



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-Estelí**

**Diversidad de fauna edáfica y la interacción con las propiedades químicas en bosques de  
Miraflor-moro potente, Estelí-Nicaragua**

**Trabajo de seminario de Graduación para optar**

**al grado de**

Ingeniero Agrónomo

**Autores**

Cesar Adán Fuentes Hoyos

Francela Anahí Delgadillo Pérez

Hair Alexander Cruz Mendoza

**Tutor/a**

Dra. Verónica Lisbeth Ruiz Gómez

**Asesor**

Msc Oscar Rafael Lanuza Lanuza

**Estelí, 14 de diciembre de 2023**



## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo principalmente a Dios por brindarme la sabiduría necesaria a lo largo de todo el proceso formativo, a mis padres por todo el esfuerzo, dedicación y apoyo que día con día me brindan.

A familia, amigos y todas las personas que a lo largo de esta etapa estuvieron presentes brindando su apoyo, amistad y cariño y aquellos que hoy no están presentes, pero nos dieron su amor incondicional y fueron una motivación para culminar con éxito

## **Agradecimiento**

Agradezco primeramente a Dios por todas las bendiciones, a mis padres, familia y amigos por estar presentes y brindarme su apoyo incondicional.

De forma especial agradezco a la Facultad Regional Multidisciplinaria (FAREM- Estelí) y sus docentes MSc. Oscar Rafael Lanuza y la Dra. Verónica Liseth Ruiz por asesorar todo el proceso de tesis y a todos los docentes que estuvieron presentes y fueron un apoyo fundamental para culminar la investigación.

Agradecemos al proyecto fostering local community engagement in the protection, conservation and restoration of the diverse forests of Nicaragua financiado por la fundación Franklinia y ejecutado por la Unan Managua a través de la facultad Farem Esteli por brindarnos el transporte para todos los muestreos.



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, ESTELÍ  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS TECNOLOGICAS Y SALUD

“2023: Seguiremos Avanzando por más Victorias Educativas”

Estelí, 14 de diciembre de 2023

### CONSTANCIA

Por este medio estoy manifestando que la investigación: **Diversidad de fauna edáfica y la interacción con las propiedades químicas en bosques de Mirafior-moro potente, Estelí-Nicaragua** cumple con los requisitos académicos de la clase de Seminario de Graduación, para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Los autores de este trabajo son las/os estudiantes: Cesar Adán Fuentes Hoyos, número de carnet 19502381, Francela Anahí Delgadillo Pérez, número de carnet 19511126, Hair Alexander Cruz Mendoza número de carnet 19511137 y fue realizado en el II semestre de 2023, en el marco de la asignatura de Seminario de Graduación, cumpliendo con los objetivos generales y específicos establecidos, que consta en el artículo 9 de la normativa, y que contempla un total de 60 horas permanentes y 240 horas de trabajo independiente.

Considero que este estudio será de mucha utilidad para el sector forestal y agrícola, la comunidad estudiantil y las personas interesadas en esta temática.

Atentamente,

Verónica Lisbeth Ruiz Gómez  
0000-0001-6094-6883  
FAREM-Estelí, UNAN-Managua

Cc/Archivo

*¡A la libertad por la Universidad!*

Barrio 14 de abril, contiguo a la subestación de ENEL, Tel 27137734, Ext 7430  
Cod. Postal 49 – Estelí, Nicaragua  
dctys@unan.edu.ni | www.farem.unan.edu.ni

## **Resumen**

El cambio del uso de la tierra provoca la pérdida de la biota y la degradación del hábitat, afectando a los servicios ecosistémicos. Estas relaciones han sido poco estudiadas en los paisajes de Miraflores y en particular existe un vacío de conocimiento sobre el estudio de la fauna edáfica. El objetivo fue evaluar la diversidad de fauna edáfica para comprender la influencia que tienen estos organismos en las propiedades químicas (Nitrógeno, Carbono, Fósforo). Utilizando una metodología estándar propuesta por Soil Bon. Se obtuvo un total de 494 individuos agrupados en 26 órdenes, de los cuales se identificaron 58 familias, las familias más dominantes fueron Philosciidae, Formicidae y Parasitidae, el bosque húmedo presentó mayor abundancia en el número de individuos, sin embargo, el bosque seco presentó mayor riqueza. En cuanto, a las propiedades químicas, nitrógeno y carbono presentaron relaciones positivas con el número de individuos, al contrario del fósforo, que presentó una relación negativa. Se puede concluir que los bosques de Miraflores (bosque húmedo y bosque seco) presentan una amplia abundancia y riqueza de fauna edáfica.

Palabras clave: Fauna edáfica, Abundancia, Riqueza, Propiedades químicas.

## **Abstract**

The change in land use causes the loss of biota and habitat degradation, affecting ecosystem services. These relationships have been little studied in the landscapes of Miraflores and in particular there is a gap in knowledge regarding the study of edaphic fauna. The objective was to evaluate the diversity of edaphic fauna to understand the influence that these organisms have on physicochemical properties (Nitrogen, Carbon, Phosphorus). Using a standard methodology proposed by Soil Bon. A total of 494 individuals grouped into 26 orders were obtained, of which 58 families were identified, the most dominant families were philosciidae, formicidae and parasitidae, the humid forest presented greater abundance in the number of individuals, however, the dry forest presented greater wealth. Regarding the physicochemical properties, nitrogen and carbon presented positive relationships with the number of individuals, unlike phosphorus, which presented a negative relationship. It can be concluded that the Miraflores forests (humid forest and dry forest) present a wide abundance and richness of edaphic fauna.

Keywords: Edaphic fauna, Abundance, Richness, Chemical properties.

## Índice

1. Introducción .....	3
2. Antecedentes .....	4
3. Planteamiento del problema.....	6
a. Caracterización general del problema.....	6
b. Pregunta general .....	6
c. Preguntas específicas.....	6
4. Justificación .....	7
5. Objetivos .....	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos.....	8
6. Fundamentación Teórica.....	9
6.1. Bosques .....	9
6.2 Tipos de bosques.....	9
6.3 Suelo.....	10
6.4 Fauna edáfica .....	10
6.5. Abundancia .....	12
6.6. Riqueza.....	12
6.7. Propiedades químicas.....	12

7.	Hipótesis de investigación.....	14
	Hipótesis de investigación (hi) .....	14
	Hipótesis nula (ho).....	14
8.	Operacionalización de variables.....	15
9.	Diseño metodológico.....	18
	9.1. Tipo de investigación.....	18
	9.2. Área de estudio .....	18
	9.3. Población y muestra.....	19
	9.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	19
	9.5. Etapas de la investigación.....	23
10.	Análisis y discusión de resultados .....	26
11.	Conclusiones.....	32
12.	Recomendaciones.....	33
13.	Referencias y bibliografía .....	34
14.	Anexos .....	37

## **Índice de tablas**

<i>Tabla 1 Verificación de muestras recolectadas en campo .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 2 Agrupación de organismos.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3 Identificación de fauna edáfica. ....</i>	<i>38</i>



## Tabla de figuras

Figura 1 Mapa del área de estudio Miraflores Moropotente .....	19
Figura 2 Distribución de los puntos de muestreo en las áreas investigadas.....	20
Figura 3 Índice de Shannon para bosque húmedos y bosques secos.....	21
Figura 4 Índice de Simpson para los bosques húmedos y bosque secos.....	22
Figura 5 Diseño del monolito para recolección de muestras de suelo.....	23
Figura 6 Abundancia de órdenes y familias por tipo de bosque .....	26
Figura 7 Abundancia de número de individuos por tipo de bosque .....	27
Figura 8 Curvas de rarefacción para los dos tipos de bosque.....	29
Figura 9 Relación de número de individuos y nitrógeno (N).....	30
Figura 10 Relación entre número de individuos y carbono (C).....	30
Figura 11 Relación entre número de individuos y fósforo (P) .....	30
Figura 12 Obtención de muestras en campo .....	42
Figura 13 Monolito de suelo.....	42
Figura 14 Fase de campo .....	42
Figura 15 Extracción seca .....	42

## 1. Introducción

Los sistemas agrícolas tienen gran influencia sobre los organismos del suelo, incluyendo sus actividades y su biodiversidad. El aclareo de terrenos forestales para cultivos afecta al entorno del suelo y reduce drásticamente la cantidad y número de especies y organismos del mismo (FAO, 2023).

Por ello, es de suma importancia el identificar la presencia de las comunidades edáficas, puesto que como afirma Lavelle y España (2001) la fauna del suelo impulsa muchos procesos y funciones claves del ecosistema es decir que estos organismos son los encargados de descomponer la materia orgánica (MO) y el reciclaje de nutrientes siendo estos indispensables para el ciclo biológico de los cultivos, que desde el punto de vista agronómico es la fuente primaria de mayor interés.

El propósito principal de la investigación sobre la diversidad de fauna del suelo es recolectar información que indiquen la presencia de la fauna edáfica y las interacciones que ocurren entre dichos organismos (macrofauna y mesofauna) y los procesos químicos (N, C, P) del suelo, para comprender como estos puedan ser de beneficio a la toma de decisiones para el uso de suelo en el sector agrícola.

Esta investigación conlleva puntos significativos de información que facilitan el proceso de investigación como lo es una introducción clara, objetivos precisos, problema, justificación certera, un marco teórico/conceptual de términos que facilitan la interpretación, una metodología, conclusiones y resultados que permitan la comprobación o negación de las hipótesis planteadas.

## 2. Antecedentes

A continuación, se describen los principales aportes de algunas investigaciones enfocadas al estudio. Los temas son relevantes porque examinaron los mismos organismos y se emplearon las mismas metodologías de recolección e identificación y se evaluaron en condiciones similares a nuestro estudio.

El estudio de (Flores, 2016), referido a evaluar la relación existente entre las comunidades de macrofauna, mesofauna y microfauna del suelo y las variables químicas de suelos agrícolas del departamento de Sucre, indica en sus resultados que la diversidad de los organismos del suelo es sensible a los cambios de las variables químicas del suelo. Esta investigación reveló la importancia de realizar estudios sobre los tres componentes de la fauna del suelo, ya que los tres contribuyen al enriquecimiento del suelo para obtener cultivos nutridos que les permitan sobrevivir a los cambios climáticos.

Por otra parte, la investigación realizada por (Escobar Montenegro et al., 2017), referida a identificar y comparar la diversidad de la macro fauna de suelo en tres sistemas de uso del suelo. Concluye que, existe una mayor diversidad de macrofauna del suelo en el sistema de bosque comparada con los sistemas de producción pecuaria del estudio, aunque no se presentan diferencias estadísticas significativas, al aplicar los análisis de ANDEVA, lo cual se asocia al pH del suelo y la materia orgánica.

Nicosia et al.,(2020), realizó una investigación con el fin de determinar la existencia de cambios en la estructura de la mesofauna edáfica asociados a dos intensidades de uso de los suelos. Los resultados muestran que la estructura de la comunidad edáfica entre los sistemas contrastados difiere en riqueza, composición y diversidad, y que ésta última varía según la fecha de muestreo. Mediante análisis de componentes principales se determinó la existencia de diferencias entre ambas comunidades y un análisis de similitud por permutaciones, ADONIS, confirma las diferencias en la estructura de las comunidades.

En la opinión de Martínez,(2022), en base a su investigación realizada a definir estrategias en el manejo sostenible de suelos agrícolas tropicales, en la cual se evaluó la biodiversidad del suelo (macrofauna, mesofauna y microfauna) en el suelo de unidades agrícolas. Los resultados indican que la diversidad de los organismos del suelo es sensible a los cambios de las variables químicas del suelo.

Tráves Galárraga, (2020),afirma que, La estructura y la composición de la macrofauna edáfica presenta diferencias significativamente entre las tipologías estudiadas (diferentes gradientes de intensidad de uso de suelo). El bosque nativo presentó mayor diversidad. Los grupos funcionales con mayor abundancia fueron los depredadores y detritívoros, lo cual es positivo para el mantenimiento de la calidad del suelo.

### 3. Planteamiento del problema

#### a. Caracterización general del problema

La pérdida de biodiversidad es rápida y continua. Durante los últimos 50 años, los seres humanos hemos cambiado los ecosistemas más rápida y extensamente que en cualquier otro periodo comparable de la historia de la humanidad. Las causas directas de la pérdida de biodiversidad no muestran señales de disminución (Hasselink et. al. 2007). Existe un número reducido de investigaciones científicas que indiquen el efecto que tiene la presencia de estos organismos en las funciones específicas del suelo.

#### b. Pregunta general

Ante los siguientes puntos abordados en la caracterización surgió la pregunta general que será la base principal de la investigación: ¿Qué tan diversa estará la fauna edáfica encontrada en los bosques y el beneficio que se tendría en base a la interacción de estos organismos con las propiedades químicas del suelo?

#### c. Preguntas específicas

Ante esto surgieron las siguientes interrogantes:

¿Cuál será la abundancia y riqueza de la fauna edáfica en los bosques a investigar?

¿Cuál será la relación entre los organismos edáficos y las propiedades químicas del suelo?

#### **4. Justificación**

La macrofauna y mesofauna juegan un papel crucial en el suministro de las funciones ecosistémicas y el mantenimiento de la calidad del suelo (Escobar Montenegro et al., 2017). Por otra parte, la pérdida de biodiversidad asociada a la transformación de ecosistemas naturales a cultivo, modifica el flujo de nutrientes y energía que requieren la intervención humana para mantener la función productiva del sistema ( Altieri, 1999, como se cito en Escobar Montenegro et al., 2017).

Puesto que Nicaragua se considera un país productivo a nivel agrícola y existen numerosas trasformaciones en el ambiente para lograr cubrir una demanda alimenticia y económica, la agricultura intensiva se ha vuelto común. Sin embargo, las acciones han traído repercusiones, donde se remarca una disminución de la calidad del suelo. Por ende, se considera preciso abordar la investigación sobre la diversidad de fauna edifica. Para así llegar a relacionar la presencia de estos con las propiedades químicas del suelo y el impacto que se provoca en los suelos al convertir áreas forestales en aprovechamiento agrícola.

Creando así una guía informativa donde futuros profesionales, instituciones y productores puedan tener una serie de resultados que indiquen la relación de estos organismos con el suelo y como ellos pueden adaptar esa información a sus áreas productivas maximizando el aprovechamiento de sus recursos edafológicos siendo de una manera más sostenible y sustentable con el ambiente.

## **5. Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar la diversidad de fauna edáfica y la influencia que tienen estos organismos en las propiedades químicas del suelo, en bosques húmedos y bosques secos de Miraflores-Moropotente, Estelí-Nicaragua.

### **Objetivos Específicos**

Determinar la abundancia y la riqueza de la fauna edáfica presentes en los bosques húmedos y bosques secos de Miraflores-Moropotente.

Comparar la relación entre la diversidad de fauna edáfica y las propiedades químicas de los bosques secos y húmedos.

## **6. Fundamentación Teórica**

### **6.1. Bosques**

Los bosques son biomas terrestres que albergan gran cantidad de ecosistemas con una biodiversidad espectacular. Se trata de zonas de la corteza terrestre que están conformadas por una gran cantidad de árboles, matorrales y otros tipos de vegetación, así como por muchas especies animales y de seres vivos de otros reinos de la naturaleza, como el reino Animalia, el reino Plantae, el reino Fungí, el reino Protista y el reino Monera (Juste, 2023).

Según el ministerio del ambiente y los recursos naturales naturales (2020) , define un bosque como un área continua que puede ser igual o mayor a 1 hectárea, la cual posee una cubierta arbórea igual o mayor al 30%, con alturas promedio de cada árbol mayor de 4 metros. De acuerdo con esta definición, no se consideran como bosque ciertas áreas cubiertas con vegetación secundaria natural y/o árboles aislados, combinadas o no con áreas agropecuarias, que no alcanzan el mínimo de 30%.

### **6.2 Tipos de bosques**

#### **6.2.1. Bosque seco**

Los bosques tropicales secos son ecosistemas forestales que van de densos a ralos, son xerófitos en gran proporción; en la época seca no tiene follaje, presentan uno o dos pisos, son relativamente pobres en su composición florística; están localizados en la región ecológica I, con una época seca de 5 a 7 meses y con una precipitación anual de aproximadamente 700 -1 000 mm (Lamprecht, 1990 como se citó en Medrano & Rugama, 2008)

En estos tipos de bosques encontramos suelos ferralíticos, relativamente ricos en nutrientes, esto a consecuencia de un lavado o lixiviación moderada, los suelos son en general livianos y arenosos favoreciendo así la infiltración y la humificación (Medrano & Rugama, 2008)

#### **6.2.2. Bosque húmedo**

Los bosques tropicales húmedos se encuentran dentro de la zona climática húmeda tropical (precipitación de más de 1500 mm/año, temperatura promedio anual superior a



18°C), y puede variar por diferencias en variables climáticas y en características del suelo (Louman et al., 2001).

En este tipo de bosque la cantidad de especies arbóreas es abundante; rara vez se encuentran menos de 40 especies por hectárea, las cuales alcanzan diámetros superiores a 10 cm (Richards, 1976 como se citó en Louman et al., 2001).

Los árboles encontrados en estos tipos de bosques son similares en lo que respecta a su apariencia, generalmente con tallos rectos y delgados, con ramificaciones cerca de la cima, corteza delgada y lisa (Louman et al., 2001).

### **6.3 Suelo**

La palabra suelo se deriva del latín “solum” que significa piso y superficie de la tierra, el término hace referencia a la parte suelta de la tierra donde se distingue de la roca (D..Foth, 1985). El suelo tiene numerosas definiciones donde una de ellas hace referencia a la influencia final del tiempo combinado con los factores climáticos, topografía, organismos (flora, fauna, humanos), materiales parentales (roca) siendo estos los que dan origen al suelo (FAO, 2023). El suelo es una combinación de componentes bióticos y abióticos como: la tierra orgánica, minerales, agua y aire (HALLEY, 1983).

#### **6.3.4. Componente del suelo**

Las porciones relativas del material mineral, materia orgánica, “porosidades” (que puede contener agua o aire) varían dentro de límites muy amplios (D..Foth, 1985), es decir que las cantidades de cada componente dependerá del tipo de suelo sin embargo existe un dato estadístico aproximado entre cada componente del suelo.

### **6.4 Fauna edáfica**

Es uno de los componentes primordiales del suelo. Lleva a cabo diferentes procesos: el reciclaje de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica y la conservación de la estructura del terreno. Esto garantiza la calidad y fertilidad del suelo en sistemas naturales, agrícolas y forestales (Cabrera, 2015)

Se considera que el suelo es el hogar de innumerables formas de vida vegetal, animal y microbiana (D..Foth, 1985). Farb (1959) Dice que, nosotros vivimos en el techo de un mundo oculto. Debajo de la superficie del suelo se encuentra un mundo atrayente y misterioso, ya que gran parte de la fascinación del hombre acerca de la vida se ha relacionado con el suelo mismo. Está poblado por extrañas criaturas que han encontrado vivir en un mundo privado de luz solar y en un imperio cuya frontera están marcadas por paredes de tierra.

La fauna edáfica se compone en tres grupos primordiales, según el tamaño de estos organismos y la función que cumplen en el suelo, esta clasificación se basa en tres: macrofauna, mesofauna, microfauna.

#### **6.4.1. Macrofauna**

Está compuesta por animales invertebrados donde pasan gran parte de su vida dentro del suelo, sobre la superficie de la tierra en montículos de hojas (hojarasca) y troncos caídos en descomposición. Tiene una medición aproximada de 2mm de ancho de cuerpo y de longitud hasta 10 mm donde se pueden detectar a simple vista (Brown et al. 2001 como se citó en Cabrera 2014).

Algunas de las familias de estos organismos son llamados también descomponedores o detritívoros puesto que intervienen en la descomposición de la materia orgánica, fundamentalmente aquellos que viven en la superficie (hojarasca) pues estos se encargan de la trituración de restos vegetal como animal tratándose de organismos omnívoros, existiendo otra gran parte herbívoros que se alimentan de las partes vivas de la planta mientras que otros se alimentan de invertebrados más pequeños y así se mantiene el equilibrio del ecosistema (Cabrera-Dávila, 2014), sin embargo esta otro grupo dentro de la macrofauna llamados “los ingenieros del suelo”, constituyen una clasificación relacionado a los cambios físicos del suelo (Jones et al. 1994).

#### **6.4.2. Mesofauna**

La Mesofauna del suelo, o también llamada mesofauna edáfica, es el conjunto de animales de tamaño mediano que habita sobre el suelo. Para ser clasificados como tal, deben medir entre 0.1 a 2 milímetros, además de ser principalmente artrópodos (Rothschuh, 2022)

La mesofauna del suelo interviene en los procesos de descomposición de la materia orgánica (MO), aceleración y reciclaje de nutrientes y, en particular, el de mineralización de fósforo y el nitrógeno (García y Bello, 2004 como se citó en Socarrás, 2013).

### **6.5. Abundancia**

Es un componente de biodiversidad y se refiere a cuan común o rara es una especie en comparación con otras especies en una comunidad biológica o una ubicación definida. La abundancia relativa puede representarse como el porcentaje de un organismo, donde el 100% es el número total de organismos en el área (Cortés y Briones, 2014).

### **6.6. Riqueza**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de describir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001).

### **6.7. Propiedades químicas**

#### **6.7.1. Nitrógeno (N)**

La materia orgánica es en la única forma que se puede almacenar en el suelo por un tiempo mayor a algunos meses, el contenido de nitrógeno es mayor en los suelos que se han formados bajo una pradera de gramíneas que en los que se han formado bajo un bosque, además la materia orgánica y el nitrógeno se extiende hasta una profundidad mayor en el subsuelo, bajo una cubierta vegetal de pastos. El nitrógeno existente en la capa arable va disminuyendo al pasar de la temperatura.

La fijación de nitrógeno atmosférico puede llevarse a cabo por procariontas tanto aeróbicos como anaeróbicos (bacterias de vida libre como Azotobacter y clostridium) y no tiene lugar en los eucariotas. También puede realizarse este proceso a través de actividades de bacterias que realizan asociaciones simbióticas con las plantas como rhizobium (Martin & Soto, 2017).

#### **6.7.2. Carbono (C)**

De acuerdo al grupo intergubernamental de expertos sobre cambios climáticos (IPCC, 2003 y 2006), en los ecosistemas forestales el carbono se distribuye en cinco

depósitos: biomasa viva por encima del suelo (biomasa aérea), biomasa viva por debajo del suelo (biomasa subterránea), madera muerta sobre el suelo, mantillo y carbono orgánico del suelo (FAO, 2022).

### **6.7.3. Fósforo (P)**

Juega un papel fundamental en la vida de las plantas; es constituyente de ácidos nucleicos, enzimas, vitaminas, fosfolípidos, fitina y además es indispensable en procesos donde hay transformaciones de energía (Garavito Neira, 1974). La parte superficial del suelo contiene más fósforo que el subsuelo, porque ha sido depositado a través de la descomposición de las hojas, tallos y raíces de las plantas.

## **7. Hipótesis de investigación**

### **Hipótesis de investigación (hi)**

La presencia de diversidad de fauna edáfica será mayor en bosques húmedos en comparación de los bosques secos.

A mayor presencia de fauna edáfica habrá un aumento del nitrógeno y carbono, debido al reciclaje de los nutrientes y una disminución del fósforo del suelo.

### **Hipótesis nula (ho)**

La presencia de diversidad de fauna edáfica no tendrá diferencias significativas en bosques húmedos y bosque seco.

No habrá aumento del nitrógeno, carbono ni disminución del fósforo debido a la presencia de las comunidades edáficas en el suelo.

## 8. Operacionalización de variables

Objetivo general	Objetivo específico	Variable	Definición	Subvariable	Indicador	Técnicas	Instrumentos	Fuente
<b>Evaluar la diversidad de fauna edáfica y la influencia que tienen estos organismos en las propiedades químicas del suelo, en bosques húmedos y bosques secos de</b>	Determinar la abundancia y la riqueza de la fauna edáfica presentes en los bosques húmedos y bosques secos de Miraflores y Moropotente.	Diversidad	Se trata de una noción que hace referencia a la diferencia, variedad, abundancia de cosas distintas o la semejanza	Abundancia	Nº total de individuos por unidad de área  (Densidad absoluta)  Relación de una población con otra  (Densidad relativa)	Observación directa  Extracción seca	Guía de recolección de muestras  Monolito de suelo  Embudos de Berlese-Tullgren  Microscopio	suelo

<b>Miraflor- Moropotente, Estelí- Nicaragua.</b>				Riqueza	Inventario completo n° total de especie censo  (Uniformidad de especie)	Índice de Shannon – Wiener (H')  Índice de Simpson		
	Comparar la relación entre la diversidad de fauna edáfica y las propiedades químicas de los bosques secos y húmedos	Propiedades químicas	Son el resultado de la interacción que se origina entre las distintas fases del suelo (suelo, agua y aire)	Nitrógeno (N)		Técnica de laboratorio (análisis externo)	CATIE	Suelo
				Carbono (C)		Técnica de laboratorio (análisis externo)	CATIE	suelo
				Fosforo (P)		Técnica de laboratorio	CATIE	Suelo

						(análisis externo)		
--	--	--	--	--	--	-----------------------	--	--



## **9. Diseño metodológico**

### **9.1. Tipo de investigación**

La investigación estará basada en un diseño de campo (no experimental), que consistirá en la recolección de datos primarios directamente de los suelos investigados, sin manipular o controlar variable alguna, es decir sin alteración de las condiciones existentes. Con un enfoque cuantitativo que probara una hipótesis con base en la medición numérica y análisis estadísticos (Sampieri, 2000).

### **9.2. Área de estudio**

#### **Área de conocimiento**

Esta investigación está ubicada en el área de conocimiento de las ciencias agropecuarias, nuestra línea de investigación es sistemas de producción agropecuarias, dentro de la sub línea sistemas de producción agrícola la cual depende de diversos factores, desde la preparación del suelo hasta la cosecha. Por tanto, la presencia de la fauna edáfica (macrofauna y mesofauna), es la encargada del reciclaje de nutrientes; los cuales son indispensables en el desarrollo vegetativo y productivo del cultivo.

#### **Área geográfica**

El área de estudio se encuentra ubicada en el paisaje terrestre protegido Mirafior – Moropotente, ubicado en la región central norte, y ocupa territorios de los municipios de Estelí y Condega en el departamento de Estelí, y de San Sebastián de Yali y La Concordia del departamento de Jinotega. Las coordenadas geográficas que ocupa el área son: 13 3' 22" y 13 7'30" latitud Norte y 86° 29'15" y 86° 29'50" Longitud Oeste a 25 Km de la ciudad de Estelí (figura 1). Cuenta con una altitud que va desde los 800 a los 1500 msnm (Marena 2000, como se citó en Vásquez, 2012).

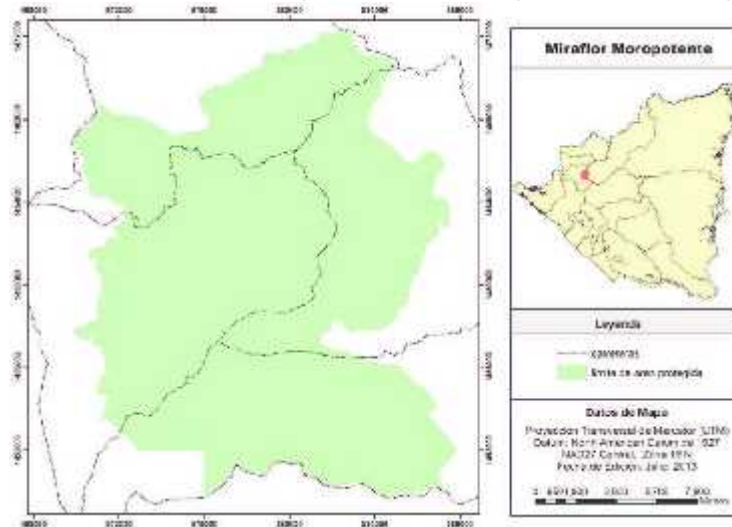
El área posee cinco tipos de formaciones vegetales determinadas por el tipo de clima. La precipitación anual varía entre 1200 y 1300 mm distribuidos en los doce meses del año. La humedad relativa es de 80.8 % promedio anual. Esta región presenta dos zonas climáticas donde puede destacarse la zona húmeda que comprende elevaciones de 1300 y 1500

metros sobre nivel del mar (msnm) y la zona seca con una elevación entre 1100 y 1150 msnm (Sandoval y Mendoza, 2006 como se citó en Altamirano & Briceño, 2009).

Esta área se encuentra dividida en diversas tipologías del uso del suelo como son bosque húmedo, bosque seco, bosque de transición, bosque de pino-roble, bosque latifoliado y bosque de galería. Los tipos de suelos de la zona son: molisoles, ultisoles y vertisoles (Marena 2000, como se citó en Vásquez, 2012).

### Figura 1

Mapa del área de estudio Miraflores Moropotente Fuente: (Ruiz et al., 2013).



### 9.3. Población y muestra

La población a investigar fueron los bosques presentes en el área protegida de Miraflores Moropotente (seco y húmedo). La muestra serán 3 parcelas de bosque seco y 3 parcelas de bosque húmedo

### 9.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Se utilizó una metodología común para la recolección e identificación de fauna edáfica establecida por una red de colaboración intercontinental: (The soil biodiversity observation

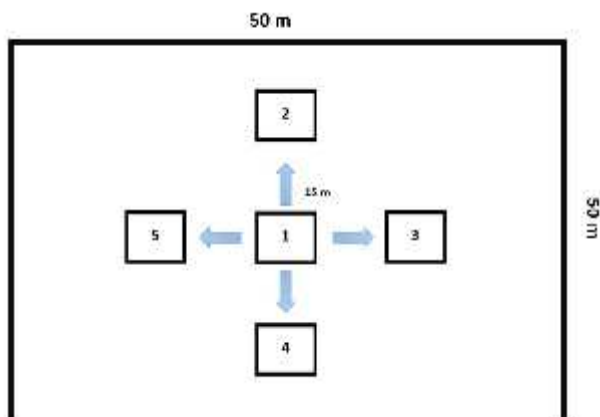
network, 2022). En cada repetición de parcela se extrajeron las muestras de suelo dirigidas desde el centro hacia los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) obteniendo cinco puntos de muestreo (Figura 2).

Se utilizaron dos instrumentos (monolito y recolección manual) para la recolección en cada punto, por lo cual se obtuvieron 15 muestras en cada parcela. Siendo así un total de 30 muestras de suelo que fueron procesadas por dos métodos diferentes de extracción de macrofauna y mesofauna y embudos

Se utilizó una técnica de extracción seca expuesta a calor esto para extraer organismos que a simple vista no se lograron recolectar de forma manual en las muestras extraídas con monolito; utilizando la metodología de extracción tipo Berlesse-Tullgren.

## Figura 2

*Distribución de los puntos de muestreo en las áreas investigadas.*



## Variables a evaluar

Se tomaron dos variables cuantitativas (abundancia y riqueza), que denominen la cantidad promedio de organismos presentes en el suelo en cada tipo de bosque propuestos a investigar. Para crear una correlación entre la interacción de la fauna edáfica y las propiedades químicas del suelo tomando el N, C, P como las más representativas e

indispensables en el proceso fisiológico de las plantas y así valorar el impacto que tiene la presencia de estos en los suelos.

### Abundancia

Número de individuos por orden, familia y por tipo de bosque

### Riqueza

#### Índice de Shannon-Wiener

$$(H') H' = - \sum p_i \ln p_i \quad \text{y} \quad \sum p_i = 1$$

Dónde:  $p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra. Expresa “la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección” (Magurran, 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. (Magurran, 1988) (Figura 3).

### Figura 3

*Índice de Shannon para bosque húmedos y bosques secos. (Flores, 2016).*

	Valores	Interpretación
Interpretaciones	<2	baja
	2 - 5	media
	>5	alta

#### Índice de Simpson

$= \sum p_i^2$  Dónde:  $p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de

la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \dots$ . (Moreno, 2001) (Figura 4).

#### Figura 4

*Índice de Simpson para los bosques húmedos y bosque secos (Flores, 2016).*

	<b>Valores</b>	<b>Interpretación</b>
Interpretaciones	0,00 - 0,35	Diversidad baja
	0,35 - 0,75	Diversidad media
	0,76 - 1,00	Diversidad alta

## 9.5. Etapas de la investigación

### Etapa 1 planificación

Se realizó un protocolo de investigación en el cual se describió una introducción, se plasmó un planteamiento de problema, se establecieron objetivo general y específicos de investigación y se hizo una búsqueda de antecedentes nacionales e internacionales del tema a investigar. También se dejó escrito y formulado un protocolo de muestreo y de análisis de datos.

### Etapa 2 recolección de datos y extracción de muestra

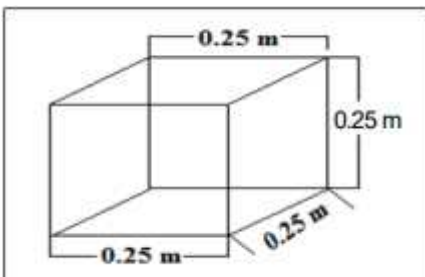
Se extrajeron muestras de toda la capa de hojarasca fresca (horizonte OL, hojarasca no fragmentada) presente en el sitio en una dimensión de 25 cm<sup>2</sup>, se empacaron en bolsas plásticas y se etiquetaron para luego ser procesada en campo fuera de las parcelas de forma manual. Se revisó hoja por hoja en busca de fauna edáfica presente, fueron recolectadas con pinzas y se empacaron en pequeños frascos plásticos con alcohol al 96% para ser almacenados para su posterior identificación.

El monolito tiene una medida de 25 x 25cm, (figura 5), el cual se enterró en el suelo a una profundidad de 10 cm, esto sirvió para extraer un cuadrado de suelo no homogenizado el cual se empaco en bolsas plásticas y se trasladó al laboratorio. Dicha muestra sirvió para extraer la fauna edáfica mediante el método de extracción seca expuesta a calor.

Todas las muestras fueron etiquetadas en el sitio donde se recolecto utilizando una codificación previamente planteada, para evitar cualquier tipo de confusión de muestras y obtener datos más certeros y confiables.

### Figura 5

*Diseño del monolito para recolección de muestras de suelo.*



## **Extracción seca**

Se realizó la extracción utilizando extractores Berlesse-Tullgren, con calentamiento desde la parte superior de la muestra. La extracción se realizó por 7 días.

Se coloca los embudos sin tamiz en los soportes para embudos, debajo de los embudos se ubican viales llenos de etanol al 96% (con etiquetas), Las muestras se colocaron sobre una malla de 2 mm, donde por un proceso de migración la fauna edáfica huirá de las zonas de calor a las zonas de menos calor, cayendo así en los viales con etanol. Se realizó la extracción hasta que la muestra quedó completamente seca. La temperatura nunca debe exceder los 50 °C en la superficie de las muestras.

Para la identificación de los organismos recolectados se utilizaron manuales de identificación y guías descriptivas de macroinvertebrados edáficos, con el fin de lograr identificarlos hasta el nivel de orden y familia; la identificación de estructuras y morfotipos fueron de gran importancia al momento de la identificación de la fauna edáfica, para esto se utilizó un estereoscópico LBM LUXEO 4Z Zoom 4144000, Zoom 0,8 a 3,5x/8x a 35x, para una identificación más clara y concisa. Además, se realizó un registro fotográfico para posteriormente verificar con la base de datos de internet, de esta manera se logró obtener una descripción acertada de todas las especies identificadas.

## **Recolección de muestras para análisis de laboratorio de las propiedades químicas del suelo**

Se envió una muestra representativa de suelo de cada bosque estudiado al laboratorio para obtener las propiedades químicas del suelo. Se recolectaron un total de 20 submuestras, que fueron vaciadas en una cubeta limpia, desmenuzadas en partículas pequeñas y luego mezcladas muy bien con la mano, hasta que el conjunto se vea homogéneo. Esto con el fin de evitar que las muestras enviadas conduzcan a un error en el análisis.

Cada muestra compuesta debe tener un volumen de aproximadamente 30 ml (2 cm de diámetro, 15 cm de profundidad). Debe prepararse un mapa de las áreas muestreadas anotándose los números de las muestras en el mapa y en las bolsas que se envían al laboratorio para luego saber cuál fue el área de la cual se tomó la muestra al recibir los resultados.

La muestra compuesta total debe guardarse y colocarse en cajas especiales de cartón o en bolsas de tela fuerte para muestras. Las muestras deben ser secadas al aire antes de colocarlas dentro de las bolsas para su posterior envío.

### **Etapas 3 análisis de datos y redacción**

Una vez obtenido la información de campo se procedió a la digitalización de los datos, utilizando el programa Excel, se realizó una base de datos que determinó la abundancia de órdenes y familias presentes en cada bosque, la riqueza fue evaluada con un gráfico de rarefacción que demostró la diversidad de especies en base al índice de Simpson y Shannon.

Para probar si existen diferencias significativas en el número de individuos y familias edáficas por tipo de bosque se realizaron modelos lineales generales mixtos. El bosque fue declarado como efecto aleatorio, se probaron diferentes estructuras de varianza residual para evaluar la falta de homogeneidad de varianza, el supuesto de normalidad fue evaluado con la prueba de Q-Q plot y la prueba de Shapiro-Wilks, los mejores modelos se seleccionaron de acuerdo con los criterios de información AIC y BIC. En todos los análisis se reportaron medias  $\pm 1$  error estándar y las medias se compararon usando la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ).

Realizamos curvas de rarefacción y extrapolación basada en números de individuos de la diversidad de fauna edáfica usando los números de Hill, ya que permite estimar la riqueza verdadera de una comunidad ( $q = 0, 1, 2$ ) (Chao et al. 2014), para comparar la diversidad gamma: riqueza de especies ( $q = 0$ ), número efectivo de especies comunes ( $q = 1$ ) y número efectivo de especies dominantes ( $q = 2$ ). Este método permite extrapolar la riqueza efectiva de especies a un cierto número de individuos. En este estudio, las curvas de rarefacción/extrapolación se estimaron como la media de 100 ejecuciones de arranque repetidas para construir los intervalos de confianza del 95% y se estandarizaron para 494 individuos dado que este era el número máximo de individuos registrados. Siempre que las curvas se traslapan no indican diferencias significativas en los bosques.

El análisis estadístico para determinar la relación entre las propiedades químicas del suelo y los números de individuos fueron ejecutados con el programa InfoStat, a través de regresiones lineales, tomando las variables como una dependiente de la otra. Se tomó la fauna edáfica como una variable dependiente, mientras que las propiedades químicas



fueron una variable independiente. Todos los análisis se realizaron utilizando InfoStat v2019 y R v3.5.1 (Equipo central R 2019),

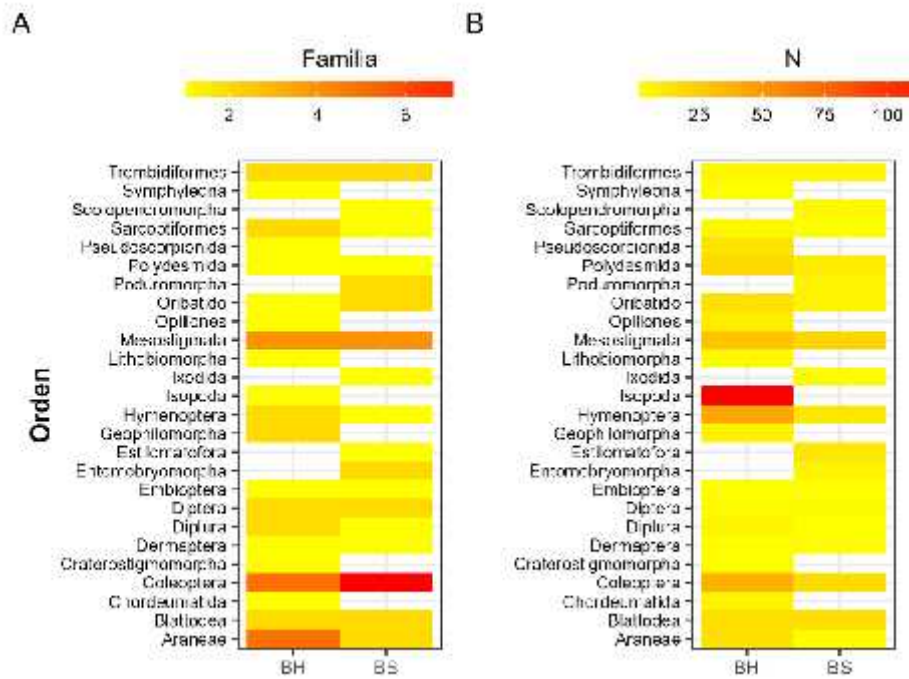
## **10. Análisis y discusión de resultados**

### **Abundancia y riqueza de macrofauna y mesofauna presentes en: bosques húmedos y bosques secos de Miraflores-Moropotente**

En los dos tipos de bosques muestreados, se encontraron una totalidad de 494 individuos agrupados en 26 órdenes de los cuales se identificaron 58 familias, la familia Philosciidae (124), Formicidae (53) y Parasitidae (35) fueron las más abundantes en los sitios evaluados (Figura 6). Según, Rodríguez et al., (2021), la familia Formicidae, Isóptera y Oligochaeta, fueron las familias más abundantes en un sistema agroforestal, a diferencia de la investigación mencionada, nuestros resultados indicaron que la familia más predominante fue Philosciidae, ya que son organismos detritívoros y se alimentan de materia orgánica en descomposición, su presencia es más abundante en bosques con altos contenidos de materia vegetal; como lo es la zona de bosques húmedos de Miraflores moropotente.

#### **Figura 6**

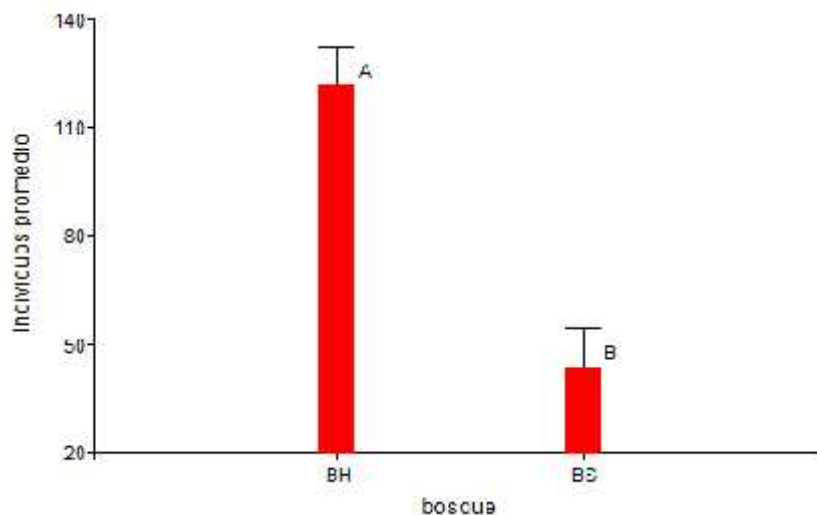
*Abundancia de órdenes y familias por tipo de bosque (BH=Bosque húmedo, BS=Bosque seco).*



Se encontraron diferencias estadísticas significativas en número de individuos por tipo de bosque ( $F=24.44$ ;  $P=0.0078$ ). Indicando altos contenidos de materia orgánica en los suelos del bosque húmedo en comparación al bosque seco, puesto que, estos organismos son descomponedores de materia vegetal. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el número de familia (Figura 7).

**Figura 7**

*Abundancia de número de individuos por tipo de bosque (BH= Bosque húmedo y BS=Bosque seco).*

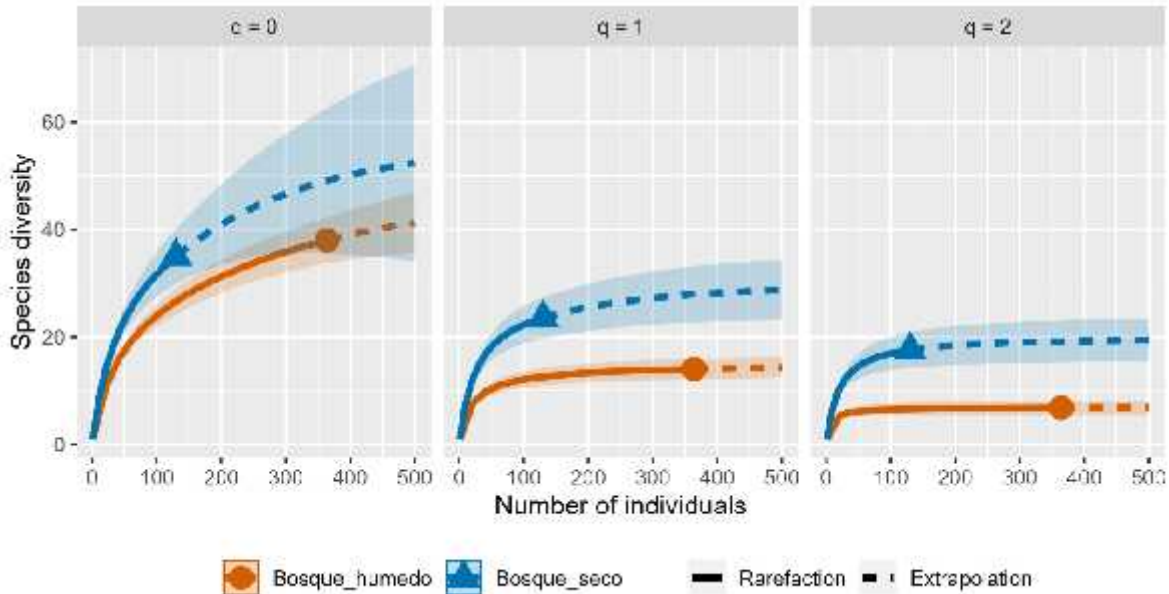


Las curvas de rarefacción indican que la riqueza gama a nivel de familia fue estadísticamente similar en los bosques húmedos y secos ( $F= 1.27$ ;  $P= 0.3221$ ). se muestra una similitud donde las curvas se extrapolaron (unión de ambas curvas) y en algún punto del plano estas se unirán cuando el número de muestras se mayor (figura 8).

El número de familias comunes fue mayor en el bosque seco en relación de bosque húmedo; de forma similar el número de familias dominantes fue superior en el bosque seco en relación con el bosque húmedo basándose en los índices de Simpson y Shannon (Figura 8). Según, Cabrera & Robaina, (2011) indica que la **riqueza** de fauna edáfica será mayor en bosques a comparación de las explotaciones agrícolas, aun teniendo la presencia de árboles. Por ende, los resultados de este estudio reafirman que las mayores riquezas de especies se encuentran en los bosques, principalmente en aquellos donde el nivel de perturbación es mínimo.

**Figura 8**

Curvas de rarefacción para los dos tipos de bosque ( $q=0$  riqueza de especies,  $q=1$  número efectivo de especies comunes,  $q=2$  número efectivo de especie dominante).



### Relación entre la diversidad de fauna del suelo y las propiedades químicas de los bosques investigados

Las variables químicas seleccionadas para el análisis fueron: nitrógeno(N), fosforo (P) y carbono(C), puesto que son las más representativas para correlacionar la fauna del suelo con las propiedades antes mencionadas.

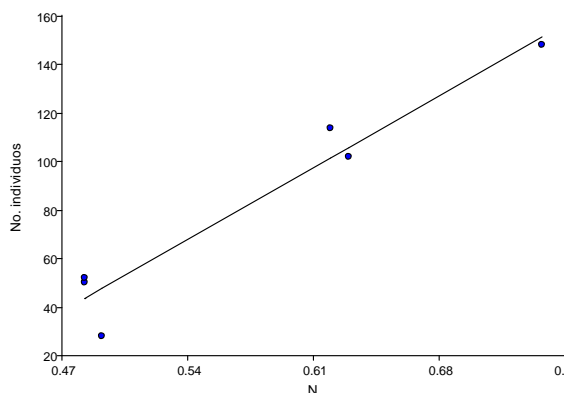
### Nitrógeno y carbono (N y C)

Existe una relación lineal positiva entre el número de individuos, el nitrógeno ( $F=58.47$ ;  $P=0.0016$ ) y carbono ( $F=26.66$ ;  $P=0.0067$ ), por tanto, a mayor disponibilidad de carbono (Figura 9) y nitrógeno (Figura 10) mayores números de individuos.

Así pues, Cabrera, (2001), menciona que los individuos pertenecientes a la fauna edáfica requieren nitrógeno para sintetizar sus tejidos y carbono como fuente de energía, por lo tanto, la investigación reafirma que al tener un alto nivel de nitrógeno y carbono presentes en el suelo el número de individuos será mayor, ya que tendrá un ambiente óptimo para su plorifleracion

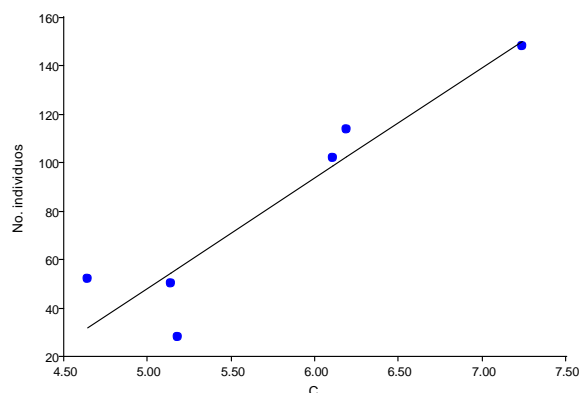
**Figura 12**

*Relación de número de individuos y nitrógeno (N) disponible en los bosques investigados.*



**Figura 9**

*Relación entre número de individuos y carbono (C) presente disponible en los bosques investigados.*



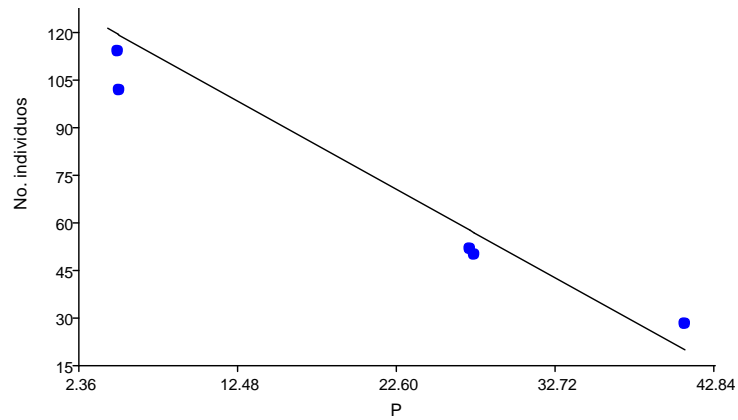
## **Fosforo (P)**

Se evidencia una relación inversa entre número de individuos y el contenido de fosforo en el suelo ( $F=31.68$ ;  $P=0.0049$ ), es decir, a medida que disminuye el fósforo disponible en el suelo aumenta el número de individuos presentes (Figura 11).

En cuanto a Talavera et al., (2017), indica que la abundante presencia de los ingenieros de suelo influye en la disponibilidad de fosforo, no obstante, la investigación refleja una relación negativa puesto que la disminución del fosforo aumenta la cantidad de individuos. Probablemente se deba a que el mayor número de individuos presentes en el bosque son organismos descomponedores de ámbito detritívoro los cuales se encargan de degradar los restos de origen vegetal.

## Figura 15

*Relación entre número de individuos y fosforo (P) disponible en los bosques investigados.*



La investigación se planteó dos hipótesis (investigación nula y de investigación), se aceptó la hipótesis de investigación puesto que se encontró un mayor número de individuos en el bosque húmedo a comparación del bosque seco y por lo tanto un aumento del nitrógeno, carbono y fosforo en el suelo. Esto se debe a que el bosque húmedo presenta mejores condiciones edafoclimáticas, proporcionando así un ecosistema de riqueza y abundancia dominante

## **11. Conclusiones**

El bosque húmedo presentó mayor abundancia en números de individuos a nivel de familia. Es decir, que había pocas familias, pero altos número de individuos en cada una de estas, ya que, el área estudiada presentaba las condiciones edafoclimáticas óptimas para un correcto funcionamiento de la biota del suelo y un correcto reciclaje de los nutrientes del suelo. En cuanto a riqueza no se mostraron diferencias significativas en ambos bosques.

Por lo tanto, al encontrarse diversidad de fauna edáfica en ambos bosques los niveles de fósforo en el suelo fueron bajos sin embargo los niveles de nitrógeno y carbono fueron elevados ya que estos organismos son los encargados de descomponer la materia vegetal y realizar el reciclaje de nutrientes, mismos nutrientes que son indispensables para el crecimiento y desarrollo de cualquier cultivo.

## **12. Recomendaciones**

Los bosques son un espacio donde se presenta alta abundancia de fauna edáfica y siendo esta la encargada de diversas acciones que indican la calidad del suelo, como ingenieros agrónomos se recomienda que los productores incluyan sistemas forestales en sus áreas productivas para que la calidad de sus suelos sea mayor y sus ciclos productivos puedan ser más sostenibles y rentables.

Se recomienda realizar los muestreos en temporada de verano para evitar cualquier perturbación al ecosistema y obtener muestras más limpias y certeras.

Se recomienda continuar el estudio y ampliarlo a zonas agrícolas y pecuarias, para determinar la importancia de los árboles en los sistemas agroforestales. De igual manera recomendar siempre la presencia de la materia orgánica en nuestras parcelas, esto para garantizar una mejor fertilidad y un mejor reciclaje de nutrientes para su posterior asimilación de las plantas.



### 13. Referencias y bibliografía

- Altamirano, J. G., & Briceño, K. L. G. (2009). *Estudio Etnobotánico en dos Áreas Protegidas de la Región Norcentral de Nicaragua: Paisaje Terrestre Protegido, Mirafior – Moropotente y Parque Ecológico Municipal, Canta Gallo, Estelí*. 1–85.
- Cabrera-Dávila, G. de la C. (2014). *Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba Autor: Grisel de la C. Cabrera-Dávila*.
- Cabrera, G. (2001). *influencia de la biota*.
- Cabrera, G. (2015). Composición e importancia funcional en la conservación y mejoramiento de los suelos. *Instituto de Ecología y Sistemática*.
- Cabrera, G., & Robaina, N. (2011). *riqueza y abundancia*.
- D..Foth, H. (1985). *fundamento de la ciencia del suelo*. 43, 13–133.
- Escobar Montenegro, A. D. C., Filella, J. B., & González Valdivia, N. A. (2017). Estudio comparativo macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, Nicaragua. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 22, 39–49. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i22.4520>
- FAO. (2022). *Portal de Suelos de la FAO*.
- FAO. (2023). *clasificación del suelo*.
- Flores, M. (2016). Estudio Comparativo De Indicadores Físicos Y Químicos De La Calidad Del Suelo Y De La Biodiversidad De La Mesofauna Edáfica En Dos Usos De Suelo De La Microcuenca Del Río Pomacocho, Parroquia Achupallas, Cantón Alausí, Provincia De Chimborazo. *Universidad Nacional de Chimborazo*, 26–28. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3077/1/UNACH-ING-AMB-2016-014.pdf>
- HALLEY, R. . (1983). manual agrícola. *Manual de Agricultura*, 21, 23.
- Juste, I. (2023). *ecología verde*. Tipo de Bosques.

- Louman, B., Quirós, D., & Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*.
- Martin, J. C., & Soto, C. O. (2017). *Nitrogeno en el suelo*.
- Martínez, Y. P. C. (2022). Soil macrofauna, mesofauna and microfauna and their relationship with soil quality in agricultural areas in northern Colombia: Ecological implications. In *Revista Brasileira de Ciencia do Solo* (Vol. 46). <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20210132>
- Medrano, C. N. P., & Rugama, J. G. T. (2008). Caracterización de la vegetación forestal, usos y diversidad de especies de la vegetación forestal en la Reserva Privada Escameca Grande, San Juan del Sur, Rivas. *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA Facultad de Recursos Naturales y Del Ambiente*, 101. <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp01p451.pdf>
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (2019). *Niveles de referencia de las emisiones forestales: República de Nicaragua*. [https://redd.unfccc.int/files/nref\\_nacional\\_vf\\_170119.pdf](https://redd.unfccc.int/files/nref_nacional_vf_170119.pdf)
- Network, T. S. B. O. (2022). Monitoreo global de las comunidades de animales del suelo usando una metodología común Resumen. *Metodologia*.
- Nicosia, S., Falco, L. B., Huerta, R. C., Sandler, R. V., & Coviella, C. E. (2020). Mesofauna community structure in two soils with different use intensity. *Ciencia Del Suelo*, 38(1), 72–80.
- Rodriguez, L., Suarez, J. C., & Pulleman, M. (2021). *Los sistemas agroforestales en la Amazonía*.
- Rothschuh, O. U. (2022). *ecologia verde*. Mesofauna: Definición y Ejemplos.
- Sampieri, R. H. (2000). *Metodologia de la investigacion*.
- Talavera, N., Alvaro, Reyes-Sánchez, Nadir, & Mendieta-Araica, B. (2017). *Alvaro Noguera-Talavera1, Nadir Reyes-Sánchez2, Bryan Mendieta-Araica2*.
- Trávez Galárraga, K. A. (2020). Diversidad de los macroinvertebrados edáficos y su relación

con la calidad del suelo en un gradiente de intensidad de uso de la tierra en La Esperanza-Pedro Moncayo-Ecuador. *Universidad Central Del Ecuador*, 2–7.  
<https://www.rufford.org/files/Manual Práctico Sobre la Macrofauna del Suelo.pdf>

Vásquez, H. J. M. (2012). *Estudio de la composición florística del bosque ripario en la microcuenca La Pita, municipio de Estelí, Nicaragua.*

## 14. Anexos

**Tabla 1**

*Verificación de muestras recolectadas en campo.*

Tipo de bosque	Muestra						Instrumento	
	Parcela	m1	m2	m3	m4	m5	Hojarasca (H)	Monolito (MN)
Bosque húmedo (BH)	1							
Bosque húmedo (BH)	2							
Bosque húmedo (BH)	3							
Bosque Seco	1							
Bosque Seco	2							
Bosque Seco	3							

**Tabla 2**

*Agrupación de organismos identificados a nivel de orden y familia, según tipo de bosque.*

Tipo de bosque	Parcela	N.º de individuos	Orden	Familia
Bosque húmedo				
Bosque Seco				

**Tabla 3**

*Identificación de fauna edáfica.*

<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Imagen</i>
<i>Trombidiformes</i>	Trombiidae	
<i>Pseudoscorpionida</i>	Cheliteridae	

*Oribatido*

Galumnidae



*Opiliones*

Tranvuniidae



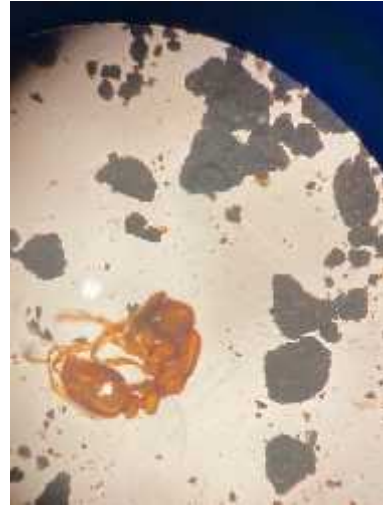
*Isopoda*

Philosciidae



*Hymenoptera*

Formicidae



*Diplura*

Campodeidae



*Coleoptera*

Staphylinidae



*Aranea*

Caponiidae





**Figura 19**

*Obtención de muestras en campo*



**Figura 17**

*Monolito de suelo*



**Figura 23**

*Fase de campo*



**Figura 21**

*Extracción seca*

