	7.60	8.00	2.10	4.61	5.54	31.04	0.30	1.93	2.67	37.70	7.03	49.00	52.00	1.81	0.79	8	0.87	256	96	0	208
Col-MON03-CC	CCC	7.10	11.00	1.30	3.37	8.38	36.58	0.20	1.35	2.14	36.86	8.92	49.00	54.00	0.00	1.00	0	0.00	0	0	0	0
Col-MON04-CC	CCC	7.30	11.00	1.50	3.26	8.06	34.38	0.30	1.59	2.11	35.15	9.12	48.00	52.00	0.69	0.50	2	1.00	16	16	0	0
Col-MON05-CC	CCC	7.80	22.00	1.80	3.95	4.87	24.13	0.40	1.47	3.25	32.74	7.83	45.00	48.00	0.00	0.00	1	0.00	16	0	0	0
Col-MON06-CC	CCC	7.70	7.00	1.50	4.19	5.77	29.97	0.20	1.72	1.92	38.70	7.43	50.00	54.00	1.61	0.80	5	1.00	16	48	16	0
Col-MON07-CC	CCC	7.70	5.00	1.20	3.92	7.67	37.77	0.30	2.41	2.13	41.87	8.20	55.00	58.00	0.86	0.55	3	0.79	288	16	0	0
Col-MON08-CC	CCC	8.00	10.00	1.30	1.93	11.8	34.62	0.20	3.68	1.65	29.86	17.77	53.00	54.00	0.64	0.44	2	0.92	48	0	0	0

Figura 9. Matriz de las propiedades físicas y químicas de los sistemas de Bosque seco tropical y Cultivo de ciclo corto.