



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ECOLOGIA
DE BOSQUES TROPICALES.**

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA BIOMASA Y DENSIDAD POBLACIONAL DE LA
LUMBRICUS TERRESTRIS EN TRES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL EN
EL CIEFOR - PUERTO ALMENDRA, LORETO. 2014”**

Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales

Autor:

Katiuska Miluska Lozano Babilonia

Iquitos - Perú

2016



UNAP

Facultad de
Ciencias Forestales

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 699

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por la Bachiller KATIUSKA MILUSKA LOZANO BABILONIA, titulada: "EVALUACIÓN DE LA BIOMASA Y DENSIDAD POBLACIONAL DE LA *Lumbricus Terrestris* EN TRES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL EN EL CIEFOR - PUERTO ALMENDRA, LORETO.2014" formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, la declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de:

BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificada:

APTA

Y, recibir el Título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.

Iquitos, 25 de Enero 2016


Ing. TEDI PACHECO GOMEZ, M.Sc.
Presidente


Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Miembro


Ing. SARON QUINTANA VASQUEZ, Dra.
Miembro


Ing. LUIS ARTURO MACEDO BARDALES, M.Sc.
Asesor

Conservar los bosques beneficia a la humanidad ¡No lo destruyas!
Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú
www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: 065-225303

Tesis

**EVALUACIÓN DE LA BIOMASA Y DENSIDAD POBLACIONAL DE LA
LUMBRICUS TERRESTRIS EN TRES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL EN
EL CIEFOR - PUERTO ALMENDRA, LORETO. 2014"**

(Aprobado el día 25 de Enero del 2016 según Acta de Sustentación N° 699)

MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR

Ing. TEDI PACHECO GOMEZ, M.Sc.
Reg. CIP N° 31142
Presidente

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Reg. CIP N° 45725
Miembro

Ing. SARON QUINTANA VASQUEZ, Dra.
Reg. CIP N° 71600
Miembro

Ing. LUIS ARTURO MACEDO BARDALES
Reg. CIP N° 47483
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme su protección y acompañarme en este proceso de aprendizaje y darme la oportunidad para la realización y finalización de la tesis

A la memoria de mi abuelo:
Miguel Lozano Vela.

A mi madre Elena por su amor y sus sabios consejos.

A mi padre: Miguel A. Lozano Pinedo, por su confianza.

A mis hermanos Henry, Norka y Aarón por el cariño y por todos esos momentos que vivimos juntos.

AGRADECIMIENTO

- ✓ A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana y en especial a la Facultad de Ciencias Forestales, por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.
- ✓ Al Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) por permitirme realizar en sus instalaciones el presente trabajo de investigación.
- ✓ A mi familia por el apoyo y la comprensión para la realización del presente trabajo de investigación.
- ✓ A Wilson Coral López por su apoyo, cariño y motivación para la culminación de mi tesis.
- ✓ A mis amigos de la carrera, quienes me apoyaron en la realización de la presente investigación.
- ✓ A los trabajadores del CIEFOR-Puerto Almendra por sus apoyo incondicional en los trabajos practicos.
- ✓ A la Ing. Joyce Tatiana Rettis Valera por ayudarme en la elaboración de la tesis en calidad de co-asesora.
- ✓ Al Ing. Víctor Hidalgo Corpancho y Blanca Sandoval Ibáñez por su apoyo para la elaboración de los mapas de ubicación del estudio de investigación.
- ✓ A Christian Chumbe Icomedes por su ayuda en la elaboración de la parte estadística de mis resultados de la tesis.

ÍNDICE

| | Pág. |
|--|------|
| Dedicatoria | |
| Agradecimiento | |
| Índice | i |
| Lista de Cuadros | iv |
| Lista de Figuras | v |
| Resumen | vi |
| | |
| I. INTRODUCCION..... | 1 |
| II. EL PROBLEMA | 3 |
| 2.1. Descripción del problema..... | 3 |
| 2.2. Definición del Problema..... | 4 |
| III. HIPÓTESIS | 5 |
| 3.1. Hipótesis general..... | 5 |
| 3.2. Hipótesis alternativa..... | 5 |
| 3.3. Hipótesis nula..... | 5 |
| IV. OBJETIVOS | 6 |
| 4.1. Objetivo General..... | 6 |
| 4.2. Objetivo específicos..... | 6 |
| V. VARIABLES, INDICADORES E INDICES..... | 7 |
| 5.1. Identificación de variables, indicadores e índices..... | 7 |
| VI. REVISION DE LITERATURA | 8 |
| VII. MARCO CONCEPTUAL..... | 15 |
| VIII. MATERIALES Y MÉTODO..... | 17 |

| | Pág. |
|---|------|
| 8.1. Lugar de ejecución..... | 17 |
| 8.2. Materiales y equipos..... | 18 |
| 8.3. Método..... | 19 |
| 8.3.1. Identificación de las lombrices de tierra..... | 21 |
| 8.3.2. Determinación de la biomasa de la lombriz de tierra | 21 |
| 8.3.3. Determinación de la densidad poblacional de lombrices de tierra | 21 |
| 8.3.4. Población..... | 22 |
| 8.3.5. Muestra..... | 22 |
| 8.3.6. Diseño estadístico | 22 |
| 8.3.7. Análisis estadístico | 23 |
| IX. RESULTADOS | 24 |
| 9.1. Determinación de la Biomasa de <i>Lumbricus terrestris</i> por tipos de coberturas vegetal..... | 24 |
| 9.2. Biomasa por estratos..... | 25 |
| 9.3. Determinación de la densidad poblacional de la <i>Lumbricus terrestris</i> por tipos de cobertura vegetal..... | 25 |
| 9.4. Determinación de la densidad poblacional de la <i>Lumbricus terrestris</i> por tipo de estratos..... | 26 |
| 9.5. Análisis de varianza de la biomasa de la <i>Lumbricus terrestris</i> | 28 |
| 9.6. Análisis de varianza de la densidad poblacional..... | 30 |
| X. DISCUSION..... | 32 |
| 10.1. Determinación de la Biomasa de <i>Lumbricus terrestris</i> por tipos de coberturas vegetal..... | 32 |
| 10.2. Determinación de la densidad poblacional de la <i>Lumbricus terrestris</i> por tipos de cobertura vegetal..... | 33 |

| | |
|---|----|
| 10.3. Determinación de la densidad poblacional de la <i>Lumbricus terrestris</i> por tipo de estratos..... | 34 |
| 10.4. Análisis de varianza de la biomasa y densidad de la <i>Lumbricus</i> <i>terrestris</i> | 35 |
| XI. CONCLUSIONES..... | 36 |
| XII. RECOMENDACIONES | 37 |
| XIII. BIBLIOGRAFIA | 38 |
| ANEXO..... | 42 |

LISTA DE CUADROS

| N° | TITULO | Pág. |
|----|--|------|
| 1 | Identificación de variables, indicadores e índices..... | 7 |
| 2 | Clasificación biológica de <i>Lumbricus terrestris</i> | 21 |
| 3 | Tabla de combinación de factores y niveles de cobertura por estratos... | 23 |
| 4 | Determinación de la biomasa por tipos de cobertura vegetal..... | 24 |
| 5 | Biomasa por estratos de acuerdo al tipo de cobertura..... | 25 |
| 6 | Densidad poblacional de la <i>Lumbricus terrestris</i> por tipo de cobertura.. | 26 |
| 7 | Densidad poblacional de la <i>Lumbricus terrestris</i> por tipo de estratos.... | 27 |
| 8 | Resumen del análisis de varianza de la biomasa de la cobertura arbórea y la cobertura herbácea..... | 28 |
| 9 | Resumen del análisis de varianza de la biomasa de la cobertura Herbácea y sin cobertura..... | 29 |
| 10 | Resumen del análisis de varianza de la biomasa de la cobertura arbórea y sin cobertura..... | 29 |
| 11 | Resumen del análisis de varianza de la cobertura arbórea y herbácea. | 30 |
| 12 | Resumen del análisis de varianza de varianza de la cobertura herbácea y sin cobertura..... | 31 |
| 13 | Resumen del análisis de varianza de la cobertura arbórea y sin cobertura..... | 31 |

LISTA DE FIGURAS

| N° | TITULO | Pág. |
|----|--|------|
| 1 | Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo por cobertura..... | 18 |
| 2 | Metodología de muestreo por el Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF, IUBS/UNESCO) Programme..... | 20 |
| 3 | Biomasa por tipo de cobertura..... | 24 |
| 4 | Densidad poblacional por tipo de cobertura..... | 26 |
| 5 | Densidad poblacional por estrato..... | 26 |
| 6 | Suelo con cobertura arbórea..... | 43 |
| 7 | Área delimitada para realizar la recolección..... | 43 |
| 8 | Lombrices recolectada en suelos de la cobertura arbórea..... | 44 |
| 9 | Suelo con cobertura herbácea..... | 44 |
| 10 | Recolección de lombrices de tierra en cobertura herbácea..... | 45 |
| 11 | Área donde se realizó la clasificación sin cobertura..... | 45 |
| 12 | Recolectando lombrices de tierra..... | 46 |
| 13 | Pesando las lombrices de tierra..... | 46 |

RESUMEN

El presente estudio de investigación, se realizó en tres tipos de suelos con diferentes coberturas vegetales: herbácea, arbórea y sin vegetación, ubicado dentro del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) – Puerto Almendra de la UNAP, con el objetivo de obtener información de la biomasa y la densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* “lombriz de tierra”, para conocer el grado de intervención que este anélido genera en los suelos. Realizando la toma de muestras en una área aproximada de 0,9375 m², en cinco monolitos por tipo de cobertura vegetal, en donde cada calicata está conformada por cuatro horizontes de 10 centímetros cada uno (0 a 40 cm). En donde las lombrices de tierra colectadas, se colocaron en envases de plástico para luego ser trasladados al laboratorio para su posterior cuantificación e identificación, calculando luego la densidad poblacional y biomasa utilizando el programa estadístico Anova.

Siendo la cobertura herbácea obtuvo la mayor densidad con 156,80 ind/m²; seguido de la cobertura arbórea con una densidad de 83,2 ind/m², a diferencia de la zona sin cobertura en donde no se registraron individuos. Obteniendo un total de 75 individuos en un área de 0,9375 m², lo que representa una densidad total de 80 ind/m² y una biomasa total de 1200 gr.

Palabra clave: Biomasa, Densidad poblacional, Cobertura vegetal, Lombriz de tierra

I. INTRODUCCION

Los suelos de la Amazonía, son muy sensibles a los fenómenos naturales y a la acción del hombre; por lo que, su conservación debe ser un compromiso de todas las personas que dependen de sus recursos. Las fuertes precipitaciones pluviales lixivian los pocos nutrientes que se forman en su superficie; por lo tanto, el manejo del suelo se convierte en una prioridad social, y su aprovechamiento no debe alterar su funcionabilidad química, física y biológica. Al realizar esta acción, se debe tener en cuenta, que por encima y dentro del suelo, existe una gran cantidad de seres que viven y habitan en ella, consumiendo la materia orgánica que se acumulan en su superficie como parte de la biomasa que forma la vegetación de los bosques que crecen sobre estos suelos.

Estos organismos llamados macroinvertebrados o macrofauna del suelo, son los que rompen, transportan y desmenuzan esta materia orgánica hasta convertirlos en partículas muy pequeñas, y que al final constituyen la estructura del suelo superficial de la Amazonia, que es donde viven los macroinvertebrados, denominados lombriz de tierra, que utilizan al suelo, no solamente como alimento, sino que les sirve como morada, nidos, sitio de interacción con otros organismos y microorganismos. **(Morón y Aragón, 2003).**

De igual manera, el número de muestras no influyen en los resultados de la investigación, sin embargo, podemos mencionar que las lombrices de tierra contribuyen al ciclo de carbono y nitrógeno en el suelo, generando sustancia con elevada relación: carbono-nitrógeno, que ayuda a la asimilación de elementos minerales que las plantas necesitan; asimismo, airean y mejoran la calidad del suelo, incorporan residuos orgánicos, forman estructuras y crean microhábitat

para otros organismos que habitan en el suelo, entre otros, por lo que son considerados como indicadores físicos, químicos y biológicos de calidad del suelo; por lo que, los efectos de tales procesos, son tan intensos, que algunos investigadores los han denominado “Ingenieros del Ecosistema” (**Jones et al. 1994**).

Por lo indicado anteriormente es importante tener conocimiento de la biomasa y la densidad poblacional de lombrices de tierras presentes en los diferentes estratos del suelo de cada uno de los tres tipos de cobertura de suelos en estudio, para así poder determinar una correlación entre la densidad de lombrices de tierra y el aumento de la calidad del suelo en los primeros 40 cm del suelo y así, de esta manera, poder plantear un manejo sostenible de estos ecosistemas; asimismo, esta información servirá posteriormente, para el monitoreo de estos organismos en los ambientes manejados y naturales, complementando así, la información tecnológica y productiva que el CIEFOR de Puerto almendra de la UNAP, requiere para un aprovechamiento integral de los sistemas; además, será de gran utilidad para estudiantes, técnicos y profesionales ligados al manejo del bosque, ya que, se convertiría en un instrumento de apoyo para los planes de manejo forestal y su aprovechamiento.

II. EL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

La Amazonia Peruana es vasta y extensa, cuyo suelo generalmente está cubierta por una densa vegetación arbórea. La estructura de este suelo, se caracteriza por ser pobre en nutrientes, debido a la abundante precipitación pluvial que se da en toda la región amazónica; la que trae como consecuencia una fuerte lixiviación y arrastre de los pocos nutrientes que se forman en las capas superficiales del suelo, hacia los ríos y zonas bajas de la Amazonia. **(Morón y Aragón, 2003)**. Por esta razón, los suelos de la Amazonía, no son aptas para la agricultura intensiva; obligando al poblador amazónico a dedicarse a actividades extractivas, que ponen en peligro a las especies de fauna especialmente.

La forma como la Amazonía restituye los nutrientes en el suelo, es a través del bosque, gracias a la abundante acumulación de materia orgánica (hojarasca) en los suelos, la cual, permite que los nutrientes existan en ellas. Pero estos nutrientes no podrían llegar o ser fácilmente absorbidos por las plantas, si no sería por la acción de organismos que viven en los suelos. Uno de estos organismos, son las lombrices de tierra, quienes influyen en la dinámica de los procesos físicos y químicos del suelo; así como, son agentes benéficos para las plantaciones y cultivos, al aumentar la aireación de la tierra y la materia orgánica que nutre las raíces de las plantas; también mejoran la porosidad, la circulación de agua y oxígeno y la cantidad de nutrientes y que su presencia ayuda a mantener la fertilidad; así como, optimizar el ciclo del nitrógeno y estimular la actividad de otros organismos y microorganismos benéficos del suelo. **(Morales y Sarmiento, 2002)**.

La densidad y la biomasa de las poblaciones de lombrices de tierra; entre ellos, el *Lumbricus terrestris*, pueden utilizarse como indicadores de la calidad del suelo; porque a través de su acción mecánica, contribuyen a la formación de agregados estables que pueden proteger parte de la materia orgánica de una mineralización rápida, (Magurran, 1989). En ese sentido, para tener una mejor comprensión y conocimiento de la importancia y que permita proteger los bosques amazónicos, partiendo de una referencia que conlleve a estudios posteriores de otros tipos de plantaciones forestales, es necesario resolver lo siguiente:

2.2. Definición del Problema

¿La biomasa y densidad poblacional de la *lumbricus terrestris* en tres tipos de cobertura vegetal, en el CIEFOR –puerto almendra son considerados como indicador de la calidad del suelo?

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La biomasa y la densidad poblacional de *Lumbricus terrestris* "lombriz de tierra" varían en los suelos con tres tipos de cobertura en el CIEFOR - Puerto Almendra.

3.2. Hipótesis alternativa

La biomasa y la densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* "lombriz de tierra" varían en los estratos y tipos de cobertura de suelos en el CIEFOR-Puerto Almendra.

3.3. Hipótesis nula

La biomasa y la densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* "lombriz de tierra" no varían en los suelos con tres tipos de cobertura en el CIEFOR-Puerto Almendra.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Evaluar la biomasa y la densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* en tres tipos de cobertura vegetal en el CIEFOR - Puerto Almendra.

4.2. Objetivo específicos

- Identificar taxonómicamente a *Lumbricus terrestris*.
- Determinar la biomasa de la *Lumbricus terrestris* por tipo de cobertura vegetal y estratos.
- Determinar la densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* por tipo de cobertura vegetal y estratos.
- Determinar el análisis de varianza de la biomasa y densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* de acuerdo al tipo de cobertura vegetal y estratos del suelo.

V. VARIABLES, INDICADORES E INDICES

5.1. Identificación de variables, indicadores e índices

Para describir las características de la biomasa y la densidad poblacional del *Lumbricus terrestris* “lombriz de tierra” en suelos con tres tipos de cobertura en el CIEFOR-Puerto Almendra, se tendrá en cuenta las siguientes variables: suelo y lombrices de tierra.

Cuadro 1: Identificación de variables, indicadores e índices.

| VARIABLES | INDICADORES | INDICES |
|---|----------------------------------|---|
| Independiente: (X) -Suelos | Cobertura | Sin vegetación Con vegetación herbácea Con vegetación arbórea |
| | Estratos | 00-10 cm 10-20 cm 20-30 cm 30-40 cm |
| Dependiente: (Y) -Lombrices de tierra | Biomasa | gr/m ² |
| | Densidad poblacional | Individuos/m ² |
| | Taxonomía de Lombrices de tierra | Clase Orden Familia Genero Especie |

VI. REVISION DE LITERATURA

Cristales (1997), La respiración de la lombriz se realiza a través de su piel, aun cuando esta no se puede ver ni oír, es extremadamente sensible a los movimientos que se realizan alrededor de ella, reaccionando negativamente a la luz.

Fragoso C. y Rojas P (2014), las lombrices de tierra viven predominantemente dentro del suelo, aunque también se les encuentra en las hojarascas, bajo piedras, bajo la corteza de troncos húmedos, dentro de epifitas y en los suelos suspendidos del dosel.

INTAEEA (2003), La lombriz de tierra es un maravilloso ser viviente que realiza el proceso de alimentarse y transformar cantidades de estiércol para convertirlo en abono orgánico; día a día la lombriz come una cantidad igual a su peso y al término de un año, una enorme cantidad de lombriabono se ha llevado a su transformación para ser utilizado como fuente nutritiva para las plantas.

Lavelle (1997), Las lombrices de tierra representan la mayor biodiversidad animal edáfica en la mayoría de ecosistemas templados terrestres y allí donde son abundantes pueden procesar a través de sus cuerpos hasta 250 toneladas del suelo por hectárea y año.

Luizao (1995), afirma que la mayor contribución para la formación de las capas húmicas del suelo, está dada por los detritos vegetales (hojas, flores, frutos, ramas, etc.), denominados "hojarasca", los cuales son rápidamente descompuestos por los organismos del suelo, que asimilan y liberan nuevamente los nutrientes para las plantas.

Morales y Sarmiento (2002), realizando trabajos en una sucesión secundaria en el Páramo de Gaviria, Mérida, Venezuela, encontró que la comunidad de artrópodos edáficos, está formada por 20 taxas, pertenecientes a los phylla Nematodo, Molusca, Anélida y Artrópoda, con una densidad promedio de 310 ind/m². Dentro de esta taxa, encontró a Coleóptera como el más dominante, con 118 ind/m², seguido de Díptera con 99 ind/m² y de Oligochaeta con 36 ind/m².

Tapia - Coral et al. (2002), en un estudio preliminar sobre los artrópodos del suelo, desarrollado en áreas de varillales y chamizales del Centro de Investigación Jenaro Herrera y de la Reserva Nacional Allpahuayo–Mishana; determinaron que, para los sistemas de varillales de la zona de Jenaro Herrera, se encontró que la densidad poblacional, fue de 1611 y 2781 ind/m² en época lluviosa y menos lluviosa respectivamente; mientras que en la Reserva Nacional Alpahuayo - Mishana, se determinó una densidad de 10 209 ind/m² en época lluviosa y de 768 ind/m² en la época menos lluviosa. La densidad poblacional en los chamízales de la misma Reserva Nacional, fueron de 670 y 1179 ind/m² en época lluviosa y menos lluviosa respectivamente; mientras que en Jenaro Herrera fue de 1728 y 4205 ind/m².

Tamhane et al. (1979), manifiesta que la materia orgánica del suelo proviene de los restos de las plantas y animales .Esta incluye hierbas, arboles, bacterias, hongos, protozoos, lombrices y abonos minerales.

Fernández et al. (2003), estudiaron la comunidad de artrópodos del suelo con el objetivo de caracterizar estos organismos en áreas de bosque secundario de la Mata Atlántica, en Valencia y Paraty (Río de Janeiro-Brasil), utilizando el método TSBF para coleccionar los invertebrados. En Valencia, seleccionaron 2 sistemas de bosque con plantación de palmito; en Paraty, seleccionaron 4 sistemas: bosque

secundario; pasto; bosque regenerado de platanal abandonado y platanal activo. La densidad fue mayor en Valencia con 1367 a 1700 ind/m² y menor en Paraty con 760 a 1518 ind/m².

Navarro (2011), en estudios realizados en estratos de suelos de diferentes tipos de vegetación, encontró una densidad de lombriz de tierra: Bosque de cero año: ninguna lombriz de tierra en los tres estratos; Bosque de dos años: 00-10 cm : 59 individuos; 10-20 cm: 32 individuos; 20-30 cm: 00 individuos: en bosque de 7 años: 00-10 cm: 5 individuos; 10-20 cm: 00 individuos; 20-30 cm: 00 individuos; en bosque de 15 años: 00-10 cm: 00 individuos; 10-20 cm: 16 individuos; 20-30 cm: 5 individuos; y en bosque alto: 00-10 cm: 32 individuos; 10-20 cm: 00 individuos; 20-30 cm: 00 individuos. Asimismo, en el mismo trabajo determino la biomasa encontrando en Bosque de dos años: 8,47 gr/m²; en bosque de 7 años: 0,30 gr/m²; en bosque de 15 años: 2,41 gr/m²; y en bosque alto: 0,002 gr/m².

Generalidades de las lombrices de tierra

Las lombrices de tierra se encuentran presentes en casi todos los suelos del mundo exceptuando la antártica. Taxonómicamente pertenecen al phylum Annelida, clase Oligochaeta, superorden Megadrili (mega: grande, drilos: lombriz,). Se han descrito 36 familias y 3500 especies, y se estima que el total de especies debe ser el doble de la cantidad indicada anteriormente (**Reynolds y Cook, 1976**). Son organismos invertebrados de antepasados marinos que comenzaron la colonización de ambientes terrestres hace 600 millones de años, manteniendo hasta la actualidad su estrategia de intercambio gaseoso vía cutánea (**Edwards y Bohlen, 1996**), por esta razón, para mantenerse activas requieren humedad en su ambiente. En caso de sequía, las lombrices disminuyen

su actividad, algunas especies pueden entrar en estado de diapausa o en casos extremos simplemente mueren (**Kretzschmar y Bruchou, 1991**).

En Chile existe una considerable cantidad de especies exóticas, principalmente de la familia Lumbricidae endémicas de la zona Paleártica incluyendo Europa, las que han colonizado el mundo entero. Según **Alfaro et al. (1997)** y **Selles et al. (2006)** las lombrices exóticas fueron introducidas a Chile por los diferentes colonizadores. Según **Darwin (1881)**, **Lee (1985)**, **Lavelle (1988)**, **Bohlen (2002)** y **Edwards (2004)** las lombrices son probablemente los organismos del suelo más importantes a escala humana, porque, al cavar galerías, procesar suelo en sus intestinos e incorporar materia orgánica al suelo, promueven el reciclaje de nutrientes, el desarrollo de estructura, la porosidad, el drenaje del agua y el flujo de aire en el suelo, los cuales según **Lal (1999)**, **Doran y Parkin (1994)** y **Karlen et al. (1997)** son procesos fundamentales para que el suelo mantenga o mejore su calidad. Gran parte de los efectos provocados por las lombrices de tierra en el suelo se deben a 3 actividades: i) alimentación y digestión, ii) capacidad de consumir suelo mineral, y iii) construir galerías. Estas actividades son realizadas distintamente según la especie y categoría ecológica a la que pertenecen (**Edwards y Bohlen, 1996**).

Categorías ecológicas de lombrices. **Bouche (1977)** propuso una clasificación que agrupa a las diferentes especies de lombrices en 3 categorías ecológicas: i) lombrices epigeas, ii) lombrices endogeas y iii) lombrices anécicas. Esta clasificación, usada hasta la actualidad (**Edwards, 2004**).

Lombrices anecicas según Bouche (1977), Las lombrices anecicas, por lo general, presentan una pigmentación dorsal rojiza y escasa o nula pigmentación en la zona ventral. Presentan un tamaño más grande que las otras lombrices, por

ejemplo *Lumbricus terrestris* puede medir más de 30 cm y *Lumbricus friendi* sobre 20cm de longitud, y su ancho corporal puede ser del orden de 20 a 30 mm. Su tasa reproductiva es baja y su longevidad alta, llegando a vivir 6 años, sin embargo, por las constantes amenazas, es difícil que puedan sobrevivir tanto tiempo. Las lombrices anécicas viven dentro del suelo en galerías verticales y permanentes, con una alta estabilidad y conectadas con la superficie del suelo.

Éstas son construidas consumiendo suelo mineral, el que depositan en la superficie del suelo en forma de agregados junto a una mezcla de microorganismos y fibras vegetales. Sus madrigueras pueden formar una red de galerías al interior del suelo con longitudes variables según la especie, siendo habitual que superen los 100 a 200 cm de profundidad, manteniendo un patrón vertical. Es relevante destacar que las galerías que construyen las lombrices anecicas son permanentes, esto lo logran presionando el suelo, revistiendo las paredes con materiales orgánicos y macro proteínas que facilitan el desplazamiento de las lombrices al interior del suelo.

Macroinvertebrados o macrofauna del suelo.

Los macroinvertebrados, son organismos que no tienen espina dorsal y que son visibles sin usar un microscopio. Según **Coyne (2000)**, señala que los invertebrados o fauna del suelo, se dividen en tres grupos: La Microfauna, que son todos aquellos cuyo tamaño son menor a 0,20 mm (Protozoos, hongos, etc); la Mesofauna, que son todos aquellos que tienen un tamaño entre 0,20 – 1,00 mm. (Nematodos y rotíferos); y la Macrofauna o Macroinvertebrados, que son todos aquellos que tienen un tamaño mayor a 1,00 mm, pudiendo llegar hasta 20,00 cm. (Artrópodos, acáridos, colémbolos, gusanos enquitraeidos y lombrices de tierra).

Zapata (1984), nos señala que la macrofauna del suelo tiene diferentes formas de reproducción. La mayoría son Ovíparos; es decir, que tienen la capacidad de depositar sus huevos, los cuales eclosionan después de un periodo de tiempo. En algunos casos sin embargo, los huevos pueden ser retenidos en el cuerpo de la hembra hasta la eclosión, inmediatamente después de la cual, la hembra deposita en el exterior a los nuevos individuos recién salidos del huevo; a estos organismos se les conoce como Ovovivíparos. Muy raramente, los individuos que salen de los huevos en el interior de la hembra, son alimentados por esta, naciendo con un estado avanzado de desarrollo; a estos se les conoce como Vivíparos. Asimismo, menciona que el suelo es el lugar donde la materia orgánica proveniente de la caída de la hojarasca retorna al estado mineral, lo que muestra su importancia en los ciclos biogeoquímicos y en la vida del bosque, y que la fauna de los suelos forestales contiene numerosos grupos de invertebrados cuya importancia es muy variable. Señala también, que el ritmo de actividad de muchos insectos forestales está bajo el control de factores climáticos como la humedad relativa.

Biomasa y Densidad de organismos del suelo

Vásquez (2001), Se define como Biomasa, toda materia orgánica aérea o subterránea, viva o muerta; asimismo, define la densidad, como el número de individuos por unidad de superficie, o el número de individuos por área o volumen.

Giller et al. (1997), señala que los organismos del suelo, son muy diversificados, contienen de 5–8 millones de especies, pertenecientes principalmente a los artrópodos; y de acuerdo a la función que realizan los artrópodos se pueden clasificar como herbívoros, predadores y descomponedores (**Beck y Gasparotto, 2000**). Asimismo, son conocidos como los “Ingenieros del ecosistema” o

“Ingenieros del suelo” (**Jones et al. 1994** citado por **Jiménez, 2005**) representados por lombrices, termitas y hormigas, las cuales producen estructuras físicas o biogénicas, que modifican la estructura del suelo (hoyos, galerías y depósitos de excrementos), modulan y afectan el ambiente para otros organismos y plantas, consecuentemente alteran la disponibilidad o accesibilidad de un recurso.

Taxonomía: Carl Von Linneo (1707 – 1773)

| Lumbricus terrestris |
|-----------------------------|
| Taxonomía |
| Reino: Animalia |
| Filo: Annelida |
| Clase: Clitellata |
| Subclase: Oligochaeta |
| Orden: Haplotaxida |
| Familia: Lumbricidae |
| Subfamilia: Lumbricinae |
| Género: Lumbricus |
| Especie: L.terrestris |

VII. MARCO CONCEPTUAL

Según el Diccionario Forestal de la Sociedad Española de Ciencias Forestales (2005), describen los siguientes conceptos:

Biomasa: Cantidad de materia orgánica por unidad de superficie en un ecosistema determinado. Masa de todos los organismos que constituyen la biocenosis de un ecosistema o energía química que almacena. Se expresa en gramos (de peso fresco, de peso seco o de carbono) o en calorías por unidad de superficie o volumen.

Bosque: Biotopo ocupado fundamentalmente por masa arbórea.

Bosque Primario: El existente en lugares sin acciones apreciables del hombre y del que no se sabe que haya sufrido destrucciones, ni daños importantes por causas naturales.

Bosque Secundario: El que se desarrolla tras la destrucción de otro anterior.

Densidad Bruta: Número de individuos por unidad de espacio, sin tener en cuenta las características ecológicas de la especie a la que pertenecen.

Densidad específica/ecológica: Número de individuos por unidad de espacio. Entendiendo por espacio el hábitat en que vive la especie.

Densidad poblacional: (Demog.) número de individuos por unidad de superficie o volumen.

Descomponedores: Seres vivos que se dedican a descomponer la materia orgánica de los cadáveres de otros seres vivos y la convierten en materia inorgánica. Los descomponedores, son seres microscópicos, como bacterias y hongos, y son capaces de transformar la materia orgánica de un cuerpo muerto,

en sales minerales y nutrientes. Los descomponedores, cierran el ciclo energético, que empiezan las plantas.

Lixiviación: Filtración.

Macrobiota: Se llama así, al conjunto de animales y vegetales en el estrato edáfico son visibles e identificables a simple vista (raíces, insectos y lombrices).

Suelo: (Edaf.) formación natural de la superficie con estructura móvil y de espesor variable, resultante de la transformación de la roca madre subyacente bajo la influencia de diversos procesos de origen físico, químico y biológico.

VIII. MATERIALES Y MÉTODO

8.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) – Puerto Almendra, de la Facultad de Ciencias Forestales (FCF) de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP); situado a la margen derecha del río Nanay, a 22 Km de la ciudad de Iquitos; geográficamente ubicado a 3° 49' 40" Latitud Sur y 73° 22' 30" Longitud Oeste, a una altitud de 122 m.s.n.m. con una superficie de 1200 ha, aprobada por Resolución Ministerial N° 2190 del 20 de diciembre de 1966. Para llegar al CIEFOR-Puerto Almendra, se puede usar dos medios: Terrestre utilizando una carretera afirmada y el fluvial por el río Nanay **(Cabudivo, 2005)**.

Climatológicamente presenta las siguientes características: la precipitación media anual es de 2979,3 mm; la temperatura media anual es de 26,4 °C; las temperaturas máximas y mínimas promedio anuales alcanzan 31,6 °C y 21,6 °C, respectivamente; la humedad relativa media anual es de 82,1 %. El área de estudio se localiza dentro de la zona de vida denominada bosque húmedo tropical (bh – T) **(Kalliola, 1998)**.

La configuración geológica de la zona se enmarca dentro de la denominada cuenca amazónica, la misma que en su mayor parte se encuentra cubierta por sedimentos detríticos continentales, los materiales que conforman la zona a nivel de reconocimiento, pertenecen al sistema Terciario Superior y Cuaternario de la era Cenozoica **(Kalliola, 1998)**.

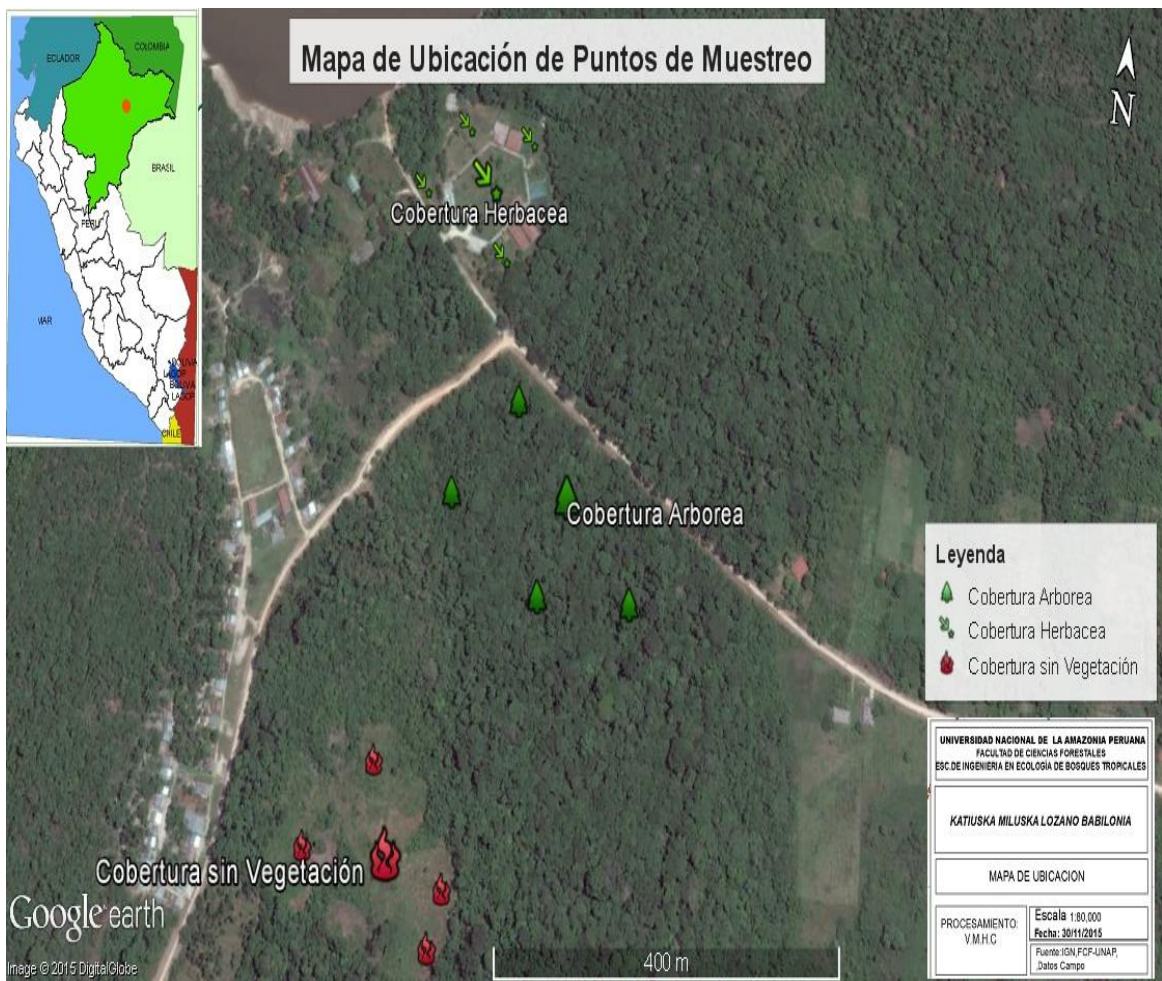


Figura 1: Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo por coberturas.

8.2. Materiales y equipos

Se utilizó los siguientes materiales y equipos:

De campo

GPS, Wincha, Pala, Machete, Bastidor de madera, Bolsas plásticas, Frascos de plástico transparente, Alcohol de 70°, Bandeja de plástico, Pinzas entomológicas, Libreta de campo, Lápiz, Plumón indeleble, Cámara fotográfica.

De laboratorio

Balanza de precisión, Pinzas entomológicas, Frasco de plástico

De gabinete

Computadora, Impresora, Papel A4 – 80 g., Memoria USB, Cartuchos de tinta negro y colores.

8.3. Método

En el presente estudio de investigación se utilizó el diseño estadístico aplicado a los suelos con tres tipos de cobertura: Suelo sin vegetación; suelo con vegetación herbácea; y suelo con vegetación arbórea. Asimismo, se tuvo en cuenta los estratos del suelo: 00 – 10 cm; 10 – 20 cm; 20 – 30 cm y de 30 – 40 cm.

Colecta de lombrices de tierra

La colecta de las lombrices de tierra de los tres tipos de cobertura de suelos, y en los estratos de cada uno de ellos y se realizaron de acuerdo con la metodología recomendada por el Programa TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility, IUB/UNESCO, **(Anderson y Ingram, 1993)**, (www.ciat.cgiar.org/tsbf_institute/pdf/arado-natural-cap1.pdf.); donde se tomaron 5 muestras al azar en cada tipo de suelo a estudiar, empleando un marco de madera (bastidor) de 25 cm x 25 cm sobre cada área evaluada; se limpió la hojarasca y se sacó muestras de suelo desde el horizonte 0 cm hasta los 40 cm de profundidad; con separaciones de 10 cm cada estrato y se colocaron en un pastico de color blanco de 1 m² aproximadamente, para obtener las lombrices de tierra presentes en cada muestra. Cada muestra fue revisada cuidadosamente

para recolectar a todas las lombrices de tierra presentes (ver figura 2). Se realizó la misma operación en las cinco repeticiones. Las lombrices de tierra colectadas, fueron colocadas en frascos de vidrio o plástico con boca ancha y tapas roscas y conservadas en alcohol de 70 % + 1% de formol. Todo este proceso fue realizado en el campo. Las lombrices de tierra obtenidos, fueron trasladados al laboratorio para su posterior cuantificación y pesaje.

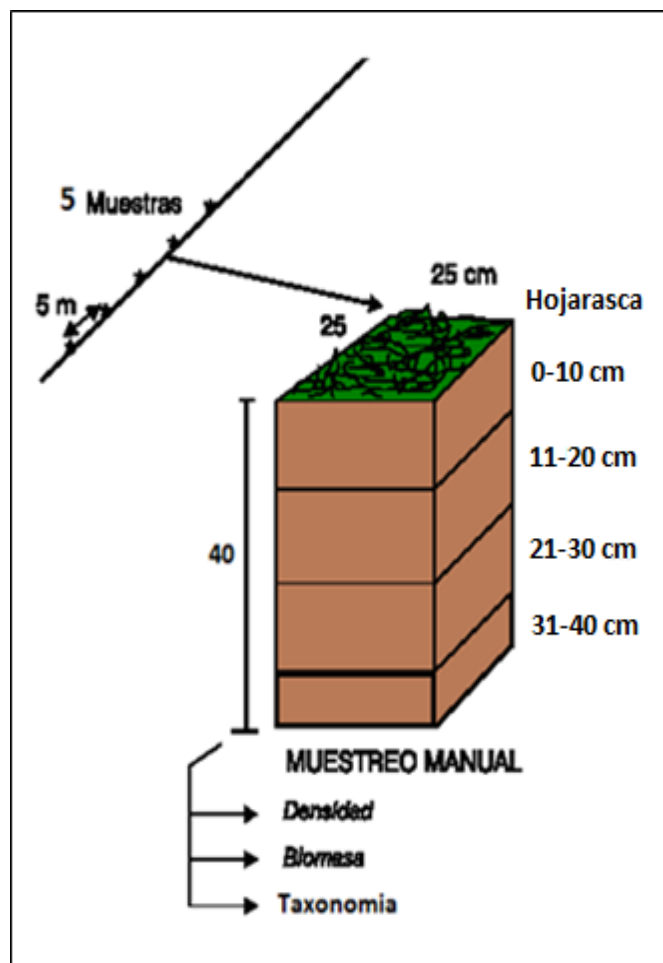


Figura 2: Metodología de muestreo por el *Tropical Soil Biology and Fertility* (TSBF, IUBS/UNESCO) Programme

8.3.1. Identificación de las lombrices de tierra

Las lombrices de tierra se identificaron con la ayuda de un catálogo de identificación, hasta el nivel de especie, en el ambiente que se utiliza como laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP.

Se identificó la lombriz de tierra de acuerdo a la clasificación de Carl Von Linneo (1707 – 1773)

Cuadro 2. Clasificación biológica de *Lumbricus terrestres*

| | |
|---------|----------------------|
| Reino | Animalia |
| Filo | Vermes |
| Clase | Oligoqueta |
| Familia | Lombricidae |
| Género | Lumbricus |
| Especie | Lumbricus terrestres |

8.3.2. Determinación de la biomasa de la lombriz de tierra

Para la cuantificación y medición de la biomasa de las lombrices de tierra que fueron encontrados, se eligieron cinco áreas de 25 cm x 25 cm por cada tipo de cobertura. Las lombrices se pesaron en una balanza de precisión en condición fresco y se utilizó la siguiente formula ($\text{Biomasa} = \text{g/m}^2$). Este trabajo se realizó en el ambiente que se utiliza como Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP.

8.3.3. Determinación de la densidad poblacional de lombrices de tierra

La determinación de la densidad poblacional de las lombrices de tierra, fue mediante el cálculo directo: Individuos/m^2 , contando el número total de individuo por m^2 , en cada tratamiento. Este trabajo se realizó en el ambiente que se utilizó como Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP.

8.3.4. Población

Con referencia al universo poblacional, son todas las lombrices de tierra presentes en los suelos del CIEFOR-Puerto Almendra.

8.3.5. Muestra

La muestra en el estudio son las lombrices de tierra "*Lumbricus terrestris*" presentes en los diferentes estratos de los suelos con tres tipos de cobertura en el CIEFOR-Puerto Almendra: Suelo sin vegetación, suelo con vegetación herbácea y suelo con vegetación arbórea.

8.3.6. Diseño estadístico

En el presente estudio, se utilizó el diseño completamente al azar, con arreglo factorial de 3 x 4, como se aprecia a continuación:

| | |
|------------------|--|
| Factor A: | Cobertura de Suelo |
| Niveles | a ₀ Sin vegetación |
| | a ₁ Con vegetación herbácea |
| | a ₂ Con vegetación arbórea |
| Factor B: | Estratos del suelo (cm) |
| Niveles | c ₀ 00-10 cm |
| | c ₁ 10-20 cm |
| | c ₂ 20-30 cm |
| | c ₃ 30-40 cm |

Para efectos del presente estudio, se consideró 5 repeticiones, que se obtuvo al azar por cada tratamiento. Es decir, se seleccionó 5 monolitos por cada tipo de

suelo: Sin vegetación; con vegetación herbácea; y con vegetación arbórea. Combinando Factores y Niveles, se tiene un total de 12 tratamientos, en los cuales, se cuantifico y midió la biomasa de todas las lombrices de tierra presentes en los diferentes estratos del suelo: 00-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; y 30-40 cm. En total se hizo 60 repeticiones.

Combinación de Factores y Niveles

Cuadro 3: Tabla de combinación de factores y niveles de cobertura por estratos

| Factor A Cobertura del Suelo | Factor B: Estratos del suelo | | | | Total |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|
| | 00-10 cm (b ₀) | 10-20 cm (b ₁) | 20-30 cm (b ₂) | 30-40 cm (b ₃) | |
| Sin vegetación: (a ₀) | a ₀ b ₀ | a ₀ b ₁ | a ₀ b ₂ | a ₀ b ₃ | - |
| Con vegetación herbácea: (a ₁) | a ₁ b ₀ | a ₁ b ₁ | a ₁ b ₂ | a ₁ b ₃ | - |
| Con vegetación arbórea: (a ₂) | a ₂ b ₀ | a ₂ b ₁ | a ₂ b ₂ | a ₂ b ₃ | - |
| Total | 3 | 3 | 3 | 3 | - |
| Repeticiones | 5 | 5 | 5 | 5 | - |
| Total Repeticiones | 15 | 15 | 15 | 15 | 60 |

8.3.7. Análisis estadístico

Se empleó la estadística descriptiva para los valores de densidad poblacional y se realizó las comparaciones respectivas entre los tres tipos de cobertura. Así mismo, los datos registrados fueron ingresados a una base de datos, analizándolos mediante el programa Microsoft Excel 2010/Windows 10 y Anova, mostrando los resultados en cuadros, gráficos, indicando sus porcentaje, densidad poblacional y biomasa. Los resultados de las interacciones de los factores, se realizaron mediante el análisis de varianza al 0,05 de probabilidad.

IX. RESULTADOS

9.1. Determinación de la Biomasa de *Lumbricus terrestris* por tipos de coberturas vegetal

El cuadro 4, se puede apreciar que la mayor cantidad de biomasa de lombrices de tierra se muestra en el tipo de cobertura herbácea con un total de 11,84 gr debido a que presentan mayor cantidad de alimentación (materia orgánica en descomposición), suelo húmedo donde predominan vivir y que le sirve también para poder reproducirse. Mientras que en el tipo de cobertura arbórea posee 6,15 gr y en la del tipo sin cobertura es de 0 gr. En un área de 0,125 m² por tipo de cobertura.

Cuadro 4: Determinación de la biomasa por tipos de cobertura vegetal

| N° | Clasificación | Biomasa | % Biomasa |
|---------------|--------------------|---------|-----------|
| 1 | Cobertura Arbórea | 6,15 | 34,17 |
| 2 | Cobertura Herbácea | 11,84 | 65,83 |
| 3 | sin cobertura | 0,00 | 0,00 |
| Total general | | 17,99 | 100 |

En el figura 3, se muestra que la clasificación que obtuvo con mayor porcentaje de biomasa es la de la cobertura herbácea con un porcentaje de 65,83%, mientras que en el tipo de cobertura arbórea se obtuvo 34,17% y un 0% para la clasificación sin cobertura.

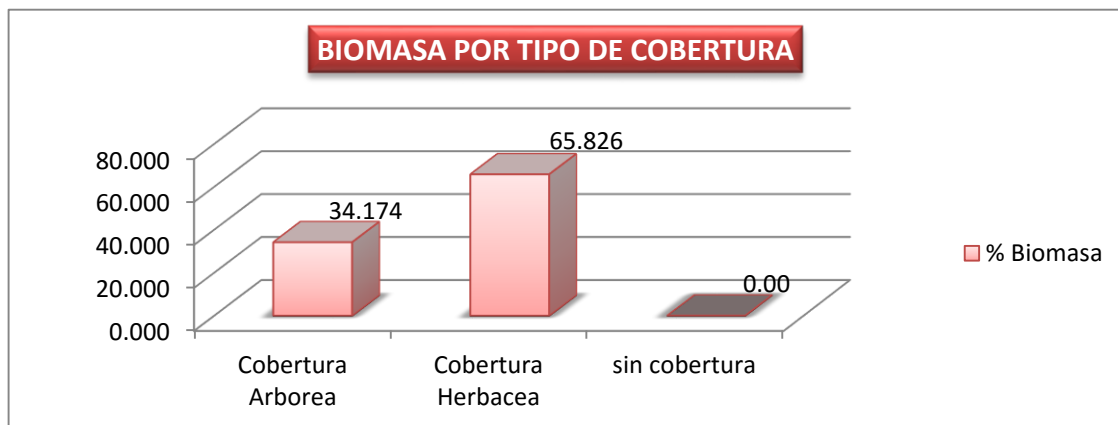


Figura 3: Biomasa por tipo de cobertura.

9.2. Biomasa por estratos

En el cuadro 5, se muestra que en el estrato de 0 – 10 cm se obtuvo un 13,90 gr que representa un 77,24 % del total teniendo a la clasificación con mayor biomasa a la cobertura herbácea con 10,50 gr, seguido del estrato de 10 – 20 cm en donde se obtuvo 2,75 gr que representa un 15,30 % del total teniendo a la clasificación con mayor biomasa a la cobertura arbórea 1,41 gr, en el estrato de 20 – 30 cm se obtuvo un 1,34 gr .que representa un total 7,46% y teniendo a la clasificación con mayor biomasa a la cobertura arbórea 1,34 gr y por último el estrato de 30 – 40 cm se obtuvo un 0 % .

Cuadro 5: Biomasa por estratos de acuerdo al tipo de cobertura

| Estratos | Cobertura Arbórea | Cobertura Herbácea | sin cobertura | Total general | % Total |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| 00 - 10 cm | 3,39 | 10,50 | 0 | 13,90 | 77,24 |
| 10 - 20 cm | 1,41 | 1,34 | 0 | 2,75 | 15,30 |
| 20 - 30 cm | 1,34 | 0,00 | 0 | 1,34 | 7,46 |
| 30 - 40 cm | 0,00 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Total general | 6,15 | 11,84 | 0 | 17,99 | 100 |

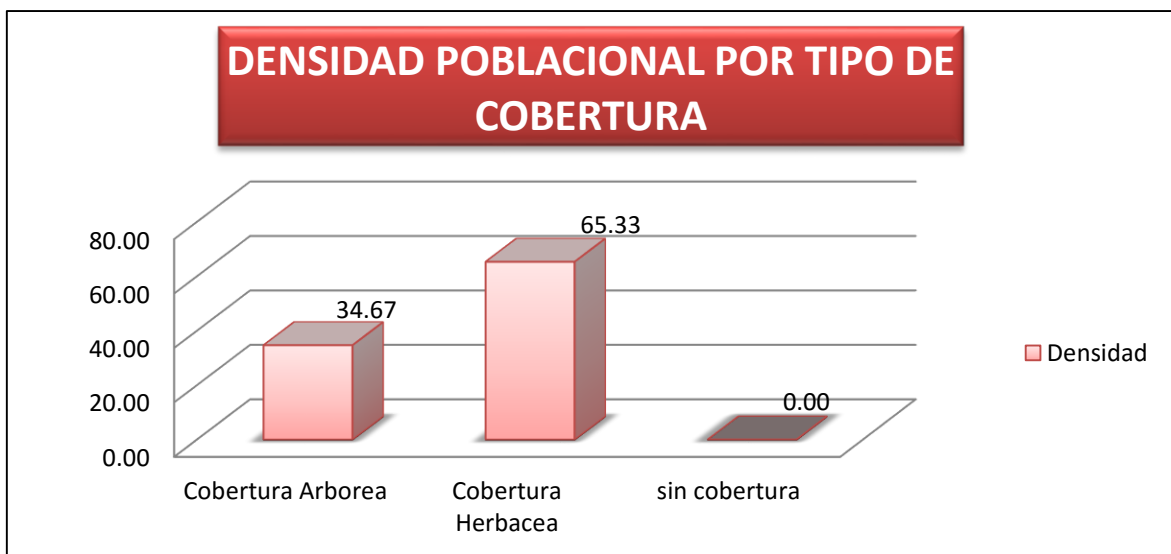
9.3. Determinación de la densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* por tipos de cobertura vegetal

Se calculó la densidad poblacional entre tres tipos de cobertura vegetal teniendo, una densidad de 83,20 ind/m² para la cobertura arbórea, 156,80 ind/m² para la cobertura herbácea y para la cobertura sin vegetación 0 ind/m².

Cuadro 6: Densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* por tipo de cobertura.

| Clasificación | N° de individuos | Área | Densidad | % Densidad |
|----------------------|------------------|--------------|--------------|------------|
| Cobertura Arbórea | 26 | 0,313 | 83,20 | 34,667 |
| Cobertura Herbácea | 49 | 0,313 | 156,80 | 65,333 |
| sin cobertura | 0 | 0,313 | 0,00 | 0,000 |
| Total general | 75 | 0,938 | 80,00 | 100 |

Observando en el figura 4, que la clasificación mayor porcentaje de densidad poblacional es la cobertura herbácea con 65,33 % y la clasificación con menor cantidad de porcentaje es la de sin cobertura vegetal con 0 %.

**Figura 4:** Densidad poblacional por tipo de cobertura

9.4. Determinación de la densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* por tipo de estratos

Se calculó la densidad poblacional, de acuerdo a los estratos establecidos por calicatas en cada tipo de cobertura, obteniendo como resultado de mayor cantidad de densidad al estrato de 0 – 10 cm con un total de 176 ind/m², seguido del

estrato de 10 a 20 cm con una densidad total de 54,4 ind/m² a diferencia del ultimo estrato en donde no se halló ningún individuo, esto puede ser debido a la ausencia de varios factores como la falta de aireación, nutrientes entre otros. (Ver cuadro 7)

Cuadro 7: Densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* por tipo de estratos

| Estratos | Cobertura Arbórea | Cobertura Herbácea | Sin cobertura | Total | % |
|----------------------|-------------------|--------------------|---------------|------------|------------|
| 00 - 10 cm | 51,2 | 124,8 | 0 | 176 | 73,33 |
| 10 - 20 cm | 22,4 | 32 | 0 | 54,4 | 22,67 |
| 20 - 30 cm | 9,6 | 0 | 0 | 9,6 | 4,00 |
| 30 - 40 cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Total general | 83,2 | 156,8 | 0 | 240 | 100 |

Como se muestra en el figura 5, la clasificación con mayor porcentaje de densidad poblacional es el estrato de 0 – 10 cm en la cobertura herbácea con un porcentaje de 73,33 % y la de menor cantidad de porcentaje es la del estrato de 30 -40 cm con un 0 %.

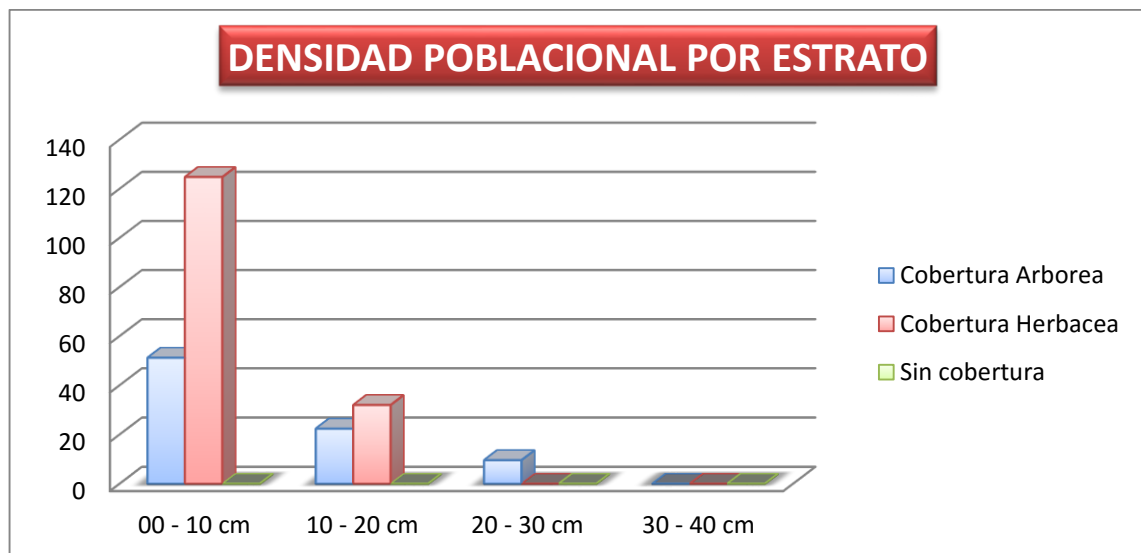


Figura 5: Densidad poblacional por estrato

9.5. Análisis de varianza de la biomasa de la *Lumbricus terrestris*.

Se realizaron las comparaciones mediante el análisis de varianza al 95%, de acuerdo al tipo de cobertura vegetal:

El cuadro 8, muestra de acuerdo al análisis de varianza entre la cobertura arbórea y la cobertura herbácea existe una probabilidad de 0,189, lo que nos indica que no existen diferencia significativa, lo que indica que el valor F es menor al valor crítico F.

Cuadro 8: Resumen del análisis de varianza de la biomasa de la cobertura arbórea y la cobertura herbácea

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|
| Cobertura Arbórea | 5 | 6,148 | 1,230 | 2,926 | | |
| Cobertura Herbácea | 5 | 11,843 | 2,369 | 0,221 | | |
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
| Entre grupos | 3,24273303 | 1 | 3,243 | 2,061 | 0,189 | 5,318 |
| Dentro de los grupos | 12,5876864 | 8 | 1,573 | | | |
| Total | 15,8304194 | 9 | | | | |

Asimismo, el cuadro 9, nos muestra que de acuerdo al análisis de varianza entre la cobertura arbórea y sin cobertura en donde se obtuvo una probabilidad de 3,47 que nos indica que si existe diferencia significativa, lo que indica que el valor F es mayor al valor crítico F.

Cuadro 9: Resumen del análisis de varianza de la biomasa de la cobertura herbácea y sin cobertura

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|
| Cobertura Herbácea | 5 | 11,843 | 2,369 | 0,221 | | |
| sin cobertura | 5 | 0 | 0 | 0 | | |
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
| Entre grupos | 14,0247175 | 1 | 14,0247175 | 126,853 | 3,470E-06 | 5,318 |
| Dentro de los grupos | 0,88447345 | 8 | 0,11055918 | | | |
| Total | 14,9091909 | 9 | | | | |

El cuadro 10 nos muestra que de acuerdo al análisis de varianza entre la cobertura herbácea y sin cobertura se obtuvo una probabilidad de 0,14 lo que nos indica que no existe diferencia significativa ya que su valor de F es menor al valor crítico para F.

Cuadro 10: Resumen del análisis de varianza de la biomasa de la cobertura arbórea y sin cobertura

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|
| Cobertura Arbórea | 5 | 6,148 | 1,230 | 2,926 | | |
| sin cobertura | 5 | 0 | 0 | 0 | | |
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
| Entre grupos | 3,77991336 | 1 | 3,77991336 | 2,584 | 0,147 | 5,318 |
| Dentro de los grupos | 11,7032129 | 8 | 1,46290162 | | | |
| Total | 15,4831263 | 9 | | | | |

9.6. Análisis de varianza de la densidad poblacional

Para conocer si existe diferencia estadística significativa entre los valores de densidad poblacional de *Lumbricus terrestris* debido al tipo de cobertura se realizó un análisis de varianza al 0,05 de probabilidad.

Para ello se realizaron comparaciones entre los tres tipos de clasificación teniendo en el cuadro 11, una comparación entre las clasificaciones de cobertura arbórea y cobertura herbácea con una probabilidad de 0,21, lo que nos indica que no existe diferencia significativa.

Cuadro 11: Resumen del análisis de varianza de la cobertura arbórea y herbácea.

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|
| Cobertura Arbórea | 5 | 416 | 83,2 | 11443,2 | | |
| Cobertura Herbácea | 5 | 784 | 156,8 | 3251,2 | | |
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
| Entre grupos | 13542,4 | 1 | 13542,4 | 1,843 | 0,21163 | 5,318 |
| Dentro de los grupos | 58777,6 | 8 | 7347,2 | | | |
| Total | 72320 | 9 | | | | |

En el cuadro 12, entre las comparaciones de cobertura arbórea y sin cobertura donde se obtuvo una probabilidad de 0,0002, lo que nos indica que si existe diferencia significativa ya que el valor de F es mayor al valor crítico F.

Cuadro 12: Resumen del análisis de varianza de la cobertura herbácea y sin cobertura

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|
| Cobertura Herbácea | 5 | 784 | 156,8 | 3251,2 | | |
| Sin Cobertura | 5 | 0 | 0 | 0 | | |
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
| Entre grupos | 61465,6 | 1 | 61465,6 | 37,811 | 0,000274 | 5,318 |
| Dentro de los grupos | 13004,8 | 8 | 1625,6 | | | |
| Total | 74470,4 | 9 | | | | |

El cuadro 13, nos muestra que entre las comparaciones de cobertura herbácea y sin cobertura en donde se muestra una probabilidad de 0,12, lo que nos indica que no existe diferencia significativa ya que el valor F es menor al valor crítico F.

Cuadro 13: Resumen del análisis de varianza de la cobertura arbórea y sin cobertura

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|
| Cobertura Arbórea | 5 | 416 | 83,2 | 11443,2 | | |
| Sin cobertura | 5 | 0 | 0 | 0 | | |
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
| Entre grupos | 17305,6 | 1 | 17305,6 | 3,025 | 0,120 | 5,318 |
| Dentro de los grupos | 45772,8 | 8 | 5721,6 | | | |
| Total | 63078,4 | 9 | | | | |

X. DISCUSION

10.1. Determinación de la Biomasa de *Lumbricus terrestris* por tipos de coberturas vegetal

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de investigación, podemos mencionar, que la cantidad de anélidos (*Lumbricus terrestris*) encontrados de forma natural durante las evaluaciones (ver cuadro 4 y figura 3), se encuentra en relación al tipo de cobertura vegetal. Teniendo en el estudio a tres tipos diferentes de cobertura: arbórea, herbácea y sin cobertura, considerando a la cobertura con mayor cantidad de individuos de este tipo de anélido, a la cobertura herbácea con 49 individuos debido a que presenta mayor actividad por ser un bosque que se encuentra en constantes cambios para alcanzar su clímax. A diferencia del tipo de cobertura arbórea con 26 individuos en donde se encuentra mayor presencia de árboles adultos; Sin embargo, **Villacis et al. (2003)** argumenta, de acuerdo a estudios, que existe mayor abundancia de anélidos en la cobertura arbórea debido a la gran cantidad de árboles, ya que estos proveen sombra regulando la cantidad de luz penetrante y generando un buen desarrollo en el crecimiento de las lombrices. Así mismo **INTAEEA (2003)**, menciona que las lombrices de tierra son los organismos más importantes del suelo, contribuyen en la descomposición de la materia orgánica, desarrollo de la estructura del suelo, así como que día a día la lombriz come una cantidad igual a su peso y al término de un año habrá una cantidad de lombriabono para ser utilizado como fuente nutritiva para el suelo. Sin embargo, podemos mencionar que las lombrices no se encuentran presente en todo tipo de suelo, jugando un rol importante la cobertura vegetal ya que dé él va a depender para que las lombrices tengan las condiciones adecuadas para su existencia.

Así mismo, la densidad poblacional y la biomasa de la *Lumbricus terrestris* en el área de estudio, son determinantes en la estructura del suelo, teniendo en cuenta que la presencia o ausencia de estos individuos están asociados a ciertas características, como es la precipitación (**Lavelle et al. 2001**), temperatura y humedad (**Castro et al. 2007**), uso de tierra y tipo de vegetación (**Fragoso et al. 1999**) o perturbaciones y cantidad de materia orgánica (**Blair et al. 1996**).

10.2. Determinación de la densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* por tipos de cobertura vegetal

De acuerdo a los resultados (ver cuadro 6 y figura 4), podemos decir que la densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* obtenida, está en relación al tipo de cobertura vegetal, teniendo 156,80 ind/m² en la cobertura herbácea, seguido de la cobertura arbórea con 83,20 ind/m², con un total de 75 individuos registrados en ambas coberturas y 0 ind/m² registrados en la zona sin cobertura vegetal, esto puede ser debido al poco suministro de agua y exceso temperatura. Esta dependencia de las lombrices de suelo por zonas con buena humedad y disponibilidad de agua, también ha sido reportada por **Ibáñez (2011) y Bohlen et al. (1995)**, quienes mencionan que la humedad en el suelo afecta directamente en la reproducción de lombrices, ya que se nota una disminución sensible en las poblaciones de lombrices como respuesta a las condiciones de sequía. Las cifras entre 70% y 80% de humedad son las más adecuadas para la reproducción de lombrices; sin embargo, cifras superiores a 85% e inferiores a 70% hacen que las lombrices entren en un periodo de latencia afectando la producción de lombrices (**Ibáñez, 2010**).

10.3. Determinación de la densidad poblacional de la *Lumbricus terrestris* por tipo de estratos

Como se muestra en el cuadro 7, podemos mencionar que existe diferencia entre los diferentes estratos en la densidad poblacional (ver figura 5), teniendo a la cobertura herbácea en los estratos de 0-10 cm y 11-20 cm un total de 124,8 ind/m² y 32 ind/m², respectivamente y en los demás estratos no se encontraron ningún registro, a diferencia de la cobertura arbórea en donde se registraron en los estratos 0-10 cm, 11-20 cm y 21-30 cm un total de 51,2 ind/m², 22,4 ind/m² y 9,6 ind/m² respectivamente.

Para el cálculo de la biomasa, se consideró un área de 0,313 m², obteniendo una biomasa de 11,84 gr en la cobertura herbácea, seguido de 6,15 gr en la cobertura arbórea y sin registros en la zona sin cobertura vegetal. Teniendo al estrato de 0-10 cm con mayor cantidad de registro de biomasa en la cobertura herbácea y en el estrato de 11-20 cm a la cobertura arbórea con el mayor registro de 1,41 gr y al último estrato sin ningún registro, esto puede deberse en base a la estructura del suelo.

Así mismo, el estudio muestra una relación muy marcada de las lombrices con las propiedades hídricas del suelo. La presencia de lombrices de tierra estuvo restringido hasta los 30 cm. de profundidad. La mayoría de individuos (55 lombrices) estuvieron presentes en el estrato 0 y 10 cm. de profundidad, seguido del estrato de 11 a 20 cm. con 17 individuos y en el estrato de 21-30 se registraron 3 individuos. Por lo que se puede decir que la presencia de lombrices esta hasta determinada profundidad, se explica por la disposición del agua en las partes más superficiales del perfil del suelo. Coincidiendo con lo que afirma

Edwards y Bohlen (1996) y Langmaack et al. (1999), en donde mencionan que el transporte del agua se mantiene entre los 5 y 20 cm de profundidad del suelo.

Por lo que, podemos mencionar de acuerdo a varios autores que los suelos de los bosques amazónicos presentan valores bajos de densidad y biomasa, teniendo en la zona de estudio una densidad total de 156,80 ind/m² y una biomasa total de 17,99 gr. Estos valores guardan relación a lo mencionado por Cabrera *et al.*, (2011), quienes mencionan que para los bosques secundarios la densidad puede ser mayor a 103 ind/m², mientras que la biomasa puede superar los 27 gr/m². La densidad obtenida en el presente estudio, está comprendida dentro de este rango pero la biomasa obtenida se encuentra por debajo del rango. Estos valores bajos de las lombrices se explica por las condiciones edáficas del suelo, como lo indica **Jiménez et al., (2003)**, quienes afirman que en los bosques con suelos ácidos, como los suelos amazónicos, las poblaciones de lombrices son muy escasas.

10.4. Análisis de varianza de la biomasa y densidad de la *Lumbricus terrestris*

El análisis de varianza ($p \geq 0,05$) para los valores de biomasa y densidad poblacional de *Lumbricus terrestris*, en los tres tipos de cobertura y a diferentes profundidades de estratos del suelo, podemos aceptar la hipótesis nula, debido a que la biomasa y la densidad poblacional del *Lumbricus terrestris* no varían significativamente en los suelos con tipos de cobertura arbórea - herbácea y arbórea - sin cobertura, pero si, entre los tipos de cobertura herbácea - sin cobertura ya que existe una diferencia significativa debido a que el valor F es mayor a su valor crítico.

XI. CONCLUSIONES

1. La lombriz de tierra pertenecen a la familia de las lombricidae, al género *Lumbricus* y su especie *Lumbricus terrestris*.
2. De los tres tipos de cobertura evaluadas se indica que la mayor densidad poblacional se obtuvo en la cobertura herbácea con un total de 156,80 ind/m², esto puede ser debió a que el suelo se encuentra en constantes cambios y a diferentes factores como temperatura, humedad, pH y la caracterización del suelo.
3. De acuerdo a los estratos evaluados en cada calicata el que tuvo mayor densidad fue el estrato de 0 a 10 cm con un total de 176 ind/m².
4. La mayor cantidad de biomasa de *Lumbricus terrestris* se encuentra en la cobertura herbácea, con 11,84 gr; lo que representa un 65,83% del total de biomasa registrada.
5. Los resultados de los valores de densidad poblacional de *Lumbricus terrestris* en el análisis de varianza al 95% tiene una significancia de 0,21, lo que indica que no existe diferencia significativa en los valores de la densidad poblacional de las lombrices de tierra debido a los tipos de cobertura del suelo.
6. Los resultados de los valores de la biomasa de *Lumbricus terrestris* en el análisis de varianza al 95% tiene una significancia de 0,18, lo que indica que no existe diferencia significativa en los valores de biomasa de las lombrices de tierra debido al tipo de cobertura del suelo.

XII. RECOMENDACIONES

1. Ampliar los estudios de investigación sobre las lombrices de tierra y sus beneficios a los suelos del CIEFOR de Puerto Almendra teniendo en cuenta las diversas actividades productivas como producción de abono.
2. Realizar mayores estudios respecto a la taxonomía de las lombrices de tierra presentes en los suelos del CIEFOR de Puerto Almendras, ya que deben existir otras especies.
3. Investigar más sobre el comportamiento de las lombrices en los tipos de suelos del CIEFOR de Puerto Almendra.
4. Realizar estudios sobre el comportamiento de la lombriz de tierra para su mejor manejo en cuanto a su reproducción en el CIEFOR de puerto almendra.

XIII. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, J.M. & INGRAM. 1993.** Tropical biology and fertility. A handbook of methods. 2n ed. Wainford. Commonwealth Agricultural Bureau. 221 pág.
- BECK, L. & GASPAROTTO, L. 2000.** Soil fauna and litter decomposition in primary and secondary forest and mixed culture system in Amazonia. Shift Project ENV 052, Final report 1996-1999. Karlsruhe. 291 pág.
- CABUDIVO, A. 2005.** Cuantificación del efecto del ciclo de biomasa en la concentración de nutrientes en suelos de plantaciones forestales Pto. Almendra. Loreto. Facultad de Ciencias Forestales. Informe Técnico. UNAP. Iquitos. 25 pág.
- COYNE, M. 2000.** Microbiología del suelo: Un enfoque exploratorio. Editorial PARANINFO. Madrid. España. 397 pág.
- CRISTALES, O. 1997.** Sistema de crianza de lombriz de tierra, Alternativas de su uso, para el manejo de los desechos sólidos. Fundación para el fomento de empresas para la recolección y tratamiento ambiental de los desechos sólidos (ABA). San Salvador, El Salvador. 22 P.
- DICCIONARIO FORESTAL .2005.** Sociedad Española de Ciencias Forestales Ediciones Mundi Prensa .Madrid .Barcelona .Mexico.
- FRAGOSO, C y Rojas P.** Biodiversidad de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta:Crassiclitellata) en Mexico. 2014.
- FERNANDEZ, M. A. LIMA, A. FRANCO, E. CAMPELLO, S. TAVARES. 2003.**
En O uso da macrofauna edáfica do seculo XXI: a importancia dos

engenheiros do solo. Anais 8 a 12 de setembro del 2003. Londrina. PR. Embrapa. Instituto de Ecologia A.C.

GILLER, E.; H. BEARE; P. LAVALLE; A. MN. IZAO; J. SWIFT.1997._Agricultural intensification.soil biodiversity and agroecosistem function.Appl Soil Ecol 6:3-16.

INTA EEA - Curso taller; "Iniciación a la lombricultura, Septiembre 2003, impartido Ing. Agr. Guadalupe Abdo, ing. Agr. Mónica Serra. (Tecn. Pro-Huerta Jujuy).

JONES, G.H. LAWTON, M. SCHACHAK, 1994. Organisms as ecosystem engineers oikos 69: 373-386. En JIMENEZ, J. D. DECAENS, R. THOMAS y P. LAVALLE. 2005. La macrofauna del suelo: Un recurso natural aprovechable pero poco conocido. [Http// www.Ciat.cgiar.org/tsbf.institute/pdf/arado.natural.cap1.pdf](http://www.Ciat.cgiar.org/tsbf.institute/pdf/arado.natural.cap1.pdf)

KALLIOLA, R. 1998. Geoecología y desarrollo amazónico. Primera edición. Editorial Finrreklamaoy, Sulkava. 454 pág.

LAVALLE 1997, Soil function in a changing world: The role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology* 33:159-193.

LUIZAO, F.J; TEXEIRA, L & J. BASTOS. 1989. Nutrientes nos solos de floresta primaria e pastagem de *Blacharia humidicola* na Amazonia Central. Boletín da Pesquisa. EMBRAPA/CPATU N° 98. 31 pag.

MAGURRAN 1989, diversidad ecológica y su medición. Universidad Princeton prensa, New Jersey, 179 pag.

- MORALES, J. y L. SARMIENTO. 2002.** Dinámica de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la vegetación en una sucesión secundaria en el páramo Venezolano. *Ecotrópicos* 15 (1):99-110 2002.
- MORON, M.A. y A. ARAGON. 2003.** Importancia ecológica de las especies americanas de Coleoptera Scarabaeoidea. *Duguesiana* 10(1): 13-29.
- NAVARRO, D. 2011.** Cuantificación del repoblamiento natural de macroinvertebrados edáficos en cinco estadios sucesionales de bosques en Puerto Almendra – Loreto. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Iquitos. 36 pág.
- PADILLA, H. 1987.** Glosario Práctico de Términos Forestales. Editorial LIMUSA S.A. México. 273 pág.
- PARDO-LOCARNO, L. C. 2006.** Abundancia y biomasa de macroinvertebrados edáficos en la temporada lluviosa, en tres usos de la tierra, en los andes colombianos. Candidato a Doctorado en Biología. Universidad del Valle. Valle del Cauca. Colombia 14 pág.
- REYNOLDS, JW y DE COOK, DG. 1976.** Nomenclatura oligochaetologica. Un catálogo de nombres, descripciones y especímenes tipo de la Oligochaeta. Univ. de New Brunswick, Fredericton, NB : x +217 pp.
- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES. 2005.** Diccionario Forestal. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. España. 1314 pág.
- TAPIA-CORAL, S; B. PASHANASI; D. DEL CASTILLO. 2002.** Estudio preliminar de la macrofauna del suelo en áreas de varillajes y chamizales de la amazonia peruana. *Folia Amazónica*. Vol 13(1-2).

TAMHANE, R. V. MOTIRAMANI, D. P. Y BALI, V. P. 1979. Suelos, Su química y fertilidad en zonas tropicales .Segunda Edición .Editorial Diana. México – 483 págs.

VASQUEZ, G.A.M. 2001. Ecología y formación ambiental. Segunda edición. Mc

VICEN, M.; VICEN, C. 1996. Diccionario de términos ecológicos. Editorial Paraninfo. 173 pág.

ZAPATA, M. 1984. Entomología general. Departamento de sanidad vegetal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. 131 pág.

ANEXO



Figura 6: Suelo con cobertura arbórea



Figura 7: Área delimitada para realizar la recolección.



Figura 8: Lombrices recolectada en suelos de la cobertura arbórea



Figura 9: Suelo con cobertura herbácea



Figura 10: Recolección de lombrices de tierra en cobertura herbácea.



Figura 11: Área donde se realizó la clasificación sin cobertura



Figura 12: Recolectando lombrices de tierra.



Figura 13: Pesando las lombrices de tierra