

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Abundancia y diversidad de la macrofauna edáfica en un bosque secundario de la Universidad Peruana Unión, Tarapoto.

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Samuel García Tuanama
Allison Angélica Núñez Vela

Asesor:

Mg. Andrés Erick Gonzales López

Tarapoto, abril 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Andrés Erick Gonzales López, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE LA MACROFAUNA EDÁFICA EN UN BOSQUE SECUNDARIO DE LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, TARAPOTO”** constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) Samuel García Tuanama y Allison Angélica Núñez Vela para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Morales, a los 18 días del mes de Abril del año 2022.



Andrés Erick Gonzales López

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 08 día(s) del mes de Abril del año 2022, siendo las 10:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Kátherin Jina Luz Pinedo Gómez, el (la) secretario(a): Ing. Juana Elizabeth Vasquez Vasquez y los demás miembros: Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

.....y el (la) asesor(a) MSc. Andres Erick Gonzales Lopez con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Abundancia y diversidad de la macrofauna edáfica en un bosque secundario de la Universidad Peruana Unión, Tarapoto"

del(los) bachiller(es): a) Allison Angélica Núñez Vela
 b) Samuel García Tuanama
 c)
conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Ambiental

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Allison Angélica Núñez Vela

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller -(b): Samuel García Tuanama

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar la diversidad y abundancia de familias de macrofauna del bosque secundario de la Universidad Peruana Unión (UPeU) y encontrar la relación con el tipo de suelo existente (UPeU), Tarapoto, 2021. Para ello, se identificó tres estratos vegetales del bosque (arbustivo, herbáceo y arbóreo), luego se consideró tres puntos de muestreo en cada estrato y se identificó la macrofauna edáfica, considerando los grupos taxonómicos clase, orden y familia. En el estrato arbustivo con aptitud para la producción de cultivos permanentes las dos familias más representativas fueron Termopsidae (29.9%) y Rhinotermitidae (28.0%); en el estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos las dos familias más representativas fueron Rhinotermitidae (77.9%) y Formicidae (13%); mientras que el estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal, las dos familias más abundantes Ixodidae (16.4%) y Carabidae (13.4%). Los valores de índice de Shannon-Wiener para los estratos arbustivo, herbáceo y arbóreo fueron respectivamente 1.95, 0.89 y 2.74. En el estrato arbustivo con aptitud para la producción de cultivos permanentes, la abundancia de los grupos funcionales fue 72% para los ingenieros del suelo, 16.6% para los detritívoros, 4.5% para los herbívoros y 7.0% para los depredadores; mientras que para el estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos se encontró 78.3% para los ingenieros del suelo, 5.7% para los detritívoros, 13.5% para los herbívoros y 2.6% para los depredadores; en el estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal se encontró 1.4% para los ingenieros del suelo, 43.5% para los detritívoros, 45.8% para los herbívoros y 49.3% para los depredadores. Se concluye, la abundancia de detritívoros fue mayor en estrato arbóreo, seguido del estrato arbustivo y del estrato herbáceo, infiriendo que el estrato arbóreo tiene un menor grado de perturbación antropogénica, seguido de los estratos arbustivo y herbáceo.

Palabras clave: Macrofauna edáfica, Salud del suelo, Índice de Shannon-Wiener

Abstract

The objective of the study was to evaluate the diversity and abundance of macrofauna families of the secondary forest of the Universidad Peruana Unión (UPeU) and find the relationship with the type of existing soil (UPeU), Tarapoto, 2021. For this, three strata were identified forest plants (shrub, herbaceous and arboreal), then three sampling points were considered in each stratum and the edaphic macrofauna was identified, considering the class, order and family taxonomic groups. In the shrub stratum suitable for the production of permanent crops, the two most representative families were Termopsidae (29.9%) and Rhinotermitidae (28.0%); in the herbaceous stratum suitable for pasture production, the 2 most representative families were Rhinotermitidae (77.9%) and Formicidae (13%); while the tree stratum with aptitude for forest production, the two most abundant families Ixodidae (16.4%) and Carabidae (13.4%). The Shannon-Wiener index values for the shrubby, herbaceous and arboreal strata were 1.95, 0.89 and 2.74, respectively. In the shrub stratum suitable for the production of permanent crops, the abundance of functional groups was 72% for soil engineers, 16.6% for detritivores, 4.5% for herbivores and 7.0% for predators; while for the herbaceous stratum with aptitude for pasture production, 78.3% were found for soil engineers, 5.7% for detritivores, 13.5% for herbivores and 2.6% for predators; In the tree stratum with aptitude for forestry production, 1.4% were found for soil engineers, 43.5% for detritivores, 45.8% for herbivores and 49.3% for predators. It is concluded that the abundance of soil engineers and detritivores was higher in the tree stratum, followed by the shrub stratum and the herbaceous stratum, which infers that the tree stratum has a lower degree of anthropogenic disturbance, followed by the shrub and herbaceous strata.

Keywords: Edaphic macrofauna, Soil health, Shannon-Wiener index

Introducción

La pérdida de biodiversidad es una problemática ambiental que se presenta en diversos ecosistemas, debido a las actividades antropogénicas; esta pérdida es aún más crucial en los grupos taxonómicos de la macrofauna edáfica. La macrofauna del suelo está conformada por los invertebrados con una longitud mayor a 10 mm, los cuales viven en el suelo durante toda su vida, o en alguna etapa de su ciclo biológico (Souza, Ribeiro, Guedes, & Alves, 2015). Asimismo, la macrofauna del suelo es un bio-indicador de la calidad del suelo y desempeña un papel importante de los procesos de sucesión del ecosistema y en la restauración ecológica, deforestación de especies arbóreas y arbustivas (Tulande-M., Barrera-Cataño, Alonso-Malaver, Morantes-Ariza, & Basto, 2018). Ante la deforestación de los bosques, existe una creciente preocupación por la conservación y el mantenimiento de la biodiversidad asociada a estos ecosistemas (Conrado, 2018). Por otro lado, con la finalidad de aprovechar el potencial para la restauración de ecosistemas tropicales, es necesario estudiar mejor la macrofauna del suelo (Amazonas et al., 2018).

Además, Chumbe, (2018), en Luya, Amazonas sostiene que, la mayor diversidad de familias macrofauna edáfica se encuentran en los ecosistemas naturales, los cuales no han recibido intervención antropogénica.

Es importante conocer el estado en el cual se encuentra un ecosistema, para proponer medidas y estrategias de recuperación de ecosistemas alterados por las actividades antropogénicas. De acuerdo con Rousseau, Silva, Celentano, & Carvalho (2014), en Amazonia, Brasil, es indispensable analizar la biota del suelo de los bosques, con la finalidad de orientar acciones de restauración de áreas degradadas.

El propósito de la presente investigación es evaluar la diversidad y abundancia de especies de macrofauna del bosque secundario de la Universidad Peruana Unión (UPeU) y encontrar la relación con el tipo de suelo existente.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el distrito de Morales, en el bosque secundario de la Universidad Peruana Unión, San Martín, en una área de 9.5 Ha (UPeU, 2021) cuya zona de vida es bosque húmedo premontano tropical establecido en el D.S. N° 017-2009-AG (MINAGRI, 2011)(ver Figura 3).

Se identificó tres estratos vegetales del bosque (paisaje arbustivo, paisaje herbáceo y paisaje arbóreo), luego se consideró tres puntos de muestreo en cada estrato y se identificó de la macrofauna edáfica, considerando como el grupo taxonómico familia. Asimismo, se realizó el análisis de caracterización de suelo de cada estrato tomando una muestra compuesta y se clasificó el suelo según la clasificación de uso mayor de suelo (Guerrero, 2019). El tipo de muestreo de suelo que se utilizó en cada estrato fue triangular debido a que cada estrato vegetal presenta un suelo con características uniformes (MINAM, 2014). Los muestreos de macrofauna se realizaron en tres puntos por cada estrato vegetal (Conrado, 2018). Se recolectó la macrofauna del estrato superior del suelo (0-25 cm), por ser el más representativo. Para ello, se consideró un monolito de suelo de 25 cm x 25 cm x 25 cm. Asimismo, se utilizó frascos de vidrio transparente de 0.75 L, a los cuales se agregó 0.50 L de alcohol de 70° para conservar las muestras biológicas. Luego se envió los frascos a un especialista en entomología para la respectiva identificación de las familias de macrofauna.

Para desarrollar el estudio se seleccionó un diseño no experimental transversal de tipo descriptivo. Este diseño se caracteriza por medir las variables en un solo momento, y luego analizar individualmente cada una de las variables en forma descriptiva (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2017).

Para determinar la abundancia se utilizó la siguiente ecuación. Donde A: abundancia; n_i : número de individuos de la familia "i" y N_T : número total de individuos de todas las familias.

$$A = \frac{n_i}{N_T} * 100$$

Siendo los valores de abundancia de las familias los siguientes: Raro (1-9%), no común (10-30%), medianamente común (31-64%), común (65-90%) y abundante (90-100%) (Guevara, 2017).

Para evaluar la diversidad de familias de macrofauna, se utilizó el índice de Shannon-Wiener, cuya ecuación es la siguiente. Siendo H': índice de Shannon-Wiener p_i : abundancia relativa y LN: logaritmo natural.

$$H' = - \sum p_i * LN(p_i)$$

Asimismo, los valores del índice H', se interpretaron conforme a lo indicado por (Dousdebés, 2016); diversidad baja (0.1-1.5) diversidad media (1.6-3.0) y diversidad alta (3.1-4.5).

Resultados

Clasificación y caracterización del suelo

El estrato arbustivo con clasificación C3eswi es apto para la producción de cultivos permanentes, el análisis fisicoquímico mostró 2.83% de materia orgánica, 0.14% de nitrógeno, 2.40 ppm de fósforo, 177 ppm de potasio, 25.85 cmolc/kg de CIC y clase textural arcilloso; por otro lado, para el estrato herbáceo con clasificación P2es, con aptitud para la producción de pastos, se encontró 3.96% de materia orgánica, 0.20% de nitrógeno, 6.0 ppm de fósforo, 209 ppm de potasio, 46.46 cmolc/kg de CIC y clase textural franco-arcilloso; mientras que para el estrato arbóreo con clasificación F3e con aptitud forestal, se encontró 5.57% de materia orgánica, 0.28% de nitrógeno, 15.0 ppm de fósforo, 174 ppm de potasio, 46.81 cmolc/kg de CIC y clase textural franco-arcilloso (ver tablas 1 y 2).

Abundancia y diversidad de familias de macrofauna

En el estrato vegetal arbustivo con aptitud para la producción de cultivos permanentes se encontró 18 familias y 123 individuos de macrofauna edáfica, siendo las 2 familias más abundantes Termopsidae y Rhinotermitidae respectivamente con 29.9% (no común) y 28.0% (no común), mientras que el índice de Shannon-Wiener (H') para el estrato arbustivo fue 1.95 (diversidad media) (ver Tabla 3). Asimismo, en el estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos se encontró 14 familias y 230 individuos de macrofauna edáfica, siendo las 2 familias más representativas Rhinotermitidae y Formicidae respectivamente con 77.9% (común) y 13.0% (no común); mientras que el valor del índice de diversidad H' para el estrato herbáceo fue 0.89 (diversidad baja) (ver Tabla 4). Por otro lado, en el estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal, se encontró 21 familias y 67 individuos de macrofauna edáfica, siendo las dos familias más abundantes Ixodidae y Carabidae respectivamente con 16.4% (no común) y 13.4% (no común), mientras que el valor del índice de diversidad H' para el estrato arbóreo fue 2.74 (diversidad media) (ver Tabla 5).

Grupos funcionales de macrofauna edáfica

En el estrato arbustivo con aptitud para la producción de cultivos permanentes, la abundancia de los grupos funcionales fue 72% para los ingenieros del suelo, 16.6% para los detritívoros, 4.5% para los herbívoros y 7.0% para los depredadores; mientras que para el estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos se encontró 78.3% para los ingenieros del suelo, 5.7% para los detritívoros, 13.5% para los herbívoros y 2.6% para los depredadores; en el estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal se encontró 1.4% para los ingenieros del suelo, 43.5% para los detritívoros, 45.8% para los herbívoros y 49.3% para los depredadores (ver Figura 1). En el estrato arbustivo con aptitud para la producción de cultivos permanentes, el índice de diversidad de familias en los grupos funcionales fue 1.1 de ingenieros del suelo (diversidad baja), 1.3 de detritívoros (diversidad

baja), 1.0 de herbívoros (diversidad baja) y 1.2 de depredadores (diversidad baja); mientras que para el estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos se encontró 0.03 de ingenieros del suelo (diversidad baja), 1.39 de detritívoros (diversidad baja), 0.14 de herbívoros (diversidad baja) y 1.24 de depredadores (diversidad baja); en cambio, en el estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal se encontró 0.00 de ingenieros del suelo (diversidad baja), 1.82 de detritívoros (diversidad media), 0.69 de herbívoros (diversidad baja) y 2.03 de depredadores (diversidad media) (ver Figura 2).

Discusión

En el estrato arbustivo con aptitud para la producción de cultivos permanentes las dos familias más representativas fueron Termopsidae (29.9%) y Rhinotermitidae (28.0%), ambas ubicadas en la categoría de abundancia "no común"; asimismo, en el estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos las dos familias más representativas fueron Rhinotermitidae (77.9%) y Formicidae (13%) con categoría de abundancia respectivamente "común" y "no común"; mientras que el estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal, las dos familias más abundantes Ixodidae (16.4%) y Carabidae (13.4%), ambas ubicadas en la categoría de abundancia "no común". De esto podemos inferir que los estratos arbustivo y arbóreo presentaron familias con categoría de abundancia "no común", esto significa que el ecosistema que presente mayor cantidad de familias no comunes tendrá un mayor grado de conservación (Alvis, 2009), con lo cual se corrobora que el estrato arbustivo con aptitud para la producción de cultivos permanentes presenta menor grado de perturbación antropogénica, al igual que el estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal; por otra parte, el estrato herbáceo existe un mayor grado de afectación antrópica, ya que se encontró la familia Rhinotermitidae con una abundancia de 77.9% y una categoría de abundancia "común".

Con respecto al índice de Shannon-Wiener (H') para el estrato arbustivo fue 1.95, diversidad media. Asimismo, en el estrato herbáceo el valor del índice de diversidad H' para el estrato herbáceo fue 0.89, diversidad baja, mientras que, en el estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal, el valor del índice de diversidad H' fue 2.74, diversidad media. Es decir, los estratos con mayor diversidad de familias de macrofauna son arbóreo y arbustivo, este indicador nos muestra la mayor cantidad de familias diferentes que tienen por hábitat estos ecosistemas; confirmándose con ello, un buen estado de conservación de los mismos. La diversidad de familias de macrofauna edáfica es inferior en los suelos con actividad antropogénica como los pastizales; al ser comparados con ecosistemas conservados como los bosques (Korobushkin et al., 2019). Izadi & Habashi (2016), sostienen que la diversidad elevada de la macrofauna edáfica de los ecosistemas boscosos, se debe al contenido la materia orgánica de la hojarasca y de la vegetación cercana al suelo; los cuales constituyen el hábitat para el desarrollo de una gran variedad de grupos taxonómicos de macrofauna. Conrado (2018) encontró mayor diversidad de familias en el ecosistema boscoso, debido al equilibrio entre las especies, los recursos necesarios para la cadena trófica y el área utilizada como hábitat. Por otro lado, Carpenter et al. (2012) sostiene que los bosques son los hábitats con mayor diversidad de familias de macrofauna, lo cual se debe a que, las familias de invertebrados que habitan debajo de la hojarasca están presentes bajo un dosel cerrado. En el estrato arbustivo con aptitud para la producción de cultivos permanentes, el análisis fisicoquímico mostró 2.83% de materia orgánica, 0.14% de nitrógeno, 2.40 ppm de fósforo, 177 ppm de potasio, 25.85 cmolc/kg de CIC y clase textural arcilloso; por otro lado, para el estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos, se encontró 3.96% de materia orgánica, 0.20% de nitrógeno, 6.0 ppm de fósforo, 209 ppm de potasio, 46.46 cmolc/kg de CIC y clase textural franco-arcilloso; mientras que para el estrato arbóreo con aptitud forestal, se encontró 5.57% de materia orgánica, 0.28% de nitrógeno, 15.0 ppm de fósforo,

174 ppm de potasio, 46.81 cmolc/kg de CIC y clase textural franco-arcilloso. De todos estos parámetros, podemos resaltar que el contenido de materia orgánica, se asocia con la diversidad de familias de macrofauna edáfica; es decir en el estrato arbóreo se encontró 5.57% de materia orgánica y un índice H' de 2.74, seguido del estrato herbáceo con 3.96% de materia orgánica y un índice H' de 0.89; mientras que, para el estrato arbustivo, el contenido de materia orgánica fue 2.83% y un índice H' de 1.95. Tulande-M. et al. (2018), encontró diferencias en cuanto a la diversidad de macrofauna de un bosque comparado a un sistema agrícola, la abundancia y diversidad de familias fue menor en este último, debido a las alteraciones antropogénicas como cambios en el contenido de materia orgánica y la textura del suelo.

En el estrato arbustivo con aptitud para la producción de cultivos permanentes, la abundancia de los grupos funcionales fue 72% de ingenieros del suelo, 16.6% de detritívoros, 4.5% de herbívoros y 7.0% de depredadores; mientras que para el estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos se encontró 78.3% de ingenieros del suelo, 5.7% de detritívoros, 13.5% de herbívoros y 2.6% de depredadores; por otro lado, en el estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal se encontró 1.4% de ingenieros del suelo, 43.5% de detritívoros, 45.8% de herbívoros y 49.3% de depredadores. En cuanto al grupo funcional de ingenieros del suelo, este fue más abundante en el estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos (78.3%), seguido del estrato arbustivo con aptitud para la producción de cultivos permanentes y del estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal (1.4%). Estos resultados están de acuerdo con Cabrera & López (2018), quienes afirman que en los pastizales y las áreas con aptitud para cultivos varios, el grupo de los ingenieros del suelo es abundante. La presencia de ingenieros del suelo como lombrices y hormigas se han asociado a un mayor nivel de macronutrientes y fertilidad del suelo, permitiendo la nutrición radicular de las plantas. Los ingenieros del suelo están integrados principalmente por lombrices, las cuales forman túneles en el suelo, permitiendo de este modo mejorar la estructura y la aireación del sistema edáfico. De los resultados inferimos que en los estratos arbóreo y arbustivo la abundancia de ingenieros del suelo fue menor debido a que la textura del suelo no fue favorable para el desarrollo de estos grupos funcionales. La abundancia de detritívoros fue mayor en estrato arbóreo con aptitud para la producción de cultivos forestales (43.5%), seguido del estrato arbustivo con aptitud para la producción de cultivos permanentes (16.6%) y del estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos (5.7%), es significa que el estrato arbóreo tiene un menor grado de perturbación antropogénica, seguido de los estratos arbustivo y herbáceo; de acuerdo con Cabrera, Robaina, & Ponce (2011), el grupo de los detritívoros, se reducen drásticamente a causa de las variaciones bruscas de humedad y temperatura, ya que la superficie del suelo tendrá menor cobertura y cantidad de residuos. Los grupos funcionales detritívoros y depredadores alcanzaron una mayor abundancia en el estrato arbóreo seguidos del estrato arbustivo, esto se debe a que tanto en el estrato arbóreo como en el arbustivo se evidenció la presencia de materia orgánica en descomposición, la cual sirve de alimento a los detritívoros. La presencia de predadores en los estratos arbóreo y arbustivo es un indicador de equilibrio ecosistémico en los estratos vegetales antes mencionados. Romero (2017) sostiene que la función principal de los detritívoros en el ecosistema edáfico es el desdoblamiento del material orgánico. Mientras que, Ayuke et al. (2009) afirma que los bosques se caracterizan por albergar una gran cantidad de macrofauna edáfica, siendo los grupos funcionales más abundantes los detritívoros (50%), seguidos de ingenieros del suelo (45%), herbívoros (3%) y predadores (2%); la mayor abundancia de detritívoros en los bosques se debe a la mayor cantidad de materia orgánica (como la hojarasca) que debe ser descompuesta para lograr establecer un equilibrio entre las comunidades bióticas.

Conclusión

Del estudio se concluye que la abundancia y diversidad de la macrofauna edáfica en un bosque secundario de la Universidad Peruana Unión, Tarapoto existen 18 familias y 123 individuos de macrofauna edáfica, mientras que el índice de Shannon-Wiener (H') para el estrato arbustivo fue 1.95 (diversidad media). Asimismo, en el estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos se encontró 14 familias y 230 individuos de macrofauna edáfica; mientras que el valor del índice de diversidad H' para el estrato herbáceo fue 0.89 (diversidad baja). Por otro lado, en el estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal, se encontró 21 familias y 67 individuos de macrofauna edáfica, mientras que el valor del índice de diversidad H' para el estrato arbóreo fue 2.74 (diversidad media).

En el estrato vegetal arbustivo individuos de macrofauna edáfica, siendo las dos familias más abundantes Termopsidae y Rhinotermitidae respectivamente con 29.9% (no común) y 28.0% (no común). Asimismo, en el estrato herbáceo con aptitud para la producción de pastos se encontró que las dos familias más representativas de macrofauna edáfica son Rhinotermitidae y Formicidae respectivamente con 77.9% (común) y 13.0% (no común). Por otro lado, en el estrato arbóreo con aptitud para la producción forestal, se encontró dos familias más abundantes Ixodidae y Carabidae respectivamente con 16.4% (no común) y 13.4% (no común). Asimismo, la abundancia de detritívoros fue mayor en estrato arbóreo, seguido del estrato arbustivo y del estrato herbáceo, lo cual significa que el estrato arbóreo tiene un menor grado de perturbación antropogénica, seguido de los estratos arbustivo y herbáceo.

Referencias bibliográficas

- Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1), 115–122.
- Amazonas, N. T., Viani, R. A. G., Rego, M. G. A., Camargo, F. F., Fujihara, R. T., & Valsechi, O. A. (2018). Densidade e diversidade da macrofauna do solo em uma cronosequência de restauração de florestas tropicais no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 78(3), 449–456. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.169014>
- Ayuke, F. O., Karanja, N. K., Muya, E. M., Musombi, B. K., Mungatu, J., & Nyamasyo, G. H. N. (2009). Diversidade e abundância da macrofauna em diferentes sistemas de uso da terra em Embu, Quênia. *Agroecossistemas Tropicais e Subtropicais*, 11(2). Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93913057013>
- Cabrera, G., & López, G. (2018). Ecological characterization of soil macrofauna in two evergreen forest sites at el salón, sierra del rosario, Cuba. *Bosque*, 39(3), 363–373. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002018000300363>
- Cabrera, G., Robaina, N., & Ponce, D. (2011). Functional composition of the edaphic macrofauna in four land uses in the provinces of Artemisa and Mayabeque, Cuba. *Pasture and Forage*, 34(3), 313–346.
- Carpenter, D., Hammond, P. M., Sherlock, E., Lidgett, A., Leigh, K., & Eggleton, P. (2012). Biodiversidade da macrofauna do solo na Nova Floresta: Um estudo de referência em uma paisagem de parque nacional. *Biodiversidade e Conservação*, 21(13), 3385–3410. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0369-0>
- Chumbe, R. (2018). *Macroinvertebrados edáficos en el bosque Vásquez Pampa, Luya - Amazonas, 2017* (Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas). Retrieved from <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1482/CHAPA GRANDEZ SALLY PATRICIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Conrado, A. C. (2018). *Edaphic Macrofauna Diversity in Amazon Forestry and Agricultural Systems (Federal University of Paraná)*. Retrieved from <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/56601/R - D - ANA CAROLINE CONRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dousdebes, C. (2016). *Informe del estado actual del componente biótico al proyecto de Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Puerto de Aguas Profundas de Posorja* (p. 200). p. 200. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/477155638/0000-Dosudebes-2016-Tabla-Shannon>
- Guerrero, A. M. (2019). Estudio geomorfológico y edafológico en el desarrollo de *Persea americana* (Lauraceae), *Asparagus officinalis* (Asparagaceae) y *Saccharum officinarum* (Poaceae) en la provincia de Trujillo, Perú. *Arnaldoa*, 26(1), 447–464. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26124>
- Guevara, E. (2017). *Diversidad de Aves del Corredor Ecoturístico Santa Rosa (Celendin)-Balsas (Chachapoyas)* (Universidad Nacional de Cajamarca). Retrieved from <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1733/INF.FINAL.TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2017). *Metodología de la investigación*.
- Izadi, M., & Habashi, H. (2016). Mudanças na diversidade, biomassa e abundância da macrofauna do solo, floresta Parrotio-Carpinetum em horizontes orgânicos e semi-orgânicos. *Eurasian Journal of Soil Science (Ejss)*, 5(3), 166. <https://doi.org/10.18393/ejss.2016.3.166-171>
- Korobushkin, D. I., Gongalsky, K. B., Gorbunova, A. Y., Palatov, D. M., Shekhovtsov, S. V., Tanasevitch, A. V., ... Zaitsev, A. S. (2019). Mecanismos de sustentabilidade da comunidade da macrofauna do solo em sistemas de cultivo de arroz temperado.

- Relatórios Científicos, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46733-4>
- MINAGRI. (2011). *Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor* (p. 156). p. 156. Retrieved from <http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2011/huancayo/CLASIFICACION TIERRAS CAPACIDAD DE USO MAYOR.pdf>
- MINAM. (2014). Guía para el muestreo de suelos. In *Minam*. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf>
- Romero, Y. (2017). *Macroinvertebrados del suelo en diferentes unidades agroecológicas de "café" (Coffea arabica L.) en la región San Martín*. Universidad Nacional de San Martín.
- Rousseau, G. X., Silva, P. R. dos S., Celentano, D., & Carvalho, C. J. R. (2014). Soil macrofauna in a chronosequence of capoeiras, forests and pastures in the Belém Endemism Center, Eastern Amazon. *Acta Amazonica*, 44(4), 499–512. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201303245>
- Souza, M., Ribeiro, B., Guedes, A., & Alves, A. (2015). Macrofauna do solo. *Centro Científico Conhecer*, 1, 1–55. Goiânia.
- Tulande-M., E., Barrera-Cataño, J. I., Alonso-Malaver, C. E., Morantes-Ariza, C., & Basto, S. (2018). Macrofauna do solo em áreas com diferentes idades após o corte raso de *Pinus patula*. *Universitas Scientiarum*, 23(3), 383–417. <https://doi.org/10.11144/JAVERIANA.SC23-3.SMIA>

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Tabla 1
Análisis del suelo por estratos

Parámetro	Unidad	Estrato		
		Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo
pH	-	7.09	7.54	7.89
CE	dS/cm	0.00	0.00	0.00
CaCO ₃		1.10	4.40	3.30
MO	%	2.83	3.96	5.57
N		0.14	0.20	0.28
P		2.40	6.00	15.00
K	ppm	177.00	209.00	174.00
CIC		25.85	46.46	46.81
CICef		25.85	46.46	46.81
Ca		22.57	44.71	44.99
Mg	cmolc/k	2.73	1.13	1.28
K	g	0.45	0.53	0.45
Na		0.10	0.09	0.10
Al ³⁺		0.00	0.00	0.00
Suma de bases		25.85	46.46	46.81
Saturación de bases		100.00	100.00	100.00
Saturación de Al ³⁺		0.00	0.00	0.00
Arena	%	31.24	28.24	34.24
Limo		28.56	37.56	31.56
Arcilla		40.20	34.20	34.20
Clase textural	-	Arc	Fra-Arc	Fra-Arc

Fuente: Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), (2021).

Tabla 2
Capacidad de uso mayor de suelo

Estrato	Grupo	Clase	Sub-clase
Arbustivo	Cultivo permanente	C3	C3eswi
Herbáceo	Pastos	P2	P2es
Arbóreo	Producción forestal	F3	F3e

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Tabla 3
Abundancia y diversidad de familias en el estrato arbustivo

Nº	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Cantidad	Abundancia (%)	H'
1	Insecta	Isoptera	Termopsidae	Termitas de madera	47	29.9	1.95
2	Insecta	Isoptera	Rhinotermitidae	Termitas subterráneas	44	28.0	
3	Clitellata	Haplotaxida	Lumbricidae	Lombriz	22	14.0	
4	Gastrópodos	Pulmonata	Helicidae	Caracol en forma de cono	17	10.8	
5	Arachnida	Araneae	Anyphaenidae	Araña doméstica	5	3.2	
6	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	Hormiga de color castaño	4	2.5	
7	Arachnida	Pseudoscorpionida	Garypidae	Pseudo escorpión	4	2.5	
8	Symphyla	Symphyla	Scolopendrellidae	Sinfilos	2	1.3	
9	Insecta	Blattelidae	Blattelidae	Cucaracha común	2	1.3	
10	Insecta	Coleoptera	Carabidae	Mosca de color marrón	2	1.3	

11	Scarabaeidae	Coleoptera	Coleoptera	Escarabajo blanco	1	0.6	
12	Clitellata	Enchytraeidae	Enchytraeidae	Gusano blanco pequeño	1	0.6	
13	Entognatha	Diplura	Hexapodos	Dipluro	1	0.6	
14	Insecta	Diptera	Muscidae	Larva de mosca común	1	0.6	
15	Chilopoda	Scolopendromorpha	N/I	Ciempíes	1	0.6	
16	Entognatha	Poduromorpha	Onychiundae	Colémbolo	1	0.6	
17	Insecta	Diptera	Stratiomyidae	Larva de mosca	1	0.6	
18	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	Trips	1	0.6	
			Total		157	100.0	

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Tabla 4
Abundancia y diversidad de familias en el estrato herbáceo

N ^o	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Cantidad	Abundancia (%)	H'
1	Insecta	Isoptera	Rhinotermitidae	Termitas subterráneas	179	77.8	
2	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	Hormiga	30	13.0	
3	Insecta	Coleoptera	Carabidae	Escarabajo	5	2.2	
4	Arachnida	Pseudoescorpionida	Garypidae	Pseudo escorpión	3	1.3	
5	Gastropodo	Pulmonata	Helicidae	Caracol terrestre	3	1.3	
6	Larva Protura	Protura	Protentomidae	Larva de mosca común	2	0.9	
7	Arachnida	Araneae	Anyphaenidae	Araña	1	0.4	
8	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	Gusano amarillo pequeño	1	0.4	0.89
9	Entognatha	Diplura	Hexapodo	Dipluro	1	0.4	
10	Clitellata	Haplotaxida	Lumbricidae	Lombriz	1	0.4	
11	Insecta	Diptera	Muscidae	Larva de mosca común	1	0.4	
12	Chilopoda	Scolopendromorpha	N/I	Ciempíes	1	0.4	
13	Insecta	Lepidoptera	N/I	Larva de polilla	1	0.4	
14	Entognatha	Poduromorpha	Onychiuridae	Colémbolo	1	0.4	
			Total		230	100.0	

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Tabla 5
Abundancia y diversidad de familias en el estrato arbóreo

N ^o	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Cantidad	Abundancia (%)	H'
1	Arachnida	Ixpdida	Ixodidae	Garrapata	11	16.4	
2	Insecta	Coleoptera	Carabidae	Escarabajo marrón	9	13.4	
3	Diplopoda	Chordeumaida	Paradoxosomatidae	Milpiés	6	9.0	
4	Arachnida	Araneae	Anyphaenidae	Araña	5	7.5	
5	Entognatha	Poduromorpha	Onychiuridae	Colémbolo	5	7.5	
6	Arachnida	Pseudoescopinida	Garypidae	Pseudo escorpión	4	6.0	
7	Gastropodo	Pulmonata	Helicidae	Caracol terrestre	4	6.0	2.74
8	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraidae	Gusano pequeño de color amarillo	3	4.5	
9	Insecta	Dermaptera	Larabidae	Tijeretas	3	4.5	
10	Chilopoda	Scolopendromorpha	N/I	Ciempíes	3	4.5	
11	Entognatha	Diplura	Hexapodo	Dipluro	2	3.0	
12	Chicopoda	Scotopendromorpha	N/I	Ciempíes	2	3.0	
13	Chicopoda	Scolopendromorpha	N/I	Ciempíes	2	3.0	

14	Insecta	Blattodea	Blattidae	Cucaracha común	1	1.5
15	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	Hormiga marrón pequeña	1	1.5
16	Clitellata	Haplotaxida	Lumbricidae	Lombriz	1	1.5
17	Insecta	Coleptera	Scarabaeidae	Escarabajo negro (torito)	1	1.5
18	Symphyla	Symphyla	Scolopendrellidae	Sínfilos	1	1.5
19	Insecta	Diptera	Stratiomyidae	Larva de mosca soldado	1	1.5
20	Arachnidae	Araneae	Theraphosidae	Araña (tarántula)	1	1.5
21	Arachnida	Araneae	Theridiidae	Araña casera	1	1.5
Total					67	100

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Tabla 6

Interpretación del índice H'

Valor de H'	Interpretación
0.1-1.5	Diversidad baja
1.6-3.0	Diversidad media
3.1-4.5	Diversidad alta

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Tabla 7

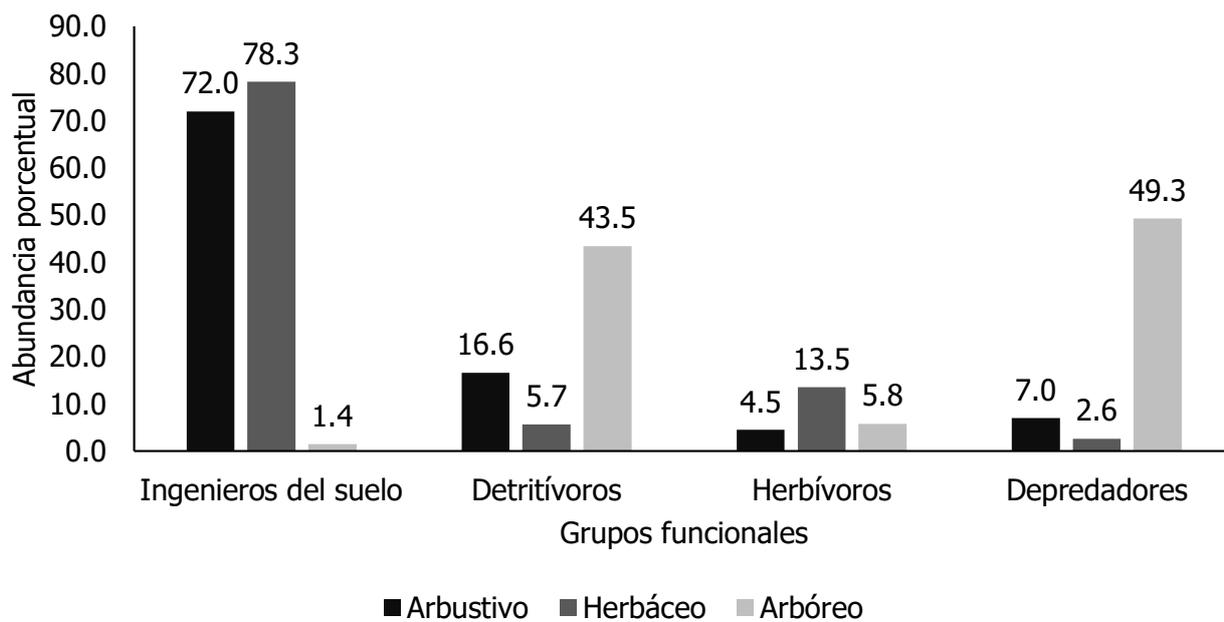
Interpretación de la abundancia

Abundancia (%)	Interpretación
1-9	Raro
10-30	No común
31-64	Medianamente común
65-90	Común
90-100	Abundante

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Figura 1

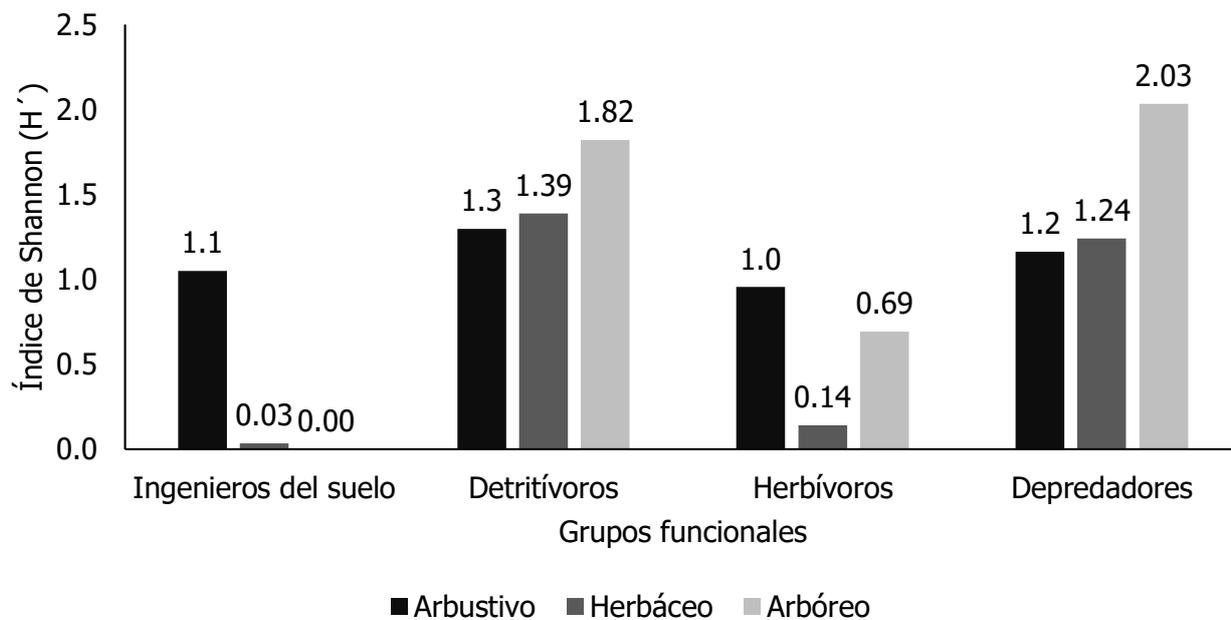
Abundancia de grupos funcionales de macrofauna por estrato vegetal



Fuente: Elaboración propia, (2021).

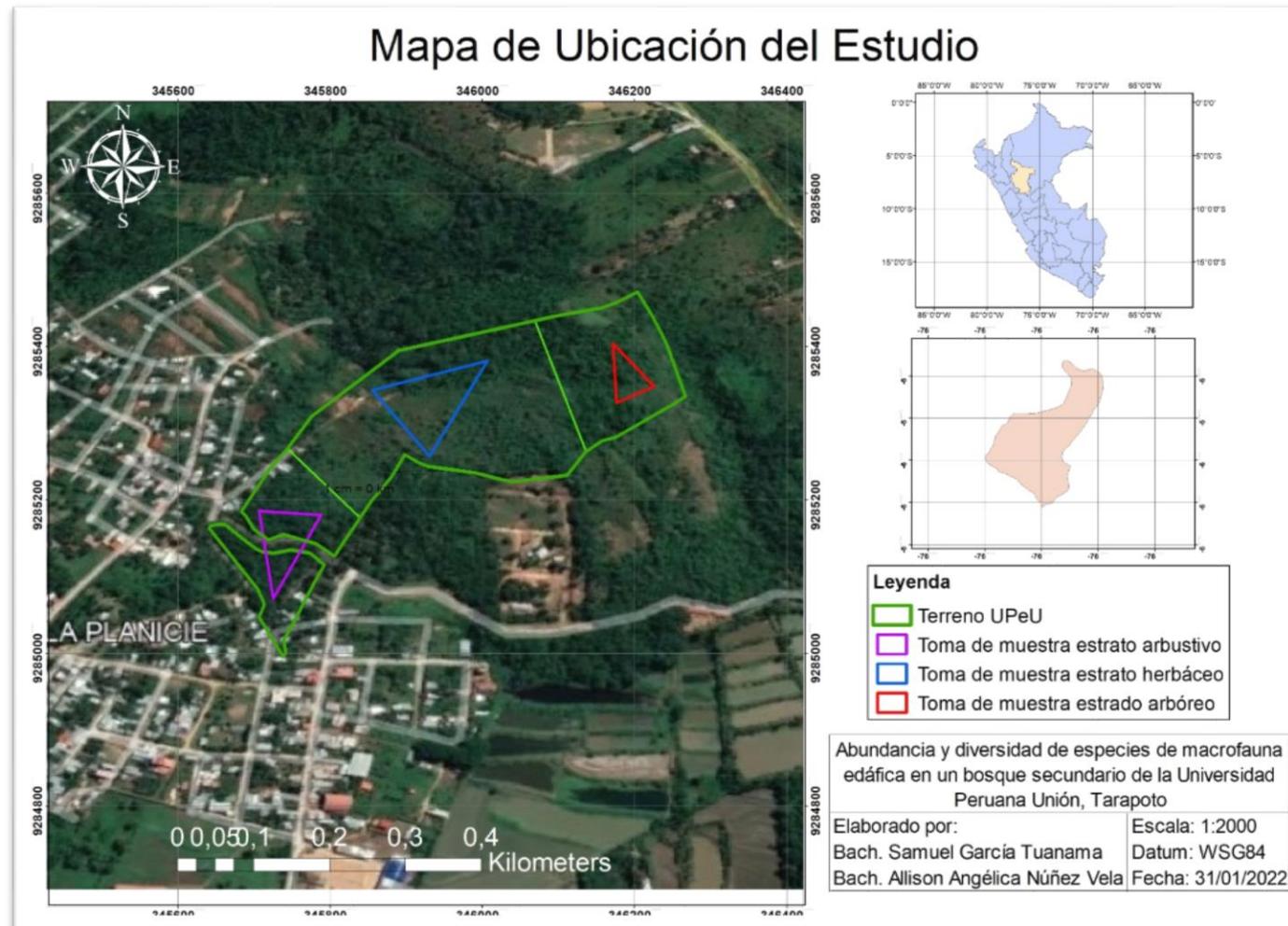
Figura 2

Índice de Shannon de los grupos funcionales de macrofauna por estrato vegetal



Fuente: Elaboración propia, (2021).

Figura 3
Mapa de ubicación de los estratos



Fuente: Elaboración propia, (2021).