

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**MACROFAUNA EDÁFICA ASOCIADA EN CUATRO SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN EN EL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO.**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

FIDEL FERNANDO RUIZ CARDENAS

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°106-2023-FRNR-UNAS

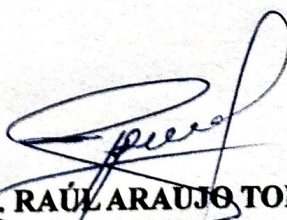
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 16 de noviembre de 2023, a horas 10:00 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“MACROFAUNA EDÁFICA ASOCIADA EN CUATRO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN EL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO”

Presentado por el Bachiller: **RUIZ CARDENAS, FIDEL FERNANDO** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

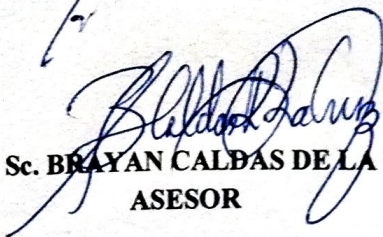
Tingo María, 30 de noviembre de 2023

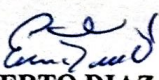

Ing. M. Sc. RAÚL ARAUJO TORRES
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. JOSÉ DIONISIO ARMAS
MIEMBRO


Ing. M. Sc. GÜNTER DAZA PANDURO
MIEMBRO




Ing. M. Sc. BRAYAN CALDAS DE LA CRUZ
ASESOR


Ing. M. Sc. EDILBERTO DÍAZ QUINTANA
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS

Correo: repositorio@unas.edu.pe



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 025 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

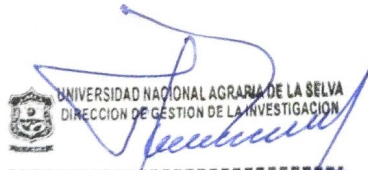
Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
MACROFAUNA EDÁFICA ASOCIADA EN CUATRO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN EL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO	FIDEL FERNANDO RUIZ CARDENAS	21 % Veintiuno

Tingo María, 22 de enero de 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



PROYECTO DE TESIS

Título : Macrofauna edáfica asociada en cuatro sistemas de producción en el distrito de Pueblo Nuevo, Huánuco.

Programa de investigación : Gestión de bosques y plantaciones forestales

Línea de investigación : Biomasa y ecología forestal

Eje temático : Biomasa en el suelo y necromasa

Autor : RUIZ CARDENAS, Fidel Fernando

Asesor (es) : Ing. M. Sc. CALDAS DE LA CRUZ, Brayan André
Ing. M. Sc. DIAZ QUINTANA, Edilberto

Lugar de ejecución : Pueblo Nuevo – Huánuco.

Duración : 6 meses

Financiamiento : s/. 3 146,00
FEDU: No
Propio: SI
Otros: No

Tingo María- Perú

Octubre, 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL TITULO
UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISISTA

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

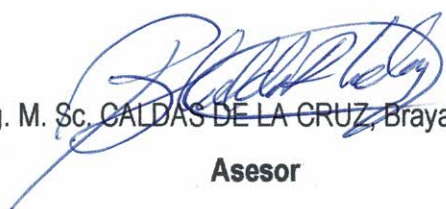
I. Datos Generales de Pregrado

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad : Facultad de Ciencias Forestales
Título de tesis : Macrofauna edáfica asociada en cuatro sistemas de
producción en el distrito de Pueblo Nuevo, Huánuco.
Autor : Ruiz Cardenas, Fidel Fernando
Asesor de tesis : Ing. M. Sc. CALDAS DE LA CRUZ, Brayan André
Ing. M. Sc. DIAZ QUINTANA, Edilberto
Escuela Profesional : Forestales
Programa de investigación : Gestión de bosques y plantaciones forestales
Línea(s) de investigación : Biomasa y ecología forestal
Eje Temático : Biomasa en el suelo y necromasa
Lugar de ejecución : Pueblo Nuevo – Huánuco.
Duración : 6 meses

Financiamiento : FEDU : S/0.00
Propio : S/3146.00
Otros : S/0.00

Tingo María, Perú, enero 2024


RUIZ CARDENAS, Fidel Fernando
Tesisista


Ing. M. Sc. CALDAS DE LA CRUZ, Brayan André
Asesor


Ing. M. Sc. DIAZ QUINTANA, Edilberto
Asesor

DEDICATORIA

Agradezco a Dios, por permitirme despertar cada mañana, por bendecir mi vida y la de mis padres, brindándome la oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que amo y me aman, El éxito y la satisfacción de esta investigación es gracias a Dios por el regalo de la sabiduría, amor y paciencia.

A mis padres por estar siempre conmigo, en especial a mi madre Lucy Cárdenas por confiar y creer en mí, por hacerme sentir orgulloso todos los días de mi vida, el llegar al final de mi investigación es recordar un inicio donde tuvo que trabajar mucho y tener que haber pasado tanto, esto es para ti mamá, tu compañía no solo me ayudo con el proceso y realización de esta tesis sino de mi vida entera.

A mis hermanos: Fredy, Karen y Karla que siempre estuvieron apoyándome de manera incondicional y por creer en mí, por las palabras de aliento a mi propósito como estudiante, profesional y persona, en cada paso de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva en especial a los docentes de la Escuela Profesional de ingeniería Forestal por compartir sus conocimientos en mi formación profesional.

A mis asesores, Ing. M. Sc. Brayan Caldas de La Cruz y Ing. M. Sc. Edilberto Diaz Quintana, por compartir sus conocimientos y orientación para poder desarrollar mi investigación.

Al Ing. M. Cs. Raúl Araujo Torres presidente de jurados por las sugerencias y observaciones en la investigación.

A los miembros de jurado el Dr. Wilfredo Alva Valdiviezo, al Ing. M. Cs. Gunter Daza Panduro y Ing. M. Cs. José Antonio Dionisio Armas, ya que aportaron con sus experiencias para la mejora de la investigación.

A mi hermano Fredy Ruiz Cárdenas que fue de gran apoyo durante la evaluación en campo de la investigación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Marco teórico	3
2.1.1. Suelo	3
2.1.2. Índices de diversidad	4
2.1.3. Propiedades biológicas del suelo	5
2.1.4. Sistemas de producción	7
2.2. Estado del arte	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de ejecución.....	13
3.1.1. Ubicación política.....	13
3.1.2. Ubicación geográfica.....	13
3.2. Materiales	13
3.2.1. Material y equipos de campo.....	13
3.2.2. Material y equipos de laboratorio	14
3.3. Población y muestra	14
3.3.1. Población	14
3.3.2. Muestra	14
3.4. Método	14
3.4.1. Densidad y biomasa de macrofauna edáfica en los sistemas de producción ..	14
3.4.2. Diversidad de macrofauna edáfica en los sistemas de producción.....	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1. Biomasa y densidad poblacional de macrofauna edáfica en cuatro sistemas de producción (pastizal, aguaje, plantación mixta y bambú) en Pueblo Nuevo	20
4.1.1. Biomasa (g/m ²).....	20
4.1.2. Densidad (ind/m ²).....	23
4.2. Diversidad de macrofauna edáfica en cuatro sistemas de producción (pastizal, aguaje, plantación mixta y bambú) en Pueblo Nuevo.....	26

V. CONCLUSIONES.....	32
VI. PROPUESTA A FUTURO	33
VII. REFERENCIAS	34
ANEXO	38

ÍNDICE DE TABLA

Tabla	Pagina.
1. Valores de significancia para el Índice de Shannon Wiener	17
2. Valores de significancia para el Índice de Dominancia de Simpson.....	17
3. Valores de Significancia para el Índice de Margalef.....	18
4. Valores descriptivos de la biomasa (g/m ²) de macrofauna en cuatro sistemas.....	20
5. Prueba de Kruscal Wallis de la biomasa (g/m ²) de macrofauna en cuatro sistemas de producción	21
6. Prueba de Kruscal Wallis para la biomasa de macrofauna en tres profundidades	22
7. Valores descriptivos de la densidad de macrofauna (Ind/m ²) en cuatro sistemas de producción	24
8. Prueba de Kruscal Wallis para la densidad de macrofauna en cuatro sistemas de producción	24
9. Abundancia de familia de macrofauna edáfica en cuatro sistemas de producción	26
10. Diversidad alfa en cuatro sistemas de producción.....	27
11. Diversidad beta en cuatro sistemas de producción.....	30
12. Macrofauna colectada en la plantación de <i>Guadua angustifolia</i>	40
13. Macrofauna colectada en la plantación de aguaje	40
14. Macrofauna colectada en la plantación mixta	41
15. Macrofauna colectada en el pastizal	41

ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Pagina.
1. Muestreo de monolito en cada sistema de producción	15
2. Comparación de medias de la biomasa de macrofauna en cuatro sistemas.....	21
3. Comparación de medias de macrofauna en tres profundidades	22
4. Comparación de medias de la densidad de macrofauna (ind/m ²) en cuatro sistemas	25
5. Comparación de medias de los índices de diversidad en cuatro sistemas	28
6. Análisis de componentes principales de los cuatro sistemas de producción.....	29
7. Índice de similitud de Jaccard para los cuatro sistemas de producción.....	30
8. Certificado de la identificación de macrofauna edáfica	39
9. Delimitación de los puntos a muestrear para los monolitos	41
10. Reconocimiento de los sistemas de producción	42
11. Delimitación de los puntos a muestrear para la extracción de macrofauna edáfica	42
12. Plaqueo de cada punto a muestrear por monolito.....	43
13. Extracción de las muestras de suelo por estrato (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm).....	43
14. Macrofauna colectada en cuatro sistemas de producción.....	44
15. Pesaje de las muestras de macrofauna por estrato y sistema de producción	44
16. Muestras de macrofauna colectada.....	45

RESUMEN

Con el fin de estudiar la biomasa, densidad y diversidad de macrofauna edáfica asociada en sistemas de producción en el distrito de Pueblo Nuevo - Huánuco, teniendo cuatro sistemas de producción, como una plantación a mixta, bambú, pastizal y aguaje, donde en cada sistema se instalaron cinco monolitos de 25 cm x 25 cm x 30 cm de profundidad. Los resultados obtenidos fueron: La biomasa del sistema de producción aguaje fue 29,07 g/m², bambú fue 16,16 g/m², plantación forestal mixto fue 30,80 g/m², pastizal fue 38,92 g/m², en cuanto a la profundidad se obtuvo 0-10 cm 48,50 g/m², 10-20 cm 26,50 g/m², 20-30 cm 16,50 g/m²; para la variable densidad en el sistema de producción Pastizal fue de 201,60 ind/ m², plantación forestal mixto con 137,60 ind/ m², Bambú con 80,00 ind/ m² y aguaje con 76,80 ind/ m². Concerniente a la abundancia de individuos el sistema pastizal presento mayores individuos con 63 individuos registrado en siete familias. La diversidad alfa a través del índice de Simpson para los sistemas de producción de aguaje, bambú, plantación mixta y pastizal se obtuvo valores de 0.156, 0.332, 0.209 y 0.179 respectivamente. Mientras la diversidad alfa a través del índice de Jaccard donde los valores más altos se obtuvo relacionando el sistema de producción bambú - aguaje y plantación mixta - bambú ambos con un valor de 0.5.

Palabras claves: macrofauna edáfica, sistemas de producción, biomasa

ABSTRACT

[The research was done] with the goal of studying the biomass, density, and diversity of the edaphic macrofauna associated with the production systems in the Pueblo Nuevo district of Huánuco, [Peru]. There were four production systems, such as a plantation to mixed, bamboo, grasses, and moriche palm; where for each system, five monoliths of 25 cm x 25 cm x 30 cm in depth were installed. The results that were obtained were: the biomass of the moriche palm production system was 29.07 g/m², [for the] bamboo it was 16.16 g/m², [for the] mixed forest plantation it was 30.80 g/m², [and for the] grasses it was 38.92 g/m². With respect to the depth, it was obtained [that at] 0-10 cm it was 48.50 g/m², [at] 10-20 cm [it was] 26.50 g/m², [and at] 20-30 cm [it was] 16.50 g/m². For the density variable, in the grass production system, it was 201.60 specimens/ m², [for the] mixed forest plantation it was 137.60 specimens/ m², [for the] bamboo it was 80.00 specimens/ m², and [for the] moriche palm it was 76.80 specimens/ m². Concerning the abundance of specimens, the grass system presented the greatest [number of] specimens with sixty three specimens having been registered for seven families. From the alpha diversity [that was found] through the Simpson index, values of 0.156, 0.332, 0.209, and 0.179 were obtained, respectively, for the moriche palm, bamboo, mixed plantation, and grass production systems. Meanwhile, [for] the alpha diversity through the Jaccard index, higher values were obtained in relation to the bamboo-moriche palm and mixed plantation-moriche production systems, [where] both had a value of 0.5.

Keywords: edaphic macrofauna, production systems, biomass

I. INTRODUCCIÓN

En la amazonia peruana, se han generado muchos sistemas de producción, donde los macro invertebrados del suelo son los mejores reguladores de los procesos fisicoquímicos que afectan la fertilidad del suelo que contribuyen a la formación de grandes estructuras de agregados duraderas debido a la absorción y eliminación del suelo. Los macroinvertebrados mezclan los desechos orgánicos, la ingestión y los productos en descomposición a medida que excavan para transportar la tierra a través del sótano hacia la superficie.

En Pueblo Nuevo se cuenta con diferentes sistemas de producción, lo cuales algunos son: plantación de aguaje, pastizal, bambú y plantación mixta con especies forestales, que no cuentan con información biológica del suelo, concerniente a la abundancia, densidad y diversidad de macrofauna edáfica. Por lo cual se genera la siguiente interrogante ¿Cuál será la macrofauna edáfica en cuatro sistemas de producción en Pueblo Nuevo, Huánuco?

Conocer la abundancia, densidad, biomasa y diversidad de macrofauna edáfica en los diversos sistemas de producción, se podría usar como indicador de la calidad del suelo de estos sistemas, ya que la fauna del suelo, en general, influyen en la dinámica de sus procesos químicos, y este tiene importancia para las condiciones de crecimiento de las especies cultivadas y el desenvolvimiento y funcionamiento de los sistemas de producción, ya que cumplen un papel vital en la descomposición de la hojarasca y en la liberación de los nutrientes

Bajo estas premisas, el estudio pretende brindar información actual sobre las condiciones y dinámica del suelo de los sistemas de producción de Pueblo Nuevo, de esta manera conocer como influyen las prácticas de manejo y cultivos en la macrofauna, ya que muchos tienen efecto negativo.

1.1. Objetivo general

- Evaluar la macrofauna edáfica asociada, en cuatro sistemas de producción (pastizal, aguaje, plantación mixta y bambú) en el distrito de Pueblo Nuevo, Huánuco.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar la biomasa y densidad poblacional de macrofauna edáfica en cuatro sistemas de producción (pastizal, aguaje, plantación mixta y bambú) en Pueblo Nuevo.
- Determinar la diversidad de macrofauna edáfica en cuatro sistemas de producción (pastizal, aguaje, plantación mixta y bambú) en Pueblo Nuevo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Suelo

El suelo sustenta la vida vegetal y actúa como un recurso activo que regula la disposición del servicio hídrico como es el caso del agua originado por las lluvias e irrigación, almacenando nutrientes y otros elementos químicos que son de gran importancia para el desarrollo y crecimiento de los cultivos, lo cual está compuesto de partículas minerales (arena, limo y arcilla), materia orgánica y diversos organismos. Actualmente los suelos de los ecosistemas cuentan con propiedades químicas, físicas y biológicas que tienen un comportamiento dinámico que varían con respecto manejo, tiempo y uso. Esta comprende una composición promedio concerniente a su volumen es de 50% de sólidos, 20 – 30% de disoluciones acuosas y 20% de aire (De la Cruz, 2021).

Gardi *et al.* (2014) define al suelo como la parte superior de tierra, la cual esta constituida por elementos minerales no consolidados, además estos se ven influenciados por componentes del ambiente en un tiempo determinado largo. Asimismo, se considera como un recurso natural viviente que se desenvuelve mediante la interacción dinámica en la superficie atmosférica, que influye en las condiciones climáticas y en el ciclo del hidrogeno, que aporta al medio de vida para el organismo edáfico.

- Composición del suelo

Benzing (2001) lo manifiesta como un recurso en dinamismo, el cual refiere una biodiversidad en la biología, debido a componentes con vida y sin vida presentes en el ciclo de transformación del suelo, donde se forma una superficie humedada de mucha valoración por los agricultores. Del mismo modo, el mantillo es el producto de descomposición de material orgánico por influencia de actividades edáficas, donde se libera el alimento vital para las plantas.

- **Componente orgánico**

Kolmans y Vásquez (1999) menciona que el suelo dispone de una fracción orgánica, dicha fracción se compone de restos de origen animal o vegetal. Para el proceso de degradación de material orgánico son influenciados por factores ambientales, además las propiedades físicas, biológicas y químicas presentes en el suelo; dicho proceso aporta la nutrición por las plantas, incrementa las características de retención de agua y beneficia la composición del suelo.

- **Componente inorgánico**

Kolmans y Vásquez (1999) menciona que están conformados por elementos de origen mineral y sales, estos no vienen de la derivación del carbono, debido a eso se le define como inorgánico. Dicho componente se encuentra constituido por fracciones de roca muy diminuta, a la cual se le denomina la estructura del suelo, asimismo, existe presencia de silicato en residuos o meteorizados.

2.1.2. **Índices de diversidad**

Daniel (1998) para la ecología, se define al índice de diversidad en las especies, como la cantidad de población y se toma en cuenta su abundancia relativa. De esta forma, la diversidad se basa en la hipótesis que algunas especies pueden influenciar a otras y de este modo, al medio donde se encuentran, tomándose como referencia cantidad de especies y su abundancia.

- **Shannon-Wiener (H0)**

Da a conocer los valores de incertidumbre promedio que nos permiten predecir la especie con respecto al individuo que pertenece siempre y cuando se tome de forma al azar en la parte interna de la unidad muestra (Magunrra AE 1988).

- **Simpson (S)**

Gliessman (1998), menciona que este índice es inverso al índice de dominancia de la comunidad que deriva de la teoría en enmarca las probabilidades, lo que significa dentro de una comunidad intensamente grande dos individuos seleccionados al azar pertenecen a la misma especie.

- **índices de similaridad**

Los coeficientes de similaridad se utilizarán, correctamente para comparar grupos de atributos similares (diversidad beta), también se utilizará para otros tipos de comparaciones como puede ser presencia o ausencia de patógenos o insectos de una plantación datos cuantitativos a mayor abundancia (Villavicencio y Valdez 2003).

- **índice de Jaccard**

Este análisis se utilizará para realizar comparaciones entre dos comunidades a través de la ausencia o presencia de especies en cada una de ellas. Los datos empleados en los índices de tipos cualitativos de todos los coeficientes son datos cualitativos (Villavicencio y Valdez, 2003).

2.1.3. Propiedades biológicas del suelo

a) Macrofauna edáfica

La diversidad de fauna del componente suelo agrupa macroinvertebrados del suelo identificables (con diámetro superiores a 2 mm) y ejecuta varias sucesiones y servicios ecosistémicos para conservar la fertilidad y calidad del suelo. Donde existe grupos funcionales de la macrofauna que preservan el suelo con respecto a su capacidad productiva teniendo a los detritívoros, los herbívoros, los omnívoros y los depredadores. La interacción de estos gremios depende de la disponibilidad que existe de los recursos en los ecosistemas; tal como la intensidad de su manejo (Cabrera-Dávila *et al.*, 2011; Marichal *et al.*, 2014).

Ruiz y Lavelle (2008) se conforma por una amplia cantidad de organismos que habitan en la parte superior del suelo, además, se presentan elementos constitucionales como

poros. Suceden sucesos de forma directa e indirecta en los procesos de alimentación, movimientos en el suelo, defunción. En este sentido, el proceso biológico de la macrofauna del suelo estructura el proceso y la característica fértil de la superficie de forma fundamental.

Cabrera (2012) menciona que la fauna que es empleada como un índice de calidad para el suelo y el grado en el que se encuentra conservado debido a que en una mayor dimensión se presentan las características biológicas del suelo. Dichos organismos son incluidos los animales invertebrados que habitan en el suelo, con dimensiones 2 mm- 20 mm de diámetro, los cuales participan en procesos de transformación de los nutrientes. La macrofauna es de vital importancia para los constituyentes biológicos que aportan y son empleados en la riqueza de la taxonomía, densidad, biomasa y estructura del suelo.

b) Carbono presente en el suelo

Se define un ciclo de vital importancia de la tierra, debido a la acción de reciclaje y reutilización del componente más abundante. Existen organismos que habitan en el interior del suelo y son componentes que determinan el dinamismo del alimento y carbono presente en el suelo. En tal sentido, el material orgánico que se descompone es acumulado en una capa superficial del suelo o en la parte de las raíces de la planta, posteriormente es consumido en su totalidad por los individuos del suelo. (FAO 2016).

c) Riqueza en la taxonomía

Rojas (2019) se define a los conjuntos de característica taxonómica que se encuentran en el medio ambiente, se determina, identificando la macrofauna por medio de su clasificación con características taxonómica, por clase, orden, familia y la especie.

d) Densidad de macrofauna

Rojas (2019) menciona que la macrofauna de un sistema se calcula, primero determinando la abundancia o el número en su totalidad de la macrofauna en el suelo del área de estudio, posteriormente, se determina la densidad para cada conjunto de especies, conjunto de familia o conjunto funcional.

2.1.4. Sistemas de producción

2.1.4.1. *Mauritia flexuosa* L.F

La *Mauritia flexuosa* (aguaje), es considerada una de las especies mas característico de la amazonia peruana, esta contiene frutos que son valorados por los habitantes que viven en la Selva, a diferencia con otros países amazónicos, en la selva peruana es muy tomada en cuenta la pulpa para el consumo de ellos mismos, puede ser utilizada directamente o en bebidas refrescantes, mermelada, yogurt, helados, etc. La planta viene hacer una palmera originaria de la Amazonia, se cree que es originaria de las cuencas de los ríos Huallaga, Marañón y Ucayali en Perú (Flores, 1997; Lujan, 2010).

Según Linneo (1781) clasifica su taxonomía de la siguiente manera

Reino	: Vegetal
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Arecales
Familia	: Arecaceae
Sub Familia	: Calamaoideae
Tribu	: Lepidocaryeae
Género	: Mauritia
Especie	: Mauritia flexuosa L.f.
Nombre científico	: Mauritia flexuosa L. F.
Nombre Común	: Aguaje

2.1.4.2. *Guadua angustifolia* Kunth

Londoño (1995) dice que las plantas de Guadua (bambú) , es considerada una gramínea arborescente rizomatoza cespitosa, posee culmos con huecos, estípulas abrazadoras, triangulares, pelúcidas hacia afuera y labras en la parte interna, mientras los entrenudos señalados con corteza de color verde conteniendo bandas longitudinales con coloración blanquecina, ramas arqueadas alternas y delgadas. Mientras que la parte estructural

del bambú esta compuesto por un sistema de ejes vegetativos en segmentos, que constituyen alternamente nudos y entrenudos, cuya morfología puede variar según corresponda a culmos, ramas y rizomas. Existe una variación de los nudos y entrenudo teniendo en cuenta las diversas especies, generalmente los tallos muestran cierta variación, esta característica es muy utilizada en su clasificación, ya que algunas poseen y otras carecen de espinas.

2.1.4.3. Pastizal

Flores (1991) declara que los pastizales actúan como ecosistemas capaces de generar tejido vegetal que puede ser utilizado por herbívoros. Estos ecosistemas incluyen sistemas de praderas como pasturas, donde sobresale y predominan en los primeros son los elementos naturales y no están roturados regularmente; mientras en los segundos se considera o incluyen poblaciones vegetales que han sido introducidas de forma artificial, estos son roturados y resembrados de manera regular y estos a menudo son alterados con cultivo. Por su parte Durant (1998) manifiesta que establecen el soporte de ganadería de manera externa como también distintas combinaciones de esta.

2.1.4.4. Plantación forestal mixta

Los ecosistemas que cuentan con varias especies forestales también llamado plantación mixta de forma simultanea teniendo en cuenta igual superficie (Muñoz *et al.*, 2006). Estos ecosistemas mixtos pueden formarse combinando arboles individuales de diferentes especies plantados uno al lado del otro, medianos bloques y líneas de estas distintas especies (FAO, 1992).

Si bien es cierto en la naturaleza, los bosques tropicales que forman parte de los ecosistemas que consisten en una combinación de especies que se encuentran formando los estratos de la parte baja, media y alta. En la actualidad habido un aumento del potencial con el fin de generar mejor producción en rodales y plantaciones mixtas, a comparación de ecosistemas puros, lo cual ha tenido mucha aceptación; sin embargo, no ha sido tomado en cuenta en la práctica forestal (Muñoz *et al.*, 2006).

Las plantaciones mixtas pueden promover la recuperación de la diversidad de especies subyacentes en comparación con las plantaciones puras porque crean una mayor variabilidad del hábitat que facilita la dispersión de semillas, la germinación y el crecimiento de múltiples especies (Alice *et al.*, 2004). Generalmente siempre es deseable la diversificación de especies dentro de plantaciones forestales, puesto que existe una complejidad con respecto al rendimiento de estas especies forestales como también los posibles riesgos a plagas. Al mismo tiempo, desde un punto de vista económico, las plantaciones mixtas tendrán ventajas ya que diversificarán la producción y reducirán así el riesgo de inestabilidad de los mercados (Alice *et al.*, 2004).

2.2. Estado del arte

Quiroz *et al.* (2021) realizaron un estudio donde caracterizaron los invertebrados que forman parte del suelo en diversos ecosistemas agroforestales, esto se desarrolló en el Municipio de San Ramon, ubicado en el departamento de Matagalpa, Nicaragua, los sistemas evaluados fueron: CIE (café, inga, erithryna y árboles); CMIEA (café, musáceas, inga, erithryna y árboles) y CA (café y árboles en época seca y lluviosa), donde estos sistemas tuvieron una superficie de 900 m² cada uno. Al culminar la evaluación obtuvieron los siguientes resultados: con respecto a las condiciones climáticas se obtuvo mayor presencia de macrofauna (abundancia) en época lluviosa con 391 individuos; mientras, que en el periodo de época seca obtuvieron 324 individuos. Los valores obtenidos concerniente a los sistemas agroforestales se concluye que en época lluviosa se registró mayor abundancia en el sistema CMIEA con 162 individuos, mientras que los valores inferiores fueron en época seca en el sistema CA con 91 individuos. Teniendo en cuenta la diversidad se obtuvo que los valores más alto en el índice de Shannon fue en el sistema CA con un valor de 2,73 esto considerando la época seca, y el valor inferior fue en el sistema CIE con 1,44. Al analizar los resultados se deduce que los distintos sistemas agroforestales no tienen efecto o influye en el número de individuos de macrofauna (abundancia); no obstante, predomina la presencia de especies de lombrices de tierra y Philoscidae que pertenecen a la orden Haplotaxida.

Pashanasi (2001) realizó una evaluación de forma cuantitativa de los invertebrados del suelo teniendo en cuenta diversos sistemas de uso de la tierra en la selva peruana, donde para la investigación se consideraron once sistemas de uso de la tierra cada zona: Yurimaguas: bosque primario (1); bosque secundario (5); cultivos anuales (1); pastizales (2) y sistemas agroforestales (2). Pucallpa: bosque primario (2); bosque secundario (2); cultivos anuales y bianuales (4); pastizales (1) y sistemas agroforestales (2). Los resultados que se obtuvieron fueron: para el sistema de bosque primario cuentan con una rica diversidad; también, presenta una densidad de 382 a 853 individuos/m² y con respecto a la biomasa estaba comprendida por miriápodos, oligochaetas y isòpteras con 57,8 a 91,1 g peso fresco/m² denominándose como altas. Con respecto al sistema de cultivos de esta comunidad se registró una densidad de macrofauna de 362 a 574 individuos/m², mientras la biomasa obtenida varía de 5,1 a 32,4 g peso fresco/m² encontrándose como severamente agotados. En el sistema con presencia de pasturas cuentan con una baja diversidad, donde al evaluar la densidad de macrofauna se encontró una variación de 654 a 1 034 individuos/m², con respecto al peso fresco (biomasa) se obtuvo valores altos de 38,4 a 165,9 g peso fresco/m², a causa de la colonización de la lombriz peregrina, *Pontoscolex corethrurus*. Por último, el sistema con purmas contiene una densidad de la población se encuentra en un rango de 334 a 838 individuos/m²; sin embargo, con respecto a la biomasa se registró un valor de 4,2 a 102 g peso fresco/m².

Panduro (2013) estudio la diversidad de macrofauna en diferentes sistemas de uso del suelo en Tingo María, ubicado en la provincia de Leoncio Prado, departamento Huánuco. Se estudiaron sistemas como cacaotal, bosque secundario, tornillal, pastizal y bambuzal. Los resultados obtenidos fueron con respecto a la densidad de macrofauna, donde el pastizal obtuvo mayor densidad con 2 704 ind/m², Cacao con 1 200 ind/m², 1 152 ind/m², 704 ind/m² y bambuzal con 496 ind/m². Mientras la biomasa fue superior en pastizal con 332,13 g/m², seguido por el cacao con 156,26 g/m², bosque con 50,29 g/m², tornillal con 27,36 g/m² y Babuzal con 14,69 g/m². Los índices de diversidad fueron: Shannon – Wiener (H') obtuvo valores de 1,47 en el tornillal, 1,50 para bambuzal, 0,48 en el pastizal, 1,31 en el sistema de bosque y 1,76 para el cacaotal.

Casimiro (2022) determino el número de individuos de macrofauna (abundancia) edáfica comparando dos sistemas agroforestales en Tingo María. Los resultados obtenidos en el sistema agroforestal con *Teobroma cacao* L. (cacao) de la variedad CCN-55 con la especie forestal de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.) (capirona) donde se registraron una densidad poblacional de 1 028 individuos/m² y con respecto a la biomasa de la macrofauna se registró un valor promedio de 7,12 g/m². Mientras el sistema agroforestal con *Teobroma cacao* L. (cacao) de la variedad CPM – 15 asociado con *Guazuma Crinita* Mart. (bolaina blanca) lo que conlleva a un sensible a un buen manejo agrícola, por ende, presenta un valor de promedio de la densidad poblacional de la macrofauna de 758 individuos/m² y con una biomasa promedio de 14,1 g/m². En las características biológicas (indicadores) se identificaron catorce ordenes taxonómicas.

Del Carmen *et al.* (2017) estudiaron la macrofauna edáfica comparando en diversos sistemas: sistema agroforestal, potrero tradiciona y bosque latifoliado ubicado en la microcuenca del trópico seco, Tomabù, Nicaragua, para este estudio se tomaron en cuenta tres ecosistemas más característicos: Bosque seco tropical, bosque de galería o ribereño y sistemas silvopastoriles, para lo cual se seleccionó tres parcelas con una superficie de 1 ha por cada ecosistema. Los resultados que se obtuvieron con respecto a la riqueza fueron de un registro de 8425 individuos que se encuentran en 27 grupos de artrópodos identificados. Seguido de 1411 individuos que pertenecen a cinco ordenes de la clase arácnida donde los ácaros vienen hacer un 69%. Asimismo, se registró diferencias estadísticas concerniente a la abundancia por unidad muestreada, donde en el sistema silvopastoril fue superior a los demás sistemas, mientras la diversidad de macrofauna, mientras con respecto a la diversidad de Shannon (H') este índice presentó valores de 1,93; 1,69; y 1,68 para los sistemas de bosque, silvopastoril y potrero tradicional respectivamente.

Brown *et al.*, (2001) estudiaron la diversidad y el rol funcional de la macrofauna del suelo en ecosistemas tropicales del país de México. Este estudio se realizó en 37 localidades, para lo cual se tomaron 127 muestreos considerando nueve tipos de ecosistemas; donde se registraron mínimas diferencias estadísticas significativa con respecto a la densidad poblacional en cada grupo de los ecosistemas analizados. Donde el ecosistema con cultivo de caña de azúcar

se reportaron valores superiores de densidad con valores de 3 000 individuos/m², donde las hormigas fueron que prevalecieron con mayor abundancia con un valor de 52% del total. Asimismo, se identificaron 17 grupos taxonómicos en cafetales y cañaverales, en bosques se registraron 16, mientras en la vegetación secundaria fueron 14, para milpas y cítricos fue de 15 y 8 respectivamente.

Zerbino (2010) realizó un estudio macrofauna edáfica en rotaciones que contenían cultivos y pasturas en laboreo convencional, donde se tomó en cuenta dos muestreos donde se colectó 3 678 individuos, los resultados muestran que después de la identificación se registró que los grupos con más individuos (abundantes) fueron Coleòptera y Oligochaeta. Las rotaciones concernientes a la agricultura (S1: sin fertilizante, S2: con fertilizante) se registraron valores inferiores de riqueza con 34 y 42 morfo especies respectivamente. Mientras tanto, en la rotación del periodo de pradera prologado (S4) se encontró valor superior de riqueza con un total de 85 morfo especies. Por su parte las parcelas donde aplico leguminosas forrajeras en la rotación S5 (agricultura en rotación con cultivo y pradera con periodo equilibrados) y S7 (agricultura en rotación con periodos de cultivo más prolongado) lo cual se registró una posición intermedia entre S2 y S4, con respectivamente 65 y 69 morfo tipos.

Hernández (2018) en su investigación en los bosques de pino, con la finalidad de evaluar la macrofauna edáfica que existe en la zona, como uno de los objetivos se presentó el índice de diversidad alfa e índice de diversidad beta, las áreas de estudio seleccionadas fueron las siguientes: Bosque Maduro (bm), Bosque intermedio (bi), Área de conservación (ac) y Zona de aprovechamiento (zp), para los resultados se presentó un Índice de Jaccard (Índice beta) para Zona de aprovechamiento y Área de Bosque maduro presento un valor 0,41, y además, Zona de aprovechamiento y Bosque maduro un valor 0,6.

Trávez (2020) en su estudio del índice de diversidad de macrofauna edáfica en Ecuador, con el objetivo de evaluar la diversidad beta, se seleccionaron las siguientes zonas de estudio: Bosque nativo, Bosque plantado, Pastizal y Monocultivo, en los resultados se determinó una índice beta – Sorensen para Bosque nativo y Bosque plantado de 0,70 de similitud, asimismo, para Pastizal, Bosque plantado, Monocultivo y Bosque nativo un 0,50 de similitud.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política

El estudio se realizó en cuatro sistemas de uso de tierra: plantación de *M. flexuosa*, *cynodon dactylon*, *Guadua angustifolia* y plantación forestal mixta (*Colubrina glandulosa*, *Vitex pseudolea*, *Cedrela odorata*) que se encuentran ubicados en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria - Puerto Súngaro (CIPTALD - PS) se tomó como superficie 1500 m² por cada sistema de producción, que políticamente se localiza en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco.

3.1.2. Ubicación geográfica

En el **Tabla 1**, se muestra las coordenadas UTM de los sistemas producción de tierra en Pueblo Nuevo.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los sistemas de producción en CIPTALD

N°	Sistema	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m)
		Este	Norte	
1	<i>Guadua angustifolia</i>	0385143	8991438	611
2	Maurita flexuosa	0385370	8991454	610
3	plantación forestal mixta	0385198	8991366	605
4	Pastizal	0385233	8991439	607

3.2. Materiales

3.2.1. Material y equipos de campo

- Cinta métrica de 50 m, GPS, rafia, Pala, Cuadrada, Machete, Bolsas de polietileno, Plástico, Envases de vidrio y etiquetas.

3.2.2. Material y equipos de laboratorio

- Estereoscopio, Lupa 10xCinta adhesiva, Placas de Petri, Balanza digital, Alfileres, Pinzas, X jeringas, Alcohol al 96%, Formol al 10%, estufa.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

- Cuatro sistemas de producción: plantación de *M. flexuosa*, *Guadua angustifolia*, *C. dactylon* y plantación forestal mixta

3.3.2. Muestra

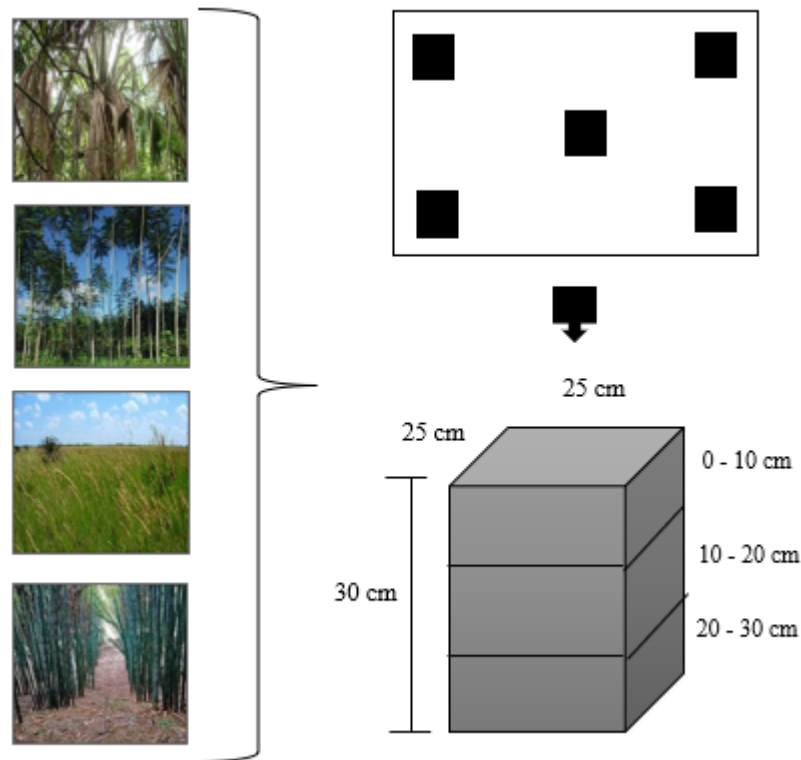
- Como muestra se tomó 5 monolitos de 25 cm x 25 cm x 30 cm de profundidad, por cada sistema.

3.4. Método

3.4.1. Densidad y biomasa de macrofauna edáfica en los sistemas de producción

En primer lugar, se realizó un reconocimiento de cada sistema de producción en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria - Puerto Súngaro (CIPTALD), para de esta manera se ubicaron de forma sistemática para el muestreo de macrofauna edáfica.

Para la toma de muestras de la macrofauna que hay en el suelo se adaptó a lo propuesto por Linares *et al.* (2007) donde se tomará 5 monolitos por cada sistema de producción con un volumen de 25 x 25 x 30 cm, para lo cual se tomará en cuenta tres estratos sobre la profundidad del suelo de 0 – 10 cm, 10- 20 cm y 20 – 30 cm



Fuente: Linares *et al.* (2007)

Figura 1. Muestreo de monolito en cada sistema de producción

Posterior se extrajo el volumen del suelo por profundidad (0 - 10 cm, 10 – 20 cm y 20 – 30 cm) y se colocó de forma adecuada en bolsas plásticas con cada espécimen de acuerdo con la nomenclatura en campo. Para después estas muestras rotuladas por estrato y sistema de uso de tierra fueron llevados al laboratorio de entomología de la Facultad de Agronomía para su correcta identificación. Donde en laboratorio fueron conservadas en alcohol al 96% y en formol de 10% las larvas e insectos de cuerpo no endurecido, para posterior se realizó el conteo, asimismo, la identificación de los especímenes se utilizaron manuales de identificación y guías descriptivas, con el fin de poder llegar hasta su clasificación más detallada (familia), para ello también se utilizaron un microscopio estereoscópico.

- Densidad de macrofauna

Se realizó bajo lo propuesto de Correia y Oliveira (2000) que manifiesta que en un cuadrado de 25 x 25 cm lo que equivale $1/16 \text{ m}^2$, donde esto fue en base al número de individuos del mismo taxón presentes por grupo de organismo o especie en cada estrato de 10

cm, 20 cm y 30 cm. Esta variable es expresada en individuos/m² y se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$D = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área de estudio (m}^2\text{)}}$$

- **Biomasa de macrofauna**

De igual manera a lo planteado por Correia y Oliveira (2000), la biomasa se calculó mediante la relación del peso de los organismos y el área en estudio, siendo expresada en g/m². Esta variable se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Biomasa} \left(\frac{g}{cm^2} \right) = \frac{\text{Peso de los organismos (g)}}{\text{Área de estudio (m}^2\text{)}}$$

3.4.2. **Diversidad de macrofauna edáfica en los sistemas de producción**

Una vez identificados los especímenes por cada sistema de uso de tierra, se determinaron los índices de diversidad Shannon - Wiener, Equidad, Simpson y Jaccard,).

- **Shannon – Wiener**

Se utilizo la siguiente formula planteada por Smith y Smith (2001).

$$H = \sum_{i=1}^s (P_i)(\ln P_i)$$

Donde:

H' = Diversidad de especies

ln = logaritmo natural.

pi = Proporción de individuos en el total de la muestra que pertenecen la especie

Tabla 1. Valores de significancia para el Índice de Shannon Wiener

Valores	Significancia
< a 1.35	Diversidad baja
1.36 - 3.5	Diversidad media
> 3.5	Ddiversidad alta

Fuente: Aguirre (2013)

- **Simpson (S)**

$$S = 1/S(Pi)^2$$

Dònde:

S = Índice de Simpson

1/s = Probabilidad que individuos al azar de una población provenga de la misma especie

Pi = Proporción de individuos pertenecientes a la misma especie

En la **Tabla 1**, se muestra los valores y significancia con respecto al índice de Simpson

Tabla 2. Valores de significancia para el Índice de Dominancia de Simpson

Valores	Significancia
0 - 0.33	Dominancia baja
0.34 - 0.66	Dominancia media
>0.66	Dominancia alta

Fuente: Aguirre (2013)

- **Índice de Margalef**

$$DMg = \frac{S-1}{\ln(n)}$$

Donde:

S= número total de especies

n= número total de individuos observados

Tabla 3. Valores de Significancia para el Índice de Margalef

Valores	Significancia
< a 2	Baja riqueza
2.1 - 5	Riqueza media
> 5	Alta riqueza

Fuente: Moreno (2001).

Para determinar la similitud de diversidad de macrofauna edáfica entre estratos y sistema de uso se de tierra se empleó el software PAST 2.02 Paleontological Statistics software package for education and data análisis, a la vez se realizó un análisis cluster que nos permite grupos homogéneos con respecto al sistema de uso, para posterior se realizó dendrogramas, con el fin de determinar si hubiera similitud entre los sistemas de uso y estratos. El índice utilizado fue Jaccard lo cual nos permitió medir la similitud entre sistemas de producción a través de la ausencia o presencia de macrofauna en cada una de ellas (sistemas de producción). La fórmula empleada fue:

$$IJ = \frac{C}{A + B - C} * 100$$

Dónde:

IJ= Índice de Jaccard

A= Número de especies en la comunidad A

B = Número de especies en la comunidad B

C = Número de especies comunes en ambas comunidades

3.5. Diseño de la investigación

fue no experimental, ya que no se manipulo variables, se analizó de forma natural cada sistema de uso de tierra, a su vez se empleó de estadística descriptiva con valores de media, mínima, máxima, desviación estándar, coeficiente de variación, et.

Variables en estudio

a. Variables independientes

- Sistemas de producción (pastizal, aguaje, plantación mixta y bambú)

- Profundidad (0 – 10 cm. 10 – 20 cm y 20 – 30 cm)

b. Variables dependientes

- Densidad
- Biomasa
- Diversidad

Técnicas estadísticas

Se empleo la prueba estadística de Kruscal Wallis para los datos obtenidos concerniente a la biomasa y densidad de macrofauna que no siguieron una distribución normal. Que nos permitió comparar estadísticamente entre sistemas de producción y las profundidades de donde se extrajeron las muestras.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Biomasa y densidad poblacional de macrofauna edáfica en cuatro sistemas de producción (pastizal, aguaje, plantación mixta y bambú) en Pueblo Nuevo

Como se observa en la **Tabla 4** en los valores descriptivos de la biomasa (g/m^2) de la macrofauna en cuatro sistemas, en el sistema de Aguaje de 0-10 cm presento una media de $24,770 \text{ g/m}^2$, de 10-20 cm una media de 2.580 g/m^2 y de 20-30 cm una media de $0,050 \text{ g/m}^2$, para el sistema de Bambú mostró de 0-10 cm una media de $12,057 \text{ g/m}^2$, de 10-20 cm una media de $3,145 \text{ g/m}^2$, de 20-30 cm una media de $0,078 \text{ g/m}^2$, para el sistema de Mixto de 0-10 cm una media de $24,796 \text{ g/m}^2$, de 10-20 cm una media de 4.131 g/m^2 , de 20-30 cm una media de $1,051 \text{ g/m}^2$, para el sistema Pastizal de 0-10 cm una media $29,860 \text{ g/m}^2$, de 10-20 cm una media de $6,688 \text{ g/m}^2$, de 20-30 cm una media de $1,427 \text{ g/m}^2$.

4.1.1. Biomasa (g/m^2)

Tabla 4. Valores descriptivos de la biomasa (g/m^2) de macrofauna en cuatro sistemas

Sistema	Profundidad	N	Media	D.E	E.E	C.V	Min	Max
Aguaje	0-10 cm	5	24.770	19.890	8.900	80.300	0.560	46.270
Aguaje	10-20 cm	5	2.580	4.060	1.810	157.170	0.000	9.270
Aguaje	20-30 cm	5	0.050	0.100	0.050	223.610	0.000	0.230
Bambú	0-10 cm	5	12.057	7.401	3.310	61.385	7.310	25.072
Bambú	10-20 cm	5	3.145	4.550	2.035	144.665	0.000	9.939
Bambú	20-30 cm	5	0.078	0.174	0.078	223.607	0.000	0.389
P.mixto	0-10 cm	5	24.796	21.373	9.558	86.194	9.805	60.344
P.mixto	10-20 cm	5	4.131	4.714	2.108	114.104	0.000	9.717
P.mixto	20-30 cm	5	1.051	1.476	0.660	140.383	0.000	3.088
Pastizal	0-10 cm	5	29.860	12.394	5.543	41.506	12.406	46.571
Pastizal	10-20 cm	5	6.688	5.038	2.253	75.332	1.434	14.349
Pastizal	20-30 cm	5	1.427	2.419	1.082	169.511	0.000	5.693

D.E: Desviación estándar; E.E: Error estándar; C.V: Coeficiente de variación; Min: Mínimo; Max: Máximo

En la **Tabla 5** se observa mediante la prueba de Kruskal Wallis de la biomasa (g/m^2) de macrofauna en los cuatro sistemas, no se registraron diferencias estadísticas significativas con un p-valor (0,200).

Tabla 5. Prueba de Kruscal Wallis de la biomasa (g/m²) de macrofauna en cuatro sistemas de producción

Sistema	N	Medias	D.E	Medianas	gl	H	P
Aguaje	5	29.07	22.85	38.82	3	4.63	0.200 ^{NS}
Bambu	5	16.16	10.19	11.45			
P.mixto	5	30.8	25.41	19.9			
Pastizal	5	38.92	9.98	36.37			

** : altamente significativo; * significativo; NS: no significativo

Para la **Figura 2** se muestra la comparación de medias de la biomasa (g/m²) de macrofauna de los cuatro sistemas, donde el sistema Pastizal presento un 38,92 g/m² siendo superior a los demás, seguidamente, se encuentra el sistema mixto con 30,80 g/m², el sistema Aguaje con 29,07 g/m², el sistema Bambú con 16,16 g/m².

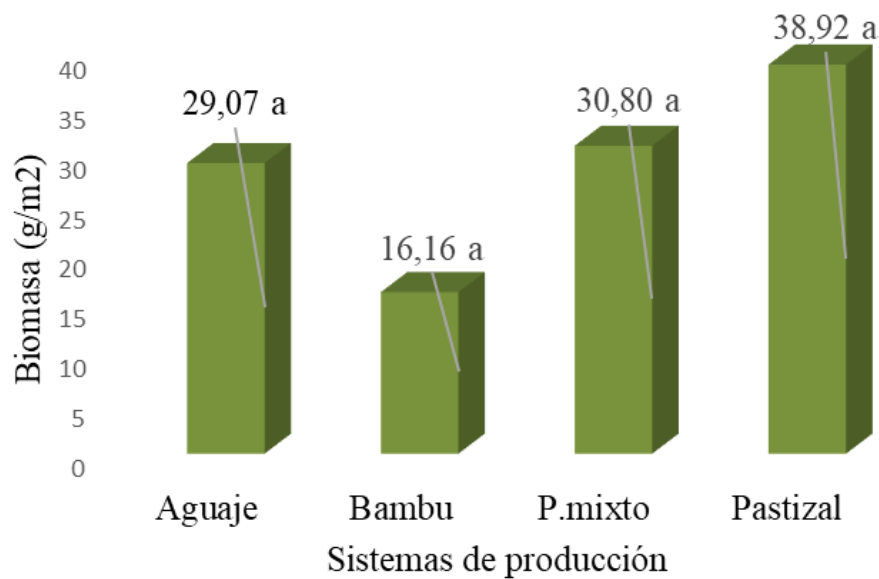


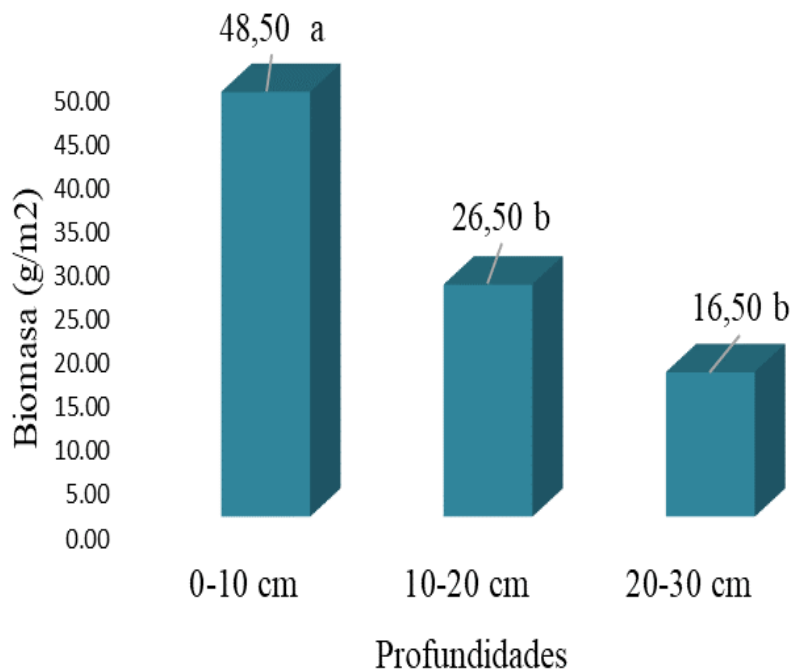
Figura 2. Comparación de medias de la biomasa de macrofauna en cuatro sistemas

Con respecto a la **Tabla 6**, se muestra la prueba de Kruscal Wallis para la biomasa (g/m²) de macrofauna en tres profundidades (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm), que existen diferencias estadísticas altamente significativas con un p-valor de (0,001), que resulta ser inferior al 5 %.

Tabla 6. Prueba de Kruskal Wallis para la biomasa de macrofauna en tres profundidades

Profundidades	N	Medias	D.E	Medianas	gl	H	P
0-10 cm	20	22.87	16.4	19.83	2	35.15	0.001**
10-20 cm	20	4.14	4.52	2.87			
20-30 cm	20	0.65	1.44	0.00			

**.: altamente significativo; * significativo; NS: no significativo

**Figura 3.** Comparación de medias de macrofauna en tres profundidades

En la **Figura 3** se puede observar en la comparación de medias de macrofauna en tres profundidades, se presentó una biomasa de 48,50 g/m² a una profundidad de 0-10 cm, del mismo modo, una biomasa de 26,50 g/m² a una profundidad de 10-20 cm y, por último, una biomasa de 16,50 g/m² a una profundidad de 20-30 cm.

Con respecto a lo anteriormente mencionado, desde el punto de vista de los sistemas de producción donde el sistema Pastizal presento un 38,92 g/m² siendo superior a los demás, seguidamente, se encuentra el sistema mixto con 30,80 g/m², el sistema Aguaje con 29,07 g/m², el sistema Bambú con 16,16 g/m²; por otro lado, con respecto a la profundidad se presentó una biomasa de 48,50 g/m² a una profundidad de 0-10 cm, del mismo modo, una

biomasa de 26,50 g/m² a una profundidad de 10-20 cm y, por último, una biomasa de 16,50 g/m² a una profundidad de 20-30 cm.

En tal sentido, el autor Pashanasi (2001) realizó un estudio de la macrofauna del suelo para cada zona: en Yurimaguas y Pucallpa. Para bosque primario, presentaron una biomasa de 5,1 a 32,4 g peso fresco/m², los resultados de dicho autor se asemejan a los resultados en la investigación; de igual modo, para el autor Panduro, (2013) en su estudio la diversidad de macrofauna en diferentes sistemas de uso del suelo en el BRUNAS, Tingo María, evaluó sistemas tipo pastizal, bosque secundario, bambuzal, tornillal y cacaotal. Los resultados obtenidos fueron una biomasa superior en pastizal con 332,13 g/m², seguido por el cacao con 156,26 g/m², bosque con 50,29 g/m², tornillal con 27,36 g/m² y Bambuzal con 14,69 g/m², con referencia a los resultados del autor en comparación con nuestros resultados, se difiere en cuanto a los datos obtenidos en el sistema de producción de Pastizal, sin embargo, los resultados se asemejan en el sistema de producción Bambú; asimismo, el autor Casimiro (2022) determinó la abundancia de macrofauna del suelo en dos sistemas agroforestales en el fundo Alborada, en Tingo María, Los resultados obtenidos en los sistemas agroforestales Teobroma cacao L. “cacao” variedad CCN - 55 con *Calycophyllum spruceanum* “capiróna” presenta una biomasa de la macrofauna de 7,12 g/m², y Teobroma cacao L. “cacao” variedad aromática CPM - 15 con *Guazuma Crinita* “bolaina blanca” presenta una biomasa de 14,1 g/m², dichos resultados difieren con los resultados obtenidos en la investigación.

En resumen, a lo anterior, cabe resaltar que factores de clima, edafología y tipo de especie pueden influenciar en el proceso de producir y generar biomasa, además, el uso de insumos agroquímicos produce una posible disminución en el desarrollo de la raíz y una alteración en el microclima del suelo.

4.1.2. Densidad (ind/m²)

En la **Tabla 7**, se muestra los valores descriptivos de la densidad de macrofauna (Ind/m²) en los cuatro sistemas de producción, donde se presenta el sistema Aguaje con una media de 76,8 Ind/m², en el sistema Bambu una media de 80 Ind/m², en el sistema P. mixto una media de 137,6 Ind/m² y en el sistema Pastizal una media de 201,6 Ind/m², obteniendo una media superior a los demás.

Tabla 7. Valores descriptivos de la densidad de macrofauna (Ind/m²) en cuatro sistemas de producción

Sistema	N	Media	D.E	E.E	C.V	Min	Mx
Aguaje	5	76.8	49.83	22.29	64.89	16	128
Bambu	5	80	37.52	16.78	46.9	48	128
P.mixto	5	137.6	64.6	28.89	46.95	80	240
Pastizal	5	201.6	31.19	13.95	15.47	160	240

D.E: Desviación estándar; E.E: Error estándar; C.V: Coeficiente de variación; Min: Mínimo; Max: Máximo

Como se presenta en la **Tabla 8** en la prueba de Kruscal Wallis para la densidad (Ind/m²) de macrofauna en los cuatro sistemas de producción (sistema Aguaje, sistema Bambu, sistema P. mixto y sistema Pastizal) se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas, presentando un p-valor de (0,0142).

Tabla 8. Prueba de Kruscal Wallis para la densidad de macrofauna en cuatro sistemas de producción

Sistema	N	Media	D.E	Medianas	gl	H	P
Aguaje	5	76.8	49.83	64	3	10.48	0.0142**
Bambú	5	80	37.52	64			
P.mixto	5	137.6	64.6	112			
Pastizal	5	201.6	31.19	192			

**.: altamente significativo; * significativo; NS: no significativo

Para la **Figura 4** en la comparación de medias de la densidad de macrofauna (ind/m²) en cuatro sistemas, se presentó una media superior en el sistema Pastizal de 201,60 ind/m², el sistema P. mixto con una media de 137,60 ind/m², el sistema Bambu con una media de 80,00 ind/m² y el sistema Aguaje con una media de 76,80 ind/m².

Con respecto a lo anterior, para los autores Quiroz *et al.* (2021) que realizaron una caracterización de la macrofauna edáfica en diferentes sistemas agroforestales, en Nicaragua. La mayor abundancia se encontró en el sistema CMIE: Café, musáceas, Inga, Erithryna y árboles (162 individuos) en la época lluviosa y mínima en el sistema CA: Café y árboles en época seca y época lluviosa (91 individuos) en la época seca, dichos resultados difieren con los de la investigación realizada, asimismo, para el autor Pashanasi (2001) realizó un estudio de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en Yurimaguas

y Pucallpa. El bosque primario presento una densidad (382 a 853 individuos/m². Los cultivos de esta comunidad, cuya densidad es de 362 a 574 individuos/m². Las pasturas tienen una densidad de su población varía en un rango de 654 a 1 034 individuos/m². En las purmas, la densidad poblacional está en un rango de 334 a 838 individuos/m², resultados superiores a los de la investigación ejecutada.

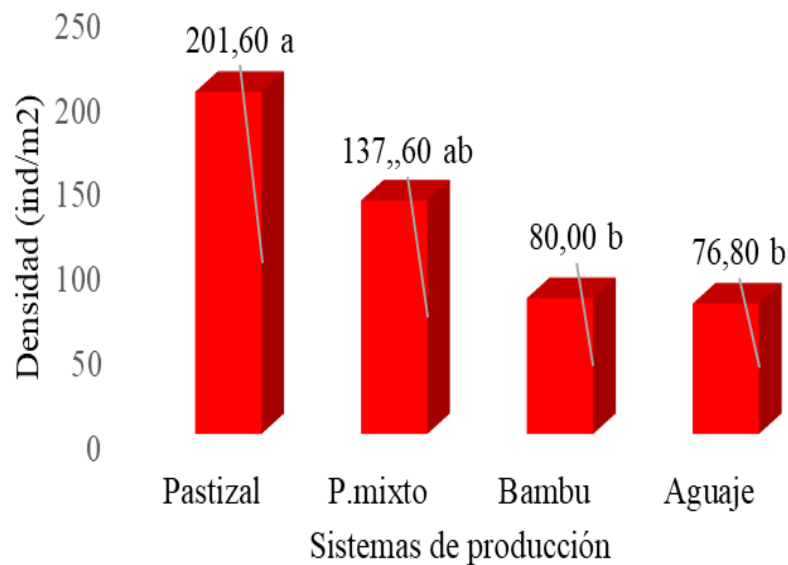


Figura 4. Comparación de medias de la densidad de macrofauna (ind/m²) en cuatro sistemas

De la misma forma, para el autor Panduro (2013) estudio la diversidad de macrofauna en diferentes sistemas de uso del suelo en el BRUNAS, Tingo María. Los resultados obtenidos fueron con respecto a la densidad de macrofauna, donde el pastizal obtuvo mayor densidad con 2 704 ind/m², Cacao con 1 200 ind/m² y bambuzal con 496 ind/m², los resultados de dicho autor difieren notablemente con los de la investigación realizada, de modo similar, el autor Casimiro (2022) determino la abundancia de macrofauna del suelo en dos sistemas agroforestales en Tingo María, Los resultados obtenidos en los sistemas agroforestales *Teobroma cacao* variedad CCN - 55 con *Calycophyllum spruceanum* presenta una densidad de 1028 ind.m⁻², y *Teobroma cacao* variedad aromática CPM - 15 con *Guazuma Crinita*, presenta la densidad de especies es de 758 ind.m⁻², en comparación con los resultados de la investigación se observa la diferencia en la densidad de macrofauna.

Con lo mencionado anteriormente, la diferencia en los resultados de la investigación se debe posiblemente a los nutrientes que se encuentran disponibles en el suelo

de los diversos sistemas de producción estudiados, adicionalmente, la humedad es un factor de importancia en la densidad de macrofauna edáfica.

4.2. Diversidad de macrofauna edáfica en cuatro sistemas de producción (pastizal, aguaje, plantación mixta y bambú) en Pueblo Nuevo.

4.2.1. Abundancia de macrofauna

En la **tabla 9**, se muestra la abundancia de familia de macrofauna edáfica en cuatro sistemas de producción, donde el sistema de producción Aguaje obtuvo 24 individuos, para el sistema de producción Bambú 25 individuos, para el sistema de producción mixto con 43 individuos y el sistema de producción Pastizal 63 individuos, quien resulto superior a comparación de los demás.

Tabla 9. Abundancia de familia de macrofauna edáfica en cuatro sistemas de producción

Orden de fila	Aguaje	bambú	Plantación mixto	Pastizal
Blatellidae	-	-	-	1
Carabidae	-	-	1	-
Formicidae	-	-	-	1
Gryllidae	-	-	-	1
Helicidae	1	-	-	-
Labiduridae	1	1	-	-
Lumbricidae	22	20	38	57
Lycosidae	-	-	-	1
Miriapoda	-	-	-	1
Scarabaeidae	-	4	4	1
Total	24	25	43	63

Como se menciona anteriormente, la abundancia de familia de macrofauna edáfica en cuatro sistemas de producción, donde el sistema de producción Aguaje obtuvo 24 individuos con (01 helicidae, 01 Labiduridae y 22 Lumbricidae), para el sistema de producción Bambu con (01 Labiduridae, 20 Lumbricidae y 04 Scarabaeidae), para el sistema de producción plantación mixto con (01 Carabidae, 38 Lumbricidae, 04 Scarabaeidae) y el sistema de producción Pastizal con (01 Blatellidae, 01 Formicidae, 01 Gryllidae, 57 Lumbricidae, 01 Lycosidae, 01 Miriapoda y 01 Scarabaedidae).

Con lo antes mencionado, los autores Quiroz *et al.* (2021) realizaron una caracterización de la macrofauna edáfica en diferentes sistemas agroforestales en Nicaragua, los sistemas evaluados fueron Café, musáceas, Inga, Erithryna y árboles, CIE: Café, Inga, Erithryna y árboles y CA: Café y árboles en época seca y época lluviosa. La abundancia de la macrofauna favorece la presencia de especie de Philoscidae y lombrices de suelos orden Haplotaxida, los resultados de dicho autor no se asemejan a los obtenidos en nuestra investigación, de igual forma, en la investigación el autor Zerbino (2010) evaluó la macrofauna del suelo en rotaciones cultivos–pasturas con laboreo convencional, los grupos taxonómicos más abundantes fueron Oligochaeta y Coleóptera, dichos resultados difieren con los de la investigación realizada, por otro lado, los autores Del Carmen *et al.* (2017) compararon la macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en Nicaragua. La riqueza taxonómica, encontrada fue de 27 grupos de artrópodos identificados y 8425 individuos seguido por la clase arácnida con 5 órdenes y 1411 individuos de los cuales los ácaros ocupan el 69%.

En tal sentido, la diferencia en los resultados se debe posiblemente al tipo de cobertura vegetal que existe en el área de estudio junto con el sistema de producción, además dichos componentes se pueden ver influenciados por las características de climatológicas, indicadores fisicoquímicos del suelo, cabe mencionar que una fragmentación de hábitad puede darse por la pérdida de materia orgánica.

4.2.2. Diversidad alfa

Como se observa en la **Tabla 10**, la diversidad alfa en cuatro sistemas de producción donde para el índice Simpson se presenta el sistema de producción Bambú con 0,3328 quien fue superior con respecto a los demás; para el índice de Shannon se presenta el sistema de producción Bambú con 0,6005, siendo superior; y, por último, para el índice de Magalef se presenta el sistema de producción Pastizal con 1,448.

Tabla 10. Diversidad alfa en cuatro sistemas de producción

índices	Aguaje	bambú	P.mixto	Pastizal
Simpson_1-D	0.1563	0.3328	0.2098	0.1799
Shannon_H	0.3446	0.6005	0.4176	0.4851
Margalef	0.6293	0.6213	0.5317	1.448

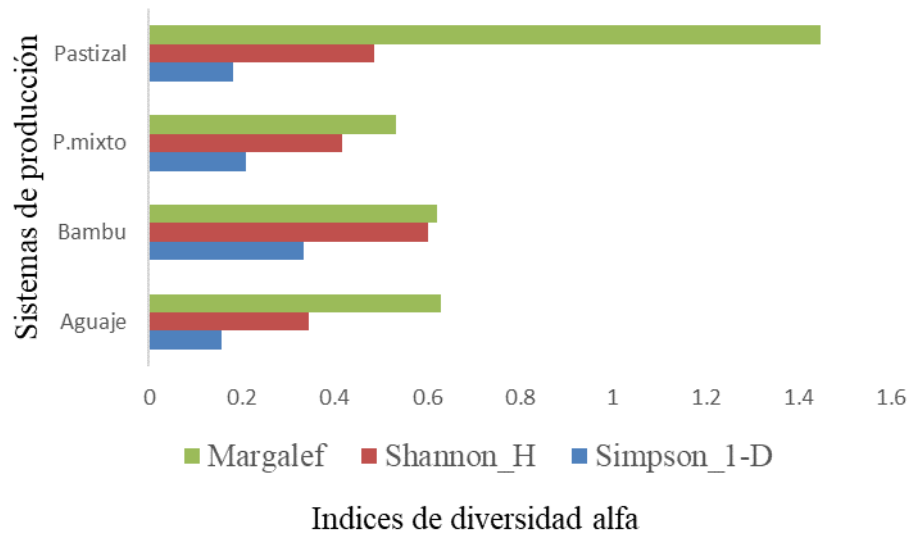


Figura 5. Comparación de medias de los índices de diversidad en cuatro sistemas

En la **Figura 5**, en la comparación de medias de los índices de diversidad en los cuatro sistemas, se presenta el índice de Simpson en el sistema Aguaje con 0,1563, en el sistema Bambú con 0,3328, en el sistema plantación mixto con 0,2098 y en el sistema Pastizal con 0,1799; para el índice Shannon en el sistema Aguaje con 0,3446, en el sistema Bambú con 0,6005, en el sistema mixto con 0,4176 y en el sistema Pastizal con 0,4851; para el índice Margalef en el sistema Aguaje con 0,6293, en el sistema Bambú con 0,6213, en el sistema mixto con 0,5317 y en el sistema Pastizal con 1,448.

De acuerdo con lo anterior, los autores Quiroz *et al.* (2021) realizaron una caracterización de la macrofauna edáfica en diferentes sistemas agroforestales. El índice de diversidad de Shannon fue más alto en el sistema CA: Café y árboles en época seca y época lluviosa (2,73) en la época seca y mínimo en el sistema CIE: Café, Inga, Erithryna y árboles (1,44), resultados superiores a los de la investigación realizada, del mismo modo, en su estudio el autor Panduro (2013) de la diversidad de macrofauna en diferentes sistemas de uso del suelo en el BRUNAS, Tingo María. Los índices de diversidad fueron: Shannon – Wiener (H') obtuvo valores de 1,47 en el tornillal, 1,50 para bambuzal, 0,48 en el pastizal, 1,31 en el sistema de bosque y 1,76 para el cacaotal, por su parte, los autores Del Carmen *et al.* (2017) compararon la macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, Nicaragua, los valores más altos para el índice de Shannon (H') fueron para el sistema bosque y menores para los sistemas silvopastoril y potrero

tradicional, con valores de 1,93, 1,69 y 1,68 respectivamente, siendo índices superiores en comparación a los de la investigación.

Por consiguiente, el índice de diversidad es influenciado posiblemente por la cantidad de especies que existan en el área de estudio, además, el manejo silvicultural y el empleo de agroquímicos genera un deterioro en la diversidad de macrofauna en el suelo, asimismo, la erosión, la degradación del suelo ocasiona pérdida de hábitat para la macrofauna.

4.2.3. Diversidad beta

Para la **Figura 6**, se muestra el análisis de componentes principales de los cuatro sistemas de producción, donde los sistemas mixto, Bambú y Aguaje presentan similitud en la diversidad de familias, por otro lado, se encuentra el sistema de producción Pastizal que no presenta similitud con los demás sistemas de producción.

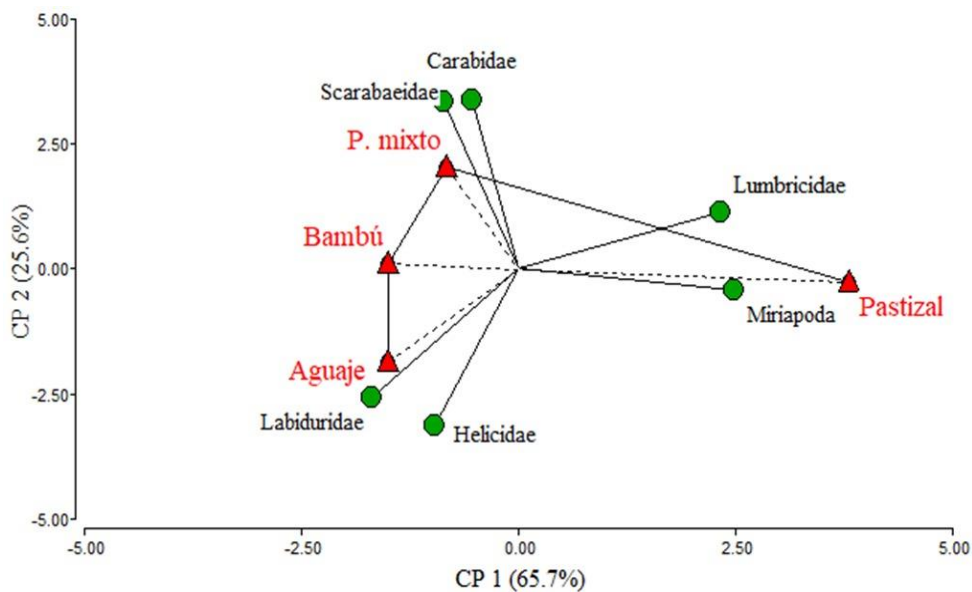
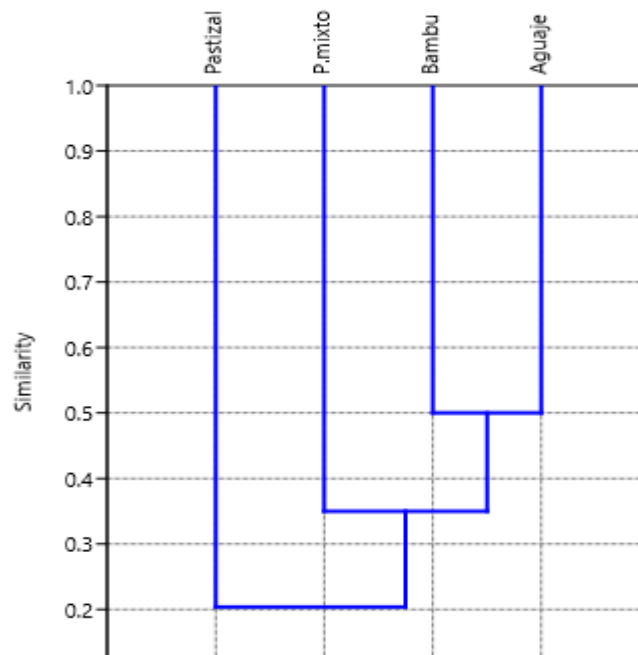


Figura 6. Análisis de componentes principales de los cuatro sistemas de producción.

En la **Tabla 11**, se muestra la diversidad beta con el índice de Jaccard en cuatro sistemas de producción, donde el sistema de producción de Aguaje obtuvo similitud (0,500) con el sistema de producción Bambú, también, el sistema de producción Bambú obtuvo similitud (0,500) con el sistema de producción Aguaje y mixto, además, el sistema de producción mixto obtuvo similitud (0,500) con el sistema de producción Bambú, y por último, el sistema de producción Pastizal obtuvo similitud (0,250) con el sistema de producción Bambú y mixto.

Tabla 11. Diversidad beta en cuatro sistemas de producción.

Sistemas	Aguaje	Bambú	Plantación mixto	Pastizal
Aguaje	1.000	0.500	0.200	0.111
Bambú	0.500	1.000	0.500	0.250
P.mixto	0.200	0.500	1.000	0.250
Pastizal	0.111	0.250	0.250	1.000

**Figura 7.** Índice de similitud de Jaccard para los cuatro sistemas de producción

En la **Figura 7**, se observa el primer grupo con similitud donde se encuentra el sistema de producción Bambú y Aguaje (0,500), por otro lado, se encuentran otros sistemas de producción con nivel de similitud inferior (0,250) sistema de producción P. mixto y Pastizal.

Con respecto a los anterior, en la investigación del autor Hernández (2018) buscó determinar el índice beta de la macrofauna edáfica, en la metodología se estudiaron las siguientes áreas : Área de conservación, Bosque maduro, Bosque intermedio y Zona de aprovechamiento; como resultado se obtuvo en el índice de diversidad beta (Jaccard) que para el Área de Bosque maduro y la Zona de aprovechamiento obtuvo un valor de similitud de 0,41, para Bosque maduro y la Zona de aprovechamiento presentó un 0,6, que dio lugar a una mayor similitud en cuanto a la composición, del mismo modo el autor Trávez (2020) en su investigación de la macrofauna edáfica, con la finalidad de determinar la diversidad de la

macrofauna edáfica, estudio las siguientes zonas: Bosque nativo, Bosque plantado, Pastizal y Monocultivo. Para los resultados el índice de diversidad beta (Sorensen) se obtuvo que para el Bosque plantado y Bosque nativo resultó un 0,70 de similitud, por otro lado, la zona de Pastizal, Monocultivo, Bosque plantado y Bosque nativo presentó un valor de 0,50, los datos obtenidos por los autores antes mencionados se asemejan a los de la investigación realizada.

En este contexto, el índice de Jaccard puede verse influenciado por las características de la zona donde se realiza la investigación, del mismo modo, existen factores que pueden influenciar adicionalmente como la temperatura, humedad y las características topográficas.

V. CONCLUSIONES

- La biomasa del sistema de producción aguaje fue 29,07 g/m², Bambú fue 16,16 g/m², plantación forestal mixto fue 30,80 g/m², pastizal fue 38,92 g/m², en cuanto a la profundidad se obtuvo 0-10 cm 48,50 g/m², 10-20 cm 26,50 g/m², 20-30 cm 16,50 g/m²; para la variable densidad en el sistema de producción pastizal fue de 201,60 ind/m², plantación forestal mixto con 137,60 ind/m², bambú con 80,00 ind/m² y aguaje con 76,80 ind/m².
- Concerniente a la abundancia de individuos el sistema pastizal presento mayores individuos con 63 individuos registrado en siete familias. La diversidad alfa a través del índice de Simpson para los sistemas de producción de aguaje, bambú, plantación mixta y pastizal se obtuvo valores de 0.156, 0.332, 0.209 y 0.179 respectivamente. Mientras la diversidad alfa a través del índice de Jaccard donde los valores más altos se obtuvo relacionando el sistema de producción bambú - aguaje y plantación mixta - bambú ambos con un valor de 0.5.

VI. PROPUESTA A FUTURO

- Realizar estudios de propiedades físicas y químicas de estos sistemas de producción con el fin de complementar la calidad de suelo por efecto de estos ecosistemas.
- Estudiar la relación de la biomasa de los sistemas de producción con los indicadores biológicos (macrofauna) con la finalidad de generar información que nos permitan entender el comportamiento de las plantas con la macrofauna en el suelo.
- Evaluar el aporte de la macro fauna en los ecosistemas forestales durante su desarrollo desde que es llevado a campo con el objetivo de comprender la dinámica en función al tiempo.

VII. REFERENCIAS

- Aguirre, Z. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. [Archivo PDF]
https://www.academia.edu/20419375/metodos_para_medir_la_biodiversidad
- Alice, F. Montagnini, F. Montero, M. (2004). Productividad en plantaciones puras y mixtas de especies forestales nativas en La Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica (en línea). Revista digital Agronomía Costarricense (28)2:61-71.2004. Consultado el 3 de julio del 2007. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v28n02_061.pdf
- Benzing, A. (2001). *Agricultura orgánica. Fundamentos para la región andina. Alemania: Neekar-Verland.*
- Brown, G; Fragoso, C; Barois, I; Rojas, P; Bueno, P; Moreno, A; Lavelle, P; Ordas, V; Rodríguez, C. (2001). Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos.
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 35(4), 349-364.
- Cabrera-Dávila, Grisel; Robaina, Nayla & Ponce de León, D. (2011). Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 34 (3):331-346.
- Casimiro (2022) Abundancia de macrofauna del suelo en dos sistemas agroforestales en el fundo Alborada, distrito Castillo Grande – provincia Leoncio Prado. [Tesis pre grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio UNAS.
<https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2240>
- Correia, M.E.F., Oliveira, L.C.M. 2000. De fauna de solo: Aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa agrobiología. 46 p.

- Daniel, O. (1998). Subsidios al uso del índices de diversidad de Shannon. In: Congreso Latinoamericano IUFRO,1. Valdivia-Chile, 13p.
- Del Carmen, A., Bartolomé, J., González, N. (2017) Estudio comparativo macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, Nicaragua. *Rev. Ciencias Ambientales*. 22 (1): 39 – 49.
- De la Cruz, H. (2021). Influencia del cultivo de maca en la calidad físico - química de suelos en diferentes tiempos de descanso en la Meseta de Bombón, Junín.
- Duránt, J. (1998). Nitrógeno. Desarrollo de material didáctico. Montevideo
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M., Montanarella, L., Muñiz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, I., Vargas, R. (2014). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*. Luxembourg: Unión Europea.
- Gliessman, E. 1998. Agroecología Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Impresión Litocat. Turrialba, Costa Rica.
- Hernández, U. (2018). Macrofauna edáfica asociada a un bosque de Pino con Aprovechamiento Foresta en Eloxochitlán, Zacatlán, Puebla. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio institucional BUAP. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/8098/351118T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores E. (1991). Manejo y utilización de pastizal. En: Publicación FAO. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Santiago-Chile
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1992. Plantaciones mixtas y puras en las zonas tropicales y subtropicales; Documento Forestal FAO N° 103. Roma, IT.
- FAO. (2016). Propiedades físicas del suelo. Recuperado de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamientode-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>. [15 Junio 2017].

- Kolmans, E., Vásquez, D. (1999). *Alternativas agroecológicas de desarrollo agrícola*. (2da, Ed.). Cuba: Claudia Álvarez.
- Linares, D.E., Tapia, S.C., Gamarra, O., Torres, J. (2007). Macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en el Parque Nacional Tingo María, Huánuco – Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Consorcio Internacional Iniciativa Amazónica para la Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Naturales (IA).
- Londoño R. (1995). Metodología para la propagación masiva de *Guadua angustifolia* Kunth, por el método de yemas nodales de Chusquín. Centro Nacional para el estudio del Bambú-Guadua, pp 64 – 71.
- Lujan, M. (2010). Estabilidad de la pro vitamina a en la pulpa liofilizada de tres morfotipos de aguaje. (*Mauritia flexuosa* L.f). [Tesis de Pre grado. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana/ tesis no publicada]
- Magurran, AE. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, Princeton. N. J. 79 p.
- Marichal, R.; Grimaldi, M.; Feijoo, A.; Oszwald, J.; Praxedeses, Catarina; Ruiz Cobo, D. H. (2014). Soil macroinvertebrate communities and ecosystem services in deforested landscapes of Amazonia. *Appl. Soil Ecol.* 83:177-185, 2014.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M & T- Manuales y Tesis SEA, vol.1. Saragoza, 84 p. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Muñoz, M. Aedo, D. Castro, C. (2006). Primeros resultados de una plantación mixta de *Castanea sativa* mill. con *Robinia pseudoacacia* L. o con *Quillaja saponaria* Mol. Universidad de Talca, Chile. Consultado el 17 de julio de 2007. Disponible en: http://www.infor.cl/areas_investigacion/proyectos_plantaciones.htm
- Pashanasi, B. (2001). Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonia peruana. *Rev. Folia amazónica.* 12(1-2): 75- 97.

- Panduro, F. (2013) Diversidad de macrofauna en diferentes sistemas de uso del suelo en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María. [Tesis pre grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio UNAS.
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1060>
- Rojas, M. (2019). Relación de la composición de macroinvertebrados de suelo con la necromasa en bosque de varillal húmedo y seco de la reserva nacional Allpahuayo Mishana, Iquitos, Perú 2015 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Repositorio institucional UNAP.
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/7506/Cesar_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Smith, R.L., Smith, T.M. (2001). Ecología. West Virginia University, Emeritus. Trad. Francesc Mezquita y Eduardo Aparici. 4 ed. Madrid, España, Pearson Educación, S. A.
- Quiroz, C., Castellon, J., Cae, N., Ortiz, M., Zuñiga, C. (2021). Caracterización de la macrofauna edáfica en diferentes sistemas agroforestales, en el Municipio de San Ramón, Departamento de Matagalpa, Nicaragua. Rev Científica Nexo. 34 (2): 572-582.
- Ruiz, N., Lavelle, P. (2008). *Soil macrofauna field manual*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Trávez, K. (2020). Diversidad de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la calidad de suelo en un gradiente de intensidad de uso de la tierra en la Esperanza- Pedro-Moncayo- Ecuador. [Tesis de pregrado, Universidad central del Ecuador]. Repositorio institucional de UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21140/1/T-UCE-0016-CBI-052.pdf>
- Villavicencio, E; Valdez, J. (2003). Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestales rusticano de café en San Miguel, Veracruz, MX. Agrociencia.
- Zerbino, S. (2010). Evaluación de la macrofauna del suelo en rotaciones cultivos–pasturas con laboreo convencional. INIA La Estanzuela. Uruguay.

ANEXO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
Departamento Académico de Ciencias Agrarias
LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA



"Año de la Unidad, Paz y Desarrollo"

EL JEFE DEL LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA – TINGO MARIA, CERTIFICA:

QUE, DE LAS 42 MUESTRAS DE MACROINVERTEBRADOS EDAFICOS ENVIADAS POR EL SR. FIDEL FERNANDO RUIZ CARDENAS, BACH. EN CIENCIAS FORESTALES, SE HA IDENTIFICADO LOS SIGUIENTES ESPECIMENES:

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. "Cucaracha" (adulto) | (Orthoptera: Blattellidae) |
| 2. "Gryllo" (juvenil) | (Orthoptera: Gryllidae) |
| 3. "Tijeretas" (adulto) | (Dermaptera: Labiduridae) |
| 4. "Gusanos blancos" (larvas) | (Coleoptera: Scarabaeidae) |
| 5. <i>Cyclocephala</i> sp. "Torito" (adulto) | (Coleoptera: Scarabaeidae) |
| 6. "Carábido" (adulto) | (Coleoptera: Carabidae) |
| 7. "Hormigas" (adulto) | (Hymenoptera: Formicidae) |
| 8. "Milpies" (adulto) | (Polydesmida: Milaspoda) |
| 9. "Araña" (adulto) | (Arachnida: Lycosidae) |
| 10. <i>Lumbricus terrestris</i> L. (juveniles y adultos) | (Haplotaxida: Lumbricidae) |
| 11. <i>Lumbricus terrestris</i> L. (huevos) | (Haplotaxida: Lumbricidae) |
| 12. "Caracol" (adulto) | (Stylommatophora: Helicidae) |

SE OTORGA EL PRESENTE DOCUMENTO PARA LOS FINES QUE CREA CONVENIENTE.

TINGO MARIA, 09 DE JUNIO DE 2023.


Bgo. M. Sc. José Luis GIL BACHIO
 Jefe del Laboratorio de Entomología
 Celular: 935321630
 F.A. - UNAS

Figura 8. Certificado de la identificación de macrofauna edáfica

Tabla 12. Macrofauna colectada en la plantación de *Guadua angustifolia*

N°	ORDEN	FAMILIA	NC	Profundidad			Total
				0-10 cm	10-20 cm	20-30cm	
M1	haplotaxida	Lumbricidae	lombriz de tierra	6	1		7
M2	haplotaxida	Lumbricidae	lombriz de tierra	3			3
M3	coleoptera	Scarabaeidae	Gusanos blancos	3	1		4
	haplotaxida	Lumbricidae	lombriz de tierra	1	3		4
M4	haplotaxida	Lumbricidae	lombriz de tierra	3			3
M5	haplotaxida	Lumbricidae	lombriz de tierra	3			3
	dermaptera	Labiduridae	tijeretas			1	1

Tabla 13. Macrofauna colectada en la plantación de aguaje

N°	ORDEN	FAMILIA	NC	Profundidad			Total
				0-10 cm	10-20 cm	20-30cm	
M1	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	6	1		7
	Dermaptera	labiduridae	tijeretas adulto	1			1
M2	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	3			3
M3	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	3			3
	haplotaxida	lumbricidae	huevo de lombris			1	1
M4	haplotaxida	lumbricidae	huevo de lombris	1			1
M5	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	6	1		7
	stylommatophora	helicidae	caracol adulto	1			1

Tabla 14. Macrofauna colectada en la plantación mixta

N°	ORDEN	FAMILIA	NC	Profundidad			Total
				0-10 cm	10-20 cm	20-30cm	
M1	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	7	3		10
	coleoptera	scarabaeidae	Gusanos blancos	1		2	3
	coleoptera	scarabaeidae	cyclocephala	1			1
	haplotaxida	lumbricidae	huevo de lombris			1	1
M2	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	10			10
M3	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	3		1	4
	coleoptera	carabidae	carabido adulto		1		1
M4	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	3	4		7
M5	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	5			5
	haplotaxida	lumbricidae	huevo de lombris	1			1

Tabla 15. Macrofauna colectada en el pastizal

N°	ORDEN	FAMILIA	NC	Profundidad			Total
				0-10 cm	10-20 cm	20-30cm	
M1	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	5	2		7
	Hymenoptera	formicidae	hormigas adulto	1			1
	haplotaxida	lumbricidae	huevo de lombris		2		2
M2	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	7	3		10
	haplotaxida	lumbricidae	huevo de lombris	3		1	4
	orthoptera	blatellidae	Cucaracha adulto	1			1
M3	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	5	3	1	9
	haplotaxida	lumbricidae	huevo de lombris	1			1
	coleoptera	scarabaeidae	Gusanos blancos	1			1
	polydesmida	miriapoda	mil pies adulto		1		1
M4	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	9	2		11
	Arachnida	lycosidae	araña adulto			1	1
M5	haplotaxida	lumbricidae	lombriz de tierra	11	2		13
	orthoptera	gryllidae	gryllo	1			1

Figura 9. Delimitación de los puntos a muestrear para los monolitos



Figura 10. Reconocimiento de los sistemas de producción



Figura 11. Delimitación de los puntos a muestrear para la extracción de macrofauna edáfica



Figura 12. Plaqueo de cada punto a muestrear por monolito



Figura 13. Extracción de las muestras de suelo por estrato (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm)



Figura 14. Macrofauna colectada en cuatro sistemas de producción



Figura 15. Pesaje de las muestras de macrofauna por estrato y sistema de producción



Figura 16. Muestras de macrofauna colectada