



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Efecto de las enmiendas orgánicas en los suelos de cultivo de tabaco sobre la composición de la mesofauna, en la comunidad Miraflores, del municipio de Estelí

Gómez, E; Ruíz, D; López, Y.

Asesor/Tutor

Mtro. Josué Tomás Urrutia Rodríguez

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

**Centro Universitario Regional De Estelí
CUR-Estelí**

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”

**Efecto de las enmiendas orgánicas en los suelos de cultivo
de tabaco sobre la composición de la mesofauna, en la
comunidad Miraflores, del municipio de Estelí**

Tesis para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Autor/es

Erling José Gómez Pérez
Denilson Gabriel Ruíz Gradiz
Yasohara Antonio López cabrera

Asesor/es

Dr. Kenny López Benavidez
Mtro. Josué Tomás Urrutia Rodríguez

Estelí, diciembre de 2024



Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a Dios principalmente por guiarnos, darnos la sabiduría y determinación que necesitamos para elaborarlo y el transcurso de la carrera que nos acompañó, también a nuestros padres que sin ellos no habríamos llegado hasta este punto por su amor incondicional, a nuestros héroes personales que motivaron para llegar a las metas que nos han ayudado a alcanzar

Al resto de nuestra familia que nos brindo apoyo y a las amistades que nos acompañaron en nuestro camino y lo fortalecieron con sus consejos para llegar hasta esta este punto.

Agradecimiento

Siempre agradeciéndole al todo poderoso por dejarnos llegar hasta este punto y su gran sabiduría, a nuestras familias y amigos por estar presentes, a mi novia por estar presente en mis últimos años de estudio como guía en el mundo de la agronomía.

Le agradecemos a nuestros profesores y asesores que nos guiaron para realizar este trabajo, al MSc Thomas Urrutia por darnos la clave de la carrera para entender que no solo es sembrar y cosechar, al MSc Jorge Pinell por mostrarnos el mundo de los nombres científicos de las distintas especies y la pasión por siempre saber más, al MSc Oscar Lanuza por enseñarnos el enorme mundo de la ecología y que no solo se trata de cuidar los ecosistemas, a MSc Alejandriana Herrera por guiarnos y mostrarnos lo linda que es la carrera de agronomía.

Sobre todo, gracias a nosotros mismos por perseverar y alcanzar nuestros objetivos y siempre enfrentar las adversidades logrando llegar hasta este punto.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS TECNOLÓGICAS Y SALUD

"2024: Universidad Gratuita y de Calidad para seguir en Victorias"

Estelí, 05/12/2024

CONSTANCIA

Por este medio estoy manifestando que la investigación: Efecto de las enmiendas orgánicas en los suelos de cultivo de tabaco sobre la composición de la mesofauna, en la comunidad Miraflores, del municipio de Estelí, 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: Erling José Gómez Pérez (20511973), Denilson Gabriel Ruiz Gradiz (20500225) y Yasohara Antonia López Cabrera (20512138); y fue realizado en el II semestre de 2024, 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 la gestión sostenible de los agroecosistemas, la comunidad estudiantil y las personas interesadas en esta temática.

Atentamente,



Dr. Kenny López Benavides
<https://orcid.org/0009-0003-6736-3244>
CUR-Estelí, UNAN-Managua

Cc/Archivo

Resumen

Las enmiendas orgánicas, son implementos viables, contribuyente a la restauración de los suelos, las propiedades físicas mejoran su estructura, la aireación y la capacidad de retención de agua; estos factores de fertilidad vitales ejercen un buen enraizamiento y el crecimiento en las plantas. Las propiedades químicas de los suelos aumentan la disponibilidad de nutrientes esenciales. Las propiedades biológicas del suelo mejoran, la actividad microbiana se ve estimulada. El objetivo fue evaluar la efectividad de las enmiendas orgánicas sobre las propiedades químicas, físicas y diversidad en la mesofauna. Para llevar a cabo este estudio se trabajó la metodología investigativa cuantitativa (experimental), establecida en el conocimiento de ciencias agropecuarias. El estudio se llevó a cabo en la comunidad Miraflores de la ciudad de Estelí. La población que se determinó fueron dos suelos con cultivos de tabaco y un sistema agroforestal sin intervención. Se hizo uso de trampas de pitfall para determinar la diversidad, riqueza y abundancia de la fauna edáfica. El método de cuarteo fue esencial, de este modo, se obtuvieron muestras de suelo homogéneas. A través del instrumento LAQUAtwin y TDS se adquirió datos precisos de sales y de propiedades macro nutritivas (Na, K, Ca). El estereoscopio, placas Petri y el uso de pinzas fueron los instrumentos, herramientas, que contribuyeron a la conservación e identificación de los organismos de la fauna edáfica. En el análisis se obtuvo un total de 5288 individuos, agrupados en 27 órdenes, de estos, se logró identificar 64 familias.

Palabras clave:

Enmiendas orgánicas, propiedades químicas, propiedades físicas, diversidad y mesofauna

Abstract

Organic amendments are viable implements that contribute to soil restoration. The physical properties improve soil structure, aeration, and water retention capacity; these vital fertility factors enhance root development and plant growth. The chemical properties of the soil increase the availability of essential nutrients, while the biological properties of soil enhance microbial activity. The objective was to evaluate the effectiveness of organic amendments on chemical and physical properties, as well as diversity in the mesofauna. A quantitative (experimental) investigative methodology was employed, based on agro-scientific knowledge. The study was conducted in the Miraflores community of the city of Estelí. The determined population consisted of two soils with tobacco crops and an unmanaged agroforestry system. Pitfall traps were used to determine the diversity, richness, and abundance of soil fauna. The quartering method was essential to obtain homogeneous soil samples. Through the LAQUAtwin and TDS instruments, precise data on salts and macronutrient properties (Na, K, Ca) were acquired. The stereoscope, Petri dishes, and tweezers were the instruments and tools that contributed to the conservations and identification of soil fauna organisms. The analysis identified a total of 5,288 individuals grouped into 27 orders. Among these, 64 families.

Keywords:

organic amendments, chemical properties, physical properties, diversity, mesofauna.

Índice

I.	Introducción.....	1
II.	Antecedentes.....	2
III.	Planteamiento del problema	4
IV.	Pregunta general	5
	Preguntas específicas	5
V.	Justificación.....	6
VI.	Objetivos	8
VII.	Marco teórico	9
	Suelo.....	9
	Componentes del suelo.....	9
	Propiedades físicas	9
	Materia orgánica.....	10
	Propiedades biológicas.....	10
	Macrofauna	10
	Mesofauna	11
	Riqueza.....	11
	Abundancia	11
	Propiedades químicas.....	11
	Nitrógeno.....	12
	Fosforo	12
	Potasio	12
	Carbono	12
	Sustrato.....	13
	Fertilizantes	13
	Fertilizantes orgánicos.....	13
	Fertilizantes químicos	13
VIII.	Hipótesis.....	15
IX.	Operación de variables.....	16
X.	Diseño metodológico.....	18
	X.1. Tipo de investigación.....	18
	X.2. Área de estudio	18
	X.3. Área geográfica.....	18

X.4.	Población y muestra.....	19
XI.	Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	20
	Variables a evaluar	20
XII.	Etapas de investigación.....	23
XII.1.	Etapa 1 planificación	23
XII.2.	Etapa 2 recolección de datos y extracción de muestras	23
	Extracción de Muestras de Suelo	23
	Extracción de muestras de mesofauna.....	24
	Análisis de propiedades químicas del suelo.....	26
XII.3.	Etapa 3 Análisis de datos y recolección del informe final.	26
XIII.	Análisis y Discusión de resultados.....	27
XIII.1.	Propiedades químicas en Bosque Natural, Tabaco Químico y Orgánico en suelo y su relación con la mesofauna.	27
	Nitrógeno.....	27
	Calcio	27
	Potasio.....	28
	Temperatura.....	28
	Sales minerales.....	28
	Conductividad eléctrica.....	29
	Potencial de Hidrogeno	29
XIII.2.	Familia y abundancia de la mesofauna presente en: bosque natural, tabaco orgánico y tabaco químico en los suelos de cultivo de tabaco, en la comunidad Miraflores, del municipio de Estelí. 30	
XIV.	Conclusiones	36
XV.	Recomendaciones.....	37
XVI.	Referencias.....	38
	Anexos.....	41

I. Introducción

Los abonos o enmiendas orgánicas se conocen como el resultado de un proceso de mineralización y la descomposición de residuos vegetales, animales e industriales, que cuando se utiliza en el suelo, estos ayudan a las propiedades químicas y biológicas, aumentando los macro y micronutrientes necesarios para que las plantas mejoren su producción, además del desarrollo de procesos microbianos que llevan a mejorar su calidad. En la producción agrícola las enmiendas orgánicas son utilizadas como alternativas más accesibles y económicas que los fertilizantes de origen sintético.

La contaminación por los agroquímicos es un problema serio en casi todas las áreas de producción agrícola en Nicaragua. Se trata tanto del alto peligro directo del uso de químicos tóxicos para las personas que los manejan y sus familias, como del peligro indirecto a la población en general por motivo de la contaminación de las fuentes del agua. Para la ciudad de Estelí y sus pueblos aledaños son varios los factores que inciden en el fenómeno de la contaminación, pero uno de los problemas principales es el uso excesivo y descontrolado de los agroquímicos en los diferentes cultivos de que la economía agrícola de la zona depende.

Para el estudio se seleccionó en la comunidad de Miraflores del municipio de Estelí dedicadas al cultivo de Tabaco la empresa tabacos de oriente "TAONIC S.A". Donde las variantes de alternancia evaluadas fueron: suelos de producción y suelos vírgenes. En las áreas seleccionadas se tomarán muestras dependiendo las necesidades de cada uno de nuestros objetivos y se realizaron análisis de suelo mediante el uso de multiparamétrico LAQUAtwin. El método estadístico a utilizar son el índice de Shannon - Wiener y el índice de Simpson e índice de rarefacción.

Por lo tanto, la presente investigación tiene como propósito principal evaluar la efectividad que tienen las enmiendas orgánicas sobre las propiedades químicas y la diversidad de la mesofauna los suelos donde se cultiva tabaco.

II. Antecedentes

A continuación, se presentan estudios previos que han contribuido significativo al desarrollo y comprensión de nuestro tema de investigación. Estos antecedentes permiten contextualizar nuestro trabajo dentro del marco teórico existente y destacar las principales aportaciones científicas. Al revisar estos estudios buscamos no solo reconocer las bases sobre la cual se asienta nuestra investigación, si no también identificar las áreas que requieren mayor exploración.

Orozco *et al.*, (2016) realizaron un trabajo que consistió en medir el efecto de combinación de biofertilización y fertilizantes químicos sobre las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo. Este trabajo tuvo un lapso de 4 años en una plantación de manzano (*Malus domestica borkh*) en el municipio de Guerrero, donde se evaluaron dos tratamientos: T1(biofertilización + fertilización química), T2 (fertilización química), siendo el testigo. Teniendo como resultado en el T1 mostro mayor capacidad de agua en 10.36%, capacidad de intercambio catiónico (83.05%), materia orgánica (24.41%) y la biomasa microbiana del suelo (113.99%) teniendo mayor predominancia que en el T2.

(Obregón, et al, 2016) en el estudio del efecto del lombrihumus, con fertilización, roca fosfórica y labranza, sobre las condiciones fisicoquímicas del suelo y la producción de biomasa en una pastura de B. Brizantha en Colombia, Se diseñó (Mecanización X Aplicación de roca fosfórica X Aplicación de lombrihumus) tres repeticiones en parcelas subdivididas, se evaluaron variables fisicoquímicas del suelo y altura y producción de biomasa de la pastura. Concluyendo que el lombrihumus mejora significativamente la altura y producción del pasto, combinado con roca fosfórica y preparación del suelo, afecta algunas propiedades físicas y químicas del suelo bajo condiciones.

La investigación realizada de (Moreno, 2018), cuyo objetivo fue evaluar las bondades del estiércol porcino sólido como abono orgánico, medido a través del rendimiento forrajero, valor nutricional de la planta, propiedades fisicoquímicas del suelo post cosecha, en maíz chala. se planteó tres tratamientos: fertilizante químico (T1), estiércol sólido (T2) y fertilizante químico + estiércol sólido (T3), las propiedades fisicoquímicas del suelo se obtuvieron a través de análisis de laboratorio, el mejor resultado fisicoquímicas del suelo post

cosecha se obtuvo con el tratamiento T2, 2,56 % materia orgánica, 59,4 ppm fósforo y 230 ppm potasio.

El estudio realizado por Torres (2017), con el objetivo de determinar las propiedades físicoquímicas del suelo. Los tratamientos fueron: humus de lombriz, compost, estiércol vacuno y un tratamiento testigo, en un diseño de bloques completamente al azar. En los resultados el pH varió de 7.517 ± 0.107 a 7.807 ± 0.074 ; el carbonato de calcio un rango de 3.367 ± 1.266 % y 5.733 ± 1.122 ; la materia orgánica un rango entre 1.757 ± 1.131 % (nivel bajo, tratamiento testigo) y 5.277 ± 2.103 % (nivel alto, compost). La capacidad de intercambio catiónico varió de 14.827 ± 1.868 meq/100 (tratamiento testigo) a 17.173 ± 1.124 (humus de lombriz); las proporciones de arena, limo y arcilla no tuvieron variación significativa entre los tratamientos.

III. Planteamiento del problema

El uso de los fertilizantes hacia el suelo puede llegar a presentar acidificación y salinidad en su estructura, esto provoca un desequilibrio de elementos como lo son el nitrógeno, oxígeno y potasio, también otros elementos como los bióticos se ven afectados por los residuos como algunos insectos que contribuyen en el aumento de materia orgánica y mejora de las propiedades químicas del suelo, ya que no permite descomponerla, disminuyendo la biodiversidad microbiana, mesofauna, macrofauna y la calidad del mismo suelo.

La dependencia de estos insumos nutricionales repercute de gran manera en la incorporación de materias o de residuos orgánicos que suelen ser remplazados por el uso de estos químicos, la poca existencia de residuos orgánicos afecta la mineralización de materia orgánica, siendo este un elemento muy importante en la estructura y erosión del suelo. La reducción de materia orgánica crea una ausencia de la mesofauna y este puede afectar a otros microorganismo y organismo que depende de ellos directa o indirectamente.

IV. Pregunta general

¿Qué efectividad tienen las enmiendas orgánicas sobre las propiedades química y diversidad de la mesofauna en los suelos con cultivo de tabaco, comunidad Miraflores, del municipio de Estelí, en II semestre 2024?

Preguntas específicas

¿Qué efectividad tienen las enmiendas orgánicas sobre las propiedades químicas del suelo como el Ph la capacidad de intercambio catiónico (CIC) sales y la disponibilidad de nutrientes en los suelos estudiados?

¿Definir la abundancia de mesofauna dos agroecosistemas con cultivo de tabaco y un ecosistema natural (bosque seco)?

¿Como varían la composición y estructura en las comunidades de mesofauna según el manejo de suelo en comparación con uso de enmienda orgánica?

V. Justificación

El tabaco es monocultivo como muchos, que requieren el uso de químicos, para mantener el desarrollo, y manejo de enfermedades, los abonos intervienen en el ecosistema del suelo. Un suelo sano proporciona nutrientes esenciales para los cultivos, este trabajo mostrará, que tanta fertilidad generan los abonos a los suelos que ya han sido intervenidos.

Esta investigación beneficia a los agricultores, empresas agrícolas, y al medio ambiente, pues de esta, manera se pretende brindar alternativas que contribuyan a la reducción de los químicos, del mismo fomentar el uso de los fertilizantes.

Anteriormente mencionado un suelo sano tiene un ecosistema más estable, siendo este contribuyente a un desarrollo sin muchas repercusiones, encontrar que fertilizante brinda mejor cuidado al suelo contribuirá de esa manera a cultivos óptimos

Los fertilizantes ejercen cambios en las propiedades del suelo y estas tienen mucha influencia sobre los seres vivos que habitan en el ambiente, la interacción que tendrán estos insumos en el suelo demostrarán que tanta importancia o predominancia ejercen en los cultivos bien en su desarrollo, productividad, y también la existencia de la flora y fauna, Cada una de las propiedades del suelo interactúan permitiendo la vida, por ejemplo una planta tiene un mejor desarrollo en suelos más saludables, el estudio permitirá conocer como los fertilizantes orgánicos y químicos aportaran al medio ambiente como en la agricultura.

Al demostrar la funcionalidad o el impacto de los fertilizantes en las propiedades de los suelos da alternativas para el uso, dado que estos suelen influir en la estructura, propiedades químicas y biológicas del suelo, también se dará a conocer la fertilidad que generan estos tipos de fertilizante lo cual brinda alternativas para la toma de decisiones, demostrando si es más rentable su uso dependiendo el enfoque que se le desee dar.

Este estudio permite conocer las propiedades de un suelo saludable y como se ven alterados por dos tipos de fertilizantes. Los agricultores podrán entender como cada fertilizante mantiene la fertilidad del suelo y afecta el desarrollo de las plantas. La investigación proporciona variables sobre los nutrientes que necesitan los cultivos y compara la eficacia de los fertilizantes en suelos intervenidos y no intervenidos. Los resultados ayudaran a las

empresas agrícolas y a los formadores de políticas ambientales a tomar decisiones informadas a proteger el medio ambiente.

VI. Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la efectividad que tienen las enmiendas orgánicas sobre las propiedades química, diversidad, y distintos parámetros de la mesofauna en los suelos cultivados con tabaco, comunidad Miraflores, del municipio de Estelí, en II semestre 2024

Objetivo específico

- Analizar el efecto de las enmiendas y abonos orgánicos y como influyen en la variación de las comunidades de la mesofauna de suelos tabacaleros.
- Determinar la abundancia de mesofauna dos agroecosistemas con cultivo de tabaco y un ecosistema natural (bosque seco).
- Evaluar la composición y estructura en las comunidades de mesofauna según el manejo de suelo en comparación con uso de enmienda orgánica.

VII. Marco teórico

Suelo

Es considerada la capa superficial de la corteza terrestre, en su composición la conforman: minerales, materia *orgánica*, agua, aire y organismos vivos (Instituto Geológico Y Cartográfico de Catalunya, 2024). A sí mismo el suelo es el producto final de fenómenos como la influencia de diferentes periodos combinado con el clima, la exposición al sol por ciertas acciones ejercidas por el ser humano (topografía), organismo (flora, fauna y ser humano), de materiales de origen Parente (rocas y minerales). Como resultado el suelo se diferencia de su material original en su textura, consistencia, color y propiedades químicas biológicas y físicas. (FAO, s.f.)

Componentes del suelo

este elemento se compone de diferentes partes que contribuyen en su composición como los minerales, agua y aire; siendo estos los más visibles en los análisis de suelo, sin embargo, si solo existieran esos tres elementos no darían paso a la vida, a la existencia de las plantas, que a estas le contribuyen el 5 o el 10% del suelo que es materia orgánica (caralagos), además comenta que los suelos están formados en partes, 50% material sólido y un 50% de poros. En otras palabras, la mitad de un terrón de tierra es el material sólido y la otra serían los poros. (Vadertasd, 2022)

Propiedades físicas

Según (Infoagronomos, 2023) las propiedades del suelo se caracterizan por su estructura y mecánica del suelo, es decir los suelos suelen presentar diferentes coloraciones, textura, y en su mecánica se refiere a la capacidad que tienen para la retención del agua, la densidad, la profundidad dado que esta genera un buen desarrollo radicular, la porosidad permite la permeabilidad del agua y la temperatura. También menciona que las propiedades físicas de los suelos están compuestas por zonas rocosas, de este modo estar cubierta de diferentes capas de otros factores, por ejemplo: la arcilla, la arena o el humus bien conocida como tierra orgánica.

Materia orgánica

La materia orgánica está conformada por elementos químicos que contiene átomos de carbonos, esto hace referencia por el cual a la química se le conoce como química del carbono, mencionar materia orgánica es destacar un vínculo de la vida, es decir la que conforma los cuerpos los seres vivos, también como la gran parte de sustancia de materiales de desechos. (Etecé, 2021).

(genia bioenergy, s.f.) Resalta que a pesar de no contener demasiado nutriente genera beneficios como la absorción del agua en los suelos. Aportan nutrientes que la vida vegetal necesita, sin embargo, mantiene las propiedades idóneas fisicoquímicas del suelo (pH, permeabilidad, absorción, absorción, conservación y temperatura). El efecto que tiene en la coloración dando esos tonos negros, permiten la absorción de radiaciones y regular la temperatura.

Propiedades biológicas

Según (Biología de suelo, s.f.) la disponibilidad de las propiedades biológicas se ve afectada por la presencia de materias orgánicas y de formas de vida animal, de esto se mencionan, microorganismo, lombrices e insectos que contribuyen a definir su capacidad de uso y la velocidad de infiltración del agua en el suelo (erodabilidad). En la agricultura sostenible y productiva es de vital la existencia de las propiedades biológicas, al comprender y fomentar la diversidad y actividad de los organismos biológicos existentes del suelo, podemos contribuir a un mejor desarrollo en su salud, fertilidad y capacidad para sostener los cultivos (Gedysa, 2024).

Macrofauna

Estos son grupos de organismo dentro de los cuales su tamaño llegan a alcanzar entre los 2 y 20 mm, de estos hay una gran variedad que habitan en el suelos , encontrado en los espacios de suelo (poros) y en las zonas donde las raíces crecen armoniosamente, están sintetizados por formícidos (hormigas), isópodos (bicho bolita), isópteras (termitas), quilópodos (Ciempiés), insectos (adultos y larvas, oligoquetos (lombrices y molusco como los caracoles y babosas. (Wixsite, 2016)

La macrofauna influye bastante en muchas funciones ecológicas y servicios ecosistémicos únicos, a través de la macrofauna ocurren los procesos de la descomposición de materia orgánica, el secuestro de carbono, el ciclaje de nutrientes, se encarga del mantenimiento de la estructura del suelo y la infiltración del agua en el suelo. (Machado, 2020)

Mesofauna

Este es un término que se utiliza en el campo de la biología, utilizado para hacer referencia a grupos de pequeños organismos que habitan en el suelo y otros ambientes terrestres, a excepción de la macrofauna, pues esta incluye a animales más grandes como los insectos y lombrices, la meso fauna está compuesta por organismos microscópicos y pequeños invertebrados. Pero, aun así, teniendo un tamaño diminuto, la meso fauna desempeña una parte importante en los ecosistemas, debido a que estos participan en la descomposición de la materia orgánica y en la ciclación de nutrientes (Laura & Anderson, s.f.) . También (Ulla, 2022) describe que la meso fauna es también llamada meso fauna edáfica, son un conjunto de animales de tamaños mediano, llegan a tener un tamaño 0.1 a 2 milímetros, además de ser principalmente artrópodos.

Riqueza

Este concepto hace referencia a la abundancia de un recurso, material o bien la alta disponibilidad de elementos presentes en un entorno (Coll, Morales, 2024)

Abundancia

Es un término asociado a la disponibilidad de cualquier materia, a veces describe de una mejor manera el exceso de algo. Es también la acumulación de diferentes componentes, es decir la cantidad que se encuentra en sistemas (significados web, 2024)

Propiedades químicas

(Solorzano, 2020) En las propiedades químicas del suelo engloban la naturaleza de los minerales y la accesibilidad de nutriente del suelo, así como en forma intercambiable como en solución; el pH y la capacidad de intercambio catiónico (CIC). La materia orgánica del suelo (MO), es aquella que se encuentra concentrada, una vez descompuesta, en forma de sustancias húmicas.

El suelo se ve influido por los elementos químicos, para mantener una buena salud, debe tener pH, los nutrientes y las sales adecuadas. Para ser más específico debe contener magnesio, calcio y potasio para mantener las raíces de las plantas (Gordon, 2024).

Los estudios de las propiedades químicas del suelo han permitido un desarrollo más productivo a los agricultores por que comprenden cómo interactúan los nutrientes, las sustancias químicas y los microorganismos en el suelo, y también como son las variaciones en el desarrollo de las plantas. al analizar las propiedades se determina la fertilidad del suelo, se describen las deficiencias nutricionales o problemas de toxicidad, y de esta manera se toma acción para corregirlo (INTI, s.f.)

Nitrógeno

(Tecnico agricola, 2013) menciona que el 90%- 95% del nitrógeno está disponible en forma orgánica, de tal modo que no es directamente asimilable por las plantas, sino que debe pasar por cambios o proceso de transformaciones denominado mineralización.

Fosforo

En la agricultura el fosforo es depositado a los cultivos como fertilizante. En el suelo las pequeñas partículas suelen encerrar el fosforo, lo que ocasiona su poca disponibilidad, también este elemento es un nutriente muy móvil, lo que facilita su perdida por erosión del suelo escorrentía del agua (ASG nutrición vegetal, 2022).

Potasio

En la corteza terrestre tenemos en séptimo lugar al potasio en concentraciones considerables con aproximadamente el 2.59%, disponible en rocas que contienen feldespatos viniendo de esta la descomposición en minerales de arcilla, existen tipos de ellas como las illitas y las esmectitas (arcillas expansivas) siendo estas las que contiene mejor concentración del nutriente potasio (Labiser, s.f.)

Carbono

Según (FAO, s.f.) el carbono en altos contenidos disponibles en los suelos genera altas productividades, también se menciona que pueden filtrar y purificar mejor el agua. El agua se utiliza como fuente para 90 por ciento de la producción agrícola en el mundo y representa alrededor del 65 por ciento del agua dulce del planeta

Fertilizantes

(Granado, s.f.) Expresa que el fertilizante también muy bien conocido como abono, es una sustancia o mezcla de nutrientes importantes para el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas. el modo de aplicación es al suelo o directamente a las plantas para mejorar el estado y la productividad. Proveen nutrientes que en el suelo puede mostrar escases como el nitrógeno, fosforo y potasio.

(Pérez & Merino, 2019) Indica que, en definitiva, es una sustancia inorgánica u orgánica, las sustancia pueden contener nutrientes asimilables por las plantas, estas contribuyen al incremento de la calidad nutricional del terreno. Estos fertilizantes generan un aporte extra de los elementos químicos que necesitan los vegetales para crecer.

Sustrato

El sustrato son diferentes capas vegetativas que influyen sobre las otras capas que estén sobre ellas, también es el medio que contribuye al desarrollo de organismo un ejemple es el desarrollo radicular de las plantas que crecen en él, así mismo permite mantener una buena humedad, dando paso a la permeabilidad (significados web, s.f.)

Fertilizantes orgánicos

Se adquieren de una forma más amigable con ayuda de la naturaleza, no se necesita de productos químicos ni sintéticos. Estos fertilizantes lo conforman materiales de origen vegetal, animal o mineral, para el aprovechamiento se deben realizar procesos para poder beneficiarse de sus nutrientes y mejorar la calidad del suelo. (Díaz, 2024)

(Brouhon , s.f.) Explica que También se le conoce con el nombre de abonos naturales o fertilizantes orgánico esto es el término que se le da para nombrar la mezcla de materiales obtenidos naturalmente de la descomposición ocasionada por los residuos orgánicos como lo son los estiércoles, vegetales, restos leñosos, turba, guano o residuos de otras cosechas, es de este modo que se lo consideran con estos nombres por estar conformados naturalmente por vía animal o vegetal.

Fertilizantes químicos

(Jacto, 2023) Los fertilizantes químicos son elaborados con sustancia enriquecidas en nutrientes claves, dando mejoramiento en las características y calidad del suelo, se utilizan

de manera generalizada en la agricultura intensiva, pues gracias a esto optimizan el proceso productivo y disminuyen las pérdidas cuantiosas de los cultivos.

El uso de agroquímico destaca su importancia en la agricultura moderna desde su inicio del siglo XIX. La utilización que ha tenido en la agricultura estos compuestos nitrogenados, fosfatados y potásicos, han dado gran avance en la producción al aportar los nutrientes esenciales para las plantas, de este modo mejorando el rendimiento en los cultivos. el manejo en gran medida ha permitido que se abastezca a una población en constante crecimiento y ha sido un elemento crucial en la mejora de la eficiencia agrícola mundial. (Axayacatl, 2023)

VIII. Hipótesis:

Hipótesis Alternativa

Las enmiendas orgánicas influyen sobre las propiedades química y la diversidad de mesofauna en los suelos utilizados para el cultivo de tabaco.

Hipótesis nula

Las enmiendas orgánicas no tienen ningún impacto sobre las propiedades químicas y la diversidad de mesofauna en los suelos utilizados para el cultivo del tabaco.

IX. Operación de variables

Objetivo general	Preguntas específicas	Variables	Definición	subvariable	Indicador	Técnica	instrumento	fuentes
Evaluar la efectividad que tienen las enmiendas orgánicas sobre las propiedades química, diversidad, y distintos parámetros de la mesofauna en los suelos	Analizar el efecto de las enmiendas y abonos orgánicos y como influyen en la variación de las comunidades de la mesofauna de suelos tabacaleros	Propiedades químicas	Concentración de especies disueltas en el agua del suelo o en el complejo de intercambio iónico.	Ph Nitrógeno Potasio calcio	Ph CIC (meg/100gde suelo) Disponibilidad de nutrientes	Muestreo de suelo	Análisis de campo	Suelo
	Determinar la abundancia de mesofauna en agroecosistemas	mesofauna	pequeños organismos que habitan en el suelo o en una	Abundancia	Número total de individuos	Observación directa	Ficha de observación	suelo

cultivados con tabaco, comunidad Miraflores, del municipio de Estelí, en II semestre 2024	con cultivo de tabaco y un ecosistema natural (bosque seco).		capa de hojarasca en la superficie del suelo, desempeñan un papel importante en el ciclo del carbono.		vínculo entre poblaciones Distribución relativa de individuos (uniformidad de especies)	índice de de shannon		
	Evaluar la composición y estructura en las comunidades de mesofauna según el manejo de suelo en comparación con uso de enmienda orgánica.	Mesofauna	Es una comunidad de organismo presentes en los suelos y hojas de plantas y cumplen una función vital en la descomposición del carbono	Riqueza diversidad	Variabilidad de especie (orden, Genero)	Índice de Simpson	Ficha de observación	suelo

X. Diseño metodológico

X.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se llevo a cabo dado al enfoque fue Cuantitativo (experimental), ya que permitio realizar proyecciones medibles, relaciones de una población o entre poblaciones a través de inferencias estadísticas establecidas en una muestra, la que será tomada de los suelos tabacales a estudio (Novoa & Alberto, 2017)

X.2. Área de estudio

Área de conocimiento

La investigación se encuentra establecida en el área de conocimiento de las ciencias agropecuarias, como línea de investigación están los sistemas de producción agropecuaria y como sub línea los sistemas de producción agrícolas, a través de estos permite conocer el ciclo de producción de los cultivos.

X.3. Área geográfica

El área de estudio se encuentra situada en el área de Miraflores- ubicada en la región central norte comunidad Miraflores, las coordenadas geográficas que están en el lugar de estudio son: 13°06'05"N 86°21'17"W. ubicado a 15 Km de la ciudad de Estelí (figura 1 y 2). Tiene una altitud de 830 a 1200 msnm. Los lotes que se usaran son parte de la empresa tabacos de oriente "TAONIC S.A ubicada en Esteli-Nicaragua, carretera a Miraflores, comunidad Miraflores lote tierras nuevas.



Google(2024), ubicación tierra nueva

X.4. Población y muestra

La población estudiada fueron suelos con cultivos de tabaco establecidos en la comunidad Miraflores de la ciudad de Estelí. La muestra fueron 3 parcelas dentro de las cuales está presente el uso de fertilizantes químicos, orgánicos, y una sin intervención.

XI. Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Para este punto se realizó la planificación que permitió la recolección de los datos, donde se utilizaron instrumentos y trampas (Figura 1) para su extracción manual, en que se obtuvieron un total 8 de muestra de cada parcela, recolectadas con la técnica de zigzag (Figura 2), se utilizaron las herramientas adecuadas para la captura, extracción y traslado a laboratorio de la mesofauna. Una vez los aparatos fueron instalados, se realizaron revisiones cada 3 días; recolectándose las muestras encontradas manualmente con pinzas y colocándose en recipientes plásticos que facilitaron el traslado al laboratorio, donde fueron examinados con microscopio identificándose cada especie que se encuentre según sus características y clasificación (Orden).

Se utilizo la técnica de extracción seca, para exponer la muestra de suelo o material orgánico a calor. Estas fueron seleccionadas con el método de cuarteo las cuales fueron llevadas a laboratorio, donde se le realizaron los estudios correspondientes que nos permitieron conocer el nitrógeno, calcio y potasio, así como las sales, ph y temperatura.

Variables a evaluar

Para este punto se seleccionaron dos variables cuantitativas (Abundancia y riqueza), que denominaron la cantidad de organismos vivos encontrados en el suelo de cada una de las parcelas: Orgánica, química y bosque natural, elegidas por el estudio. Relacionando la actividad de la fauna edáfica y las propiedades fisicoquímicas del suelo siendo N, Ca, P las representantes y precisas que juzgaron el impacto de estas en el suelo.

Abundancia

Número de individuos por su clasificación

Riqueza

$$SR = TS / A$$

Índice de rarefacción

La fórmula del índice de rarefacción se utiliza para estimar la diversidad de especies en una muestra. Una de las fórmulas más comunes es la de rarefacción de individuos, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$E(S_n) = S \sum_{i=1}^S \left(1 - \frac{\binom{N-n_i}{n}}{\binom{N}{n}}\right)$$

Donde:

- $E(S_n)$ es el número esperado de especies en una muestra de tamaño n .
- S es el número total de especies en la comunidad.
- N es el número total de individuos en la muestra original.
- n_i es el número de individuos de la especie i en la muestra original.
- $\binom{N}{n}$ es el coeficiente binomial que representa el número de maneras en que se pueden elegir n individuos de un total de N .

Esta fórmula permite ajustar el tamaño de la muestra para poder comparar la diversidad de especies entre diferentes comunidades o hábitats de manera estandarizada.

Índice de Shannon – Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; mide el grado promedio de la incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección. (Valdez et al., 2018)

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

Dónde p_i es la proporción de individuos de la i -ésima especie = n_i / N . donde N es el número total de especies y n_i es el número de individuos en la especie i . El índice de Shannon-Weiner es más sensible al número de especies en una muestra, por lo que generalmente se considera sesgado hacia la medición de la riqueza de especies.

Índice de Simpson

Determina la probabilidad de que dos individuos elegidos aleatoriamente en una comunidad pertenezcan a la misma especie. Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como el valor del índice de Simpson es inverso a la equidad, la diversidad debe calcularse como $1 - \lambda$. Enfatiza la dominancia. (Valdez et al., 2018)

$$\lambda = \sum (p_i)^2$$

Dónde p_i es la abundancia proporcional de la especie i y se obtiene mediante el número de individuos de la especie i entre número total de individuos de la muestra. (Proporción de individuos de la i -ésima especie) = n_i / N . (*Valdez et al., 2018*)

XII. Etapas de investigación

XII.1. Etapa 1 planificación

Se recolectó información relacionada con el estudio, elaborándose un planteamiento de problema que ayudo a formular la pregunta general y específica de las cuales se obtuvieron los objetivos pasados a estudio, además se realizó una investigación donde se consiguió recopilar información de conceptos que forman una parte fundamental del trabajo y llevándose a cabo la recolección de datos por medio de instrumentos y métodos posteriormente mostrados.

XII.2. Etapa 2 recolección de datos y extracción de muestras

Extracción de Muestras de Suelo

Para esto se ejecutó la extracción de 5 muestras de suelo en las respectivas áreas estudiadas tomando 20 cm de suelo por debajo de la capa superficial del suelo aplicando el método de cuarteo, es un procedimiento para reducir el tamaño de una muestra de suelo cuando es mayor al peso solicitado por el laboratorio u equipo a utilizar. El objetivo es obtener porciones representativas de la muestra para realizar las pruebas.

Para realizar el cuarteo fueron extraídas muestras de 20 cm cúbicos por cada punto muestreado procediendo a unificarlos sobre un plástico limpio estirado en el suelo dejando caer los terrones de tierra 3 veces para dividir en 4 partes iguales y tomar las partes de tierra ya mezcladas que se utilizaron para el análisis. Posteriormente se procedió a dejar las muestras por 1 día al aire libre para luego utilizar el equipo portátil de análisis LAQUAtwin para obtener los resultados.

Figura 1. Recolección de muestras.

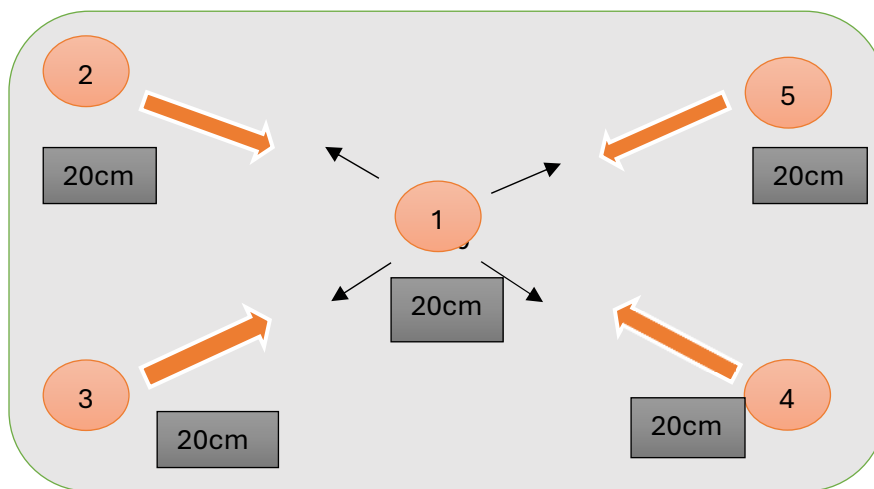
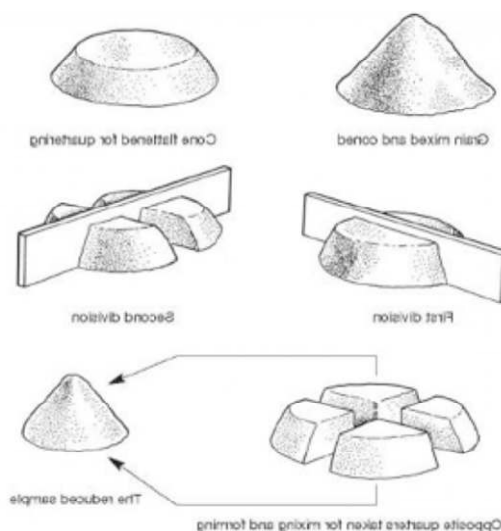


Figura 2. Método de cuarteo



Extracción de muestras de mesofauna

La mesofauna fue localizada en horizontes minerales y hojarasca donde se utilizaron trampas biológicas de caída o pitfall (Figura 1), colocadas estratégicamente en diferentes puntos de las parcelas a estudio con el muestreo zigzags. (Figura 2)

Cuando los puntos fueron delimitados, la manera en que estos se utilizaron fue de la siguiente manera, se usaron 24 vasos desechables de polietileno, 24 platos de polietileno, un medidor de mililitros, 72 piezas de madera que funcionaron como ancla para los platos como manera

de protección a los vasos de muestras, 4 litros de alcohol etílico al 70%, 3 palas de jardinería para abrir el suelo e introducir los vasos, se enterraron en la capa más superficial de la tierra a 10 centímetros de profundidad procurando que quedaron a ras de suelo, 8 vasos por parcela dando un total de 24 muestras, se dejó 1 cm de la parte superior expuesta y estos contuvieron alrededor de 50 ml de alcohol etílico al 70% su duración fue de 24 horas.

Posteriormente pasadas las 24 horas se retiró el contenido en recipientes herméticos y esterilizados para análisis con estereoscopio, después se procedió a limpiar el vaso y eliminar cualquier resto de basura u hojarasca para rellenar nuevamente el recipiente con 50 ml de alcohol, este proceso se repitió 2 veces más dando un total de tres días de recolección de datos, pasado este se trasladaron las muestras a un refrigerador para conservar adecuadamente las muestras y analizarlas con ayuda de un estereoscopio y placas Petri donde se observó las mesofauna presente en cada área determinada identificándose cada especie según sus características y clasificación (Orden, familia).

Figura 3. Trampa biológica. (Ing.Msc. Schweizer, Lasaga, 2011) (Salas, 2011)

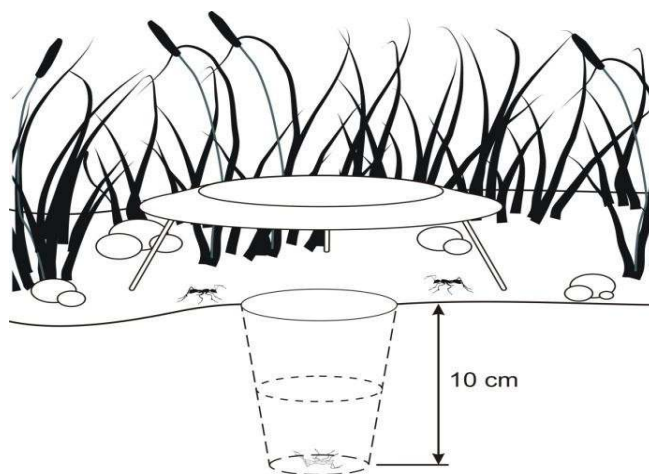
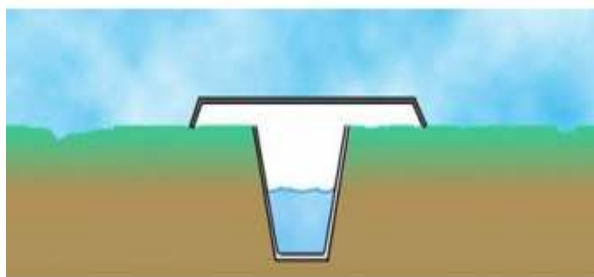
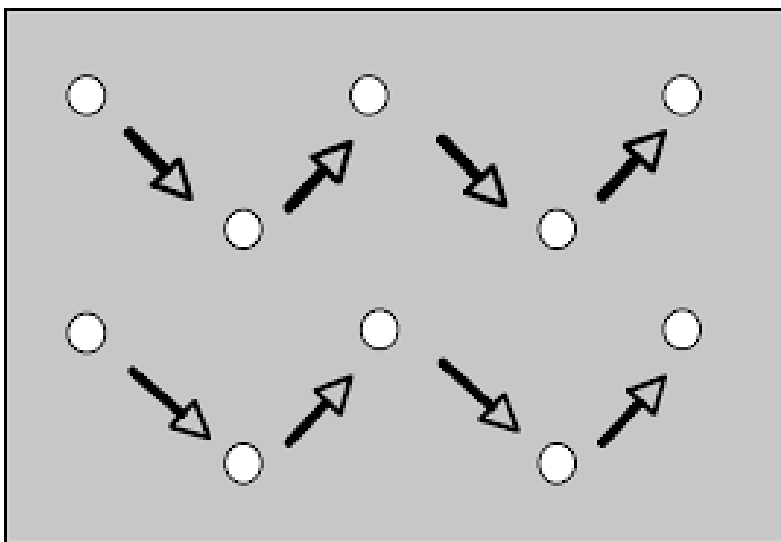


Figura 3. Método de Muestreo. (Morón & Terrón, 1988)



Análisis de propiedades químicas del suelo.

Para el análisis de suelos se emplearon herramientas portátiles como medidores LAQUAtwin y TDS, los cuales permitieron obtener datos precios sobre parámetros como sales totales, conductividad eléctrica (CE), temperatura, Ph y nutrientes esenciales (N, K, Ca). El procedimiento consistió en mezclar las muestras de suelo con agua mineral en un recipiente limpio, asegurando así una solución uniforme adecuada para las mediciones.

XII.3. Etapa 3 Análisis de datos y recolección del informe final.

Luego de haber finalizado la recolección de datos en campo y análisis obtenido la información se procedió a la digitalización, inició la identificación de las muestras en laboratorio con ayuda de dos estereoscopios, utilizando una hoja de cálculo de Microsoft de Excel como base de datos para contabilizar la abundancia de cada orden y familia e incorporar en un registro cuantificable para los datos obtenidos.

La riqueza fue evaluada con un gráfico de rarefacción que demostró la diversidad de especies en base al índice de Simpson y Shannon y los gráficos de rarefacción para probar si existen diferencias significativas en el número de individuos y familias edáficas por tipo de área muestreada.

XIII. Análisis y Discusión de resultados.

Para realizar el debido estudio y determinar ciertas propiedades nutricionales, se procedió a la toma de 5 puntos de diferentes áreas de estudio (bosque natural, tabaco, tabaco químico) en el cual se aplicó el método de cuarteo y de esta manera conseguir una homogeneidad del material en cuestión a analizar.

XIII.1. Propiedades químicas en Bosque Natural, Tabaco Químico y Orgánico en suelo y su relación con la mesofauna.

Para el análisis de suelos se emplearon herramientas portátiles como medidores LAQUAtwin y TDS, los cuales permitieron obtener datos precios sobre parámetros como sales totales, conductividad eléctrica (CE), temperatura, pH y nutrientes esenciales (N, K, Ca). El procedimiento consistió en mezclar las muestras de suelo con agua mineral en un recipiente limpio, asegurando así una solución uniforme adecuada para las mediciones.

Nitrógeno.

En un bosque natural, la concentración de nitrógeno es significativamente mayor en comparación de los cultivos tanto químico como orgánico. Esto podría deberse a una mayor biodiversidad y ciclo de nutrientes en un ecosistema natural, donde el nitrógeno es reciclado eficientemente a través de la descomposición de materia orgánica.

En el caso del tabaco, las concentraciones varían entre el cultivo químico y el orgánico. El tabaco cultivado químicamente tiene una concentración de nitrógeno mayor que el tabaco orgánico, lo cual es probable debido al uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura química, que incrementan la disponibilidad de nitrógeno para las plantas.

Tabla de nitrógeno existente en suelos estudiados.

NITRÓGENO (N)	
BOSQUE NATURAL	950 ppm
TABACO QUÍMICO	730 ppm
TABACO ORGANICO	480 ppm

Calcio

En este caso, la concentración de calcio es significativamente mayor, tanto químico como orgánico, en comparación con el bosque natural. El uso de fertilizantes y otros tratamientos en la agricultura química podría explicar por qué el tabaco químico tiene una concentración

más alta de calcio que el tabaco orgánico. Aun así, el tabaco orgánico tiene una cantidad notablemente mayor de calcio que la encontrada en el bosque natural.

Estos datos sugieren que las prácticas agrícolas, ya sean químicas u orgánicas, tienen un impacto considerable en la acumulación de nutrientes como el calcio en las plantas cultivadas.

Tabla de Calcio existente en suelos estudiados

CALCIO (CA)	
BOSQUE NATURAL	240 ppm
TABACO QUÍMICO	540 ppm
TABACO ORGANICO	470 ppm

Potasio

El potasio presenta una menor concentración en comparación con el bosque natural del tabaco orgánico y químico, Esto podría estar relacionado con el uso de fertilizantes específicos en la agricultura química, que incrementan la disponibilidad de potasio para las plantas. El tabaco orgánico también muestra una concentración de potasio más alta que el bosque natural, aunque menor que el tabaco químico, lo que sugiere que las prácticas orgánicas aún pueden aumentar los niveles de potasio en las plantas cultivadas.

Tabla de Potasio existente en suelos estudiados

POTASIO (K)	
BOSQUE NATURAL	14 ppm
TABACO QUÍMICO	67 ppm
TABACO ORGANICO	32 ppm

Temperatura

Las temperaturas registradas son bastante similares, pero se observa que el cultivo de tabaco orgánico presenta una temperatura ligeramente más alta que el bosque natural y el cultivo de tabaco químico. Esto podría deberse a varios factores, como las prácticas de manejo del suelo, la densidad de plantación, o incluso las características específicas del microclima en los lugares donde se cultiva el tabaco orgánico.

Tabla de Temperatura en los diferentes suelos estudiados

TEMPERATURA°	
BOSQUE NATURAL	25.4 C
TABACO QUÍMICO	25.5 C
TABACO ORGANICO	26.6 C

Sales minerales

El suelo tanto químico como orgánico, presenta concentraciones significativamente más altas de sales en comparación con el bosque natural. Esto probablemente se debe al uso de

fertilizantes y otros aditivos en los cultivos de tabaco que aumentan la cantidad de sales disponibles en el suelo.

Estas diferencias en la concentración de sales pueden tener un impacto considerable en el crecimiento y la calidad del tabaco. Un nivel elevado de sales puede afectar la absorción de agua y nutrientes por las plantas, lo que a su vez puede influir en la salud y el rendimiento de los cultivos.

Tablas de sales en los diferentes suelos estudiados

SALES

BOSQUE NATURAL	33ppm
TABACO QUÍMICO	534 ppm
TABACO ORGANICO	496 ppm

Conductividad eléctrica

Vemos que el tabaco químico y el tabaco orgánico tienen una conductividad eléctrica significativamente más alta que el bosque natural. Esto sugiere que los suelos utilizados para el cultivo de tabaco, especialmente con prácticas químicas y orgánicas, tienen una mayor concentración de sales y nutrientes disueltos.

La diferencia en la CE entre el tabaco químico y orgánico puede deberse a las diferentes prácticas de manejo del suelo y el uso de fertilizantes. Los fertilizantes orgánicos, aunque a menudo se consideran más amigables con el medio ambiente, todavía pueden aumentar la concentración de sales en el suelo.

Tabla de Conductividad Eléctrica en los diferentes suelos estudiados.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

BOSQUE NATURAL	667 $\mu\text{s}/\text{cm}$
TABACO QUÍMICO	965 $\mu\text{s}/\text{cm}$
TABACO ORGANICO	1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$

Potencial de Hidrogeno

Notamos que en las tres áreas estudiadas la estabilidad en su Ph es similar, en el tabaco químico y el tabaco orgánico tienen una tendencia más alta tendiendo a la alcalinidad en relación del bosque natural, recordando que al ser un ecosistema no intervenido su regulación de elementos y pH es más estable que la de las dos áreas intervenidas.

Tabla del Potencial de hidrogeno existente en los suelos de estudio.

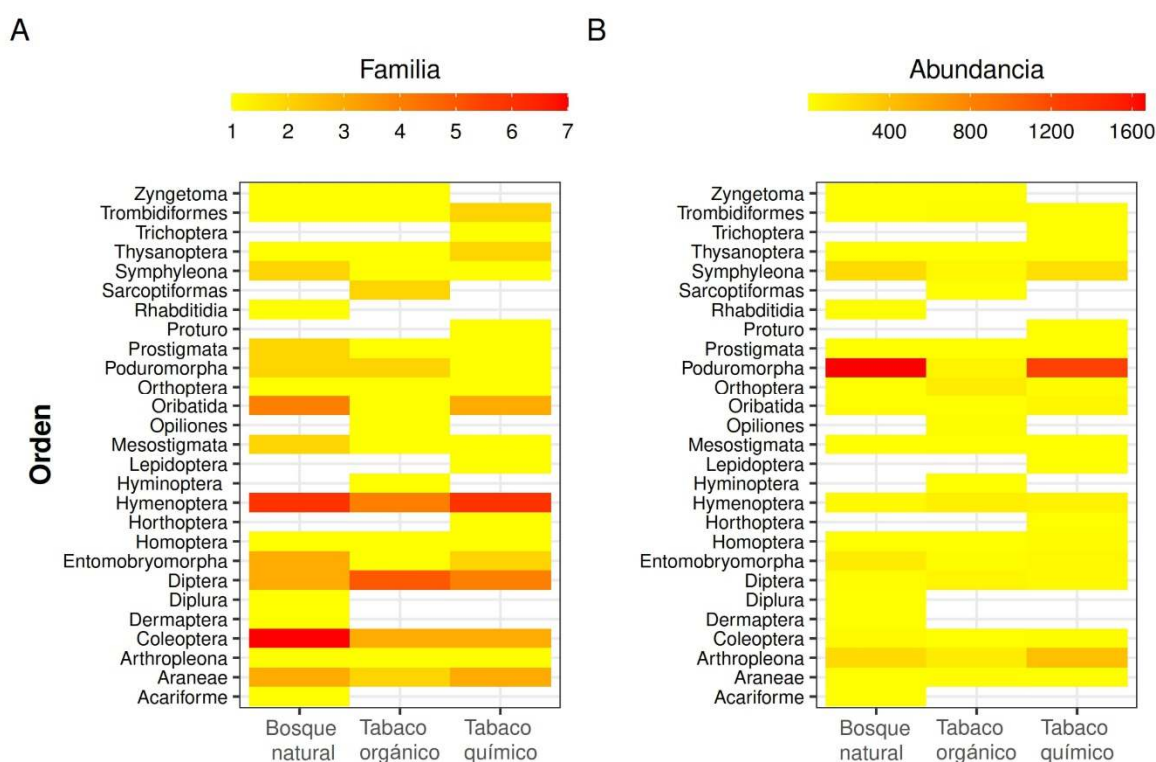
PH

BOSQUE NATURAL	6.61 ppm
TABACO QUÍMICO	6.72 ppm
TABACO ORGANICO	6.77 ppm

En relación con la mesofauna los datos indican que las prácticas agrícolas modifican considerablemente la composición química del suelo y las condiciones ambientales, por ende, tienen un impacto considerable en la comunidad de mesofauna, influenciando su diversidad, abundancia y funcionalidad en el ecosistema.

XIII.2. Familia y abundancia de la mesofauna presente en: bosque natural, tabaco orgánico y tabaco químico en los suelos de cultivo de tabaco, en la comunidad Miraflores, del municipio de Estelí.

Gráfico 1. Abundancia de Ordenes y Familias por tipo de área de estudio.

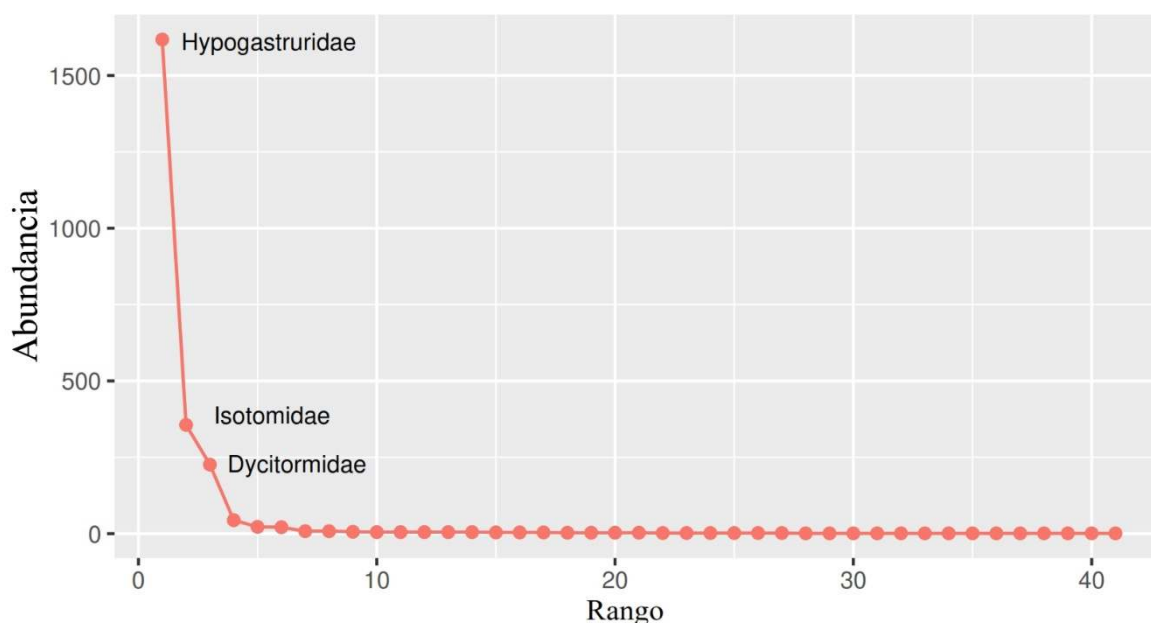


En la tabla de abundancia que logramos ver los valores numéricos con respecto a los órdenes y familias de las distintas especies que se obtuvieron del muestreo que se realizó en las tres áreas diferente de estudio correspondiendo a dos tratadas con abonos diferentes, orgánico y químico, y un área de bosque natural, dándonos como resultado, que se encontraron 5177 individuos en total, 65 familias correspondientes a 27 orden, de las familias más abundantes encontradas en los diferentes puntos de muestras se destacan, familia de coleóptera de (7), la

familia: Hymenoptera (6), (Ver Figura 4.), según Fuentes et al., (2023), la familia Philosciidae, formicidae y parasitidae, fueron las familia con mayor abundancia en 2 áreas de un sistema agroforestal ubicado en Miraflores Moro Potente, a diferencia de la investigación ya mencionada, nuestros resultados revelaron que la familia más predominante son los coleoptera, su presencia es bastante dominante por lo que esta presente en diferentes sistemas siendo parte de la macrofauna.

El resultado esperado era la incidencia de la mesofauna en las 3 áreas estudiadas de este modo 3 órdenes resultaron dominantes, symphyleona, poduromorpha, entomobryomorpha, siendo estas los órdenes que más hicieron presencia a diferencia de los demás órdenes, llegando a establecer que uno de los motivos por el cual resultaron dominantes es sus función natural como depredadores de órdenes y familias similares en distintos lugares como lo menciona, (Br. Flores Corrales, Br. Cárdenas Montenegro, & Zamora Talavera, Enero, 2018).

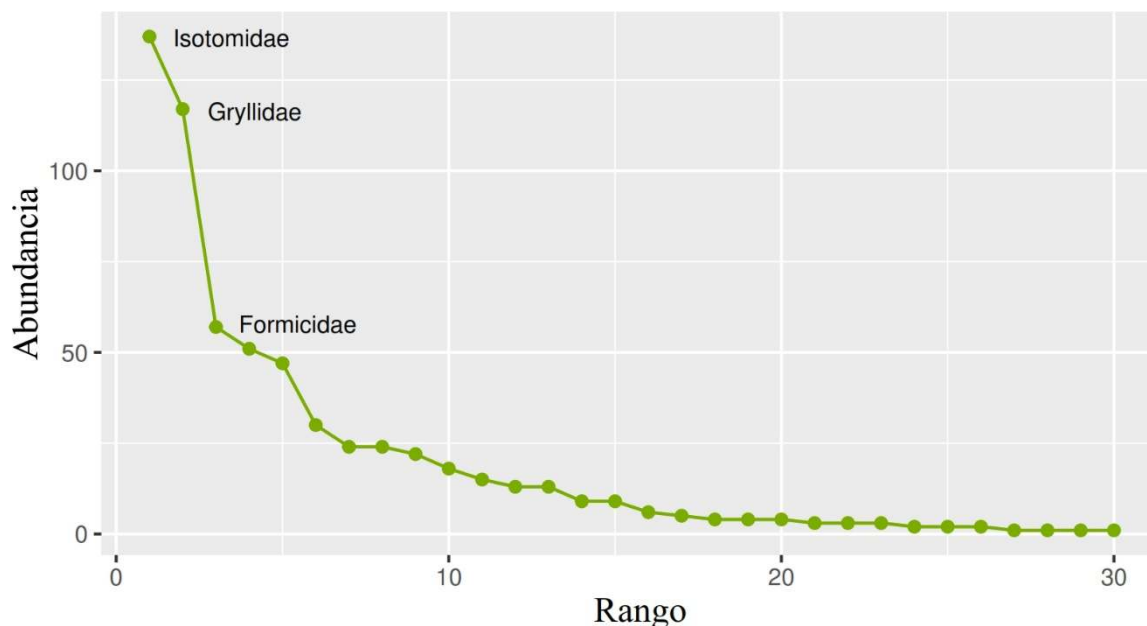
Gráfico 2. Rango abundancia Bosque natural



En el transcurso de nuestros análisis se constató que la incidencia de él orden Poduromorpha fue el que más prevaleció por individuos (Gráfico 1.) en las respectivas área de bosque natural, la familia que más sobresalió es la Hypogastruridae con 1618 individuos de esta familia, nuestra segunda familia que más hizo presencia fue la familia Isotomidae de él orden Entomobryomorpha con 235 individuos presentes, la última familia que tuvo mayor

incidencia fue Dycitormidae con 224 individuos, el resto de familias tuvieron una disminución importante menor a 10 ejemplar en la mayor parte de los ejemplares se podría afirmar que este dato es viable ya que en este ecosistema están presentes fragmentos de plantas, hojarascas y restos de animales que son la fuente principal de alimento de estas especies lo que ayuda a su prevalencia.

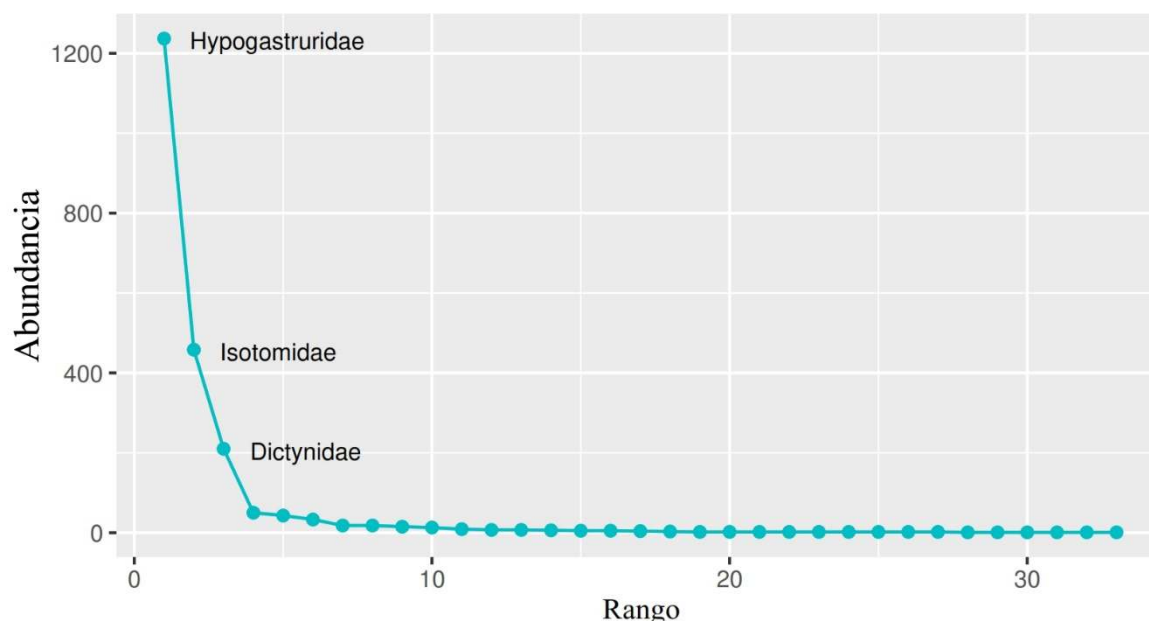
Grafico 3. Rango abundancia de tabaco organico



En esta grafica logramos observar que tres familias son las que predominan sobre el resto de familias muestreadas que con mayor cantidad de individuos por familia fueron los Isotomidae con 119 individuos del orden arthopleona en la parcela orgánica, la segunda familia fueron los gryllidae de él orden orthoptera con 117 individuos muestreados, por último es la familia formicidae de él orden de las hymenopteras con un total de 57 individuos muestreados, el resto de especies en la parcela orgánica muestran un deséesenos estable en la cantidad de individuos por familia reduciendo su cantidad de 51 a 1 ejemplares gradualmente, podemos notar gracias a la gráfica que tenemos 2 especies pertenecientes a la clase insecta que superan los 2 mm de tamaño que tuvieron una gran incidencia en el área de estudio, y la familia que más sobresale por su cantidad de individuos es la isotomidae perteneciente a las collembolas,

esto podría indicar que las especies que más subsisten son las que se alimentan de la materia vegetativa y no de otras especies o plantas presentes en la zona.

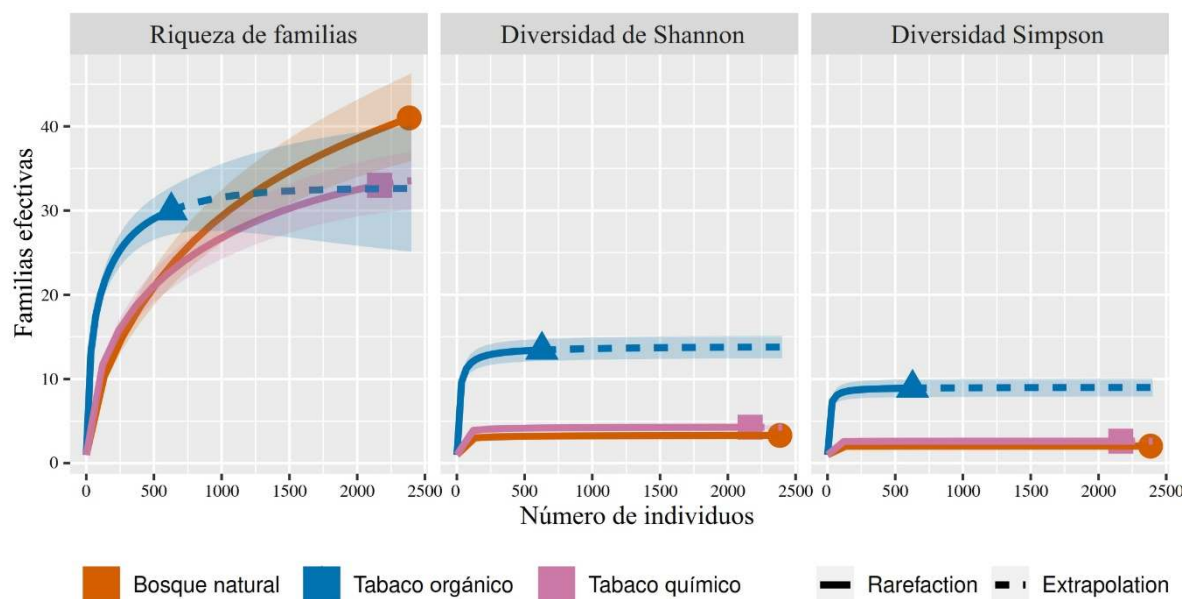
Grafico 4. Rrango abundancia de tabaco quimico



Este caso la gráfica se puede observar que la familia dominante es la Hypogastruridae de él orden poduromorpha con un total de individuos de 1237, siendo esta una diferencia resaltable con las demás familias demostrando que esta familia mantiene dominancia, la segunda familia que presenta la segunda cantidad más alta de ejemplares es la Isotomidae con 410 individuos de él orden arthopleona, y la tercer familia con más presencia es la dictynidae de él orden arenaea con 210 individuos siendo la única especie de arañas que tuvo una gran incidencia en las 3 parcelas estudiadas.

Las métricas de diversidad Alfa fueron calculadas usando los números Hill ($q=0,1,2$) ya que nos permite determinar el número efectivo de orden, familia o diversidad verdadera presente en la comunidad (Hill 1973).

Gráfico 5. Índice de rarefacción



Las métricas de diversidad determinan que las curvas de rarefacción ALFA fueron extrapoladas con los numero de Hill y estandarizadas utilizando el número máximo de individuos por parcela (endpoint =2400) Las curvas de rarefacción fueron construidas con el promedio de 100 réplicas (bootstrapping) para construir los intervalos de confianza al 95%, con la librería iNEXT (Hsieh et al 2016) con la interfaz de R version 4.1 (R core Team 2019)

La curva de rarefacción determina que hay mayor riqueza de familia efectivas en la parcela con tabaco orgánico, en relación con el bosque natural y al tabaco químico. Mas también el índice de Simpson de muestra mayor diversidad en el agro sistema con enmienda orgánica-

Curva de rarefacción para las tres áreas estudiadas (q= 0, riqueza de familias, q=1, diversidad de Shannon, q=2, diversidad de Simpson)

Modelo de Zipf y Mandelbrot

Se construyeron modelos ecológicos para determinar los modelos que mejor describen las especies en cada sitio (bosque natural, Tabaco Orgánico, Tabaco químico) y que mejor se ajusta a la distribución de los datos, donde en los ejes de logaritmo "X" es representada por

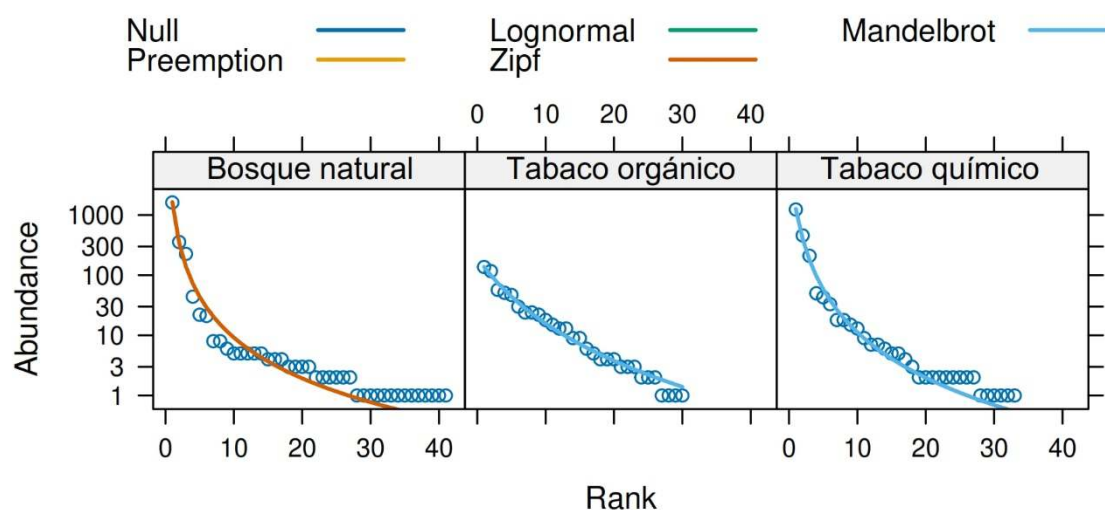
el rango (orden de abundancia de las especies de mayor a menor), en el caso de eje del logaritmo "Y muestra una abundancia en una escala logarítmica de 1 a 1000

En el bosque natural los datos muestran un ajuste claro al modelo Zipf, con una caída abrupta en abundancia para las especies con menor rango.

En las escalas ninguno de los datos parece ajustarse. Sin embargo, el modelo Mandelbrot se aproxima mejor a los datos, aunque en limitaciones. En el tabaco con químico los datos son más disperso.

Los modelos ecológicos fueron seleccionados en base a su menor desvianza y se seleccionaron de forma automática en R, todos los modelos fueron construidos con la librería biodiversityR (kindt & coe 2005) y la librería vegan (Oksanen et al 2022).

Grafico 6. Modelo de Zipf y Mandelbrot



XIV. Conclusiones

Encontramos que las enmiendas orgánicas si influyen en las propiedades químicas y la diversidad de la mesofauna. Ya que la cantidad de individuos encontrados en las demás áreas de estudio tuvo mayores resultados, pero con menor diversidad en especies. A mayor diversidad mejores condiciones para el ecosistema.

Debido a la diversidad de fauna edáfica presente, se observan niveles elevados de nitrógeno, calcio y fósforo. Estos organismos juegan un papel crucial en la descomposición de materia vegetal y el reciclaje de nutrientes, los cuales son esenciales para el crecimiento y desarrollo de cualquier cultivo.

En conclusión, la mesofauna edáfica de cada área de estudio es un grupo diverso y poco explorado, con un papel crucial como bioindicadores debido a su relación con parámetros químicos del suelo.

XV. Recomendaciones

- Las enmiendas orgánicas en los cultivos promueven una mayor diversidad de familias, garantizan una estabilidad nutricional más balanceada en comparación que con el uso de fertilizantes químicos, en base a esto como ingenieros agrónomos hacemos énfasis en el uso de enmiendas orgánicas en la agricultura, de este modo la nutrición y riquezas de los suelos será mayor brindándoles una mejor calidad
- Recomendamos que el periodo idóneo es en verano, pues este presenta las condiciones ideales para obtener muestras más limpias y certeras
- Sugerimos que a este estudio debería dársele continuidad y extenderlo tanto como en cultivos de tabaco y en otros rubros de esta manera determinar la importancia que influyen las enmiendas orgánicas en sistemas agroforestales como también agrícolas,

XVI. Referencias

- ASG nutrición vegetal. (2022). Obtenido de <https://asgnutricionv.com/la-importancia-del-fosforo-en-la-agricultura/>
- Axayacatl, O. (14 de 12 de 2023). *blog agricultura*. Obtenido de <https://blogagricultura.com/importancia-fertilizantes-quimicos/>
- Biología de suelo. (s.f.). Obtenido de <https://biologiadelsueloscsudea20132.wordpress.com/propiedades-biologicas-del-suelo/>
- Brouhon , Q. (s.f.). *purplant.es*. Obtenido de <https://www.purplant.es/blog/fertilizante-organico-que-es-y-razones-para-utilizarlo/>
- caralagos. (s.f.). *caralagos*. Obtenido de <https://www.carolagos.com/que-es-el-suelo-y-cuales-son-los-componentes-del-suelo/>
- Coll, Morales, F. (20 de Febrero de 2024). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/riqueza.html>
- Díaz, J. (02 de mayo de 2024). *agriquipo*. Obtenido de <https://agriquipo.com/blog/agricultura/tecnologia/fertilizante-organico/>
- Etecé. (29 de diciembre de 2021). *Materia orgánica*. argentina.
- FAO. (s.f.). *Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura*. Obtenido de <https://www.fao.org/about/meetings/soil-organic-carbon-symposium/key-messages/es/#:~:text=Los%20suelos%20con%20un%20alto%20contenido%20de%20carbono,65%20por%20ciento%20del%20agua%20dulce%20del%20planeta.>
- FAO. (s.f.). *organizaciones de las naciones unidas para la alimentacion de la agricultura*. Obtenido de <https://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>
- Gedysa. (2024). Obtenido de <https://www.laboratoriogedysa.com/propiedades-biologicas-en-el-suelo/>
- genia bioenergy. (s.f.). Obtenido de <https://geniabioenergy.com/importancia-materia-organica-en-el-suelo/>
- Google. (25 de mayo de 2024). Obtenido de <https://maps.app.goo.gl/sQAyejoLgDUBKmhEA>
- Gordon, A. (7 de marzo de 2024). *hans*. Obtenido de <https://www.hans-chem.com/es/la-guia-definitiva-para-el-fertilizante-de-suelo/#:~:text=Qu%C3%ADmicamente%20hablando%2C%20para%20que%20el%20suelo%20mantenga%20una,potasio%20para%20sustentar%20las%20ra%C3%ADces%20de%20la%20planta.>

Granado, A. (s.f.). *fertilizante.org*. Obtenido de <https://fertilizantes.org/concepto-de-fertilizante/>

Infoagronomos. (9 de diciembre de 2023). *Infoagronomos*. Obtenido de <https://infoagronomo.net/propiedades-del-suelo-fisicas-quimicas-biologicas/>

Ing.Msc. Schweizer, Lasaga, S. (2011). *Muestreo y Analisis De Suelos Para Diagnostico De Fertilidad*. Instituto Nacional De Innovación y transferencia en Tecnología Agropecuaria. doi:ISBN 978-9968-58608-5

Instituto Geologico Y Cartografico de Cantaluya. (2024). *gencat*. Obtenido de <https://www.icgc.cat/es/Administracion-y-empresa/Servicios/Suelos/Concepto-suelo>

INTI. (s.f.). *inti*. Obtenido de <https://inti.pe/conoce-las-3-caracteristicas-quimicas-que-tiene-un-suelo/>

Jacto. (14 de junio de 2023). Obtenido de <https://bloglatam.jacto.com/fertilizantes-quimicos/>

Labiser. (s.f.). Obtenido de <https://labiser.es/la-importancia-del-potasio/?cn-reloaded=1>

Laura, & Anderson. (s.f.). *eco360*. Obtenido de *eco 360*: <https://eco360.info/ciencia-y-naturaleza/descubre-la-mesofauna-definicion-y-ejemplos/>

Machado, e. (2020). Macrofauna del suelo y condiciones edafoclimáticas en un gradiente altitudinal de zonas cafeteras, Huila, Colombia. *Scielo*.

mi sistema solar. (7 de octubre de 2019). Obtenido de <https://misistemasolar.com/propiedades-fisicas-del-suelo/>

moreno, y. c. (2018). Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala. *Dialnet*, 415-419.

Morón , M., & Terrón, R. (1988). *Colecta Y acondicionamiento de ártropodos*.

Novoa, B., & A. C. (2017). *investigación cuantitativa*.

Pérez, J., & Merino, M. (03 de octubre de 2019). *definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/fertilizante/>

Salas, C. (2011). En *esquema general de trampa de caída*.

significados web. (2024). Obtenido de <https://significadosweb.com/abundancia/#>

significados web. (s.f.). *significados web*. Obtenido de <https://significadosweb.com/definicion-de-sustrato-que-es-ejemplos-tipos-y-para-que-sirve-sinonimo-y-significado/#>

Solorzano, R. (08 de julio de 2020). *quifuca*. Obtenido de <https://www.quifuca.com/ve/2020/07/08/efecto-de-las-caracteristicas-quimicas-y-la-materia-organica-en-el-aprovechamiento-de-los-nutrientes/>

Tecnico agricola. (25 de abril de 2013). Obtenido de <https://www.tecnicoagricola.es/ciclo-del-nitrogeno-en-el-suelo/>

- Torres. (febrero de 2017). Aplicación de abonos orgánicos en un suelo de disposición final de residuos sólidos municipales y su efecto en las propiedades físico-químicas. san jernimo del tunan, peru.
- Ulla, r. (29 de septiembre de 2022). *ecología verde*. Obtenido de ecología verde: <https://www.ecologiaverde.com/mesofauna-definicion-y-ejemplos-4120.html>
- Vadertasd. (2022). *vadertasd*. Obtenido de <https://www.vaderstad.com/cl/know-how/basic-agronomy/soil-basics/the-building-blocks-of-soil/>
- Valdez-Marroquin , C. G., Guzmán, M. A., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M. A., & Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación del matorral espinoso tamaulipeco con condiciones prístinas en el noreste de México. *Revista de biología*(66), 4. doi:<https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>
- Wixsite. (2016). Obtenido de <https://biologiadelsuelo.wixsite.com/blog/single-post/2016-1-14-la-macrofauna-del-suelo>

Anexos

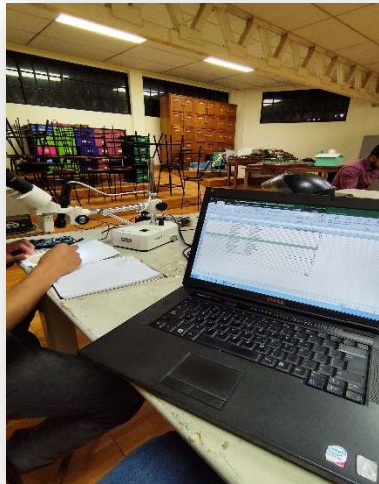
Análisis de suelo (Medidores LAQUAtwin)



Muestras de mesofauna



Laboratorio y equipo de análisis (Estereoscopio, computadora, placas petri)





Individuos de la mesofauna estudiada





ficha de observación mezofauna en suelos de tabaco				
nombre del observador				
temperatura		humedad		
Tipo de Suelos	Parcela	numero de individuos	Orden	Familia
tratados con humus				
tratados con químicos				
no intervenidos				

Cronograma

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



