



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE MORONA SANTIAGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**INCIDENCIA DE LA MESOFAUNA EN EL ALMACENAMIENTO  
DE CARBONO ORGÁNICO TOTAL EN EL ACUS BOSQUE  
DOMONO, PARROQUIA GENERAL PROAÑO**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para obtener el grado académico de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

**DENILSON EDUARDO CHAMBA OBELENCIO**

Macas-Ecuador

2024



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE MORONA SANTIAGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**INCIDENCIA DE LA MESOFAUNA EN EL ALMACENAMIENTO  
DE CARBONO ORGÁNICO TOTAL EN EL ACUS BOSQUE  
DOMONO, PARROQUIA GENERAL PROAÑO**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para obtener el grado académico de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:** DENILSON EDUARDO CHAMBA OBELENCIO

**DIRECTORA:** Ing. XIMENA RASHELL CAZORLA VINUEZA

Macas-Ecuador

2024

© 2024, Denilson Eduardo Chamba Obelencio

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Denilson Eduardo Chamba Obelencio, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Macas, 05 de junio de 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Denilson', with a stylized flourish at the end.

**Denilson Eduardo Chamba Obelencio**  
**190090343-4**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE MORONA SANTIAGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **INCIDENCIA DE LA MESOFAUNA EN EL ALMACENAMIENTO DE CARBONO ORGÁNICO TOTAL EN EL ACUS BOSQUE DOMONO, PARROQUIA GENERAL PROAÑO**, realizado por el señor: **DENILSON EDUARDO CHAMBA OBELENCIO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Luis Alberto Quevedo Báez <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2024-06-05
Ing. Ximena Rashell Cazorla Vinueza <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-06-05
Ing. Miguel Ángel Osorio Rivera <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-06-05

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico principalmente a mi amada madre, cuyo amor incondicional, apoyo constante y sacrificios han sido mi fuente de inspiración y fortaleza a lo largo de mi vida. A mi querido padre, cuya sabiduría, ejemplo de trabajo arduo y valores morales me han guiado en cada paso de mi camino. A mis queridos hermanos, quienes han sido mis compañeros de aventuras, su apoyo y aliento han sido fundamentales en este viaje académico. A todos ustedes, les dedico este logro con profundo agradecimiento y amor.

Denilson

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios y a todas las personas que de alguna manera colaboraron en la elaboración de este trabajo de Integración Curricular. En primer lugar, deseo reconocer el invaluable apoyo y orientación brindados por mi directora de tesis, Rashell Cazorla, y mi asesor Miguel Osorio a lo largo de todo este proceso. Sus consejos y sugerencias fueron de vital importancia para el desarrollo de este proyecto académico. Asimismo, no puedo dejar de agradecer el apoyo incondicional de mi familia, quienes estuvieron siempre presentes, brindándome amor, comprensión y paciencia. A mi padre Rodrigo y mi madre Corina, quienes son mi ejemplo de perseverancia y sacrificio, y a mis hermanos, por su constante respaldo y complicidad en cada paso de este camino académico. Su apoyo inquebrantable ha sido fundamental para mi éxito. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento por su invaluable contribución y apoyo durante este importante proceso de mi vida.

Denilson

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLA .....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>3</b>
<b>1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Planteamiento del Problema .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Objetivos .....</b>	<b>4</b>
<i>1.2.1 Objetivo General.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>4</i>
<b>1.3 Justificación .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Hipótesis.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>6</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Bases conceptual.....</b>	<b>6</b>
<i>2.1.1 Suelo .....</i>	<i>6</i>
<i>2.1.2 Carbono orgánico.....</i>	<i>6</i>
<i>2.1.3 Mesofauna.....</i>	<i>6</i>
<i>2.1.4 Parámetros físicos del suelo.....</i>	<i>7</i>
<i>2.1.5 Bosques .....</i>	<i>7</i>
<i>2.1.6 Cambio climático.....</i>	<i>7</i>
<b>2.2 Bases teóricas.....</b>	<b>7</b>



2.2.1	<i>Formación del suelo</i> .....	8
2.2.2	<i>Clasificación del suelo</i> .....	8
2.2.2.1	<i>Suelo arcilloso</i> .....	8
2.2.2.2	<i>Suelo franco</i> .....	8
2.2.2.3	<i>Suelo arenoso</i> .....	8
2.2.3	<i>Suelos de la región amazónica ecuatoriana</i> .....	8
2.2.4	<i>Ciclo del carbono</i> .....	9
2.2.4.1	<i>Carbono en el suelo</i> .....	9
2.2.5	<i>Mesofauna</i> .....	10
2.2.5.1	<i>Principales grupos de la mesofauna</i> .....	10
2.2.5.2	<i>Ácaros y colémbolos</i> .....	10
2.2.5.3	<i>Importancia de la mesofauna en el suelo</i> .....	10
2.2.6	<i>Parámetros físicos</i> .....	11
2.2.6.1	<i>Humedad</i> .....	11
2.2.6.2	<i>Textura</i> .....	11
2.2.6.3	<i>Densidad aparente</i> .....	11
2.2.6.4	<i>Densidad real</i> .....	11
2.2.6.5	<i>Porosidad</i> .....	12
2.2.6.6	<i>Color</i> .....	12
2.2.7	<i>Bosques</i> .....	12
2.2.7.1	<i>Tipos de bosques</i> .....	12
2.2.7.1.1	<i>Bosques tropicales</i> .....	12
2.2.8	<i>Áreas de Conservación y uso Sustentable</i> .....	13
2.2.9	<i>Cambio climático</i> .....	13
2.2.9.1	<i>Gases de efecto invernadero</i> .....	13
<b>CAPITULO III</b> .....		<b>14</b>
<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Enfoque</b> .....	<b>14</b>

3.2	Alcance .....	14
3.3	Nivel de investigación.....	14
3.4	Diseño .....	15
3.4.1	<i>Identificaciones variables</i> .....	15
3.5	Población y muestra.....	15
3.5.1	Área de estudio .....	15
3.5.2	<i>Ubicación geográfica</i> .....	16
3.5.3	<i>Puntos de muestreo</i> .....	17
3.5.3.1	<i>Ubicación de Puntos de Muestreo</i> .....	17
3.6	Materiales y equipos .....	18
3.7	Métodos.....	19
3.7.1	<i>Consideraciones para el muestreo de suelo</i> .....	19
3.7.1.1	<i>Delimitación de Áreas homogéneas</i> .....	19
3.7.1.2	<i>Muestreo sistemático espacial en zigzag</i> .....	19
3.7.1.3	<i>Muestra compuesta</i> .....	20
3.7.1.4	<i>Almacenamiento y transporte</i> .....	20
3.7.2	<i>Muestreo para la caracterización física del suelo</i> .....	20
3.7.2.1	<i>Humedad</i> .....	20
3.7.2.2	<i>Textura</i> .....	21
3.7.2.3	<i>Densidad</i> .....	22
3.7.2.3.1	<i>Densidad aparente</i> .....	22
3.7.2.3.2	<i>Densidad Real</i> .....	23
3.7.2.4	<i>Porosidad</i> .....	23
3.7.2.5	<i>Determinación de color</i> .....	24
3.7.3	<i>Identificación de mesofauna</i> .....	24
3.7.3.1	<i>Inventario de la mesofauna</i> .....	25
3.7.3.2	<i>Densidad Poblacional</i> .....	25
3.7.3.3	<i>Índice de Diversidad de Shannon</i> .....	25
3.7.4	<i>Correlación del carbono</i> .....	26

3.7.4.1	<i>Análisis del Carbono</i> .....	26
3.7.4.2	<i>Correlación del Índice de Shannon y el almacenamiento de carbono</i> .....	26
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		<b>27</b>
<b>3.</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>Procesamiento, análisis e interpretación de resultados</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1.1</b>	<i>Parámetros físicos</i> .....	<b>27</b>
<b>4.1.1.1</b>	<i>Humedad</i> .....	<b>27</b>
<b>4.1.1.2</b>	<i>Textura</i> .....	<b>28</b>
<b>4.1.1.3</b>	<i>Densidad</i> .....	<b>29</b>
<b>4.1.1.4</b>	<i>Porosidad</i> .....	<b>30</b>
<b>4.1.1.5</b>	<i>Color</i> .....	<b>30</b>
<b>4.1.2</b>	<i>Identificación de la mesofauna edáfica</i> .....	<b>31</b>
<b>4.1.2.1</b>	<i>Densidad poblacional</i> .....	<b>33</b>
<b>4.1.2.2</b>	<i>Índice de Shannon (H')</i> .....	<b>34</b>
<b>4.1.3</b>	<i>Determinación del Carbono</i> .....	<b>34</b>
<b>4.1.4</b>	<i>Correlación del carbono y la mesofauna</i> .....	<b>35</b>
<b>4.2</b>	<b>Discusión</b> .....	<b>36</b>
<b>4.3</b>	<b>Comprobación de la hipótesis</b> .....	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO V</b> .....		<b>40</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>40</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>40</b>
<b>5.2</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>41</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		
<b>ANEXOS</b> .....		

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 3-1:</b> Puntos de muestreo de suelo.....	17
<b>Tabla 3-2:</b> Materiales y equipos empleados en la investigación .....	18
<b>Tabla 4-1:</b> Determinación del color del suelo.....	31
<b>Tabla 4-2:</b> Recuento de la mesofauna edáfica.....	32
<b>Tabla 4-3:</b> Densidad poblacional por zonas .....	33
<b>Tabla 4-4:</b> Resultados del Índice de Shannon.....	34

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 3-1:</b> ACUS bosque Domono .....	16
<b>Ilustración 3-2:</b> Mapa de ubicación del área de estudio .....	16
<b>Ilustración 3-3:</b> Ubicación geográfica de puntos de muestreo .....	18
<b>Ilustración 3-4:</b> Triangulo textural .....	22
<b>Ilustración 4-1:</b> Porcentaje de humedad del suelo.....	27
<b>Ilustración 4-2:</b> Porcentaje de arena, arcilla y limo.....	28
<b>Ilustración 4-3:</b> Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) del suelo.....	29
<b>Ilustración 4-4:</b> Densidad real (g/cm <sup>3</sup> ) del suelo .....	29
<b>Ilustración 4-5:</b> Porcentaje de porosidad en el suelo.....	30
<b>Ilustración 4-6:</b> Distribución de individuos por orden en el ACUS Domono .....	33
<b>Ilustración 4-7:</b> Niveles de carbono por zonas de estudio.....	35

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A.** SOLICITUD AL GMCM PARA LA AUTORIZACIÓN DE INGRESO AL ACUS  
BOSQUE DOMONO

**ANEXO B.** TOMA DE MUESTRAS DE SUELO PARA ANÁLISIS FÍSICOS

**ANEXO C.** TOMA DE MUESTRAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA MESOFAUNA

**ANEXO D.** ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE CARBONO EN EL SUELO

**ANEXO E.** ANÁLISIS DE LA TEXTURA DEL SUELO

**ANEXO F.** ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO

**ANEXO G.** DETERMINACIÓN DE LA MESOFAUNA DEL SUELO

## RESUMEN

Las actividades antropogénicas disminuyen significativamente la capacidad de almacenamiento de carbono en el suelo, contribuyendo al aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Estos cambios afectan la calidad del suelo y la diversidad de organismos como la mesofauna, produciendo una disminución de la descomposición de la materia orgánica, por lo tanto, el objetivo de la investigación fue determinar la incidencia de la mesofauna en el almacenamiento de carbono orgánico total en el suelo del bosque Área de Conservación y Uso sostenible (ACUS) Domono. La metodología empleada se realizó con un enfoque mixto mediante análisis cuantitativos para la identificación taxonómica de la mesofauna y cualitativos para identificar la relación numérica entre la mesofauna y el carbono mediante el coeficiente de correlación de Pearson, denotando un nivel de investigación correlacional ya que se manipularon las variables entre sí. Además, se utilizó un diseño no experimental debido a que no existió una manipulación directa de las variables, por lo que se procedió a realizar cinco zonas de estudio con cuatro puntos de muestreo en cada zona para la formación de una muestra compuesta para posteriormente realizar los análisis en el laboratorio. Donde los resultados sobre la caracterización física mostraron que el suelo presenta condiciones óptimas para el desarrollo de la vegetación y organismos, en cuanto a la mesofauna se identificó 360 individuos en total, presentando una mayor diversidad de mesofauna y un mayor porcentaje de carbono orgánico en la zona 1, mientras que en la zona 2 presenta un índice de diversidad bajo con un menor porcentaje de carbono. En este contexto se concluye que existe una relación positiva entre la cantidad de carbono y la presencia de la mesofauna presentando un coeficiente de correlación lineal fuerte entre las variables, resaltando la importancia de la conservación de los ecosistemas.

**Palabras Clave:** < MESOFAUNA >, < CARBONO ORGÁNICO >, < BOSQUE TROPICAL >, < SUELO FRANCO ARENOSO >, < ÁREA DE CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE (ACUS) >.

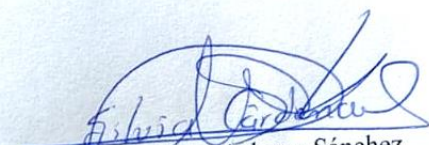
0764-DBRA-UPT-2024



## ABSTRACT

Anthropogenic activities significantly decrease the carbon storage capacity of the soil, contributing to the increase of greenhouse gases in the atmosphere. These changes affect soil quality and the diversity of organisms such as mesofauna, producing a decrease in the decomposition of organic matter. Therefore, the aim of the research was to determine the incidence of mesofauna on total organic carbon storage in the soil of the Domono Conservation and Sustainable Use Area (ACUS) forest. The methodology employed was carried out with a mixed approach using quantitative analyses for the taxonomic identification of the mesofauna and qualitative analyses to identify the numerical relationship between mesofauna and carbon using Pearson's correlation coefficient, denoting a correlational level of research since the variables were manipulated among themselves. In addition, a non-experimental design was used because there was no direct manipulation of the variables, so five study zones were carried out with four sampling points in each zone for the formation of a composite sample for subsequent analysis in the laboratory. The results of the physical characterization showed that the soil presents optimal conditions for the development of vegetation and organisms. As for the mesofauna, a total of 360 individuals were identified, presenting a greater diversity of mesofauna and a higher percentage of organic carbon in zone 1, while zone 2 presents a low diversity index with a lower percentage of carbon. In this context, it is concluded that there is a positive relationship between the amount of carbon and the presence of mesofauna presenting a strong linear correlation coefficient between the variables, highlighting the importance of ecosystem conservation.

**Key words:** < MESOFAUNA >, < ORGANIC CARBON >, < TROPICAL FOREST >, < SANDY FRANCH SOIL >, < CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE AREA (ACUS) >.



Silvia Elizabeth Cárdenas Sánchez  
C.I 0603927351



## INTRODUCCIÓN

Ecuador alberga una amplia diversidad de Áreas de Conservación y Uso Sustentable (ACUS), como parques, reservas ecológicas y bosques los cuales desempeñan un papel importante en la mitigación del cambio climático y la preservación de especies en peligro de extinción (Columba, 2013). Es uno de los países con mayor extensión dedicada a la conservación, abarcando 46 áreas, incluidas más de 5'143,700 hectáreas de tierra y 13'100,000 hectáreas de área marina (Yáñez 2016, p. 45). Centrando esta investigación en el ACUS bosque Domono, la cual está conformada por 80.7693 hectáreas de las cuales se dividen en 55.5781 hectáreas al norte y 25.197 hectáreas al sur, siendo el área norte donde se centró la investigación (GAD Morona, 2021, p. 18).

Los bosques cumplen una función esencial en la absorción de carbono almacenando aproximadamente un 25% del mismo, del total de la biosfera terrestre (Jiménez, 2021, p. 320). El carbono interviene en los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo, el cual es absorbido de la atmósfera a través de la fotosíntesis de las plantas, las cuales al descomponerse gracias a la presencia de microorganismos llegando así a almacenar grandes cantidades de carbono en el suelo contribuyendo al ciclo del carbono para ayudar a mantener un equilibrio de los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, contribuyendo a la regulación del clima (Vargas-Larreta et al. 2023). Sin embargo, actividades antropogénicas como la quema de combustibles fósiles, la agricultura, la ganadería y la deforestación aumentan los niveles de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, lo que contribuye a un aumento en el cambio climático (Ocaña, 2016, p. 15).

El suelo es un importante reservorio de carbono, gracias a la presencia de microorganismos como la microfauna, mesofauna y macrofauna, los cuales son un factor esencial para la descomposición de la materia orgánica presente en el suelo. Debido a que la presencia de materia orgánica es directamente proporcional al porcentaje de carbono orgánico (Ojeda & Pascual 2017). Estos organismos cumplen diferentes funciones importantes en los distintos procesos del ecosistema como la estructura del suelo y la aireación, de los cuales se destacará a aquellos organismos como la mesofauna, los cuales hacen referencia a individuos que oscilan entre 0.1 mm a 2 mm de diámetro (Chillo, 2015, p. 6).

De acuerdo con (Socarrás, 2013, p. 14) la mesofauna del suelo puede ser considerada un excelente indicador de la calidad del suelo, debido a que gran parte de estos grupos son sensibles a cualquier alteración que se pueda presentar dentro de los ecosistemas ya sea de manera natural o antropogénica. Por lo tanto, comprender la relación entre la mesofauna y el almacenamiento de

carbono orgánico en el Área de Conservación y Uso Sostenible Bosque Domono no solo contribuirá conocimientos valiosos a la ecología de estos ecosistemas, sino que también mostrará la importancia de estos recursos naturales para determinar una calidad de suelo productible. Al considerar la contribución de estos organismos a la dinámica del carbono, podemos avanzar hacia enfoques más holísticos para la conservación y regeneración de suelos deteriorados, reconociendo la importancia de cada componente, incluso aquellos que escapan de las observaciones, ya que estos bosques ayudan a mantener un equilibrio en el ciclo del carbono (Chávez et al. 2018, p. 44).

Por lo que esta investigación tiene como objetivo determinar los niveles de carbono en base a la presencia de la mesofauna que se encuentre presente en el suelo, mediante los métodos cuantitativo y cualitativo los cuales nos permitirá obtener datos sobre la cantidad de mesofauna presente en cada muestra representativa del área de estudio y así poder hacer una correlación para determinar si la presencia de estos organismos influye en los niveles de carbono orgánico total en el ACUS Bosque Domono.

## CAPITULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del Problema

Las emisiones de  $CO_2$  y otros gases de efecto invernadero son los principales responsables del cambio climático a escala global. El aumento de la concentración de estos gases en la atmósfera ha provocado un incremento en el calentamiento del planeta, ocasionado cambios notables en los patrones climáticos. Las distintas actividades antropogénicas, como la quema de combustibles fósiles, la deforestación, la agricultura intensiva e industrias, liberan grandes cantidades de carbono a la atmósfera, contribuyendo así al aumento de los gases de efecto invernadero (Orjuela, 2018). En este contexto, algunos ecosistemas como los bosques y los suelos actúan como sumidero de carbono, es decir, capturan y almacenan grandes cantidades de carbono atmosférico, estimando que los suelos son capaces de secuestrar alrededor de 1 500 Petagramos de Carbono en el primer metro de profundidad del suelo (FAO, 2017, p. 1).

Sin embargo, las alteraciones de los usos de suelos en áreas de conservación y uso sostenible podrían provocar la disminución entre un 40-75% del carbono del suelo, por lo que sería necesario evaluar los cambios en el suelo para determinar la capacidad de almacenamiento de carbono, debido a que el suelo es uno de los reservorios de carbono más importantes en los ecosistemas (Barrales-Brito et al. 2020). Las consecuencias principales de la alteración del suelo por actividades antropogénicas se deben a que el carbono acumulado en la vegetación se escapa a la atmósfera. Siendo los cambios de usos de suelo uno de los principales causantes del cambio climático ya que produce una gran pérdida de carbono del suelo, el cual conlleva a diversas transformaciones tanto en la atmósfera como en el ecosistema (Santillán, 2017).

Las alteraciones al suelo por distintas actividades, llega a afectar la calidad del suelo provocando una alteración en la presencia de organismos presentes en la zona como la macrofauna, mesofauna y microfauna. Esta reducción en la cantidad de organismos conlleva a la disminución del proceso de descomposición de la materia orgánica, produciéndose una disminución de la descomposición de la materia ya que estos cambios de uso de suelo producen una pérdida de diversidad (Cantú & Yáñez 2018, p. 124).

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo General***

Determinar la incidencia de la mesofauna para el almacenamiento de carbono orgánico total en el suelo ACUS Bosque Domono, Parroquia General Proaño.

### ***1.2.2 Objetivos Específicos***

- Caracterizar el suelo mediante análisis físicos en el Área de Conservación y Uso Sostenible Bosque Domono parroquia General Proaño.
- Identificar la mesofauna existente en el suelo del Área de Conservación y Uso Sostenible Bosque Domono mediante la metodología Biología y Fertilidad de Suelos Tropicales (TSBF).
- Correlacionar el almacenamiento de Carbono Orgánico en relación con la mesofauna presente en el suelo del Área de Conservación y Uso Sostenible Bosque Domono.

## **1.3 Justificación**

En la actualidad, las emisiones de  $CO_2$  van en constante aumento, por lo que surge la necesidad de mitigar esta problemática medioambiental, en la presente investigación se enfocará en la relación de la captación de carbono en el suelo del Área de Conservación y Uso Sostenible del bosque Domono mediante una relación con la presencia de la mesofauna presente en la zona y la captación de carbono mediante la capacidad de degradación de estos microorganismos destacando la importancia en el contexto del ciclo del carbono y la regulación del cambio climático, dado que estos organismos desempeñan una función fundamental en la descomposición de la materia orgánica en el suelo (Hernández, 2009).

La mesofauna contribuye a la descomposición de materiales orgánicos, como hojas caídas, restos de plantas. A medida que estos materiales se descomponen, parte del carbono orgánico se almacena en el suelo en forma de materia orgánica. Siendo así que la descomposición y fragmentación de materia orgánica, contribuye a la formación de humus a lo largo del tiempo que tarda en descomponerse. Debido a que la materia en descomposición se puede transformar en carbono el cual está presente en el humus, carbono inorgánico y en la materia orgánica, ayudando así a mitigar el exceso de dióxido de carbono en la atmósfera (Glez, 2023).

La actividad de la mesofauna también juega un papel importante en la mejora de la estructura del suelo, formando galerías y túneles. Los cuales pueden aumentar la porosidad y permitir una mejor circulación de agua y aire. Este ambiente favorable promueve la actividad microbiana y la descomposición de la materia orgánica, lo que a su vez puede llegar a aumentar la cantidad de almacenamiento de carbono en el suelo (Nicosia et al., 2020).

#### **1.4 Hipótesis**

- Hipótesis Nula ( $H_0$ ): La presencia y actividad de la mesofauna en el suelo no incrementa la tasa de descomposición de la materia orgánica, lo que conduce a un menor almacenamiento de carbono orgánico en los ecosistemas terrestres
- Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): La presencia y actividad de la mesofauna en el suelo incrementa la tasa de descomposición de la materia orgánica, lo que conduce a un mayor almacenamiento de carbono orgánico en los ecosistemas terrestres.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Bases conceptual

##### 2.1.1 Suelo

El suelo es un factor esencial que desempeña un papel fundamental como medio de soporte de las plantas y otros organismos, lo que le convierte en un factor clave para el correcto desarrollo de los cultivos agrícolas (Moreno, González y Egido 2015). No obstante, debido a su fragilidad y su lenta capacidad de regeneración, es reconocido como un recurso no renovable en el cual ocurren procesos físicos, químicos y biológicos (Zambrano, 2020, p. 18). Este recurso está compuesto por distintos horizontes, que se forman a lo largo de extensos periodos como producto de la interacción del tiempo combinado con el clima, la topografía y los organismos presentes, llegando así a formar distintos tipos de suelos (Unzueta, 2021, p. 20).

##### 2.1.2 Carbono orgánico

El carbono es un componente químico fundamental para la vida en nuestro planeta y desempeña un papel crucial en una amplia gama de procesos naturales y sistemas biológicos. Las plantas absorben el  $CO_2$  de la atmosfera, la cual se descompone a través de la descomposición de los desechos producidos por la planta, lo cual contribuye a un mayor almacenamiento de carbono orgánico (Martínez & Fernández 2005, p. 77,78). El suelo, desempeña un papel esencial en el ciclo del carbono, debido que es primordial para el almacenamiento de carbono, ya que ayuda capturando un porcentaje del 69.8 % del ecosistema que lo rodea (Martínez H, Fuentes E & Acevedo H 2008, p. 69).

##### 2.1.3 Mesofauna

La mesofauna es un grupo de organismos pequeños de tamaño que oscila entre 0.1 a 2 milímetros, que habitan en el suelo, en los cuales destacan los colémbolos ya son esenciales para la determinación de calidad del suelo sin embargo, estos son sensibles a cambios a alteraciones tanto naturales como antropogénicas (Socarrás, 2013, pp. 5-6). Por otra parte, son esenciales para la salud y la fertilidad del suelo, ya que descomponen materiales orgánicos, liberan nutrientes y participan en procesos biogeoquímicos. Además, la presencia y diversidad de la mesofauna pueden servir

como indicadores de la calidad del suelo y la biodiversidad en un ecosistema (Chillo 2015, p. 11).

#### ***2.1.4 Parámetros físicos del suelo***

Las propiedades físicas de los suelos son características que se pueden medir o evaluar sin alterar la composición química del suelo. Estas propiedades ofrecen información valiosa sobre la textura, estructura, porosidad y otros aspectos físicos del suelo. Mediante medidas cuantitativas que describen diversas características físicas de un sistema o sustancia. Estas propiedades determinan la capacidad de muchos de los usos del suelo, determinado la rigidez, la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y la retención de nutrientes (Urriola, 2020, p. 1,2).

#### ***2.1.5 Bosques***

Los bosques abarcan una gran parte de la superficie terrestre, representando alrededor del 30% del área total del planeta. Los caracterizados por una alta densidad de árboles y una variedad de plantas, animales y microorganismos que interactúan entre sí. Estos ecosistemas desempeñan un papel fundamental en la salud del planeta y proporcionan una amplia gama de servicios ecológicos. Los bosques están dominados por árboles, pero también incluyen arbustos, hierbas, líquenes, musgos y una diversidad de organismos vivos que interactúan en un hábitat complejo. Los bosques también actúan como sumideros de carbono, ayudando a reducir la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera y así contribuyen a la regulación del clima al absorber dióxido de carbono y liberar oxígeno durante la fotosíntesis (Pérez, García & Sayer 2007, p. 81).

#### ***2.1.6 Cambio climático***

Según (Díaz, 2012, p. 229) el cambio climático hace referencia a modificaciones en cualquier aspecto del clima del planeta, el cual puede ser provocado por cualquier actividad antropogénica tanto directa como indirecta, llegando a provocar cambios notables en ciertos periodos de tiempo transcurrido. Por otra parte, según (González & Meira 2019, p. 157) el cambio climático en un tema de suma importancia de interés científico que va tomando fuerza en la actualidad ya que este afecta en gran parte a las actividades humanas, sin embargo, debido al desconocimiento de la importancia de este fenómeno existe una baja acogida en el ámbito social y político.

### **2.2 Bases teóricas**

### ***2.2.1 Formación del suelo***

La formación del suelo o también conocida como pedogénesis es un proceso complejo que ocurre a lo largo del tiempo debido a la interacción de varios factores geológicos, climáticos, biológicos y topográficos, los cuales están formados por distintos horizontes compuestos por material orgánico e inorgánico (Figueroa et al. 2018, p. 288).

### ***2.2.2 Clasificación del suelo***

#### ***2.2.2.1 Suelo arcilloso***

Se denomina arcilla a las partículas sólidas con un diámetro inferior a 0.002 mm según las normas AASHTO, y su masa exhibe la propiedad de volverse plástica al mezclarse con agua (Paz. 2010, p. 8). Desde un punto de vista químico, consiste en un silicato de alúmina hidratado, aunque en algunas instancias puede contener silicatos de hierro o de magnesio en estado hidratado. Estos suelos, caracterizados por su baja permeabilidad, se componen sobre todo por silicatos de aluminio en estado hidratado. Ocasionalmente, también pueden contener silicatos de magnesio, hierro y otros metales en estado hidratado (Cotto, 2020, p. 7).

#### ***2.2.2.2 Suelo franco***

El suelo franco hace referencia a los suelos que se encuentra con porcentajes adecuados tanto de entre 30 % a 50 % de arena y limo y un porcentaje de arcilla que oscile entre 7 % y 20 %. Esta mezcla equilibrada le confiere propiedades que lo hacen adecuado para el cultivo de una variedad de plantas. Por otra parte, estos suelos francos suelen tener una textura suave y esponjosa (Barrientos & Rojas 2020, p. 23).

#### ***2.2.2.3 Suelo arenoso***

El suelo arenoso es un tipo de suelo que se caracteriza por tener un alto porcentaje de partículas de arena. Siendo la arena la fracción más grande de las partículas del suelo, afectando así sus propiedades físicas y químicas. Debido a que las mismas tienen una textura rugosa al tacto por lo que son suelos con baja retención de nutrientes y agua (Barrientos & Rojas 2020, p. 23,24).

### ***2.2.3 Suelos de la región amazónica ecuatoriana***

La región amazónica de Ecuador, que abarca aproximadamente el 45 % del territorio del país, el



cual se destaca como una de las mayores reservas ecológicas. Esto se debe principalmente a su abundante biodiversidad y presencia de especies endémicas, así como a su elevado potencial para proporcionar servicios ecosistémicos esenciales que son vitales para mantener a las poblaciones locales. No obstante, lamentablemente, esta área ha experimentado tasas significativas de deforestación y cambios en el uso del suelo, con consecuencias negativas en términos de impacto sobre la biodiversidad, los recursos hídricos y los suelos, lo que ha llevado a la disminución o pérdida de la capacidad de los ecosistemas para ofrecer sus servicios ecosistémicos (Bravo, Ramírez, et al. 2017, p. 3,4).

#### ***2.2.4 Ciclo del carbono***

El ciclo del carbono es un proceso biogeoquímico que se basa en la circulación y transformación del carbono entre la atmósfera, los océanos, la biosfera (organismos vivos) y la litosfera (la corteza terrestre). Este ciclo es esencial para mantener el equilibrio del carbono en la Tierra y es crucial para la vida tal como la conocemos (Paz, Velázquez & Rojo 2018, p. 277).

##### ***2.2.4.1 Carbono en el suelo***

El carbono orgánico del suelo (COS) constituye una fracción importante en cuanto al ciclo del carbono (intercambio de carbono a través del suelo, la vegetación, el océano y la atmósfera). Estimando que el suelo almacena alrededor de 1,500 Pg de carbono orgánico en el primer metro de suelo, superando la cantidad de carbono presente en la atmósfera (aproximadamente 800 Pg C) y en la vegetación terrestre (500 Pg C) siendo así el suelo el segundo reservorio de carbono más importante en el mundo (FAO, 2017, p. 1). La actividad agrícola y ganadera inadecuada, tanto en Ecuador como a nivel global, podría poner en peligro la capacidad de los suelos para retener carbono orgánico. Esto podría resultar en la pérdida de carbono orgánico del suelo y, por lo tanto, en la erosión del suelo. Esta disminución en el carbono orgánico no solo afecta la salud y la productividad del suelo, sino que también contribuye al empeoramiento del cambio climático (Loayza et al. 2020, p. 2).

Dado que el suelo constituye el principal almacén de carbono en la tierra, la presencia de carbono juega un papel crucial en estos ecosistemas. La cantidad de carbono presente tiene un impacto significativo en la calidad del suelo, ya que una concentración elevada de carbono orgánico se traduce en un suelo de mayor calidad en términos de fertilidad, biodiversidad y productividad. Además, análisis precisos de las variaciones en el carbono orgánico del suelo pueden ofrecer

información clave sobre el cambio climático (Jin et al. 2024).

## **2.2.5 Mesofauna**

### *2.2.5.1 Principales grupos de la mesofauna*

La mesofauna se refiere a una categoría zoológica que incluye organismos que pasan toda su vida en el suelo, como ácaros, colémbolos, sínfilos, proturos, dipluros y polixénidos, con un tamaño que varía entre 0,1 y 2,0 mm de diámetro. Estos grupos pueden considerarse como indicadores biológicos de la estabilidad y fertilidad del suelo. Donde los más comunes son los caros y colémbolos especialmente destacados como los principales representantes de esta fauna (Socarrás, 2013, pp. 4-5).

### *2.2.5.2 Ácaros y colémbolos*

Estos grupos de artrópodos son los más prevalentes en suelos de diversos tipos, pero su presencia tiende a ser más abundante en regiones cálidas. Se hallan principalmente en la capa superior de hojarasca suelta, situada entre 1 y 1,5 cm por encima del suelo. Estos microartrópodos desempeñan un papel crucial en la descomposición de la materia vegetal y en la movilización de nutrientes a través de procesos como la fragmentación, la ingestión y la deposición de heces. Además, dada su susceptibilidad a las alteraciones en el suelo, estos grupos son valiosos para proporcionar información que contribuye a evaluar la calidad de los ecosistemas terrestres (Ortiz et al. 2024, pp. 1-2).

### *2.2.5.3 Importancia de la mesofauna en el suelo*

La mesofauna cumple un papel importante en la descomposición de la materia orgánica y en el ciclado de nutrientes. Además, tienen un impacto significativo en la preservación de las características físicas del suelo, como la ventilación, la retención de agua y el movimiento vertical de la materia orgánica. En este contexto, la biota del suelo desempeña una función crucial en la configuración del suelo, los compuestos bioquímicos liberados por los microorganismos y la actividad física de los animales del suelo son factores clave en la formación de materia orgánica y en el mantenimiento de la estructura porosa (Nicosia et al. 2020, p. 73).

## **2.2.6 Parámetros físicos**

### *2.2.6.1 Humedad*

La humedad del suelo hace referencia a la cantidad de agua presente en el suelo. Este parámetro es crucial para el crecimiento de las plantas el cual está influenciado por elementos, incluyendo las condiciones climáticas, el tipo de suelo y las prácticas de manejo, sin embargo, el exceso de humedad también representa un factor negativo para el crecimiento de las plantas. La medición de la humedad del suelo se realiza en términos de contenido de agua en relación con el peso o el volumen del suelo (Herrera et al. 2016, p. 4).

### *2.2.6.2 Textura*

La conformación de partículas tanto arena y arcilla son esenciales para caracterizar el suelo, estas partículas como el área es esencial para la formación de suelos porosos con poca probabilidad de compactación que ayudan a una mayor circulación de aire y agua, pero en cambio con poca presencia de materia orgánica. Por otra parte, las partículas de arcillas ayudan a una mayor retención de agua y altos niveles de materia orgánica (Thompson & Troeh 2021, pp. 59-61).

### *2.2.6.3 Densidad aparente*

La densidad aparente del suelo es una medida que expresa la masa de un volumen de suelo, la cual se encuentra relacionada con otras características del suelo, ya que si existe un aumento de la densidad aparente existirá un aumento de compactación del suelo impidiendo un buen crecimiento de las raíces. Debido a que al a ver un suelo con mayor compactación este impide el correcto flujo de nutrientes, agua y microorganismos, lo cual produce un déficit en la degradación de la materia orgánica (Romero, García & Hernández 2015, pp. 63-64).

### *2.2.6.4 Densidad real*

La densidad real del suelo hace referencia a la masa efectiva de las partículas minerales presentes en él, excluyendo los espacios porosos entre ellas. A diferencia de la densidad aparente, la densidad real no tiene en cuenta los poros llenos de aire o agua en el suelo. Es crucial determinar este parámetro para evaluar la velocidad a la que las partículas de agua y gases se sedimentan en el suelo. Este parámetro se calcula dividiendo la masa de las partículas minerales entre el volumen

ocupado por dichas partículas (Apunte de edafología, 2019, p. 4).

#### *2.2.6.5 Porosidad*

La porosidad del suelo se refiere a la proporción de espacio poroso en relación con el volumen total del suelo. Estos espacios porosos pueden estar llenos de aire, agua, gases y son críticos para el crecimiento de las plantas, ya que afectan la disponibilidad de oxígeno, la retención de agua y la circulación de nutrientes. Además, este parámetro está relacionado a la textura del suelo ya que al existir una buena porosidad los niveles de proporción de limo, arena y arcilla se parámetros de excelencia que determinaran una buena textura del suelo (Unzueta, 2021, pp. 7-8).

#### *2.2.6.6 Color*

El color del suelo representa un parámetro físico esencial que puede ofrecer información necesaria acerca de las características y propiedades del suelo. Varios factores, como la composición mineralógica, existencia alta o baja de materia orgánica, la presencia de óxidos de hierro y las condiciones de drenaje, influyen en la determinación del color del suelo. Además, la temperatura a la que se encuentra el suelo es un factor significativo, provocando las altas temperaturas la presencia de suelos rojos generalmente asociados con suelos de baja calidad, mientras que los suelos negros suelen indicar una mejor calidad de drenaje, alta cantidad de materia orgánica, alta presencia de microorganismos, lo cual representa un suelo productivo (Bravo, Torres, et al. 2017, pp. 255-256).

### **2.2.7 Bosques**

#### *2.2.7.1 Tipos de bosques*

Los bosques son ecosistemas naturales compuestos principalmente por árboles, aunque también pueden incluir otras formas de vida vegetal y animal. Son fundamentales para mantener el equilibrio ecológico del planeta, proporcionando hábitats para una gran diversidad de especies, regulando el ciclo del agua, conservando el suelo y capturando carbono atmosférico, sin embargo, el crecimiento poblacional ha llevado a una explotación de los bosques para la utilización de material de construcción y combustible (Pérez, García & Sayer 2007, pp. 81-82).

##### *2.2.7.1.1 Bosques tropicales*

Los bosques tropicales son ecosistemas forestales ubicados en la región intertropical del Ecuador, donde las temperaturas son cálidas y uniformes durante todo el año. Estos bosques se caracterizan

por su gran biodiversidad, con una variedad extraordinaria de flora y fauna, así como por una densa cobertura vegetal. Estos bosques albergan una asombrosa diversidad de especies. Se estima que contienen más de la mitad de todas las especies conocidas en la Tierra, incluyendo plantas, insectos, aves, mamíferos y otros organismos (Balvanera, 2012, p. 136). De acuerdo con (Fischer et al. 2024) los factores fundamentales que contribuyen a las considerables reservas de carbono subterráneo en el suelo de estos bosques son sus características distintivas, que incluyen dentro de estos ecosistemas como: la temperatura, la humedad y la composición de la vegetación.

### ***2.2.8 Áreas de Conservación y uso Sustentable***

La gestión de áreas de conservación y uso sustentable es un área de importancia local creada por su Gobierno Autónomo Descentralizado o comunidades, que implica equilibrar la protección del medio ambiente con la utilización de los recursos naturales de una manera que sea sustentable a largo plazo, este espacio geográfico es designado a proteger y preservar la diversidad biológica, los ecosistemas y los paisajes, al mismo tiempo permitiendo la participación humana de una manera que no comprometa la capacidad del medio ambiente para generarse y mantener sus funciones esenciales (Ministerio del Ambiente, 2017).

### ***2.2.9 Cambio climático***

#### ***2.2.9.1 Gases de efecto invernadero***

Los gases de efecto invernadero (GEI) son componentes gaseosos en la atmósfera capaces de absorber y emitir radiación infrarroja. Estos gases contribuyen al efecto invernadero, que es el fenómeno natural que mantiene la temperatura de la Tierra en un rango adecuado para la vida. Sin embargo, tanto actividades naturales como antropogénicas, como la quema de combustibles fósiles, la deforestación, erupciones volcánicas e industrias, han aumentado la concentración de estos gases, intensificando el efecto invernadero y provocando el cambio climático (Vega, 2008, p. 52).

Siendo el origen principal del cambio climático la liberación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, siendo la quema de combustibles fósiles responsable de casi el 90% de todas las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Aunque el CO<sub>2</sub> no es el gas de efecto invernadero más potente, es el más abundante en el planeta. Además, existen, otros GEI como el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los gases fluorados y el vapor de agua (Otero & González, 2023).

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Enfoque

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, ya que, al analizar la correlación entre la mesofauna y el carbono del suelo en cuanto a los datos obtenidos en los distintos puntos de monitoreo, se pudo obtener una comprensión más detallada de la relación numérica entre estas variables y hacer inferencias más precisas sobre cómo la presencia o la densidad poblacional de la mesofauna puede influir en los niveles de carbono en el suelo. Además, se emplea un enfoque cualitativo al llevar a cabo la identificación taxonómico de los individuos encontrados.

#### 3.2 Alcance

Este estudio determina como la mesofauna contribuye en la cantidad de carbono orgánico presente en el suelo del ACUS Bosque Domono. Dando a conocer estos resultados la importancia de las áreas de conservación en cuanto a la captura de  $CO_2$  atmosférico, en cuanto a la densidad poblacional de la mesofauna para una mayor degradación de la materia orgánica, donde se determinará si la presencia de estos organismos ayude a un mayor almacenamiento de carbono orgánico en el suelo ayudando así a una disminución del  $CO_2$ . Para lo cual se realizará una serie de actividades específicas durante un período de seis meses, partiendo desde septiembre del 2023 hasta febrero del 2024, delimitándose en función de los recursos disponibles. Llevándose a cabo específicamente esta investigación en la parte norte del Área de Conservación y Uso Sostenible del bosque Domono, limitando geográficamente el área de estudio dentro de la Parroquia General Proaño, Cantón Morona, Provincia de Morona Santiago. Realizando la identificación de las variables propuestas en diversos puntos de monitoreo establecidos dentro del bosque Domono.

#### 3.3 Nivel de investigación

La investigación se fundamenta principalmente en un enfoque de investigación correlacional, debido a que busca identificar la conexión entre la retención de carbono orgánico y la presencia o densidad poblacional de la mesofauna en el suelo, buscando establecer una relación estadística entre estas dos variables.

### **3.4 Diseño**

Dado que el objetivo de la investigación es analizar la correlación que existe entre la mesofauna y el almacenamiento de carbono orgánico, se optó por un diseño no experimental, ya que no se realiza ninguna alteración directa de las variables. En cambio, se observa los fenómenos tal y como se dan en su estado natural, determinando la variabilidad de la mesofauna en diversas áreas del Área de Conservación y Uso Sostenible del bosque Domono para comparar cómo afecta al almacenamiento total de carbono orgánico.

#### ***3.4.1 Identificaciones variables***

- **Variable independiente:** Incidencia de la mesofauna
- **Variable dependiente:** COS (carbono orgánico del suelo), MOS (materia orgánica del suelo).

### **3.5 Población y muestra**

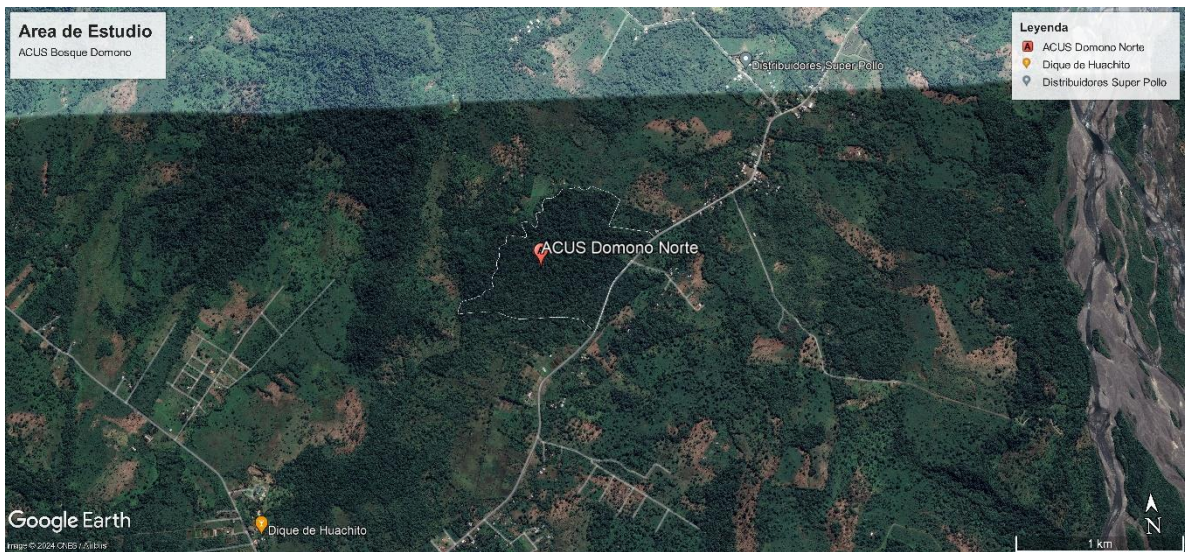
#### ***3.5.1 Área de estudio***

La presente investigación se desarrolló en el Área de Conservación y Uso Sostenible del bosque Domono el cual se encuentra en la Amazonia Ecuatoriana, específicamente en la Parroquia General Proaño, Cantón Morona, Provincia de Morona Santiago. Donde según el último censo del INEC ("Instituto Nacional de Estadística y Censo"), la Parroquia General Proaño cuenta con total de 2590 habitantes. Con una temperatura media de aproximadamente 24°C, mientras que su altitud alcanza los 1110 metros sobre el nivel del mar(msnm), y registra una precipitación anual promedio de 2466mm (INAMHI, 2022).

Este bosque forma parte de la Granja Domono, gestionada por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, ubicada en la comunidad de Domono, a unos 10 km al norte de la capital provincial Macas, a lo largo de la vía que conduce a la comunidad. El Bosque Domono abarca aproximadamente 55 hectáreas al norte y 25,19 hectáreas al sur, las cuales se superponen con las 202 hectáreas que conforman la extensión total de la Granja Domono. Enfocando nuestra área de estudio particularmente en la parte norte del ACUS bosque Domono (GAD, Morona 2021).

A continuación, se presenta la **Ilustración 3-1** donde se muestra de una forma general el área del

Acus bosque Domono.

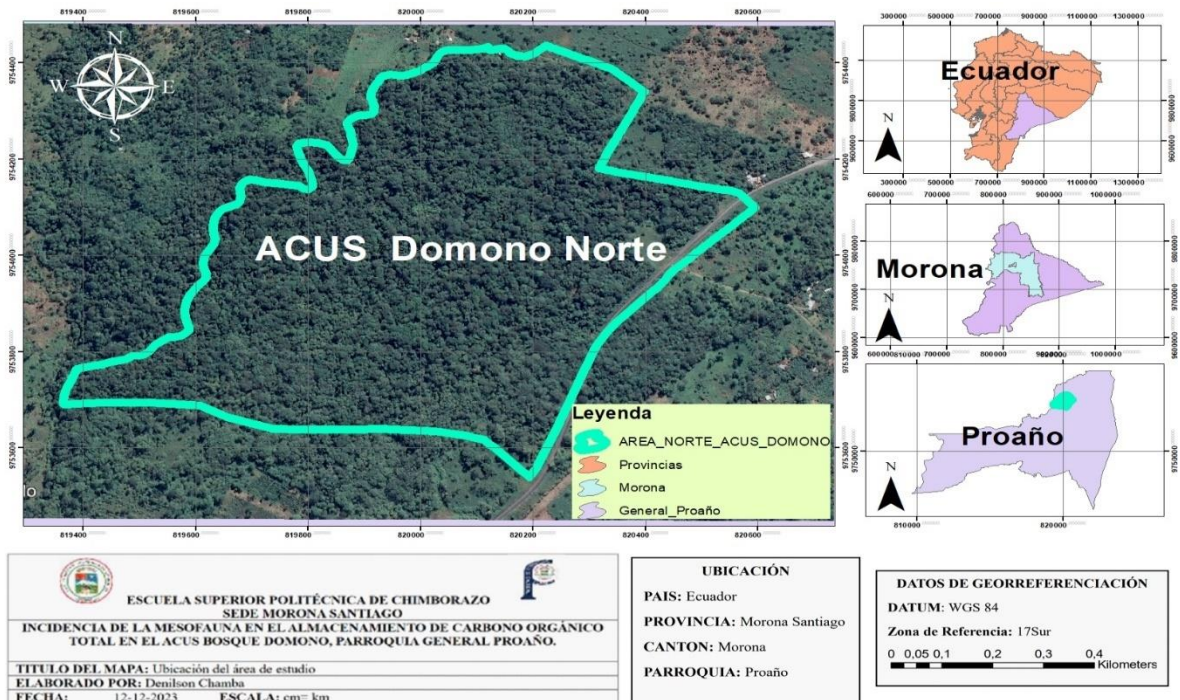


**Ilustración 3-1:** ACUS bosque Domono

Realizado por: Chamba, D., 2023

### 3.5.2 Ubicación geográfica

Para la georreferenciación del área de estudio se utilizó herramientas SIG, para así poder delimitar de una forma más precisa el área de estudio. Con las coordenadas proyectadas UTM Zona 17S, DATUM WGS 84 (Este: 819885.00; Norte: 9753936.00) pertenecientes al área Norte del Área de Conservación y Uso Sostenible del bosque Domono, situada en la parroquia General Proaño.



**Ilustración 3-2:** Mapa de ubicación del área de estudio

Realizado por: Chamba, D., 2023



### 3.5.3 Puntos de muestreo

Una vez realizada la visita al área de estudio, se observó que los suelos presentaban homogeneidad en cuanto a condiciones topográficas, color y vegetación, por lo cual se utilizó el programa de ArcGIS, para determinar los puntos de muestreo de tal manera que sean representativos de cada zona, generando una disposición organizada y eficiente de ubicaciones de muestreo dentro del Área de Conservación y Uso Sostenible del bosque Domono. Al emplear este patrón, se busca garantizar una representación equitativa y completa de la variabilidad espacial en el bosque, lo que facilita una evaluación más precisa de los datos recopilados.

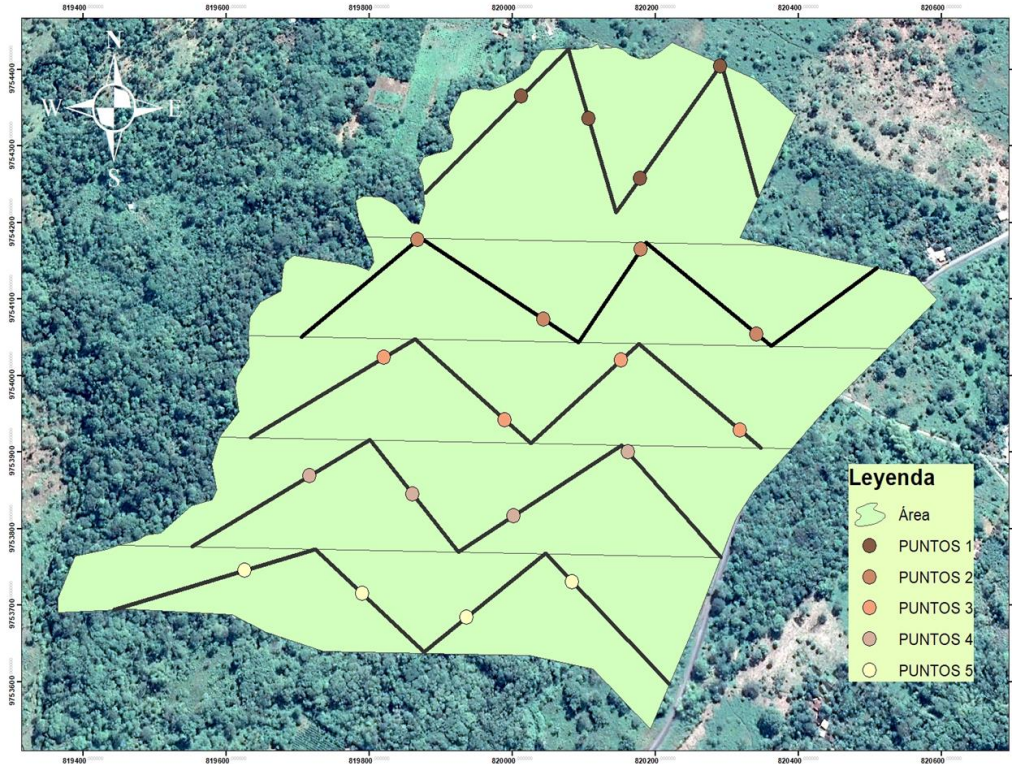
**Tabla 3-1:** Puntos de muestreo de suelo

Coordenadas Proyección WGS 84-UTM -17S			
		Este (X)	Norte (Y)
Muestra 1	Punto 0	820012,404706	9754365,1283
	Punto 1	820106,23245	9754336,00108
	Punto 2	820178,566743	9754257,27368
	Punto 3	820290,421442	9754404,1389
Muestra 2	Punto 0	819867,790089	9754177,42062
	Punto 1	820043,61378	9754073,36169
	Punto 2	820179,952724	9754164,57075
	Punto 3	820340,976702	9754054,1275
Muestra 3	Punto 0	819820,525898	9754023,20389
	Punto 1	819989,391338	9753941,89874
	Punto 2	820151,740881	9754020,35081
	Punto 3	820318,248985	9753928,94472
Muestra 4	Punto 0	819716,684061	9753868,86828
	Punto 1	819860,794264	9753844,59296
	Punto 2	820001,999931	9753816,83104
	Punto 3	820161,541809	9753,900,32146
Muestra 5	Punto 0	819625,855574	9753745,50956
	Punto 1	819790,240091	9753715,0746
	Punto 2	819936,221169	9753634,1371
	Punto 3	820083,46205	9753730,26994

Realizado por: Chamba D., 2023.

#### 3.5.3.1 Ubicación de Puntos de Muestreo

En el área de estudio se definieron cinco zonas de estudio con la ayuda de herramientas SIG, las cuales permitió separar las zonas de una manera homogénea de acuerdo con sus condiciones geográficas similares, a continuación, se muestran los puntos de muestreo, evidenciando así los lugares de la investigación que fueron sujetos a análisis.



**Ilustración 3-3:** Ubicación geográfica de puntos de muestreo  
**Realizado por:** Chamba, D.,2023

### 3.6 Materiales y equipos

Los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo la caracterización física, recolección de la mesofauna y los análisis de carbono se muestran en la **Tabla 3-2**.

**Tabla 3-2:** Materiales y equipos empleados en la investigación

No	Materiales y equipos de campo	Herramientas y equipos de laboratorio
1	Barreno	Estufa
2	Libreta	Balanza analítica
3	GPS	Estereoscopio
4	Fundas Ziploc	Papel aluminio
5	Pala	Probeta
6	Esferos	Matraz
7	Cinta métrica	Tabla de Munsell
8	Etiquetas	Cuchara espátula
9	Machete	Alcohol
10	Recipiente de aluminio	

No	Materiales y equipos de campo	Herramientas y equipos de laboratorio
11	Fundas de basura	
12	Frascos de polipropileno	
13	Pinzas	

**Realizado por:** Chamba D., 2023

### **3.7 Métodos**

#### ***3.7.1 Consideraciones para el muestreo de suelo***

Para llevar a cabo la investigación, se siguió una serie de pasos para recopilar las muestras destinadas a los análisis de datos. Estas se seleccionaron considerando factores como las condiciones geográficas y en concordancia con los objetivos definidos.

##### ***3.7.1.1 Delimitación de Áreas homogéneas***

En el proceso de elegir las áreas de estudio, se tuvo en cuenta diversas características, como la diversidad de la vegetación, investigaciones previas y las condiciones geográficas. Dado que el ACUS bosque Domono exhibía similitudes en todo su territorio y es considerado un bosque no alterado, se dividió la zona de estudio en cinco áreas. Esta estrategia aseguró la representatividad de cada área de estudio para llevar a cabo los análisis correspondientes. Se tomó una muestra compuesta que consistía en cuatro submuestras representativas por cada 11 hectáreas, lo que totalizó veinte submuestras en un área de estudio de 55 hectáreas (Rodríguez, 2015, p. 14,15).

##### ***3.7.1.2 Muestreo sistemático espacial en zigzag***

En el muestreo espacial, se estableció un patrón sistemático para seleccionar las ubicaciones de muestreo. Este enfoque utiliza la recolección de muestras de suelo para garantizar una cobertura sistemática y representativa del terreno. Identificando un punto inicial y un punto final en el área de estudio, marcando estos puntos los extremos del zigzag. Utilizando las herramientas de edición de ArcGIS, se trazó una ruta en zigzag desde el punto inicial hasta el punto final. Asegurándose que los puntos establecidos sean accesibles para la toma de muestras (Rodríguez & Rodríguez 2015, p. 15).

### *3.7.1.3 Muestra compuesta*

La muestra compuesta se refiere a la recopilación de submuestras para formar una muestra general que representa la región. Debido a restricciones económicas y limitaciones de tiempo, se optó por este tipo de muestreo al dividir la parte norte del ACUS bosque Domono en cinco zonas de estudio. Este enfoque permite representar eficazmente la variabilidad en el área, y optimiza los recursos y el tiempo necesarios para evaluar (Mendoza & Espinoza 2017).

Una vez recolectadas todas las submuestras, es crucial desagregar los elementos hasta alcanzar un tamaño cercano a 1 cm para asegurar una mezcla uniforme. Luego, se colocó todas las submuestras en una bolsa y se agitaron hasta homogeneizar la muestra. Una vez lograda la homogeneidad, se esparce sobre un plástico, dividiendo en cuatro secciones y se conservan una sección de 1 kg la cual se empaqueta para su envío al laboratorio (Red BPA, 2020).

### *3.7.1.4 Almacenamiento y transporte*

Es fundamental manejar con precaución las muestras de suelo para garantizar un análisis preciso. El transporte cuidadoso al laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago preserva la integridad de las muestras, evitando influencias externas que podrían afectar los resultados. Por lo tanto, las muestras se empacaron en bolsas plásticas ziploc debidamente etiquetadas y selladas para su traslado desde el sector Domono. Para llevar a cabo las pruebas requeridas en el laboratorio de dicha institución (Red BPA, 2020).

## **3.7.2 Muestreo para la caracterización física del suelo**

Para la caracterización del suelo se utilizó la metodología del Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos propuesto por (Gómez, 2013). La recopilación de las muestras de suelo comenzó con la eliminación de la capa superficial de hojarasca para posteriormente introducir un barreno a una profundidad de 20 cm, extrayendo la muestra al retirar el barreno. Este procedimiento se repitió hasta obtener un total de 1 kg de suelo, el cual se colocó en bolsas ziploc identificadas de acuerdo con los puntos de muestreo.

### *3.7.2.1 Humedad*

Para determinar la humedad del suelo se realizó el método gravimétrico, debido a que este enfoque es ampliamente reconocido y se basa en la evaluación del porcentaje de humedad

presente en el suelo mediante la comparación entre el suelo en su estado natural y su estado después de haber sido sometido a un proceso de secado en la estufa. Este procedimiento implica la toma de una muestra de suelo, su pesaje inicial y posterior después de un proceso de secado, seguido del cálculo del contenido de humedad. La muestra se considera seca cuando su peso se estabiliza a una temperatura de 105°C. Por lo tanto, es esencial evitar cualquier alteración de la muestra de suelo durante su recolección y secado (Crespo, 2018).

$$\%H = \frac{P_{hs} - P_{ss}}{P_{Hs}} * 100$$

$\%H$ : porcentaje de humedad

$P_{hs}$ : peso del suelo en estado natural

$P_{ss}$ : peso del suelo seco después de la estufa

$P_{SHA}$ : peso del suelo húmedo más bandeja

### 3.7.2.2 Textura

Se inicia el proceso pesando 50 gramos de suelo seco, que luego se coloca en un matraz de Erlenmeyer al que se añaden 10 mililitros de dispersante. Tras un breve periodo de reposo, se vierte la suspensión de suelo en un cilindro de 1000 mililitros previamente llenado con agua destilada hasta la marca inferior. Con el hidrómetro sumergido y agitando vigorosamente, se espera 40 segundos antes de tomar la lectura del hidrómetro y la temperatura. Después, se deja el recipiente en reposo sin perturbar la solución y pasado un lapso de 2 horas, se vuelven a registrar las lecturas correspondientes (Conú & Jimenes 2014).

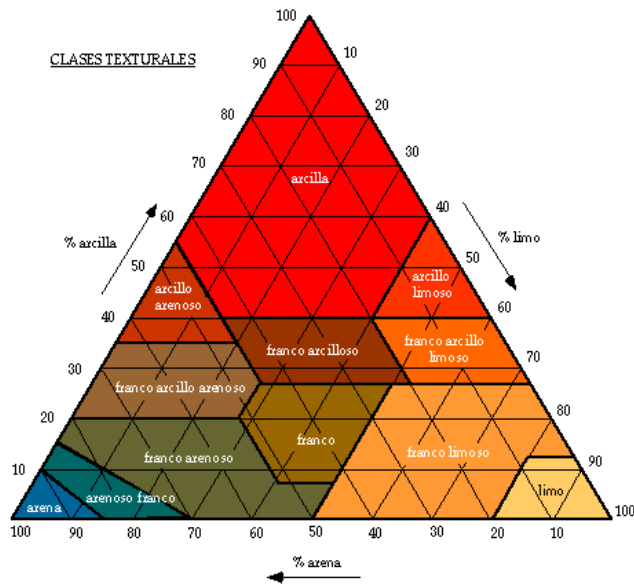
$$\%Arena\ total = 100 - \left( \frac{Lectura\ corregida\ a\ los\ 40'' * 100}{g\ masa\ suelo} \right)$$

$$\%Arcilla\ total = \left( \frac{Lectura\ corregida\ a\ 2\ horas * 100}{g\ masa\ suelo} \right)$$

$$\%Limos = 100 - (\%Arenas + \%Arcillas)$$

Una vez determinados las concentraciones tanto de arena, limo y arcilla, se proceda a realizar la evaluación de la textura del suelo, identificando los porcentajes de arena, limo y arcilla en la **Ilustración 3-4** identificando las cantidades de cada uno para posteriormente trazar una línea para

cada fracción lo que permitirá tener un punto de intersección, el cual nos determinara el tipo de textura del suelo.



**Ilustración 3-4:** Triángulo textural  
Fuente: Eurogarden, 2023.

### 3.7.2.3 Densidad

#### 3.7.2.3.1 Densidad aparente

La densidad aparente del suelo es una medida que describe la masa del suelo en relación con su volumen total, incluyendo los poros y partículas del suelo, la cual se mide en g/cm<sup>3</sup> aplicando la siguiente metodología mencionada por (Mich, 2019).

1. Pesarse la probeta vacía (P1)
2. Agregar suelo hasta la marca de 10 ml
3. Pesarse nuevamente (P2)
4. Golpear la probeta exactamente 5 veces sobre la palma de la mano. Anotar el volumen (V)
5. Registrar los datos

$$DA = \frac{M}{Volumen\ Total} = \frac{P2 - P1}{V}$$

$$DA = \text{densidad aparente } \frac{g}{cm^3}$$

$$M = \text{masa del suelo (g)}$$

Según la información proporcionada por (*Guides for Educators*, 2019), se establecen límites de densidad aparente que varían según la textura del suelo. Para suelos arenosos, se considera que valores inferiores a 1,6 g/cm<sup>3</sup> son óptimos para el crecimiento de las plantas, mientras que, para suelos franco-arenosos, se considera valores inferiores a 1,4 g/cm<sup>3</sup> como ideales. Por otro lado, una densidad aparente mayor a 1,63 g/cm<sup>3</sup> puede afectar negativamente el crecimiento de las plantas.

#### 3.7.2.3.2 Densidad Real

La densidad real se basa en la determinación sin tomar en cuenta los espacios porosos, comúnmente esta presenta valores regulares 2.6 g/cm<sup>3</sup> en la mayor parte de suelos, sin embargo esta puede variar debido a la presencia de actividad mineralógica o materia orgánica por ende se la determinara por la metodología recomendada por (Mich, 2019).

1. Pesar el matraz: anotar el peso (W1)
2. Pesar 10 o 20 g de suelo según el matraz utilizado.
3. Vaciar el suelo en el matraz aforado y pesar nuevamente (W2)
4. Agregar 20 o 40 mL de agua de la llave, asegurándose de no mojar la parte exterior del matraz.
5. Agitar durante cinco minutos dando un movimiento de rotación suave al matraz para desalojar el aire.
6. Agregar agua hasta aforar.
7. Pesar nuevamente (W3)
8. Tirar el contenido del matraz y enjuagar
9. Aforar el matraz con agua de la llave y pesar. (W4).
10. Registrar los datos

$$D. Real = \frac{w2 - w1}{(w4 - w1) - (w3 - w2)}$$
$$D. Real = \text{densidad real } \frac{g}{cn^3}$$

#### 3.7.2.4 Porosidad

Este parámetro hace referencia a los espacios presentes en el suelo, los cuales son esenciales en los suelos que representan una buena calidad, por ende, se determinó mediante la utilización de

los valores de densidad aparente y densidad real.

$$\text{Espacio poroso} = 100 - \left[ \frac{\text{Densidad aparente}}{\text{Densidad real}} \right] (100)$$

#### 3.7.2.5 *Determinación de color*

Se implemento el uso de la tabla de Munsell tanto en condiciones naturales como en condiciones secas, la cual consiste en identificar el color al que pertenece la muestra y de acuerdo a los códigos proporcionados identificar sus características (Domínguez Soto et al. 2012). La tabla Munsell para la determinación del color del suelo es un método muy usado para evaluar las condiciones del suelo en cuanto a color ya que esta proporciona información dado que acuerdo al color identificado proporciona información específica en cuanto a su composición (Solís et al. 2022).

Para lo que se procede a tomar una muestra de aproximadamente 1 centímetro cúbico del suelo del entorno y se coloca sobre una superficie blanca y limpia, colocándola detrás de los círculos de la Tabla de Munsell. Se realiza una comparación visual de los colores de los patrones hasta encontrar el que más se asemeje al color de la muestra. Se registra el color utilizando la notación de la tabla, considerando el tono, el valor (ubicado en la parte izquierda vertical de la tabla) como numerador, y el croma (ubicado en la parte inferior de la tabla) como denominador. Se toma nota de la correspondencia de la clave al observar el reverso de la hoja previamente identificada (Portal frutícola, 2016).

#### 3.7.3 *Identificación de mesofauna*

Para realizar el análisis de la mesofauna, se siguió la metodología recomendada por el Programa de Biología Fertilidad de los Suelos Tropicales (TSBF) basada en las directrices propuestas por (Anderson y Ingram 1994). La recopilación de muestras se llevó a cabo en el entorno natural. El procedimiento de recolección comprendió la colocación de veinte cuadrantes de suelo, cada uno con dimensiones de 25 x 25 cm y una profundidad de 10 cm, utilizando la técnica prescrita por TSBF (Moreira, 2012). La extracción del contenido de suelo de cada cuadrante se realizó con una pala, y posteriormente, se depositó en bandejas de aluminio para su inspección en el campo. Donde todos los organismos visibles fueron recolectados con el uso de pinzas pequeñas durante esta fase del proceso, incluyendo la hojarasca dentro del cuadrante.



### 3.7.3.1 Inventario de la mesofauna

La mesofauna fue colocada en recipientes plásticos con tapas que contenían alcohol al 70 %. Cada frasco se llenó con una cantidad adecuada de líquido para cubrir a los organismos. Para su identificación, se utilizaron manuales y guías descriptivas de artrópodos, lo que permitió caracterizarlos según su orden, clase y familia. Para el cual se empleó un Estereoscopio Trinocular compatible con el programa Optika Proview para la captura de fotografías e identificación, y se cotejaron con bases de datos en línea para obtener un registro completo de todas las especies identificadas. Llevándose a cabo este proceso para determinar la densidad poblacional de las especies presentes.

### 3.7.3.2 Densidad Poblacional

La población puede ser caracterizada por su tamaño, el cual puede ser determinado tanto por su abundancia o densidad. La abundancia se refiere al número total de individuos en la población, mientras que la densidad poblacional se refiere a la cantidad de individuos de una especie que se encuentran en una determinada área o volumen. Se calcula dividiendo el número total de individuos entre el área o volumen del hábitat en el que se encuentran (Paleologos & Sarandón 2014, p. 239).

$$\text{Área promedio por punto} = \frac{\text{Área Total (m}^2\text{)}}{\text{Puntos de muestreo}}$$

$$\text{Densidad poblacional} = \frac{\text{Numero total de individuos}}{\text{Área promedio por punto}}$$

### 3.7.3.3 Índice de Diversidad de Shannon

De acuerdo al índice de Shannon el cual proporciona los niveles de diversidad biológica se procedió a realizar el cálculo en cual se basa en la abundancia y el número de especies de un ecosistema en la cual se relacionan en cuanto a su presencia por metro cuadrado (Somarriba, 1999).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

$H'$  = Índice de Shannon

$S$  = Numero de especies

$p_i$  = Proporción de individuos

De acuerdo con los resultados se determina el nivel de riqueza de las especies, conforme a cada zona, donde los valores menores a 1,35 serán considerados como bajo, de 1,36 a 3,5 con un valor intermedio y mayores a 3,5 representarán una alta riqueza de especies (FORAGUA, 2019).

### ***3.7.4 Correlación del carbono***

#### *3.7.4.1 Análisis del Carbono*

La metodología adoptada para esta investigación se centró en la determinación del contenido de carbono orgánico en el suelo mediante el método de calcinación. Inicialmente, las muestras fueron secadas y sometidas a un proceso de calcinación a una temperatura de 360 °C en la mufla. Una vez completada la calcinación, se registraron los pesos antes y después del proceso para calcular la cantidad de carbono orgánico presente en cada muestra. Este enfoque permitió obtener datos precisos sobre la concentración de carbono orgánico en el suelo, lo que facilitará la comprensión de la dinámica del carbono en el ecosistema estudiado (Izquierdo Bautista & Arévalo 2021).

$$\%MOS = \frac{\text{peso } 105\text{ }^{\circ}\text{C} - \text{peso } 360\text{ }^{\circ}\text{C}}{\text{Peso } 105\text{ }^{\circ}\text{C}}$$

$$\%COS = \frac{MO}{1,72}$$

#### *3.7.4.2 Correlación del Índice de Shannon y el almacenamiento de carbono*

Para explorar la relación entre la diversidad de la mesofauna mediante el Índice de Shannon y el almacenamiento de carbono, se empleó una metodología que involucra la recopilación de datos de diversidad biológica y almacenamiento de carbono en los diferentes sitios de estudio. Inicialmente, se obtuvieron mediciones de la diversidad de la mesofauna y del almacenamiento de carbono para cada área de investigación. Posteriormente, se procedió a calcular el coeficiente de correlación de Pearson entre ambas variables mediante la aplicación de Excel lo que permitió determinar si existía una relación significativa entre la diversidad de la mesofauna y el almacenamiento de carbono en el suelo (Díaz et al. 2014).

## CAPÍTULO IV

### 3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

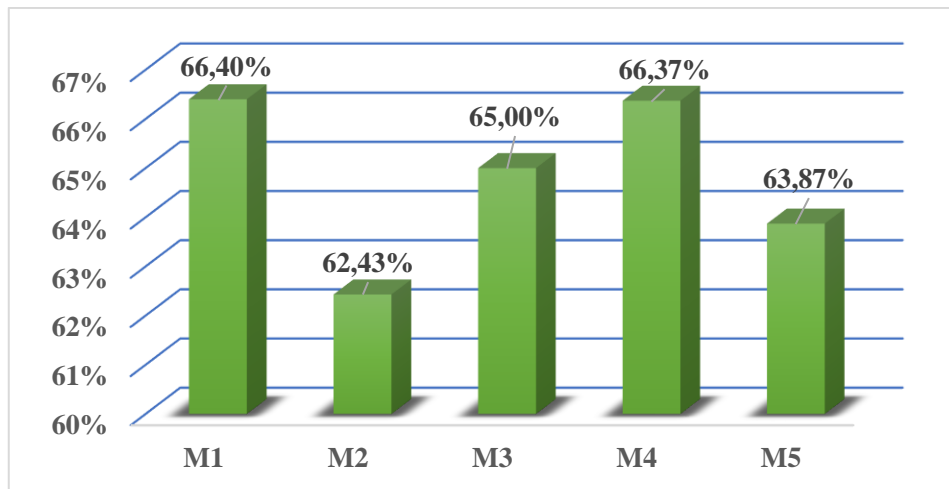
A continuación, se describe el procesamiento, análisis e interpretación de datos recolectados durante la caracterización física del suelo, así como la identificación de la mesofauna, en relación con el almacenamiento de carbono orgánico en el ACUS bosque Domono, buscando así establecer la correlación entre estas dos variables.

#### 4.1 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

##### 4.1.1 Parámetros físicos

En esta sección, se presentan los resultados y las representaciones gráficas de los valores medios relacionados con los distintos parámetros físicos del ACUS bosque Domono.

##### 4.1.1.1 Humedad



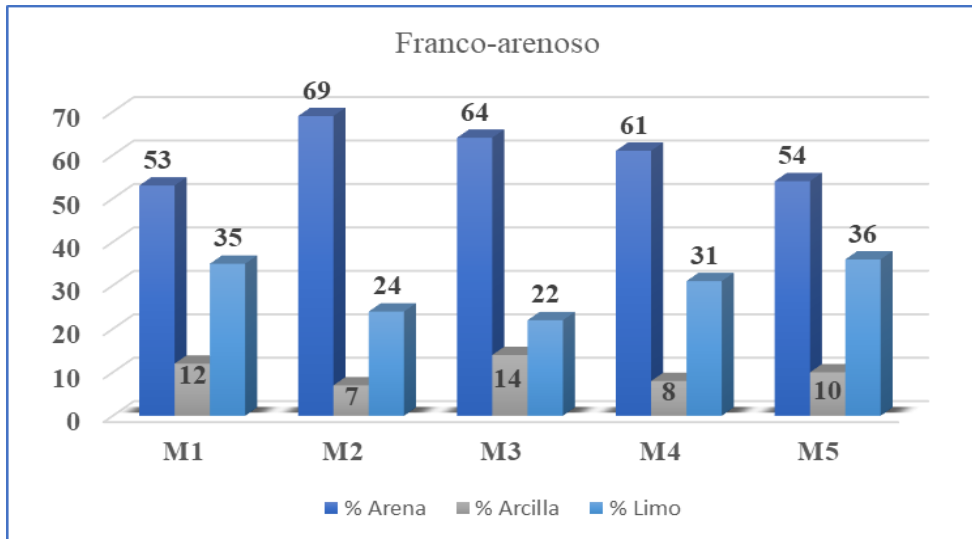
**Ilustración 4-1:** Porcentaje de humedad del suelo.

Realizado por: Chamba, D., 2024

Según los datos presentados en la **Ilustración 4-1**, en la cual se puede observar que las cinco muestras de cada zona analizada muestran un rango de porcentaje de humedad que oscila entre el 62,43 % al 66,40 %. Los porcentajes representan altos niveles de humedad los cuales son óptimos para el crecimiento y desarrollo de la mayoría de las plantas, ya que proporciona agua adecuada para las raíces, permitiéndoles absorber los nutrientes necesarios para un crecimiento saludable. Es importante destacar que mantener la humedad del suelo dentro de este rango es esencial para

promover un entorno favorable para el desarrollo de las plantas y un buen desarrollo de los organismos del suelo.

#### 4.1.1.2 Textura



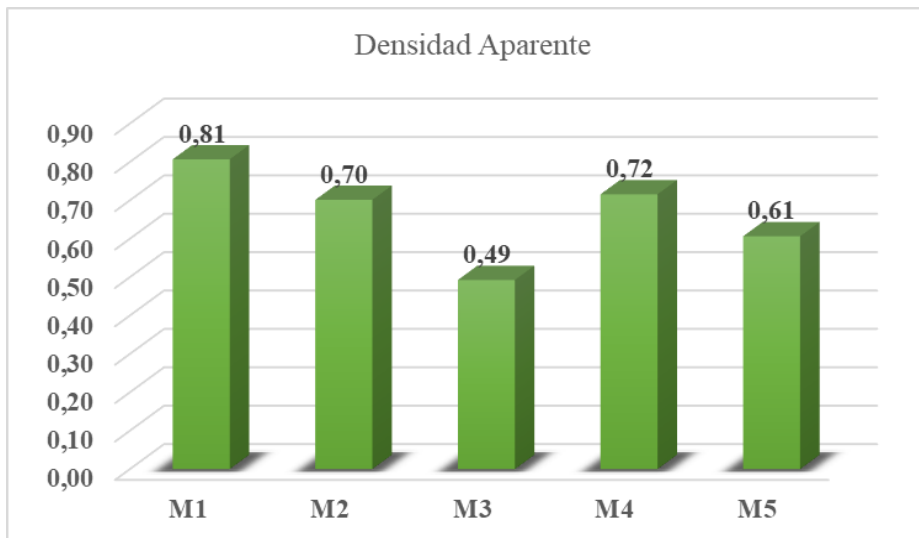
**Ilustración 4-2:** Porcentaje de arena, arcilla y limo.

**Realizado por:** Chamba, D., 2024.

Mediante la utilización de la metodología Bouyoucos para determinar la textura del suelo en las cinco muestras recolectadas del ACUS bosque Domono. Se evaluó los porcentajes de arena, arcilla y limo, se pudo identificar que las muestras de suelo contienen un mayor % de arena que se establece entre el 53% al 69 % y un porcentaje menor de arcilla desde 7% al 14% como se muestra en la **Ilustración 4-2**, por lo que se determinó de manera consistente que todas estas áreas presentan una textura franco-arenosa.

Dado a conocer un suelo franco-arenoso se destaca su estructura bien equilibrada en términos de los porcentajes de arena, arcilla y limo, lo que promueve un drenaje eficiente y una retención moderada de nutrientes y agua. Creando un ambiente favorable para el crecimiento de diversas plantas y organismos, ofreciendo condiciones propicias para su desarrollo.

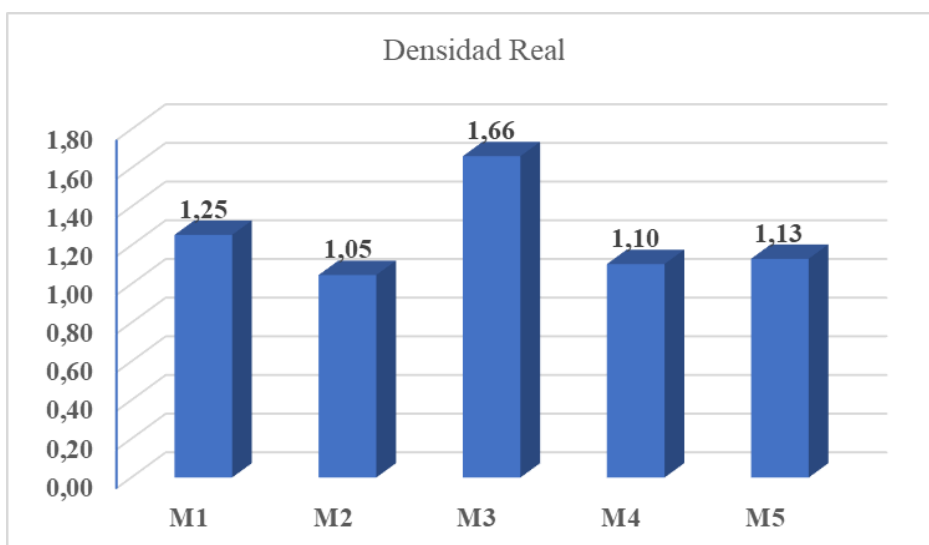
#### 4.1.1.3 Densidad



**Ilustración 4-3:** Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>) del suelo

Realizado por: Chamba, D., 2024.

Conforme a la **Ilustración 4-3**, se determinó que los valores de densidad aparente del suelo en las cinco muestras analizadas se sitúan por debajo de 1.4 g/cm<sup>3</sup>, lo cual indica que esta densidad es óptima para el desarrollo de plantas. Este rango sugiere que el suelo no está muy compactado y puede facilitar la penetración de raíces, así como un adecuado flujo de agua y aire. En un entorno boscoso, una densidad aparente dentro de este rango podría promover el crecimiento de una amplia variedad de plantas y microorganismos al ofrecer condiciones propicias para la absorción de nutrientes y el intercambio gaseoso.



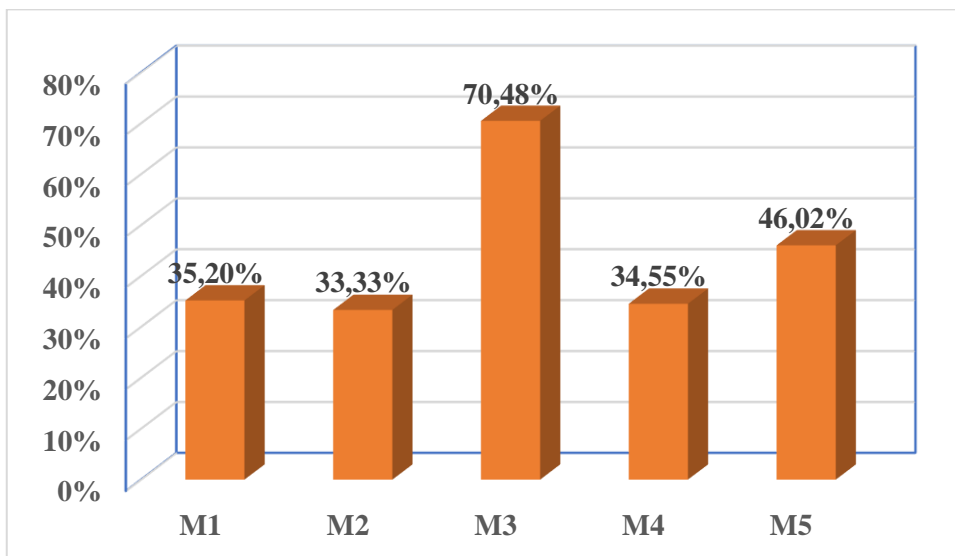
**Ilustración 4-4:** Densidad real (g/cm<sup>3</sup>) del suelo

Realizado por: Chamba, D., 2024.

De acuerdo con los datos plasmados en el **Ilustración 4-4**, la densidad del suelo de la muestra 2 hace referencia a la más baja con un valor de  $1,05 \text{ g/cm}^3$  y con una densidad más alta se destacó la muestra 3 con  $1,66 \text{ g/cm}^3$  los cuales hacen referencia a las muestras del bosque estudiado, indican condiciones propicias para el crecimiento vegetal y el funcionamiento saludable del ecosistema. Esta variación sugiere una estructura del suelo poco compacta, la cual permite una adecuada circulación de aire, esencial para la respiración de las raíces y la actividad microbiana, lo que aumentara la cantidad de materia orgánica, actividad biológica y procesos de descomposición en el suelo.

#### 4.1.1.4 Porosidad

Según se aprecia en la **Ilustración 4-5**, existe una variación de la porosidad del suelo que está en un rango del 35% para la muestra 1,2,4 y 5 hasta la muestra 3 que contiene una mayor elevación en su porosidad del 70,48%, lo que indica que es un suelo bien estructurado y funcional, ya que proporciona un equilibrio adecuado entre el aire y el agua en el suelo. Por otra parte, aporta las condiciones adecuadas para el crecimiento saludable de las raíces de las plantas, la actividad microbiana y la absorción de nutrientes.



**Ilustración 4-5:** Porcentaje de porosidad en el suelo

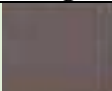
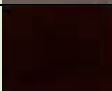
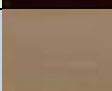
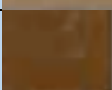
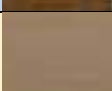
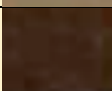
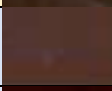



Realizado por: Chamba, D., 2024.

#### 4.1.1.5 Color

Al analizar las muestras de suelo en cuanto al parámetro físico del color se puede identificar una variedad de colores como se muestra en la **Tabla 4-1** donde se puede identificar que en cuanto a las muestras húmedas se presentan colores más oscuros mientras que las muestras secas colores

más claros, siendo la muestra 1 la que representa un color negro oscuro el cual denota mayor presencia de materia orgánica y la muestra 2 un color marrón representando un color menos fértil.

**Tabla 4-1:** Determinación del color del suelo

No. muestra	Suelo			Imagen
	Condición	Código	Color	
1	Seco	Hue 7,5 YR 5/2	Marrón grisáceo	
	Húmedo	Hue 7,5 R 2/2	Negro Pardusco	
2	Seco	Hue 10 YR 6/3	Naranja amarillo opaco	
	Húmedo	Hue 10 YR 4/4	Marrón	
3	Seco	Hue 10 YR 6/3	Naranja amarillo opaco	
	Húmedo	Hue 10 YR 3/3	Oscuro	
4	Seco	Hue 5 YR 4/2	Marrón grisáceo	
	Húmedo	Hue 5 YR 2/3	Muy Oscuro	
5	Seco	Hue 2.5 YR 3/3	Oliva oscura marrón	
	Húmedo	Hue 2.5 YR 2/2	Muy oscuro	

Realizado por: Chamba, D., 2024

#### 4.1.2 Identificación de la mesofauna edáfica

El recuento de la mesofauna se efectuó en el laboratorio utilizando un estereoscopio equipado con una cámara para documentar las imágenes. Los resultados del recuento para cada punto de muestreo se presentan en detalle en el Anexo.

A continuación, se proporciona la **Tabla 4-2** que detalla la clasificación de la mesofauna en cada zona de estudio:

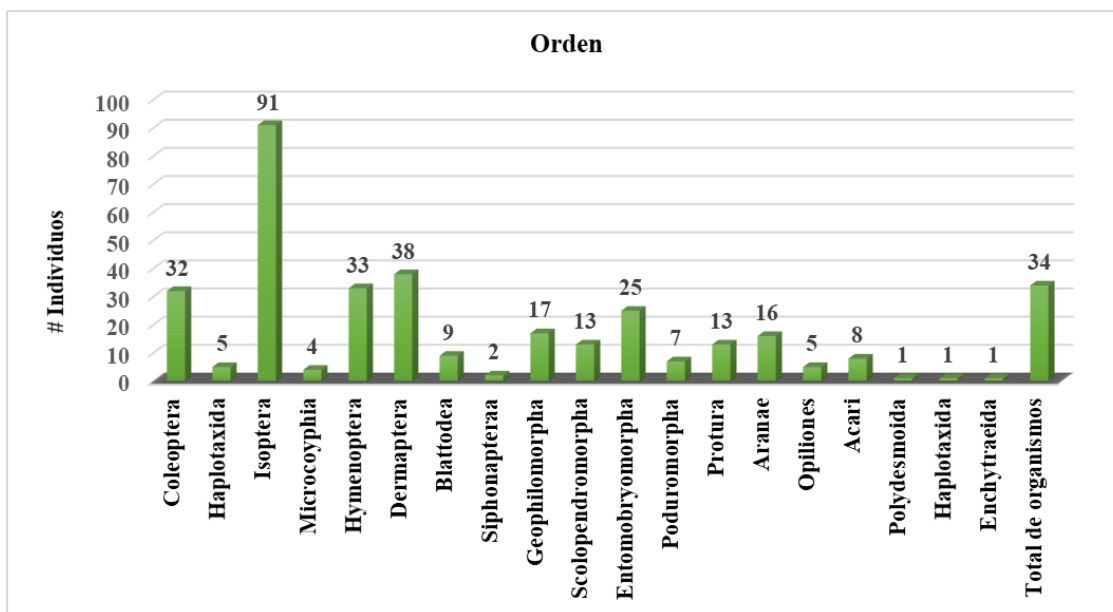
**Tabla 4-2:** Recuento de la mesofauna edáfica

No	Clase	Orden	Densidad/m <sup>2</sup>				
			M1	M2	M3	M4	M5
1	Insecta	Coleóptera	7	3	9	7	6
2		Haplotaxida	5				
3		Isóptera	37	17	18	19	
4		Microcoyphia	4				
5		Hymenóptera	5	14	19	1	
6		Dermáptera			14	8	16
7		Blattodea	6		3		
8		Siphonapteraa					2
9	Chilopoda	Geophilomorpha	3	4	3		7
10		Scolopendromorpha	8		4	1	
11	Colémbolo	Entomobryomorpha	7	2	5	4	7
12		Poduromorpha	5				2
13	Entognatha	Protura		2		4	9
14	Arachnida	Aranae	4	1	9	2	
15		Opiliones		1		3	2
16		Acarí	5	2		1	
18	Diplopoda	Polydesmoida					1
19	Clitellata	Haplotaxida				1	
20		Enchytraeida				1	
21	Organismos no Identificados.	Total, organismos n/i	9	4	10	6	5
Total, de mesofauna			105	47	94	57	57

Realizado por: Chamba, D., 2024.

Para una mejor comprensión de los resultados numéricos presentados en la **Tabla 4-2**, se proporciona a continuación una representación visual de los datos:





**Ilustración 4-6:** Distribución de individuos por orden en el ACUS Domono  
 Realizado por: Chamba, D., 2024.

En la **Ilustración 4-6** muestra el recuento de la mesofauna del suelo, se observaron 351 individuos identificados, los cuales fueron clasificados en 20 órdenes. En la cual se destacó la presencia predominante de la orden Isóptera, con un total de 88 individuos en el área de estudio. Se notó una distribución uniforme entre los distintos puntos de muestreo, con 72 individuos en el primer muestreo, 69 en el segundo, 75 en el tercero, 66 en el cuarto y 69 en el quinto, lo que corrobora que las condiciones del suelo en el área de estudio son similares.

#### 4.1.2.1 Densidad poblacional

Los datos relativos a la densidad poblacional de la mesofauna en cuanto a cada zona de estudio se exhiben en la **Tabla 4-3**:

**Tabla 4-3:** Densidad poblacional por zonas

Muestras	Número de Individuos	Área Promedio ( $m^2$ )	Densidad Poblacional/ $m^2$
Zona 1	105	27789,05	0,004
Zona 2	47	27789,05	0,002
Zona 3	94	27789,05	0,003
Zona 4	57	27789,05	0,002
Zona 5	57	27789,05	0,002
Total	360	27789,05	0,013

Realizado por: Chamba, D., 2024.

Los resultados de la densidad poblacional por zonas revelan que, en promedio, se encontraron aproximadamente una densidad de 0,002 a 0,004 de individuos por metro cuadrado en cada zona de muestreo. Estos valores sugieren una distribución relativamente uniforme de la mesofauna en las diferentes áreas estudiadas. En total, se identificaron 351 individuos en un área promedio por punto de 27789,05 metros cuadrados, lo que da como resultado una densidad poblacional total de 0,013 individuos por metro cuadrado en el área de estudio. Estos hallazgos proporcionan una visión cuantitativa de la abundancia de la macrofauna en el área de estudio, lo que puede ser relevante para comprender la dinámica de los ecosistemas y para la implementación de estrategias de conservación.

#### 4.1.2.2 Índice de Shannon ( $H'$ )

La **Tabla 4-4** presenta los resultados del Índice de Shannon ( $H'$ ) en referencia a cada zona de estudio dentro del ACUS bosque Domono:

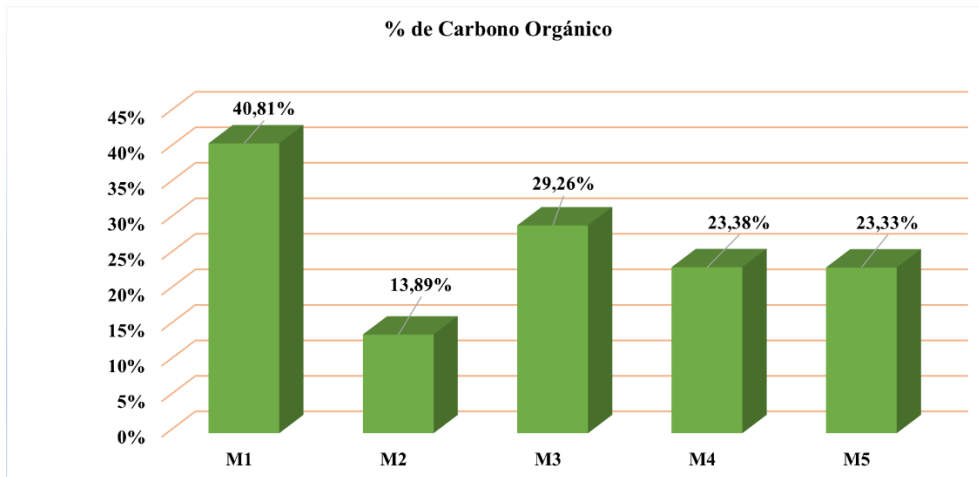
**Tabla 4-4:** Resultados del Índice de Shannon.

ACUS Domono															
Orden/ Especie	Zona 1			Zona2			Zona3			Zona4			Zona5		
	Org	pi	H'	Org	pi	H'	Org	pi	H'	Org	pi	H'	Org	pi	H'
Datos Totales	105	1	-2,22	47	1	-1,67	94	1	-2,12	57	1	-2,06	57	1	-2,037
Índice de Shannon	2,229			1,674			2,121			2,065			2,037		
Diversidad	Moderado			Baja			Moderada			Moderada			Moderada		

**Realizado por:** Chamba, D., 2024.

Los hallazgos derivados de la investigación realizada en el Área de Conservación y Uso Sostenible (ACUS) Domono revelan que la diversidad de la mesofauna en las distintas zonas evaluadas, se encuentran dentro de un rango aceptable, donde la zona 1 presenta los mayores índices de diversidad con un valor de 2,229 mientras que la zona 2 con un valor de 1,674 siendo el valor más bajo de las zonas.

#### 4.1.3 Determinación del Carbono



**Ilustración 4-7:** Niveles de carbono por zonas de estudio

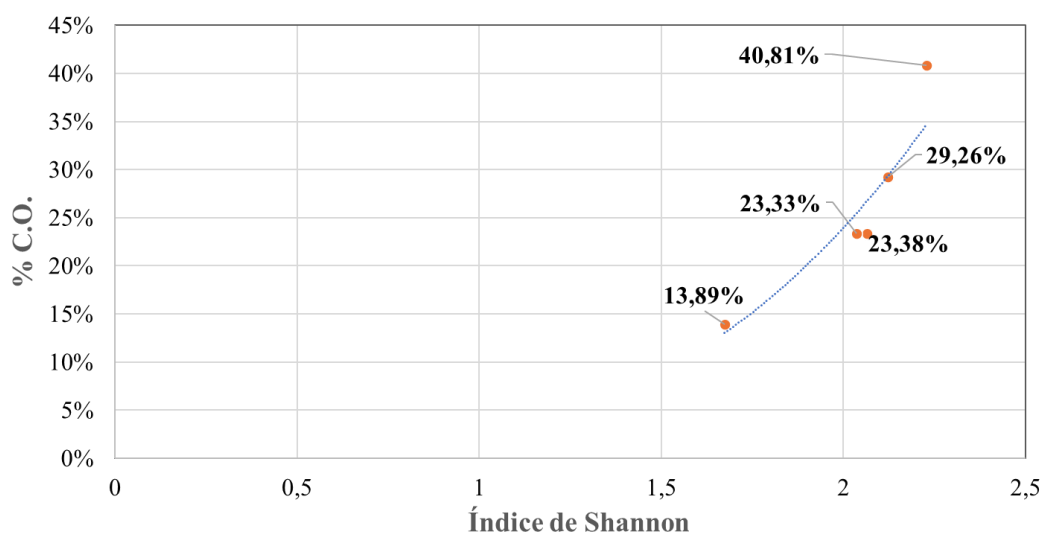
Realizado por: Chamba, D., 2024.

Los resultados muestran que la cantidad de Carbono Orgánico (% C.O) en las muestras varía significativamente entre ellas. La muestra 1 presenta el porcentaje más alto de carbono orgánico con un 40,81%, seguida de la muestra 3 con un 29,26%. Por otro lado, las muestras 2, 4 y 5 muestran porcentajes más bajos de carbono orgánico, con valores de 13,89%, 23,38% y 23,33% respectivamente. Estas dispersiones en los niveles de carbono orgánico pueden deberse a diferencias en la composición del suelo, el grado de descomposición de la materia orgánica y la actividad microbiana en cada área de muestreo.

**4.1.4 Correlación del carbono y la mesofauna**

Con el fin de explorar la conexión entre el almacenamiento de carbono y la presencia de la mesofauna, se llevó a cabo el cálculo del índice de diversidad de Shannon (H') para evaluar la diversidad biológica de la mesofauna en cada área de estudio. Posteriormente, se realizó un análisis de correlación lineal entre estas dos variables como se muestra en la **Ilustración 4-8**, donde se obtuvo un valor de 0.8 el cual indica una relación positiva fuerte lo que indica que a medida que una variable aumente, la otra variable también tiende a aumentar.

Campo: **Índice de Shannon** y campo: **% C.O.** esta muy correlacionado.



**Ilustración 4-8:** Relación entre el contenido de carbono e índice de Shannon.

**Realizado por:** Chamba, D., 2024.

Los resultados de la correlación entre las dos variables mostrados en la **Ilustración 4-8** determinaron que hay una asociación entre el índice de Shannon y el porcentaje de carbono orgánico en las muestras representativas de cada zona. Donde en la muestra M1, que tiene un índice de diversidad más alto de 2,229, también se registra un porcentaje de carbono orgánico alto 40,81% siendo el porcentaje de mayor proporción. De manera similar, en la muestra M2, donde el índice de diversidad es de 1,674 siendo el área más baja en respecto al almacenamiento de carbono orgánico con un 13,89% mostrando así una relación de estas dos variables, ya que al presentar un mayor índice de diversidad también presentara mayores niveles de carbono orgánico. Indicando así estos resultados una relación entre la presencia de la mesofauna y la cantidad de carbono orgánico presente en el suelo.

## 4.2 Discusión

Para evaluar el almacenamiento del carbono orgánico en relación con la presencia de la mesofauna, en el área de conservación y uso sostenible del bosque Domono se emplearon indicadores que abarcan propiedades físicas, carbono orgánico y mesofauna, comparando con valores establecidos para determinar las condiciones en las que se encuentra el suelo. En lo que respecta la humedad volumétrica del suelo según (Cabañas et al. 2005, pp. 27-28) establece que un rango alrededor del 60% es óptimo para la actividad de organismos para la descomposición de la

materia orgánica. Por lo que en esta investigación se destaca como un parámetro importante ya que sus características son sinónimos de una adecuada distribución del agua, traslado de nutrientes, la cual permite una mayor eficiencia en el crecimiento de las plantas y para un mayor nivel de descomposición de la materia orgánica a través de la mesofauna, ya que las condiciones adecuadas de humedad favorecen al estado de vida de estos organismos.

En cuanto a las cinco zonas de estudio, se evidenció que todas estas se encuentran entre un rango del 60% a 70 %, la cual es considerada como una humedad alta en los bosques vírgenes. Lo cual sugiere que el área de estudio es adecuada para un buen crecimiento de vegetación y buen desarrollo de microorganismos. Ya que según (Socarrás, 2013) la humedad es esencial para la mayoría de los organismos descomponedores ya que proporciona suficiente agua para mantener la actividad metabólica y la respiración sin causar problemas de anegamiento.

La presencia de un suelo franco-arenoso en la zona de estudio, con sus proporciones adecuadas de arena, limo y arcilla, presenta una estructura favorable para la distribución eficiente de nutrientes, agua y aire. Por otra parte, según (Gallego, Marín & Alzate 2023) establece que la textura del suelo juega un papel crucial en la aireación y permeabilidad del suelo, aspectos que impactan directamente en la disponibilidad de oxígeno y en la actividad microbiana del suelo.

En relación con la densidad aparente, se observan valores que oscilan entre 0,49 g/cm<sup>3</sup>, representado por la muestra 3 con la densidad más baja, y 0,81 g/cm<sup>3</sup>, representado por la muestra 1 con la densidad más alta. Estos valores indican condiciones óptimas, ya que los suelos se consideran poco compactados. La densidad aparente está relacionada con la porosidad total del suelo, siendo los suelos con baja densidad aparente más porosos, aireados y con buen drenaje, lo que favorece un desarrollo saludable de las raíces.

En cuanto a la porosidad característica crucial para determinar la capacidad de retención de agua y aireación del suelo, lo que a su vez influye a un correcto desarrollo de la vegetación la cual puede ser afectada por diversos factores, como la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la compactación y la actividad biológica en el suelo. Una alta porosidad suele asociarse con suelos más productivos, mientras que una baja porosidad a suelos de mala calidad. Sin embargo (Apunte de edafología, 2019) establece que la estructura del suelo es más importante para determinar su calidad ya que es más apreciable en campo. Mostrando estos resultados un mayor valor de porosidad del 70,48 %, el cual determina un excelente nivel de porosidad permitiendo una buena circulación de agua, nutrientes y aire. A diferencia de las muestras 1,2, 4 y 5 muestran

porcentajes del 33.33% a 46% dando presencia de suelos con porcentajes regulares de porosidad.

La mesofauna identificada muestra la presencia de una gran diversidad de organismos presente en el área de estudio donde se presentó una mayor cantidad de mesofauna en la zona 1 con un total de 105 individuos y en la muestra 2 se obtuvo la menor cantidad con un total de 47 individuos, destacando las coleópteras y termitas con una mayor presencia, estos niveles de mesofauna denotan una buena calidad de degradación de materia orgánica. Por otra parte, según (Palacios, Mejía 2007, pp. 21-22) certifica que al no haber presencia de estos organismos se produce un déficit de la degradación de la materia orgánica.

La presencia de estos organismos respalda los niveles de diversidad calculados denotando una mayor diversidad en las zonas con mayor cantidad de mesofauna tanto en número como en especies, proporcionando la zona uno valores de 2.229 indicando valores moderados y una menor concentración en la zona dos con 1.674 lo que denota una diversidad menor pero no deficiente.

Según lo establece (aguilera,1999) citado por (Martínez, Fuentes & Acevedo 2008) la presencia de carbono en el suelo es esencial para la actividad biológica, debido que los organismos captan sus recursos energéticos. Por lo que en la investigación se observa una variación significativa en el porcentaje de carbono orgánico entre las diferentes muestras donde la muestra M1 presenta el porcentaje más alto de carbono orgánico con un 40,81%, mientras que la muestra M2 tiene el porcentaje más bajo con un 13,89%. Llegando así a determinar que existe una relación directa entre la diversidad de mesofauna y el almacenamiento de carbono.

En resumen, el conjunto de datos del Índice de Shannon y el porcentaje de carbono orgánico en las diferentes muestras de suelo revelan patrones significativos en la diversidad biológica y la calidad del suelo. Donde se evidencio que los niveles más altos de diversidad de mesofauna en la muestra 1 también exhibe el porcentaje más alto de carbono orgánico, sugiriendo una relación positiva entre la diversidad biológica y la calidad del suelo. Por el contrario, la muestra con el Índice de Shannon más bajo (M2) muestra el porcentaje más bajo de carbono orgánico, indicando una relación entre, menor diversidad biológica, menor porcentaje de carbono en el suelo. Llegando así a resaltar la importancia de promover la diversidad del suelo por ende los niveles adecuados de carbono orgánico para garantizar la salud y la productividad de los ecosistemas terrestres.

### **4.3 Comprobación de la hipótesis**

La actividad y presencia de la mesofauna en el suelo promueven un aumento en la descomposición de la materia orgánica, lo que resulta en una mayor producción de desechos contribuyendo así en un mayor almacenamiento de carbono orgánico en los ecosistemas terrestres. Al analizar el coeficiente de correlación de Pearson utilizando el programa Excel para calcular la fuerza y la dirección de la relación entre ambas variables se determinó que existe una correlación lineal entre la mesofauna y el almacenamiento de carbono, por ende, rechazamos la hipótesis nula.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Se determino las características físicas del suelo en el área Norte del ACUS bosque Domono, con una superficie de 55 ha, la cual constaba de 5 zonas de estudio representadas por una muestra compuesta por zona, en las cuales se determinó humedad, textura, densidad, porosidad y color. Presentando elevadas concentraciones de humedad en las diferentes zonas de estudio, abarcando porcentajes desde el 62,43% hasta los 66,4%. En cuanto a la textura se determinó un porcentaje adecuado de arena, arcilla y limo donde los porcentajes de arena abarcan la mayor concentración que varía entre el 50 % al 70 %, la arcilla con valores intermedios entre 22% y 36% y el limo presentó proporciones menores al 14% determinando la presencia de un suelo franco-arenoso en toda el área de estudio. Presenta niveles de densidad aparente no mayores a  $0,81 \text{ g/cm}^3$  indicando así niveles de compactación muy bajos, las condiciones que presentan estos parámetros determinaron que el suelo presenta condiciones óptimas para un buen desarrollo de organismos lo cual proporcionara una mayor degradación de la materia orgánica.

La identificación de la mesofauna realizada en el área de estudio presento un total de 360 individuos que representan el total de las cinco zonas de estudio muestreadas, donde la zona 1 presento la mayor cantidad de individuos con una suma de 105 organismos, por el contrario, la zona 2 presento 47 organismos siendo el menor número de individuos y en cuanto a la zona 3, 4 y 5 presento cantidades de 94, 57 y 57 respectivamente. Siendo la Isóptera, Dermáptera y Hymenóptera las especies más abundantes mientras que las especies Polydesmoida, Haplotaxida y Enchytraeida se presentaron en las cantidades mínimas de 1 individuo. En cuanto a la densidad de la mesofauna por zonas se evidencio una densidad de 0,004 en la zona 1 siendo la más alta, 0,003 en la zona 3 y 0,002 en las zonas 2, 4 y 5. Lo cual se constató en la utilización del Índice de Shannon para la determinación de la diversidad de la mesofauna indicando valores moderados al a ver superado los niveles de 1,5 que define como una diversidad moderada, sobresaliendo la zona 1 con el mayor valor encontrado de 2,229 y la zona 2 con 1,674 justificando que el ACUS bosque Domono cuenta con un ecosistema biodiverso y saludable.

La interacción entre la mesofauna y el almacenamiento de carbono orgánico determino una similitud entre estas dos variables dado que en las distintas muestras se presentaron valores



mayores en la zona uno donde se identificó un porcentaje del 40,81 % de carbono orgánico y un Índice de diversidad de 2,229 siendo estos los valores más altos y por otra parte en la zona dos se presentaron porcentaje de 13.89 % de carbono y 1.674 siendo así que se corroboró una correlación entre la mesofauna y el carbono almacenado ya que al existir una disminución de estos organismos habrá un déficit de descomposición de materia orgánica por ende un menor porcentaje de carbono. Constatando esta información se determinó mediante un análisis estadístico una correlación de lineal de las variables de 0,8, por otra parte, las características físicas del suelo son esenciales para un buen desarrollo de los organismos descomponedores, destacando la textura y humedad del suelo.

## **5.2 Recomendaciones**

- Considerando la importancia de esta investigación, se recomienda realizar un estudio que abarque las mismas condiciones de correlación de la variable de la mesofauna en relación con el almacenamiento de carbono orgánico en el suelo, haciendo una comparación entre un suelo intervenido y uno no intervenido para determinar el nivel de afectación que pueden producir las actividades antropogénicas.
- La necesidad de conservación de la biodiversidad, incluyendo a la mesofauna como un componente esencial para la salud de los ecosistemas. Se recomienda que los municipios adopten prácticas y políticas de conservación de áreas naturales y promuevan la restauración de ecosistemas degradados, reconociendo su importancia en la regulación de los ciclos bioquímicos.
- Se propone llevar a cabo un estudio en la parte sur del Acus Domono, que no fue abordado en esta investigación, con el fin de realizar una comparación detallada y determinar si existen diferencias significativas respecto al área norte, dado que el área sur presenta una menor área de cobertura forestal.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ANDERSON, J. & INGRAM, John.** "Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods". *Soil Science* [en línea], 1994, Vol. 157, p. 265. DOI 10.2307/2261129. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/232141777\\_Tropical\\_Soil\\_Biology\\_and\\_Fertility\\_A\\_Handbook\\_of\\_Methods](https://www.researchgate.net/publication/232141777_Tropical_Soil_Biology_and_Fertility_A_Handbook_of_Methods)
2. **APUNTE DE EDAFOLOGÍA.** Porosidad y aireación, densidad real y aparente [En línea]. (Manual de Edafología). Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. 2019. Disponible en: [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42969/mod\\_resource/content/1/POROSIDAD%20Y%20AIREACION%2026-3-19.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42969/mod_resource/content/1/POROSIDAD%20Y%20AIREACION%2026-3-19.pdf).
3. **BALVANERA, P.** "Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales". *ecosistemas* [en línea], 2012, México, págs. 136-147. Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/33>
4. **BARRALES-BRITO, Edgar., PAZ PELLAT, F., ETCHEVERS BARRA, J., HIDALGO MORENO, C. & VELÁZQUEZ RODRÍGUEZ, A.** "Dinámica de carbono en agregados del suelo con diferentes tipos de usos de suelo en el monte Tláloc, Estado de México". *SciELO* [en línea]. 2020, Vol. 38, n.º 2, pp. 275-288. DOI 10.28940/terra.v38i2.680. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0187-57792020000300275&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-57792020000300275&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
5. **BARRIENTOS, Leonor & ROJAS, Damaris.** Efecto del compost de residuos orgánicos y estiércol vacuno en suelo franco arenoso de la Asociación Vivienda La Bloquera - Villa María del Triunfo [En línea]. (Trabajo de Titulación). Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería. Perú (lima). 2020. págs 1-163. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2821376>
6. **BRAVO, Carlos, RAMÍREZ, Alina., TORRES BOLIER, M., TORRES ROLDAN A. & NAVARRETE, H.** "Factores asociados a la fertilidad del suelo en diferentes usos de la tierra de la Región Amazónica Ecuatoriana". *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria.* 2017. Vol. 18, n.º 11, pp. 1-16. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653574014>
7. **BRAVO, Carlos, TORRES, Bolier, et al.** "Indicadores morfológicos y estructurales de calidad y potencial de erosión del suelo bajo diferentes usos de la tierra en la Amazonía Ecuatoriana". *Análisis de Geografía de la Universidad Complutense.* 2017. Vol. 37, pp. 247-264. DOI 10.5209/AGUC.57725.
8. **CABAÑAS, Vargas et al.** "Assessing the Stability and Maturity of Compost at Large-

- Scale Plants". *Ingeniería Sanitaria* [en línea]. Vol. 9. Disponible en: [https://www.academia.edu/75817734/Assessing\\_the\\_Stability\\_and\\_Maturity\\_of\\_Compост\\_at\\_Large\\_Scale\\_Plants](https://www.academia.edu/75817734/Assessing_the_Stability_and_Maturity_of_Compост_at_Large_Scale_Plants) [accedido 6 marzo 2024].
9. **CANTÚ, Israel & YAÑEZ, María.** "Efecto del cambio de uso de suelo en el contenido del carbono orgánico y nitrógeno del suelo". *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, [en línea]. 2018. Vol. 9, n.º 45. DOI 10.29298/rmcf. v9i45.138. Disponible en: <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/138>
  10. **CHÁVEZ, Licet., LABRADA, Y., RODRÍGUEZ, I., ÁLVAREZ, A., BRUQUETA, D. & CASTRO, L.** "Caracterización de la macrofauna edáfica en un pastizal de la provincia Granma". *Centro Agrícola*. 2018. Vol. 45, n.º 4, pp. 43-48. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0253-57852018000400043&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852018000400043&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  11. **CHILLO, Alex.** Estudio de la mesofauna edáfica en la microcuenca del río Jubalyacu, parroquia Achupalla, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, [En línea]. (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica d Chimborazo. 2015. págs. 1- 76. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3952>
  12. **COLUMBA, Karin.** "Manual para la Gestión Operativa de las Áreas Protegidas de Ecuador". *Ministerio del Ambiente*, [en línea], 2013, (Ecuador), págs. 1-194. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/04-Manual-para-la-Gesti%C3%B3n-Operativa-de-las-%C3%81reas-Protegidas-de-Ecuador.pdf>
  13. **CONÚ, Leidy & JIMENES, Alejandro.** "Determinación de textura por el método de Bouyoucus". *Academia* [en línea], 2014. Disponible en: [https://www.academia.edu/9677695/DETERMINACION\\_DE\\_TEXTURA\\_PO\\_R\\_EL\\_METODO\\_DE\\_BOUYOUCOS](https://www.academia.edu/9677695/DETERMINACION_DE_TEXTURA_PO_R_EL_METODO_DE_BOUYOUCOS) [accedido 27 febrero 2024].
  14. **COTTO, Ginger.** Arcillas: clasificación y problemas que causan en la agricultura [En línea]. B.S. tesis. BABAHOYO: Universidad Técnica de Babahoyo. 2020. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8377> [accedido 5 marzo 2024].
  15. **CRESPO, Cristian.** *Métodos de medición de humedad del suelo: del campo al laboratorio*. [PortalFruticola.com] [en línea]. 30 agosto 2018. Recuperado a partir de: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/08/30/metodos-de-medicion-de-humedad-del-suelo-del-campo-al-laboratorio/> [accedido 23 enero 2024].
  16. **DÍAZ, GERALDA.** "El cambio climático". *Ciencia y Sociedad* [en línea], 2012, vol. 37, págs. 227- 239. Disponible en: <http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/handle/123456789/1392> [accedido 29 diciembre 2023].
  17. **DÍAZ, Ignacio et al.** *Guía de Asociación entre variables (Pearson y Spearman en SPSS)* [blog]. 2010. Disponible en:

[https://www.google.com/search?q=Gu%C3%ADa+de+Asociaci%C3%B3n+entre+variables+\(Pearson+y+Spearman+en+SPSS&rlz=1C1UUXU\\_esEC1038EC1038&oq=Gu%C3%ADa+de+Asociaci%C3%B3n+entre+variables+\(Pearson+y+Spearman+en+SPSS&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzU2MmowajmoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Gu%C3%ADa+de+Asociaci%C3%B3n+entre+variables+(Pearson+y+Spearman+en+SPSS&rlz=1C1UUXU_esEC1038EC1038&oq=Gu%C3%ADa+de+Asociaci%C3%B3n+entre+variables+(Pearson+y+Spearman+en+SPSS&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzU2MmowajmoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8) [accedido 6 marzo 2024].

18. **DOMÍNGUEZ SOTO, Julia María., ROMÁN GUTIÉRREZ, A., PRIETO GARCÍA, F. & SANDOVAL, O.** "Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos". *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [en línea], 2012, Vol. 3, n.º 1, pp. 141-155. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-09342012000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342012000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
19. **EURO GARDEN.** "La importancia de la textura del suelo: arena, arcilla y limo". *Eurogarden* [en línea]. 13 julio 2023. Disponible en: <https://www.eurogardenseeds.com/la-importancia-de-la-textura-del-suelo-arena-arcilla-y-limo/> [accedido 27 febrero 2024].
20. **FAO.** *Carbono organico del suelo - el potencial oculto* [en línea]. Rome, Italy : FAO. ISBN 978-92-5-309681-7, 2017. Disponible en: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/b3fc8b3c-3afa-46ca-9883-96f6c3113549/> [accedido 3 enero 2024].
21. **FIGUEROA, María et al.** "Influencia de los factores formadores en las propiedades de los suelos en la Mixteca, Oaxaca, México". *Terra Latinoamericana* [ en línea ], 2018. Vol. 36, n.º 3, pp. 287-299. DOI 10.28940/terra. v36i3.259. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0187-57792018000300287&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-57792018000300287&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
22. **FISCHER, Dylan G. et al.** "Long-Term Patterns in Forest Soil CO2 Flux in a Pacific Northwest Temperate Rainforest". *Forests*, [ en línea], 2024. Vol. 15, n.º 1, p. 161. DOI 10.3390/f15010161. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1999-4907/15/1/161>
23. **FORAGUA.** *Stock y captura de carbono.* [blog]. 2019. Disponible en: [http://www.foragua.org/?page\\_id=1427](http://www.foragua.org/?page_id=1427) [accedido 4 marzo 2024].
24. **GAD MORONA.** *Diagnostico preliminar para determinar la factibilidad de creación de un área de conservación y uso sostenible en el bosque domono.* [blog]. Morona, 2021 Disponible en: [file:///C:/Users/DENILSON/Downloads/PROPUESTA\\_ACUS\\_DOMONO-signed%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/DENILSON/Downloads/PROPUESTA_ACUS_DOMONO-signed%20(4).pdf)
25. **GALLEGO, Garcia, MARÍN, Juan & ALZATE, Alejandro.** Efectos del material parental y de las propiedades físico-mecánicas en la fertilidad de los suelos. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Universidad Libre. 2023. Disponible en:

<http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/24715> [accedido 6 marzo 2024].  
Accepted: 2023-04-18T23:09:31Z

26. **GLEZ, Felix.** *La importancia del carbono en el suelo.* [blog]. 9 enero 2023. Disponible en: <https://evenor-tech.com/la-importancia-del-carbono-en-el-suelo/> [accedido 5 marzo 2024].
27. **GÓMEZ, Juan.** "Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos". *Sena* [en línea], 2013, págs. 103. Disponible en: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/2785/practicas\\_campo\\_laboratorio\\_suelos.pdf;jsessionid=6901E43D240915B4C43FF017F5A09EEF?sequence=1](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/2785/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf;jsessionid=6901E43D240915B4C43FF017F5A09EEF?sequence=1)
28. **GONZÁLEZ, Edgar & MEIRA, Pablo.** "Educación para el cambio climático: ¿Educar sobre el clima o para el cambio?". *Perfiles educativos* [en línea]. Vol. 42, n.º 168, pp. 157-174. DOI 10.22201/issue.24486167e.2020.168.59464. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0185-26982020000200157&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0185-26982020000200157&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
29. **GUIDES FOR EDUCATORS.** *Guía para educadores sobre salud del suelo / Servicio de Conservación de Recursos Naturales.* [blog]. 2019. Disponible en: <https://www.nrcs.usda.gov/conservation-basics/natural-resource-concerns/soils/soil-health/soil-health-educators-guide> [accedido 1 marzo 2024].
30. **HERNÁNDEZ, María Elizabeth.** "Suelos de Humedales como Sumidero de Carbono y Fuentes de Metano". *Terra Latinoamericana* [en línea], 2009, Vol. 28, pp. 139-147.
31. **HERRERA, Julián et al.** "Efecto del exceso de humedad del suelo sobre el rendimiento en algunos cultivos de importancia agrícola en Cuba". *Ingeniería Agrícola* [en línea], 2016, Vol. 6, no 2, pp. 3-7. Disponible en: <https://ojs.edicionescervantes.com/index.php/IAgric/article/view/811>
32. **INAMHI.** *Boletines Meteorológicos – Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.* [blog]. 2022. Disponible en: <https://www.inamhi.gob.ec/boletines-meteorologicos/> [accedido 18 enero 2024].
33. **IZQUIERDO BAUTISTA, Jaime & ARÉVALO, John Jairo.** "Determinación del carbono orgánico por el método químico y por calcinación". *Ingeniería y Región* [en línea], 2021, N.º 26, pp. 20-28.
34. **JIMÉNEZ, Alexandra del Cisne.** "La diversidad mejora el almacenamiento de carbono en los bosques tropicales". *Recimundo* [en línea], 2021, Vol. 5, n.º 3, pp. 316-323. DOI 10.26820/recimundo/5. (3). sep.2021.316-323. Disponible en: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/1272>
35. **JIN, Haixia et al.** "Comparing Laboratory and Satellite Hyperspectral Predictions of Soil Organic Carbon in Farmland". *Agronomy* [en línea] 2024, Vol. 14, n.º 1, p. 175. DOI 10.3390/agronomy14010175. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073->

36. **LOAYZA, Verónica et al.** "Mapeo digital de carbono orgánico en suelos de Ecuador". *Ecosistemas* [en línea], 2020, Vol. 29, n.º 2, pp. 1852-1852. DOI 10.7818/ECOS.1852. Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1852>
37. **MARTÍNEZ, Eduardo, FUENTES, Juan & ACEVEDO, Edmundo.** "Carbono orgánico y propiedades del suelo". *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal* [en línea], 2008, Vol. 8, n.º 1, pp. 68-96. DOI 10.4067/S0718-27912008000100006. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-27912008000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-27912008000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
38. **MARTÍNEZ, Julia & FERNÁNDEZ, Adrián.** *Cambio climático: una visión desde México* [en línea]. Primera reimpresión. México, D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. ISBN 978-968-817-704-4.
39. **MICH, Morelia.** *Manual para el Curso de Edafología Laboratorio y Campo* [en línea], 2019. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
40. **MINISTERIO DEL AMBIENTE.** "Lineamientos para la creación y gestión de Áreas de Conservación y Uso Sustentable Autónomas Descentralizadas, Comunitarias y Privadas". *Ministerio del Ambiente* [en línea], 2017. Disponible en: <https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/Lineamientos%20creacion%20areas%20conservacion2017.pdf>
41. **MOREIRA, Fátima M. S.** *Manual de biología de suelos tropicales* [en línea]. Instituto Nacional de Ecología, 2012. ISBN 978-607-7908-31-9. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=m-QMZaBiP0YC>
42. **MORENO, Carla, GONZÁLEZ, María Isabel & EGIDO, José Antonio.** "Influencia del manejo sobre la calidad del suelo". *Ecuador es de calidad* [en línea], 2015, Vol. 2, no 1. Disponible en: <https://revistaecuadorestcalidad.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorestcalidad/index.php/revista/article/view/8> [accedido 5 diciembre 2023].
43. **NICOSIA, Salvador et al.** "Estructura de la comunidad de la mesofauna edáfica en dos suelos con distinta intensidad de uso". *Ciencia del suelo* [en línea], 2020, Vol. 38, n.º 1, pp. 72-80. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1850-20672020000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1850-20672020000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
44. **ORJUELA, Hernán.** "El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático". *Revista de Ciencias Agrícolas* [en línea], 2018, Vol. 35, p. 82. DOI 10.22267/rcia.183501.85.
45. **ORTIZ, Gloria et al.** "The Dynamics of Soil Mesofauna Communities in a Tropical

Urban Coastal Wetland: Responses to Spatiotemporal Fluctuations in Phreatic Level and Salinity". *Arthropoda* [en línea], 2024, Vol. 2, n.º 1, pp. 1-27. DOI 10.3390/arthropoda2010001. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2813-3323/2/1/1>

46. **OTERO GONZÁLEZ, Alfonso.** "Enfermedad renal crónica, diálisis y cambio climático". *Nefrología* [en línea], 2023, DOI 10.1016/j.nefro.2023.08.004. Disponible en: <file:///C:/Users/Dell/Zotero/storage/EJDYZ7SC/S0211699523001297.html>
47. **PALEOLOGOS, María y SARANDÓN, Santiago.** "Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables, Capítulo 9". *Principios de ecología de poblaciones* [en línea], 2014. 1. ISBN 978-950-34-1107-0. Disponible en: <file:///C:/Users/DENILSON/Downloads/72-3-181-1-10-20150331.pdf> [accedido 6 marzo 2024].
48. **PAZ, Fernando, VELÁZQUEZ, Alma & ROJO, Marlén.** "Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2018". *Programa carbono* [en línea], ISBN 978-607-96490-6-7.
49. **PAZ, Jairon.** Estabilización de los suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases [en línea]. (Trabajo de Titulación). Universidad de San Carlos de Guatemala. 2010. p. 199. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3160\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3160_C.pdf)
50. **PÉREZ, Ruiz, GARCÍA, Fernández & SAYER, J.** "Los servicios ambientales de los bosques". *ecosistemas* [en línea], 2007, España. Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=509>
51. **PORTALFRUTÍCOLA.** "Tabla Munsell y su correcto uso de en la descripción de los suelos". *PortalFruticola.com* [en línea]. 21 mayo 2016. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/05/21/el-correcto-uso-de-tabla-munsell-en-la-descripcion-de-los-suelos/> [accedido 19 enero 2024].
52. **RED BPA.** *Recomendaciones para Muestreo de Suelos.* [ blog]. 2020. Disponible en: [https://www.google.com/search?q=Recomendaciones+para+Muestreo+de+Suelos+Diciembre+2020&rlz=1C1UUXU\\_esEC1038EC1038&oq=Recomendaciones+para+Muestreo+de+Suelos+Diciembre+2020&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigATIHCAIQIRigATIHCAEQIRigAdIBBzc4MWowajSoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Recomendaciones+para+Muestreo+de+Suelos+Diciembre+2020&rlz=1C1UUXU_esEC1038EC1038&oq=Recomendaciones+para+Muestreo+de+Suelos+Diciembre+2020&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigATIHCAIQIRigATIHCAEQIRigAdIBBzc4MWowajSoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8).
53. **RODRIGUEZ, Humberto & RODRÍGUEZ, José.** *Métodos de análisis de suelos y plantas.* 3ra edición. México: Trillas. ISBN 978-607-17-2243-0.
54. **ROMERO, Claudia, GARCÍA, Elizabeth & HERNÁNDEZ, Elizabeth.** "Materia orgánica y densidad aparente en suelos del suroeste de La Malinche, Tlaxcala, México". *Iberoamericana de Ciencias* [en línea], 2015, Vol. 2, no 5.
55. **SANTILLÁN, María.** "Alterar el suelo contribuye al cambio climático". *Ciencia UNAM*

- [en línea]. 2017. Disponible en: <https://ciencia.unam.mx/leer/633/alterar-el-suelo-contribuye-al-cambio-climatico> [accedido 3 marzo 2024].
56. **SOCARRÁS, Ana.** "Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo". *Pastos y Forrajes* [en línea], 2013 Vol. 36, n.º 1, pp. 5-13.
57. **SOLÍS, Martín et al.** "The transformation of RGB images to Munsell Soil-Color charts". *Uniciencia* [en línea], 2022, Vol. 36, n.º 1, pp. 559-568. DOI 10.15359/ru.36-1.36. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2215-34702022000100559&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2215-34702022000100559&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
58. **SOMARRIBA, Eduardo.** *Diversidad Shannon*. [blog], 1999. Recuperado a partir de: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6079> [accedido 6 marzo 2024]. Accepted: 2015-03-19T21:19:32Z
59. **THOMPSON, Louis M. & TROEH, Frederick R.** *Los suelos y su fertilidad* [en línea]. 4 edición, 1982. Reverte. ISBN 978-84-291-9001-4. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=VpIUEAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
60. **UNZUETA, Joseline Antonieta Ramallo.** Actividad enzimática y biomasa microbiana de los suelos con cultivo de coca (*Erythroxylum coca*) en la comunidad de San Agustín-Nor Yungas de la Paz [en línea]. (Trabajo de Titulación). Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. Bolivia (La Paz). 2021. págs. 1- 100.
61. **URRIOLA, Leanne.** "¿Por qué estudiar las propiedades físicas del suelo?". *Revista Científica Semilla del Este* [en línea], 2020.Vol. 1, n.º 1, pp. 22-25.
62. **VARGAS-LARRETA, Benedicto., AMEZCUA ROJAS, M., LÓPEZ MARTÍNEZ, J., CUETO WONG, J., CUZ COBOS, F., NÁJERA LUNA, J. & AGUIRRE CALDERÓN, C.** "Estimación de los almacenes de carbono orgánico en el suelo en tres tipos de bosque templado en Durango, México". *Botanical Sciences* [en línea], 2023. Vol. 101, no 1, pp. 90-101. DOI 10.17129/botsci.3094. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-42982023000100090&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-42982023000100090&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
63. **VEGA, Marco.** "El efecto invernadero". *Biocenosis* [en línea], 2008. Vol. 21, n.º 1-2. Disponible en: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/1274> [accedido 3 enero 2024].
64. **ZAMBRANO, Angelica María Zambrano.** Análisis físico y químico de los suelos agrícolas del Sur de Manabí y su relación con los cultivos [en línea]. (Trabajo de Titulación). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales. Ecuador (Manabí). 2020. págs. 1-73.





## ANEXOS

### ANEXO A. SOLICITUD AL GMCM PARA LA AUTORIZACIÓN DE INGRESO AL ACUS BOSQUE DOMONO.



Gobierno Municipal  
del cantón Morona

Oficio Nro. GMCM-GASP-2023-0226-OF

Macas, 23 de octubre de 2023

**Asunto:** AUTORIZACIÓN DE INGRESO AL ACUS BOSQUE DOMONO

Estudiante  
Denilson Eduardo Chamba Obelencio  
En su Despacho

De mi consideración:

Reciba un cordial y atento saludo de quienes conformamos el Departamento de Gestión Ambiental y Servicios Públicos, a la vez deseándole el mayor de los éxitos en las actividades a usted encomendadas.

En atención a Oficio ingresado con Nro. 3875, de fecha 19 de septiembre de 2023, suscrito por Denilson Eduardo Chamba Obelencio estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Mediante el cual se solicita Autorización de Ingreso al Bosque Domono, para la realización del Trabajo de Investigación: INCIDENCIA DE LA MESOFAUNA EN EL ALMACENAMIENTO DE CARBONO ORGÁNICO TOTAL EN EL ACUS BOSQUE DOMONO.

En tal virtud me permito informar que su solicitud ha sido aprobada, que el Gobierno municipal del cantón Morona a través del Departamento de Gestión Ambiental y Servicios Públicos esta presto a trabajar coordinadamente por el bienestar común.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,



Ing. Marco Hornely Coello Rivadeneira  
**DIRECTOR DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SERVICIOS PÚBLICOS.**



## ANEXO B. TOMA DE MUESTRAS DE SUELO PARA ANÁLISIS FÍSICOS.



1. Localización del punto de muestreo mediante el GPS



2. Limpieza de la zona de muestreo



3. Toma de muestra mediante el barreno



4. Profundidad de la muestra



5. Recolección de la muestra de suelo



6. Etiquetado de la muestra de suelo



## ANEXO C. TOMA DE MUESTRAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA MESOFAUNA



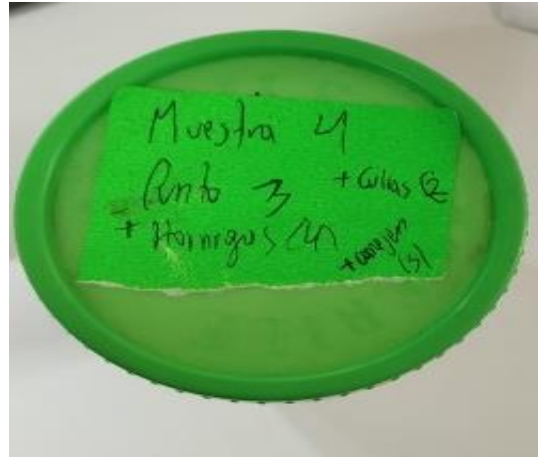
1. Excavación de la calicata



2. Medición de la calicata




3. Observación de la mesofauna



4. Recolección de la mesofauna en alcohol

## ANEXO D. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE CARBONO EN EL SUELO

	<p><b>ESTACIÓN EXPERIMENTAL “CENTRAL DE LA AMAZONÍA”</b> <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS</b> Vía Sacha-San Carlos, Km 3 de la Parker Teléfono: .063700000 Joya de los Sachas - Orellana - Ecuador</p>
---	---

### REPORTE DE ANÁLISIS DE MATERIA SECA

DATOS DEL PROPIETARIO	PARA USO DEL LABORATORIO
<p><b>Nombre</b> : Denilson Chamba <b>Dirección</b> : La Loma <b>Ciudad</b> : Macas <b>Teléfono</b> : <b>Fax</b> :</p>	<p><b>Fecha de Muestreo:</b> 11/12/2023 <b>Fecha de Ingreso:</b> 13/12/2023 <b>Fecha de análisis:</b> 28/12/2023 <b>Cultivo:</b> Bosque</p>

Nº Laboratorio	Tratamiento	Cultivo	% C.O.
23S1336	M1	Bosque	40,81
23S1337	M2	Bosque	13,89
23S1338	M3	Bosque	29,26



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL "CENTRAL DE LA AMAZONÍA"  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y  
AGUAS**

Vía Sacha-San Carlos, Km 3 de la Parker  
Teléfono: .063700000  
Joya de los Sachas - Orellana - Ecuador

**REPORTE DE ANÁLISIS DE MATERIA SECA**

**DATOS DEL PROPIETARIO**

**Nombre:** CHAMBA DENILSON  
**Dirección :** MORONA SANTIAGO  
**Ciudad :** MORONA  
**Teléfono :** 0990963653  
**Fax :**

**PARA USO DEL LABORATORIO**

**Fecha de Muestreo:** 28/01/2024  
**Fecha de Ingreso:** 30/01/2024  
**Fecha de análisis:** 26/02/2024  
**Cultivo:** BOSQUE

N° Laboratorio	Identificación Muestra	% M.O	% C.O
24S43	M4	40,31	23,38
24S44	M5	40,23	23,33

Unidades	Método
% : porcentaje	M.O.: Calcinación.


# ANEXO E. ANÁLISIS DE LA TEXTURA DEL SUELO



**INiAP**  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

Vía Saacha - San Carlos, Km 3 de la Parkeo, Orellana - Ecuador  
 www.iniap.gob.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec - Teléfono: 063700000



**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**

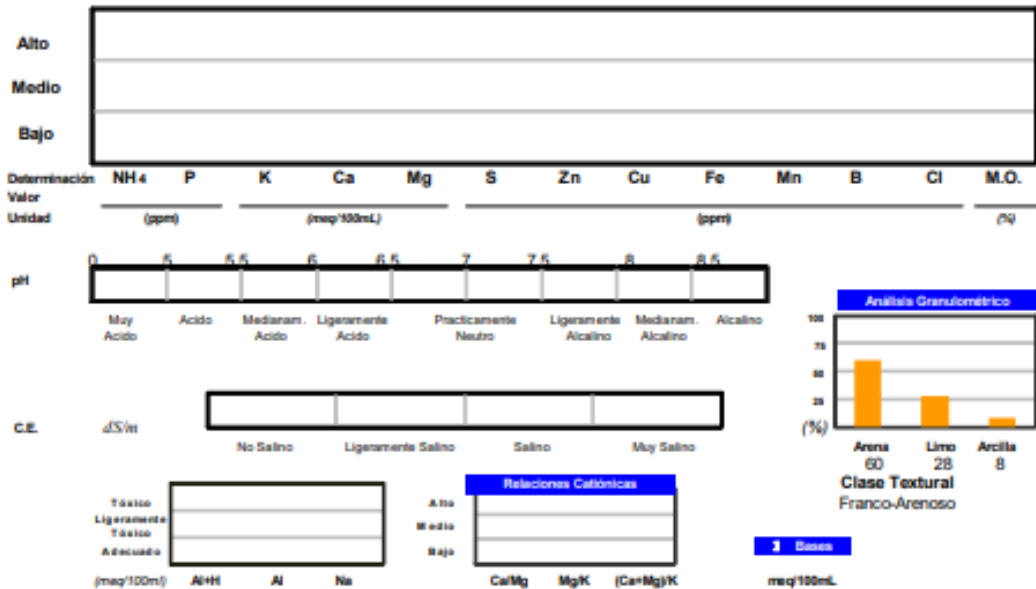
## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : DENILSON EDUARDO CHAMBA OBELENCIO	Teléfono : 0990963653		
Dirección : MORONA	Fax : N/E		
Ciudad : MACAS	e-mail : denichamba@gmail.com		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : N/E	Parroquia : MACAS
Provincia : MORONA SANTIAGO	Ubicación : BARRIO LAS LOMAS
Cantón : MORONA	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 20972	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 24S43 M4	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 23/2/2024	
Cultivo Actual : BOSQUE	Fecha Muestreo : 2/01/2024	Fecha Emisión : 26/2/2024	
Coordenadas : Latitud: Longitud:	Fecha Ingreso : 30/01/2024	Fecha Impresión : 26/2/2024	

## INTERPRETACION



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Cámbium	Cloro Modificado
K, Ca, Mg	Atomica	Cloro Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atomica	No aplica
S	Turbidimetrica	Filtro de Ca
Al	Colorimetrica	Molibdeno
Cl	Volometrica	Plata colorada
M.O.	Walkley Black	No aplica

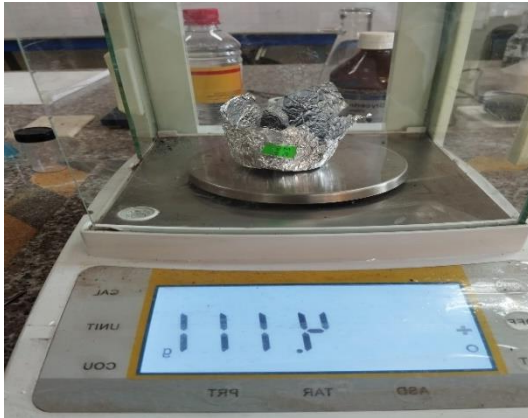
Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometrica	Suete Agua (1:2.5)
CE	Conductometrica	Planta saturada
Textura	Espectrometrica	No aplica
Al	Volometrica	K, Cl, TN
Al+H	Atomica	Planta saturada
Na	Atomica	Planta saturada
E Bases	Atomica	Cloro Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Optima					
NH <sub>4</sub>	20 - 40	P	10 - 20	Cl	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Ca	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.00
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
				A	0.30 - 1.00

N/E: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.



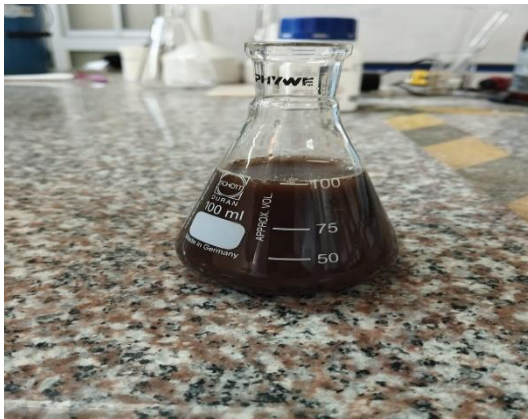
## ANEXO F. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO



1. Pesaje de la muestra de suelo



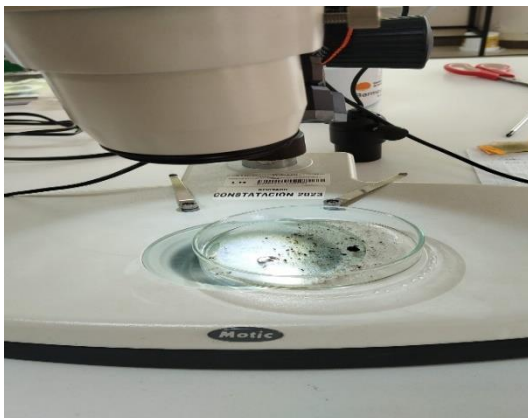
2. Secado de la muestra de suelo



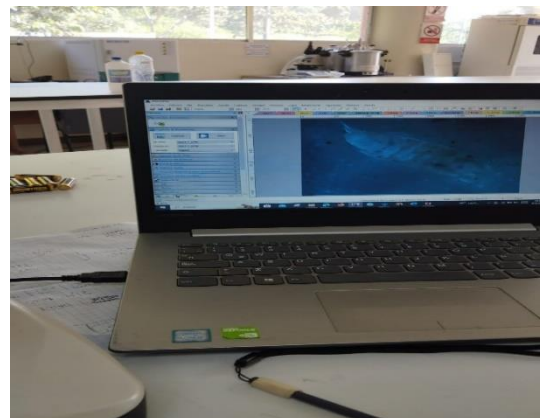
3. Determinación de la densidad del suelo



4. Pesaje de la probeta para determinar la densidad del suelo

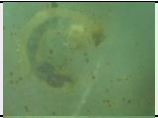



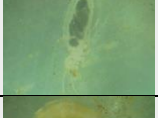



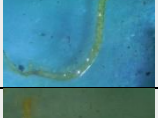
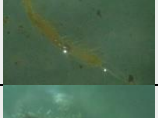






5. identificación de la mesofauna mediante el estereoscopio

































6. Identificación de la mesofauna



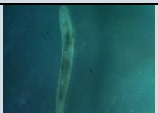
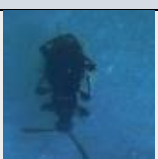
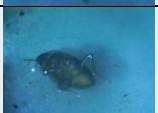








**ANEXO G. DETERMINACIÓN DE LA MESOFAUNA DEL SUELO**

<b>No. muestra</b>	<b>Clase</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Densidad / m<sup>2</sup></b>	<b>Imagen</b>
<b>M1</b>	Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	2	
	Insecta	Coleoptera	Carabidae	2	
	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	3	
	Insecta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	5	
	Insecta	Isoptera	Termitoidea.	37	
	Insecta	Microcoryphia	Machilidae.	4	
	Insecta	Hymenoptera	Formicidae.	5	
	Insecta	Blattodea	Ectobiidae	6	
	Chilopoda	Geophilomorpha	Chilenophilidae	3	
	Chilopoda	Scolopendromorpha	Cryptopidae	8	
	Collembola	Entomobryomorpha	Hypogastruridae	7	
	Collembola	Poduromorpha	Hypogastruridae	5	
	Arachida	Aranae	Agelenidae	4	
	Arachnida	Acari	Tetranychidae	1	
	Organismos no identificados		N/i	N	9



<b>M2</b>	Insecta	Coleoptera	scarabaeidae	3	
	Insecta	Isoptera	Termitoidea.	17	
	Insecta	Hymenoptera	Formicidae.	5	
	Chilopoda	Geophilomorpha	chilenophilidae	3	
	Collembola	Entomobryomorpha	Hypogastruridae	2	
	Entognatha	Protura	Protura	2	
	Arachida	Araneae	Agelenidae	1	
	Arachnida	Opiliones	Sclerosomatidae	1	
	Arachnida	Acari	Tetranychidae	2	
	Organismos no identificados	N/i	N	9	N
<b>M3</b>	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	4	
	Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	5	
	Insecta	Isoptera	Termitoidea.	18	
	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	19	
	Insecta	Dermaptera	Forficulidae	14	
	Insecta	Blattodea	Ectobiidae	3	



	Chilopoda	Geophilomorpha	Chilenophilidae	3	
	Chilopoda	Scolopendromorpha	Cryptopidae	2	
	Collembola	Entomobryomorpha	Hypogastruridae	1	
	Arachida	Araneae	Agelenidae	9	
	Organismos no identificados	N/i	N	10	N
<b>M4</b>	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	3	
	Insecta	Coleoptera	Ptilidae	4	
	Insecta	Coleoptera	Coleoptera	1	
	Insecta	Isoptera	Termitoidea.	19	
	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	1	
	Insecta	Dermaptera	Forficulidae	8	
	chilopoda	Scolopendromorpha	Cryptopidae	1	
	Collembola	Entomobryomorpha	Hypogastruridae	4	
	Entognatha	Protura	Protura	4	
	Arachida	Araneae	Agelenidae	2	
	Arachnida	Opiliones	Sclerosomatidae	3	

	Arachnida	Acari	Tetranychidae	1	
	Insecta	Haplotaxida	Glossoscolecidae	1	
	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeida	1	
	Organismos no identificados	N/i	N	6	N
<b>M5</b>	Insecta	Coleoptera	Carabidae	2	
	Insecta	Coleoptera	Ptilidae	4	
	Insecta	Dermaptera	Forficulidae	16	
	Insecta	Siphonaptera	Siphonaptera	2	
	Chilopoda	Geophilomorpha	Chilenophilidae	7	
	Collembola	Entomobryomorpha	Hypogastruridae	7	
	Collembola	Poduromorpha	Hypogastruridae	2	
	Entognatha.	Protura	Protura	4	
	Arachnida	Opiliones	Sclerosomatidae	2	
	Diplopoda	Polydesmoida	Paradoxosomatidae	2	
Organismos no identificados	N/i	N	5	N	



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 16/ 07 / 2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Denilson Eduardo Chamba Obelencio
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Ambiental
 Ximena Rashell Cazorla Vinueza <b>Directora del Trabajo de Titulación</b>
 Miguel Ángel Osorio Rivera <b>Asesor del Trabajo de Titulación</b>