UEA Biología Lago Agrio
PrePrint UEA

Sección Biología "Lago Agrio"
Vol. BLGEL2324. ep17–71

| Recibido: 14/03/2024 |
| Aceptado: 24/04/2024 |
| Publicado: 19/11/2026 |

Comparación de la diversidad de mesofauna edáfica en suelos con diferentes impactos antrópicos en Sucumbíos – Ecuador

Comparison of soil mesofauna diversity in soils subjected to different anthropogenic impacts in Sucumbíos, Ecuador

Ruth Nathaly Herrera Castillo[1], Alex Renato Santillán Sarmiento[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEL2324ep17-71 Crossref

Resumen

La necesidad de estudiar la diversidad de la mesofauna edáfica radica en su importancia ecológica y la falta de información generada en el territorio. La presente investigación fue realizada en la provincia de Sucumbíos, Ecuador, en tres sitios de muestreo: El Sitio 1 (S1) abarca un bosque primario, el Sitio 2 (S2) un cultivo de cacao y maíz, mientras que el Sitio 3 (S3) en un bosque restaurado sobre una antigua zona de extracción petrolera. En cada sitio de muestreo se estableció una parcela de 25 x 25 metros, en la que se delimitaron 5 subparcelas de 5 x 5 m. Se colectaron 5 muestras de suelo aleatoriamente en cada subparcela. Todas las muestras fueron trasladadas al laboratorio para la recolección de mesofauna usando el sistema Berlese-Tullgren. La identificación se realizó mediante claves taxonómicas a nivel de familias y género. Durante la investigación se determinó y comparó la diversidad de mesofauna edáfica entre los sitios muestreados. Los resultados mostraron un total de 96 individuos pertenecientes a 5 grupos taxonómicos: Acari, Collembola, Diplura, Protura y Thysanoptera, agrupados en 14 familias, siendo la familia Japygidae (Diplura) la más abundante, mientras que las familias Thripidae (Thysanoptera) y Acerentomidae (Protura) fueron las menos abundantes. Además, se constató que los sitios S1 y S2 se encuentran en un rango intermedio de diversidad, mientras que el sitio S3 experimentó una variación desigual, señalando la influencia de los impactos antrópicos, como la agricultura y la explotación petrolera, en la composición y abundancia de las comunidades edáficas.

Palabras clave

Sevilla, Lago Agrio, berlese-tullgren, contaminación

Abstract

There is a need to study the edaphic mesofauna diversity due to its ecological relevance and the lack of information of local communities. The present research was carried out in the province of Sucumbíos, Ecuador, in three sampling sites: Site 1 (S1), which covers a primary forest, Site 2 (S2) within cocoa and corn fields, and Site 3 within a secondary forest restored on the grounds of an abandoned oil extraction field. At each sampling site, a 25 x 25 meters plot was established, which was subdivided in 5 subplots (5 x 5 meters). Within each subplot, 5 random soil samples were collected. All samples were transferred to the laboratory on the same day. For mesofauna collections, the five samples for each subplot were pooled and placed in a dedicated Berlese-Tullgren system (2mm mesh). Individuals collected with the Berlese-Tullgren method were identified using taxonomic keys at the family and genus level. The diversity of edaphic mesofauna was determined and compared among sites. The results showed a total of 96 individuals belonging to 5 taxonomic groups: Acari, Collembola, Diplura, Protura and Thysanoptera, grouped into 14 families. The Japygidae family being the most abundant, while the Thripidae and Acerentomidae families were the least abundant. Furthermore, it was found that sites S1 and S2 are in an intermediate range of diversity, while site S3 experienced unequal variation, pointing out the influence of anthropogenic impacts, such as agriculture and oil exploitation, on the composition and abundance of edaphic communities.

Keywords

Sevilla, Lago agrio, berlese-tullgren, pollution

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica. Sucumbíos, Ecuador. Email: rn.herrerac@uea.edu.ec, ar.santillans@uea.edu.ec,

Autor para la correspondencia

Ruth Nathaly Herrera Castillo. Universidad Estatal Amazónica. Sucumbíos, Ecuador. Email: rn.herrerac@uea.edu.ec

Cómo citar

HERRERA CASTILLO, Ruth Nathaly , SANTILLÁN SARMIENTO, Alex Renato and , 2026. Comparación de la diversidad de mesofauna edáfica en suelos con diferentes impactos antrópicos en Sucumbíos – Ecuador. PrePrint UEA. Vol. BLGEL2324. p. ep17–71. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEL2324ep17-71

Editores Académicos Jorge Lenin León Arcos

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

A lo largo de la historia, los suelos han sido reconocidos como matrices complejas de interacción entre componentes fisicoquímicos y biológicos, que albergan una biodiversidad en todo tipo de ecosistemas (Castro, Correa and Burbano 2007). Esta biodiversidad, desempeña diversas funciones ambientales, como participar en los ciclos biogeoquímicos de elementos como carbono, nitrógeno y fósforo (Burbano, 2016; Espín, 2019). Según Lavelle and Kohlmann (1984), los suelos constan de tres componentes fundamentales: materia orgánica, organismos descomponedores (microbiota y mesofauna) y macroorganismos reguladores. De estos tres componentes los menos entendidos y estudiados a nivel biológico son las comunidades de microorganismos y la mesofauna, siendo estas comunidades edáficas las más diversas en los ecosistemas terrestres (R. Espín and Espín 2017; Romero 2017).

La mesofauna (organismos con un diámetro inferior a 2 mm) juega un papel activo en el suelo, acelerando la descompo-

sición y reciclaje de nutrientes, así como en el proceso de mineralización del fósforo y el nitrógeno (Socarrás and Robaina 2011). Estos aspectos son cruciales para sostener la productividad del suelo (Usher et al., 2006). Además, las comunidades que constituyen la mesofauna pueden actuar como bioindicadores, reflejando la estabilidad y fertilidad del entorno edáfico debido a su alta sensibilidad a las variaciones climáticas y a las perturbaciones causadas por actividades humanas, las cuales conducen a cambios en su densidad y diversidad (Moreira, Jeroen, and David 2012). Por ejemplo, se observó cambios en la composición de las comunidades de nemátodos en áreas afectadas en Colombia, presentando pH ácido a ligeramente alcalino, en comparación con sitios no alterados (Ruiz, 2002). A medida que aumentaba la intervención, se observó una disminución en el contenido de materia orgánica viva en el hábitat natural (Melo-Molina 2011). La densidad y el balance de estos grupos permiten predecir y evaluar las transformaciones provocadas por las actividades humanas en el suelo; tales como la agricultura, la extracción de petróleo y los pastizales (Socarras 2013).

Ecuador es un país megadiverso caracterizado por poseer una gran variabilidad en composición biológica y edafoclimática (Melo-Molina 2022). Los esfuerzos en la conservación de suelos se han enfocado en aspectos físicos y químicos, para entender los impactos negativos de actividades como la agricultura o la contaminación de hidrocarburos, particularmente en la región Amazónica (R. Espín and Espín 2017). En la actualidad, muchos de los suelos afectados por la contaminación por petróleo e hidrocarburos son retirados y llevados a biorreactores para realizar actividades de biorremediación (Lugo 2017). Aun así, la mayoría de los suelos que han sufrido algún impacto por la explotación en el pasado no han sido remediados, como el caso de los alrededores del Pozo petrolero N 26 en el cantón Lago Agrio, específicamente en la finca Amisacho (Castro 2009). Por lo tanto, es necesario el desarrollo de bioindicadores que puedan dar información sobre la calidad del suelo y la salud de sus comunidades.

Este estudio tiene como objetivo identificar y comparar la diversidad de mesofauna edáfica en suelos afectados por diferentes impactos antrópicos, como la agricultura y derrames de petróleo en el cantón Lago Agrio, parroquia Nueva Loja y el cantón Cascales, parroquia Sevilla, provincia de Sucumbíos, Ecuador. Se espera encontrar diferencias en la composición y abundancia de las comunidades edáficas de mesofauna entre los distintos sitios impactados.

2. Metodología

2.1. Área de estudio

En la provincia de Sucumbíos, se seleccionaron tres sitios de muestreo identificados como S1, S2 y S3 (**Figura 1**). Estos sitios presentan suelos de color rojizo amarillento, con textura franco limosos y franco arcillosas muy húmedos, topografía homogénea con porcentaje de saturación de bases mayor de 60% (Barrera et al. 2018).

Los dos primeros sitios (S1 y S2) se ubican en el cantón Cáscales, parroquia Sevilla, en el kilómetro 28 de la vía Lago Agrio-Quito (E45), específicamente en la Finca Los Castillos. El S1, designado como el sitio Control, alberga un fragmento de bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico Putumayo-Caquetá (MAE 2012) sin antecedentes de intervención humana. A la vez, presenta características como temperaturas entre los 22 a 26 °C, precipitaciones que superan los 3.500 mm anuales y una humedad relativa del 90% (Villacreses 2012). El S2 corresponde a un sitio impactado por agricultura entre fragmentos de cultivos de cacao y maíz, actividad que se ha llevado a cabo durante los últimos 15 años hasta la actualidad dentro de la Finca de los Castillos. Durante este período se han empleado agroquímicos como medida preventiva contra plagas y enfermedades (comunicación personal).

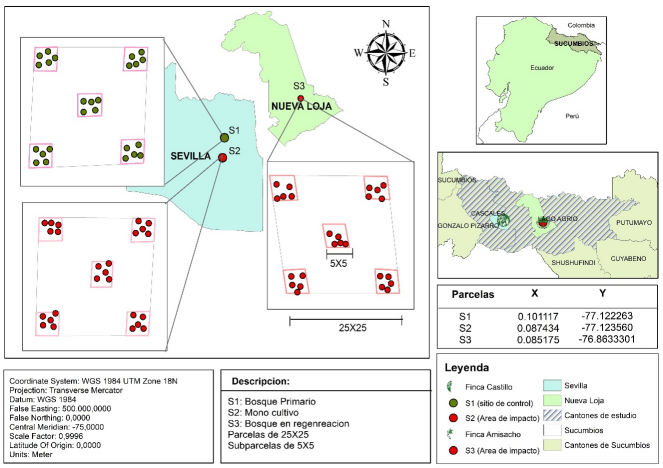

Figura 1 | Sitios de muestreo presentes en el cantón de Cáscales y Lago Agrio

El sitio 3 (S3) se encuentra en el cantón Lago Agrio, parroquia Nueva Loja, en la Finca Amisacho, cerca del Pozo petrolero N26 vía al aeropuerto. Pozo que ha permanecido inactivo aproximadamente durante los últimos 30 años, y en el año 2006, todo el bloque (campamento) inició un proceso de restauración, dando origen a la creación de la finca Amisacho, lugar que se caracteriza por ser parte también de bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico Putumayo-Caquetá (MAE 2012) con aproximadamente 14 hectáreas, además de la extracción petrolera tiene antecedentes de deforestación (Amisacho, 2020). La finca presenta altitudes de 258 m.s.n.m., precipitación media de 2.385 mm anuales, humedad relativa del 90% y una temperatura de alrededor de 24 a 28 °C.

2.2. Fase de campo

2.2.1. Selección de muestras y muestreo

Se establecieron tres parcelas de 25 x 25 m, correspondientes a cada uno de los sitios de muestreo (S1, S2 y S3). Al interior de cada parcela se delimitaron 5 subparcelas de 5 x 5 m, dentro de las cuales se realizaron muestreos aleatorios (**Tabla 1**) para obtener 5 pseudorréplicas de la capa superficial del suelo con una profundidad de 10 cm, las cuales se juntaron para formar una réplica y así obtener 5 réplicas por cada parcela (n = 5) de sitio muestreado, optimizando el proceso de extracción y análisis del estudio (Duarte 2013; Santos 2013; Melo-Molina 2022). Este enfoque garantiza una recopilación diversificada y aleatoria de datos, minimizando posibles sesgos y errores en el estudio.

Posteriormente, las muestras fueron empacadas en bolsas de plástico tipo ziploc® para el transporte hacia el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica Sede Sucumbíos.

Tabla 1 | Coordenadas geográficas de cada subparcela en los sitios S1, S2, y S3.

Sitio/ Muestras	Coordenadas geográficas	
	UTM	
	X	Y
S1M1	263810,6	11163,5
S1M2	263808,9	11163,6
S1M3	263808,9	11161,4
S1M4	263811,5	11161,8
S1M5	263812,1	11163,9
S2M1	263819	11171,2
S2M2	263819,6	11173,1
S2M3	263821,7	11174
S2M4	263820,5	11171,5
S2M5	263822	11172,4
S3M1	263818,2	11163,5
S3M2	263818,5	11163,6
S3M3	263821	11161,4
S3M4	263820,1	11161,7
S3M5	263821,4	11163,9

2.3. Fase de laboratorio

2.3.1. Recolección de mesofauna edáfica

La recolección de la mesofauna edáfica se llevó a cabo mediante el método de embudos de Berlese-Tullgren, conforme a la metodología descrita por Moreira, Jeroen y David (2012). Este procedimiento consiste en ubicar las muestras en una mesa expositora equipada con una fuente de luz y calor (bombilla) a una distancia de 14 cm hacia la muestra de suelo, la cual se posiciona sobre un embudo que desemboca sobre un frasco que contiene etanol al 70%, (**Figura 2**). La luz y el calor generado por la bombilla permiten que la mesofauna presente en las muestras se dirija hacia abajo y caiga en el contenedor con etanol. La exposición a la luz se realizó por un período de 5 días. Las muestras se rotaron y la temperatura se incrementó gradualmente mediante el reemplazo progresivo de bombillas de 9W por aquellas de 100 W.

Además, cada embudo de Berlese-Tullgren, fue reforzado con una capa térmica de papel aluminio para evitar contaminación de las muestras con otras especies (Socarrás and Robaina 2011). Las muestras recolectadas en etanol al 70% fueron usadas para la identificación taxonómica.

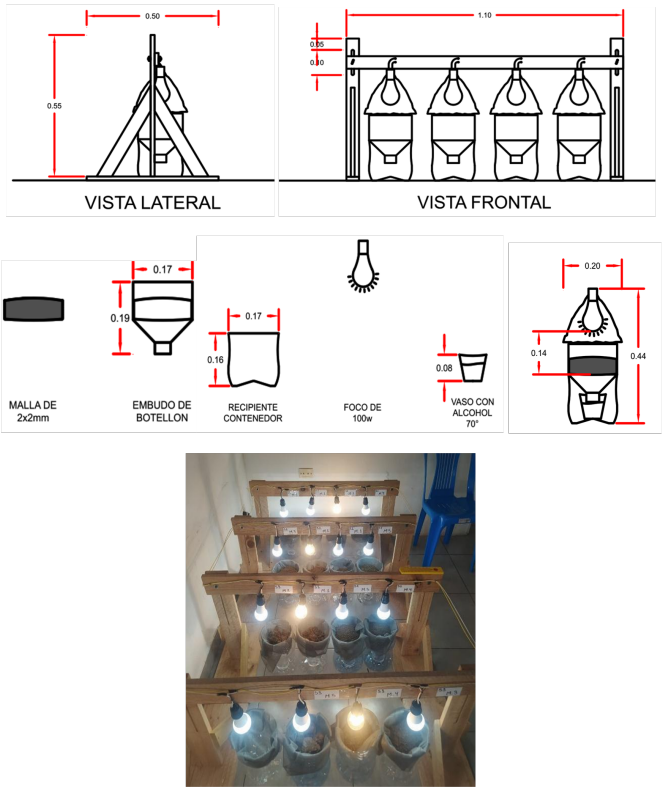

Figura 2 | Sistema Berlese-Tullgren en operación diseño de la maqueta

2.3.2. Identificación taxonómica

La identificación de organismos se llevó a cabo mediante claves taxonómicas por autores como Krantz (2009), Krantz and Walter (2009), Krantz and Ainscough (1990), Lindquist et al. (2009), Palacios-Vargas (1991) y Brusca y Brusca (2003), hasta el nivel de familia y género. Además, se realizó un conteo de la presencia y ausencia de individuos. Durante este proceso, los ejemplares fueron separados utilizando un estereoscopio y un microscopio, utilizando una aguja enmangada y conservándolos en alcohol al 70%, siguiendo las recomendaciones de Heid et al. (2012).

2.4. Identificación de los tipos de suelos

Se implementó un diseño experimental de terrones (puñados de tierra) distribuidos al azar en cada sitio de muestreo, utilizando los parámetros físicos y químicos como indicadores en la evaluación de las variaciones que ocurren en cada sistema de manejo o conservación. Para esto se siguió la metodología de Serafín (2014).

Color del suelo: Se determinó el color del suelo en cada sitio mediante la comparación con la tabla de Munsell, tanto en condiciones secas como húmedas.

Textura del suelo: La determinación de la textura del suelo se llevó a cabo mediante observación macromorfológica directa y el método del tacto, utilizando el triángulo de texturas para asignar la clase textural (arcilla, limo y arena) correspondiente a cada sitio de muestreo.

Humedad: El análisis de humedad se lleva a cabo mediante el método termogravimétrico en el que consiste en que la muestra se seca durante un tiempo o periodo definido a una temperatura constante. La humedad se calcula pesando

la muestra antes y después del secado y determinando la diferencia del peso de las muestras (Mettler Toledo 2008).

pH del suelo: La medición del pH del suelo se realizó utilizando las tiras de pH, introduciendo la tira en una mezcla de suelo con agua destilada durante unos segundos. Se efectuaron mediciones en cada sitio de muestreo para evaluar la acidez o alcalinidad del suelo (Beretta et al. 2015).

2.5. Análisis de datos

Se realizó un análisis descriptivo de la diversidad de mesofauna edáfica en los diferentes sitios de muestreo (de impacto y de control). Para ello, se estableció una matriz de datos en el software Excel, detallando la presencia y ausencia de diferentes géneros y familias identificadas. Posteriormente se calculó la abundancia relativa (AR%) y absoluta (AA).

De acuerdo, a los datos de abundancia absoluta se determinó los taxones y la riqueza específica (S) de las familias identificadas. Por el cual, se calculó el Índice de Shannon-Wiener (H'), la dominancia de Simpson (D) y el índice de equidad (J) para determinar la diversidad de mesofauna edáfica. Adicionalmente, para conocer las diferencias de la mesofauna edáfica entre los sitios de muestreo, se realizó una prueba de Kruskall-Wallis. Como también la curva de rarefacción para evaluar la estructura de las familias de acuerdo con las condiciones ambientales que presentan en cada sitio de muestreo con relación al esfuerzo de muestreo. Para determinar la similitud entre los sitios, se realizó un análisis mediante un clúster jerárquico aplicando el índice de similitud de Bray-Curtis. Por último, se calculó las relaciones de las diferentes variables utilizando correlación de Pearson. Los análisis mencionados anteriormente fueron desarrollados en el programa PAST v. 4.0 (Hammer, Harper, and Ryan 2013).

3. Resultados y discusión

3.1. Identificación de la mesofauna edáfica

Se recolectaron y se clasificaron un total de 96 individuos a nivel de familia y género, siendo la subclase predominante Acari, seguido de Dipluros y por último, las subclases Collembola, Protura y Thysanoptera (**Figura 3; Tabla 2**).

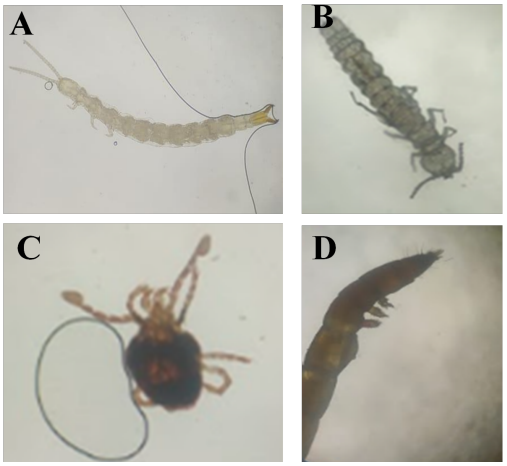

Figura 3| Grupos representativos A (Diplora) Japyx sp. B (Diplora) Pentacladiscus sp. C (Acari) Perafrotydeus sp. D (Collembola) Entomobryidae ind.

Tabla 2| Matriz de frecuencia de la mesofauna edáfica en los sitios de estudio

Órdenes	Grupos	Familias	*Géneros*	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Poduromorpha	Collembola	Onychiurinae	*sp.1*	3	2	0
Entomobryomorpha	Collembola	Entomobryidae	*sp.2*	6	3	4
Diplura	Dipluros	Projapygidae	*Sp.3*	5	1	1
Diplura	Dipluros	Japygidae	*Japyx sp*	5	1	8
Diplura	Dipluros	Projapygidae	*Pentacladiscus sp*	2	1	0
Trombidiformes	Acari	Tydeidae	*Perafrotydeus sp.*	4	1	1
Mesostigmata	Acari	Phytoseiidae	*sp.4*	2	3	0
Mesostigmata	Acari	Macrodinychus	*Macrodinychus sp.*	1	5	1
Mesostigmata	Acari	Blattisociidae	*Cheiroseius granulosus*	1	3	0
Mesostigmata	Acari	Laelapidae	*Gaeolaelaps aculeifer*	5	13	2
Proturos	Protura	Acerentomidae	*sp.5*	0	0	1
Proturos	Protura	Eosentomidae	*sp.6*	4	1	2
Tisanópteros	Thysanoptera	Thripidae	*sp.7*	0	1	0
Thysanoptera	Thysanoptera	Phlaeothripidae	*Ankothrips*	2	1	0

Se observaron que, entre los sitios de muestreo, la familia Japygidae destacó como la más abundante, representando el 40% de la muestra total de individuos, seguida por Laelapidae con un 36%, mientras que las familias Thripidae y Acerentomidae fueron las menos abundantes, llegando incluso a estar ausentes en algunos de los sitios de muestreo (**Figura 4**).

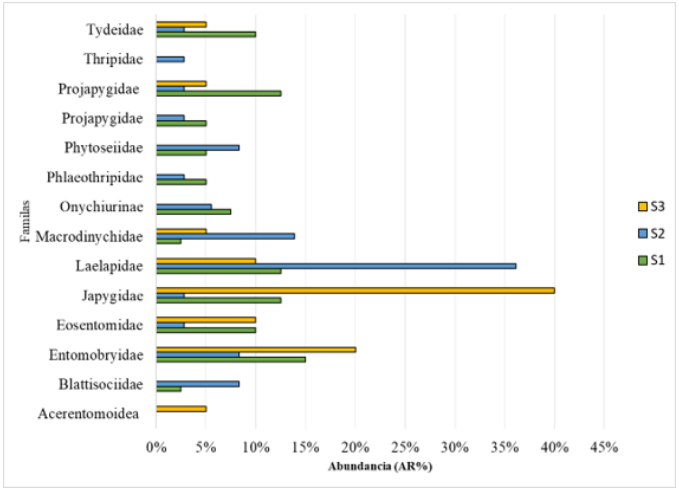

Figura 4| Abundancia relativa de mesofauna edáfica en Sucumbíos

En el S1, los géneros identificados que predominaron fueron Japyx y Gaeolaelaps, representando el 13% de la abundancia relativa de cada uno, seguido de Pentacladiscus con el 10%, mientras que los géneros menos predominantes fueron Macrodinychus y Cheiroseius, ambos con un 3% respectivamente. A la vez que, en el S2 destacó el género Gaeolaelaps

con un 36%, seguido de Macrodinychus con un 14%. Finalmente, el S3, Japyx fue el más abundante representando el 40%, en comparación con Gaeolaelaps que mantuvo su presencia con el 10% (Tabla 2).

El análisis de Kruskal-Wallis indicó que no existe una diferencia significativa (p = 0,05) entre las medianas de las muestras en los sitios de muestreo (S1, S2 y S3). Sin embargo, al realizar comparaciones entre los sitios (S1, S2 y S3) (**Figura 5**), las variaciones de riqueza especifican entre los sitios de muestreo, revelaron que el S1 tuvo la mayor riqueza específica, seguida de S2 y S3.

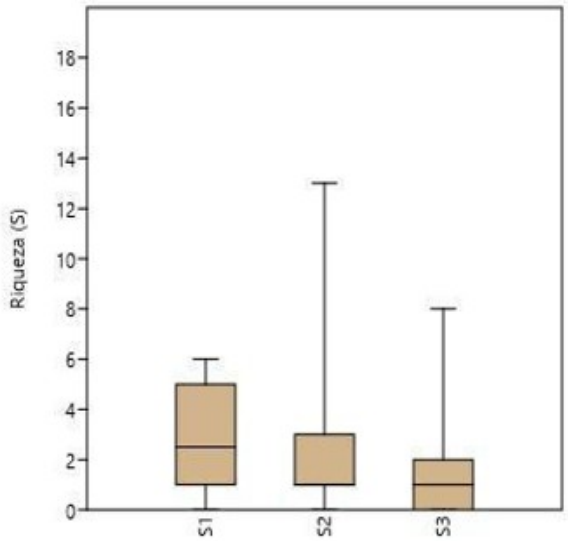

Figura 5 | Variaciones de la riqueza específica (S) de mesofauna edáfica de los Sitios de muestreo

3.2. Determinación de la Diversidad, Dominancia y Equidad

Los resultados obtenidos en el índice de Shannon (H') mostraron valores de diversidad moderados entre los sitios de muestreo. Donde S1 y S2 están en el rango de diversidad intermedio, mientras que el S3 presenta una diversidad baja (**Tabla 3**). Con respecto al índice de dominancia de Simpson (1-D), se obtuvo que los S1 y el S2 representan valores cercanos a uno, reflejando una mayor dominancia de especies. En cuanto al índice de equidad (J), se observa que S1 tiene el valor más alto (0,9469), indicando una distribución más uniforme de la abundancia entre las especies en comparación con S2 (0,8268) y S3 (0,8406).

Tabla 3 | Diversidad, dominancia y equidad de los sitios de muestreo.

	S1	S2	S3
Dominancia de Simpson_1-D	0,8963	0,821	0,77
Diversidad de Shannon H	2,353	2,121	1,748
Índices de Equidad _J	0,9469	0,8268	0,8406

3.3. Similitud entre los sitios de muestreo

A través del análisis de Clúster se observaron la formación de dos grupos, lado derecho forma parte el S1 y S3 asociados aproximadamente al 54% con géneros que comparte similitudes con Japyx, Perafrotydeus., Macrodinychus y Gaeolaelaps y el S2 con un grado de similitud del 46% con los demás sitios de muestreo. El nivel de similitud entre los sitios de muestreo es de 0,470 por debajo del valor estimado de 1 (**Figura 6**).

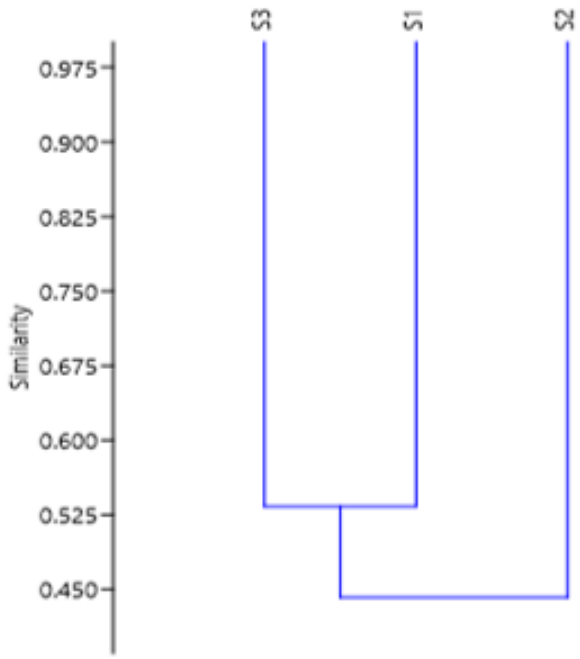

Figura 6 | Análisis de Clúster por sitio de muestreo

3.4. Curva de rarefacción del estudio

El resultado obtenido mediante el análisis de rarefacción con un 95% de confianza, indican que el S1 exhibió una mayor diversidad en comparación con los demás sitios de muestreo (**Figura 7**). alcanzando una curva asintótica el esfuerzo de muestreo.

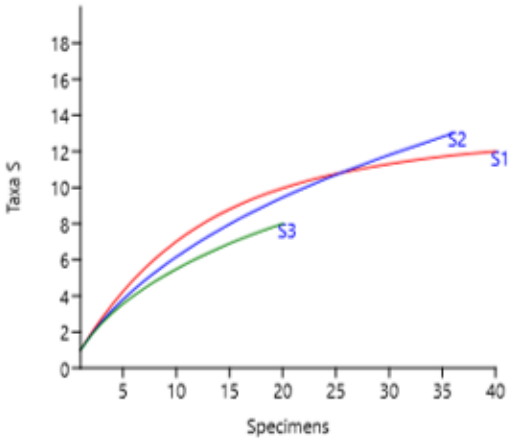

Figura 7 | Curva de rarefacción por sitio de muestreo

3.5. Determinación de las propiedades del suelo

En el análisis del tipo de suelo que presentan los sitios de estudio se reconoció que el S1 presenta un pH de 5, con un color marrón fuerte, una textura Franco-Limosa y una humedad de 46.2% mientras que los S2 y S3 muestran los mismos resultados en cuestión a pH de 6, color marrón y una textura de Franco-Arenosa, pero en cuestión a la humedad tiene variaciones teniendo 56,0% el S2 y 50.2% el S3 (**Tabla**

4).

Tabla 4 | Componentes químico y físicos de los sitios de muestreo

Sitio	pH	Color	Textura	Humedad
S1	5	7,5 YR 5/8 Strong Brown	Franco limosa	46,2%
S2	6	7,5 YR 4/3 Brown	Franco Arenosa	56,0%
S3	6	7,5 YR 4/3 Brown	Franco Arenosa	50,2%

3.6. Relación de la mesofauna con las propiedades edafoclimáticas

Los coeficientes de correlación revelaron asociaciones significativas entre los grupos de mesofauna identificados y las condiciones edafoclimáticas estudiadas humedad y pH (**Figura 8**). Las familias correlacionadas negativamente fueron Japygidae en cuanto a la humedad y Laelapidae en relación con la humedad y pH y las familias positivamente correlacionadas referente a la humedad y pH fueron Thripidae y Acerentomidae.

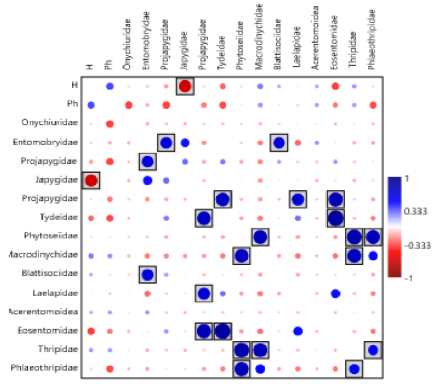

Figura 8 | Mapa de calor de los coeficientes de correlación entre mesofauna del suelo y propiedades edafoclimáticas. La escala representa la dirección y la fuerza de la correlación, Los cuadros indica correlación significativa al 5% de probabilidad.

3.7. Discusión

La riqueza en la composición taxonómica del estudio difiere de los hallazgos de A. A. Socarrás y Robaina (2011) en Cuba, donde el orden Collembola fue identificado como el más representativo, con la presencia de 5 géneros, específicamente en agroecosistemas y pastizales. Este hallazgo contribuye a la comprensión a nivel de Latinoamérica de cómo factores geográficos y ambientales pueden influir en la estructura de estas comunidades

Por otro lado, en Ecuador Pacheco, (2012), han evidenciado una composición similar de la mesofauna en el sur del país, mostrando coincidencias en los grupos taxonómicos estudiados en el presente estudio, donde destaca el orden Collembola con mayor número de individuos, seguido por el orden Acari, en bosques muy húmedos subtropicales. A su vez, los hallazgos de Flores, en el (2016) coinciden con los escenarios en plantaciones en la provincia de Chimborazo. Sin embargo, la densidad poblacional de nuestro estudio difiere con estos hallazgos. Las similitudes con estudios de Zerbino et al. (2008); Cabrera, Robaina, and Ponce De León (2011), en la densidad poblacional, donde arroja un nivel bajo por las transformaciones en las condiciones ambientales del suelo ocasionadas por la actividad agrícola. Este fenómeno se atribuye a la consecuente destrucción mecánica de los microhábitats en los suelos (Cabrera, Robaina, and Ponce De León 2011).

Los índices de diversidad, dominancia y equidad proporcionaron una visión más completa de la estructura de la comunidad, revelando niveles moderados de diversidad en los sitios S1 y S2, y una diversidad más reducida en S3. Además, los estudios de Socarrás and Robaina (2011) respaldan la consistencia en la distribución de la mesofauna en diversos sitios de muestreo, como bosques, cultivos (caña de azúcar) y pastizales. La mayor abundancia en bosques, seguida de cultivos varios, y una baja abundancia en pastizales sugieren que la mesofauna tiende a ser más abundante en entornos boscosos y en cultivos varios en comparación con pastizales. Aunque no hay diferencias significativas en la composición general entre los sitios según la prueba de Kruskal-Wallis, las comparaciones individuales entre S1 y S3, y S2 y S3, subrayan la importancia de evaluar cada sitio por separado.

Es importante señalar que, según las recomendaciones de Ramírez (2013), los valores de H' por debajo del rango de 1,5 indican baja diversidad. No obstante, estudios más recientes, como los de Caicedo et al. (2018), recomiendan que ecosistemas muy diversos pueden alcanzar valores cercanos a cinco en este índice. Razón por las cuales, en la curva de rarefacción en nuestro estudio, se observa los valores de diversidad que se sitúan por debajo del umbral de los rangos ya descritos. El esfuerzo de muestreo de la mesofauna edáfica en este estudio sugiere una limitación que dificulta la captura completa de la riqueza específica en los diferentes sitios de muestreo. Esta limitación se atribuye a las condiciones climáticas durante el muestreo, las cuales afectaron la capacidad de obtener una muestra exhaustiva.

Según Moreira, Jeroen and David (2012), la identificación de la mesofauna edáfica puede lograrse a un nivel taxonómico de orden o familia, siempre y cuando existan guías o claves taxonómicas estándares de referencia. Sin embargo, más allá de este nivel, la identificación a nivel de especie y género se vuelve difícil. Por esta razón, en el presente estudio, se identificaron y analizaron los datos a un nivel de familia, mientras que algunos géneros y especies quedaron catalogados como indeterminados. Por lo cual se obtuvo una riqueza específica, con variaciones notables, siendo S1 el sitio con mayor diversidad y S3 con la menor. Estos resultados podrían atribuirse al manejo metodológico y logístico en la extracción de la mesofauna, por lo cual, las condiciones climáticas presentes en los días de muestreo pudieron influir en el resultado de diversidad. Mostrando así en la curva de rarefacción una disminución del esfuerzo de muestreo debido a que, según Moreira, Jeroen and David (2012) las muestras deben de protegerse de la lluvia y humedad, para evitar posibles daños de la fauna edáfica e incluso la muerte antes de poder extraerlas en el sistema Berlese-Tullgren.

En relación de la mesofauna edáfica y las propiedades edafoclimáticas estudiadas (pH y H) del suelo, la humedad afecto negativamente la densidad de la familia Japygidae, datos

que concuerdan con (Cuellar et al., 2021; Ruiz, 2002) reflejando cambios en la composición. Razón por la cual permite actividades como la excavación y la anidación de esta especie.

A pesar de que este estudio proporciona una base inicial de la diversidad de la mesofauna edáfica en los diferentes sitios de muestreo con impactos antrópicos, se reconoce la necesidad de investigaciones futuras con muestreos más extensos y detallados que aborden las limitaciones de este estudio. Este enfoque más exhaustivo permitirá una comprensión más profunda y precisa de las comunidades de mesofauna en la región, contribuyendo al conocimiento general de la biodiversidad edáfica en entornos tropicales.

4. Conclusiones

La diversidad de la mesofauna edáfica en suelos afectados por actividades humanas en la provincia de Sucumbíos, resalta la presencia de los grupos taxonómicos Acari, Dipluros, Collembola, Protura y Thysanoptera. En total, se registraron 96 individuos distribuidos en 14 familias y 7 géneros, identificados como no identificados. Esto evidencia la diversidad mesofaunística entre los sitios de muestreo (S1, S2 y S3).

En conclusión, la diversidad de mesofauna edáfica es mayor en los sitios S1 y S2 en comparación con el S3. Esto denota la influencia de los diferentes impactos antrópicos, como la agricultura y la explotación petrolera, en la composición y abundancia de las comunidades edáficas.

Contribuciones de los autores:

Ruth Nathaly Herrera Castillo: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Alex Renato Santillán Sarmiento: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

AMISACHO. Amisacho [en línea]. Nueva Loja-Ecuador: Amisacho, 2020. [Consulta: 8 Enero 2024]. Disponible en:http://amisacho.com/.

Aquino, Adriana Maria, Maria Correia, and Mauricio Vicente. 2008. "Capítulo 5 Biodiversidade Da Macrofauna Edáfica No Brasil," no. January 2008.

Arshad, M. A., and G. M. Coen. 1992. "Characterization of Soil Quality: Physical and Chemical Criteria." American Journal of Alternative Agriculture 7 (1–2): 25–31.https://doi.org/10.1017/S0889189300004410.

Barrera, Carlos, Paulo Bastidas, Félix Caicedo, Carlos Calderón, Dario Calero, Andrés Casasola, Francisco Chávez, et al. 2018. "Agroforestería Sostenible En La Amazonía Ecuatotiana, N° 2." Agroforesterí Sostenible En La Amazoniá Ecuatoriana 2: 33–40. www.iniap.gob.ec.

Bedano, José Camilo, and Andrea Ruf. 2007. "Soil Predatory Mite Communities (Acari: Gamasina) in Agroecosystems of Central Argentina." Applied Soil Ecology 36 (1): 22–31.https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2006.11.008.

Beretta, Andrés, Daniel Bassahun, Raquel Musselli, and Deborah Torres. 2015. "Medición de PH Del Suelo Con Papel Reactivo." Agrociencia 19 (2): 68–74.https://doi.org/10.31285/agro.19.303.

Brown, George G, Carlos Fragoso, Isabelle Barois, Patricia Rojas, José C Patrón, Julián Bueno, Ana G. Moreno, Patrick Lavelle, Víctor Ordaz, and Carlos Rodríguez. 2001. "Diversidad y Rol Funcional de La Macrofauna Edafica En Los Ecosistemas Tropicales Mexicanos."https://www.redalyc.org/pdf/575/57500006.pdf.

Brusca, R.C. and Brusca, G.J. 2003. Invertebrates. 2nd edition. SINAUER Associates. Sunderland, MA. 936 p.

Burbano, Orjuela. 2016. "El Suelo y Su Relación Con Los Servicios Ecosistémicos y La Seguridad Alimentaria." Revista de Ciencias Agrícolas 33 (2): 117–24.

Cabrera, Grisel, Nayla Robaina, and D Ponce De León. 2011. "Functional Composition of Soil Macrofauna in Four Land Uses of Artemisa and Mayabeque Provinces, Cuba." Pastos y Forrajes 34 (3): 331–46.

Caicedo, Ramirez, Rosales Hernán, Pérez Luis, and Hernández Jessica. 2018. "Macrofauna Population in Silvopastoral Systems for Milk Production: Preliminary Analysis." Granja 27 (1): 77–85.https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.06.

Castro, G. 2009. "Impacto Ambiental Generado Por Los Derrames de Petroleo En El Sote En El Tramo Comprendido Entre Lago Agrio y Baeza," 179.

Castro, Jorge, Bonilla Correa, and Orjuela Burbano. 2007. "Abundancia y Biomasa de Organismos Edáficos En Tres Usos Del Terreno En El Altiplano de Pasto, Colombia." Acta Agronómica 56 (3): 127–30.

http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/1035%0Ahttp://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/issue/view/244/showToc.

Ciancaglini, Nicolás. 2017. "R-001-Guía Para La Determinación de Textura de Suelos Por Método Organoléptico," 10. http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO_R001_GuÃŋa_para_la_determinaciÃşn_de_textura_de_suelos_por_mÃľtodo_organolÃľptico.pdf.

Covarrubias, Rene, and Francisco Sáiz. 1971. "Sobre Algunas Condiciones de La Extracción de Fauna Edáfica Mediante Embudos de Berlese-Tullgren." Boletín Museo Nacional de Historia Natural 32: 49–66.https://doi.org/10.54830/bmnhn.v32.1971.550.

Dadashpoor, Hashem, Parviz Azizi, and Mahdis Moghadasi. 2019. "Land Use Change, Urbanization, and Change in Landscape Pattern in a Metropolitan Area." Science of the Total Environment 655: 707–19.https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.267.

Duarte, Mércia Elias. 2013. "Acarofauna Plantícola e Edáfica Da Cultura Da Cana-de-Açúcar e de Caboatã, Em Área de Mata Atlântica No Estado de Alagoas, Brasil." Communications in Soil Science and Plant Analysis 32 (5/6): 96.

Espín, G. 2019. "Parámetros Físicos y Químicos Para La Determinanción de La Calidad de Los Suelos En La Microcuenca Jun.JUN." Universidad Técnica de Ambato, 20–84.https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30131/1/Tesis-238Ingeniería Agronómica -CD 641.pdf.

Espín, RS, and JS Espín. 2017. "Cuantificación de La Diversidad Biológica (Macrofauna) Edáfica En 4 Ecosistemas En La Comunidad Potrerillos, Provincia Bolívar, Ecuador." Academia.Edu.

https://www.academia.edu/download/87985942/CUANTIFICACION_DE_LA_DIVERSIDAD_BIOLOGICA.pdf.

Forslund, K. 1948. Über die Einsammlungs methodik bei Untersuchungen der Bodenfauna", MeddeL Frin. Stat. Skogsfork. 37 (7): 1-22.

Flores, María. 2016. "Estudio Comparativo De Indicadores Físicos Y Químicos De La Calidad Del Suelo Y De La Biodiversidad De La Mesofauna

Edáfica En Dos Usos De Suelo De La Microcuenca Del Río Pomacocho, Parroquia Achupallas, Cantón Alausí, Provincia De Chimborazo." Universidad Nacional de Chimborazo, 26–28.http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3077/1/UNACH-ING-AMB-2016-014.pdf

Hammer, Øyvind, David Harper, and Paul Ryan. 2013. "PAST: PALEONTOLOGICAL STATISTICS SOFTWARE PACKAGE FOR EDUCATION AND DATA ANALYSIS." Current Science 105 (10): 1352–57.

Heid, Débora Menani, Omar Daniel, Daniele Fabiana Glaeser, Antonio Carlos Tadeu Vitorino, and Milton Parron Padovan. 2012. "Edaphic Mesofauna of Land Use Systems in Two Soils in the State of Mato Grosso Do Sul." Revista de Ciências Agrárias 55 (1): 17–25.https://doi.org/10.4322/rca.2012.032.

Jones, Clive G., John H. Lawton, and Moshe Shachak. 1994. "Organisms as Ecosystem Engineers." Oikos 69 (3): 373.https://doi.org/10.2307/3545850.

Krantz, G.W. 2009. A manual of Acarology. 2nd ed. Oregon State University Book Stores. Corvallis, USA. 509 p.

Krantz, G. and Ainscough, B.D. (1990) Acarina: Mesostigmata (Gamasina). In: Soil Biology Guide. Brisbane., pp. 583–666

Krantz, G.W. and Walter, W.D. (2009) A Manual of Acarology. 3rd ed. Lubbock: Texas Tech. University Press, 807 pp

Lindquist, E.E., Krantz, G.W. and Walter, D.E. (2009) Order Mesostigmata. In: G. W. Krantz and W. D. Walter (Eds), A Manual of Acarology. Lubbock: Texas Tech. University Press, pp. 124–232.

Lavelle et, P, and B Kohlmann. 1984. "Étude Quantitative de La Macrofaune Du Sol Dans Une Forêt Tropicale Humide Du Mexique (Bonampak, Chiapas)." Pedobiologia 27 (6): 377–93.https://doi.org/10.1016/s0031-4056(23)06956-1.

Lugo, Luis. 2017. "Interpretación Conceptual Del Estado Actual de La Biorremediación Realizada Por Microorganismos Sobre Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos Derivados Del Petróleo," 1–99.

MAE. 2012. "Sistema de Clasificación de Los Ecosistemas Del Ecuador Continental MINISTERIO." Subsecretaría de Patrimonio Natural, 186.https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf.

MAE, Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2010. Cuarto Informe Nacional Para El Convenio Sobre La Diversidad Biológica. Ministerio De Ambiente. Vol. I.https://www.cbd.int/doc/world/ec/ec-nr-04-es.pdf.

Mancina, Carlos, and Daryl Cruz. 2017. Diversidad Biológica de Cuba. Métododos de Inventario, Monitoreo y Colecciones Biológicas.

Melo-Molina, Elsa Liliana. 2022. "Edaphic Mites (Acari: Mesostigmata: Gamasina) from Three Regions of Ecuador.," 108.

Melo-Molina, Elsa Liliana. 2011. "Biodiversidad de Nematodos En Suelos de Ambientes Cultivado, Ecotono y Bosque Prístino y Su Potencial Para Controlar Chisas (Coleoptera:Melolonthidae)," 123.https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7515/1/T-ESPE-047405.pdf.

Mettler Toledo. 2008. "Guide to Moisture Analysis Fundamentals and Applications." Mettler-Toledo GmbH, 1–57. papers3://publication/uuid/7E24B79D-4D0D-4932-9D3E-18C9DDB77B9E.

Moreira, Fatina, Huising Jeroen, and Bignell David. 2012. "Manual de Biologia de Suelos Tropicales Muestreos y Caraterizacion de La Biodiversidad Bajo Suelo."

Myers, Norman. 1990. "The Biodiversity Challenge: Expanded Hot-Spots Analysis." The Environmentalist 10 (4): 243–56.https://doi.org/10.1007/BF02239720.

Nicosia, Salvador, Liliana Beatriz Falco, Ricardo Castro Huerta, Rosana Veronica Sandler, and Carlos Eduardo Coviella. 2020. "Mesofauna Community Structure in Two Soils with Different Use Intensity." Ciencia Del Suelo 38 (1): 72–80.

Palacios-Vargas, J.G. 1991. Introducción a los insec- tos sin alas (Protura, Diplura, Collembola, Thysanura). Facultad de Ciencias, UNAM. Méxi- co. 23 p.

Pacheco, Tatiana. 2012. "Diversidad Morfológica Del Café y de Su Mesofauna Asociada, Distribuida En El Sur de Ecuador."

Romero Diego. 2017. "Evaluaciónn de La Macrofauna En El Suelo de Las Chacras Familiares En La Comunidad Fakcha Llakta." Journal of Materials Processing Technology 1 (1): 1–8.

http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252%0Ahttp://dx.doi.o.

Santos, Jandir Cruz. 2013. "Ácaros (Arthropoda: Acari) Edáficos Do Estado de Alagoas, Com Ênfase Nos Mesostigmata."

Scheu, Stefan. 2002. "Effects of Earthworms on Plant Growth: Patterns and Perspectives." Pedobiologia 47 (5–6): 846–56.https://doi.org/10.1078/0031-4056-00270.

Schulze, Ernst-Detlef, Erwin Beck, Nina Buchmann, Stephan Clemens, Klaus Müller-Hohenstein, and Michael Scherer-Lorenzen. 2005. Plant Ecology. Nature. Vol. 111.https://doi.org/10.1038/111827b0.

Serafín, Sánchez Pérez. 2014. "Análisis Físico - Químicos de Suelos y Sedimentos."

Soil Science. 2010 [en línea]. A Munsell color book can be used to determine the hue, value and chroma of a soil. [Consulta: 8 Enero 2024]. Disponible en:https://www.flickr.com/photos/soilscience/5097001851

Socarras, A. 2013. "Soil Mesofauna: Biological Indicator of Soil Quality." Pastos y Forrajes 36 (1): 5-13(Es), 14-21(En).

Socarrás, Ana. 2013. "Soil Mesofauna: Biological Indicator of Soil Quality." Pastos y Forrajes 36 (1): 5-13(Es), 14-21(En).

Socarrás, Ana, and N Robaina. 2011. "Caracterización de La Mesofauna Edáfica Bajo Diferentes Usos de La Tierra En Suelo Ferralítico Rojo de Mayabeque y Artemisa." Pastos y Forrajes 34 (2): 185–97.

Troya, A., F. Bersosa, and L. Espinoza. 2016. "Insectos de Los Remanentes de Bosques Secos Andinos Del Norte de Ecuador." Ecosistemas 25 (2): 79–82.https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-2.10.

Troya, Adrian, Fabian Bersosa, and Mauricio Vega. 2011. "Diversidad Preliminar de Artropodos En Los Remanentes de Bosques Secos Andinos Del Valle Del Chota En El Norte Del Ecuador." Revista Politecnica 30 (3): 120–35.

Usher, Michael B., Andrew R.J. Sier, Mike Hornung, and Peter Millard. 2006. "Understanding Biological Diversity in Soil: The UK's Soil Biodiversity Research Programme." Applied Soil Ecology 33 (2): 101–13.https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2006.03.006.

Vallejo, Marco. 2010. "Diversidad Biológica Del Ecuador," 1–4.https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/diversidad-biologica-del-ecuador/diversidad-biologica-del-ecuador.pdf.

Villacreses, Gabriela. 2012. "Propuesta de Modelo de Gestión Institucional Para El Plan de Desarrollo y Ordenmiento Territorial Del Cantón Cascales Provincia de Sucumbíos, 2011-2030." Pontificia Niversidad Católica Del Ecuador, 1–155.http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10858/6.79.001240.pdf?sequence=4&isAllowed=.

Zerbino, S., N. Altier, A. Morón, and C. Rodríguez. 2008. "Evaluación de La Macrofauna Del Suelo En Sistemas de Producción En Siembra Directa y Con Pastoreo." Agrociencia 12 (1): 44–55.https://doi.org/10.31285/agro.12.744.

Www.uvademesa.cl. (2011). Humedad disponible al tacto del suelo como porcentaje de la capacidad de agua disponible en relacion a la tectura del suelo.