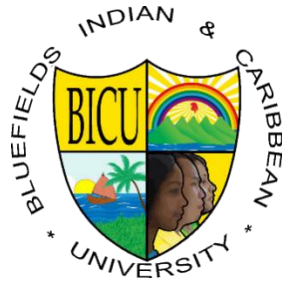


**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
BICU**



ÁREA DEL CONOCIMIENTO; CIENCIA Y TECNOLOGÍA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

Uso de estiércol bovino, porcino y gallinaza para producción de lombriabono, en la Finca Productiva de la Universidad Bicu, Núcleo Bilwi, RACCN, Nicaragua 2023

Autor: MSc. Zamer Danilo Mairena Bermúdez

Colaboradores: Br. Rollyen Rodolfo Méndez Campbell
Br. Rosalinda Catriciano Zamora

Bilwi, Puerto Cabezas, RACCN, Nicaragua
Noviembre, 2024

“La Educación es la Mejor Opción para el Desarrollo de los Pueblos”

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	2
RESUMEN	3
I. INFORMACIÓN GENERAL.....	7
1.1. Recepción y resolución	7
1.2. Objetivo de desarrollo sostenible (ODS).....	7
1.3. Datos generales del investigador principal	7
1.4. Identificación del Proyecto de Investigación	8
II. INTRODUCCIÓN	9
2.1. Antecedes y contexto del Problema.....	9
2.2. Pregunta de Investigación	12
2.3. Objetivos	12
a. General.....	12
b. Específicos	12
2.4. Justificación.....	13
2.5. Limitaciones y riesgos.....	14
2.6. Variables	14
2.7. Hipótesis.....	15
III. MARCO TEÓRICO.....	16
3.1. Estado del arte.....	16
3.1.1. Antecedentes históricos de la lombricultura	16
3.1.2. Generalidades sobre la lombriz de tierra (<i>Eisenia foetida</i>)	16
3.1.3. Características morfológicas y fisiológicas.	18
3.1.4. Características morfológicas externas.....	18
3.1.5. Características morfológicas internas	20
3.1.6. Fisiología de la lombriz Roja Californiana.....	21
• Ciclo Biológico	24
3.1.7. Características Biológicas.....	25
3.1.8. Importancia de la Lombriz de tierra (<i>Eisenia foetida</i>)	27
• Importancia Ecológica.....	27
3.1.9. Importancia de la Agricultura Orgánica.....	27
3.1.10. Aspectos Generales de la producción y manejo de la lombriz Roja Californiana (<i>Eisenia foetida</i>). 28	28
3.1.11. Manejo de lombricultivo.....	29
3.1.14. Propiedades y usos del lombrhumus.	32
3.1.15. Tipos de sustratos para la alimentación de lombrices.	32
3.2. Teorías y conceptos asumidos.....	36
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	38
4.1. Área de localización del estudio.....	38
4.2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo.....	38
4.3. Población y muestra.....	39
4.3.1. Tipo de muestra y muestreo.....	39
4.3.2. Técnica e instrumento de la investigación.....	40
4.4. Diseño Experimental.....	40
• Establecimiento del diseño.....	42
• Control de enemigos naturales	44
• Descripción del número de mediciones por variables.....	44
4.4.1. Técnica de Recolección de Datos	44
4.4.2. Confiabilidad y validez de los instrumentos	44
4.5. Operacionalización de la variable	45
4.6. Análisis de datos.....	46
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
vi. CONCLUSIONES	65
vi. RECOMENDACIONES	66
VIII. REFERENCIAS	67
IX. ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Paginas

Características taxonómicas de la lombriz de tierra	17
Características biológicas (Condición – requerimiento)	27
Población y muestra	40
Descripción de factores en estudio y sus respectivos niveles y combinación de Tratamientos	42
Operacionalización de la variable	46
ANDE VA; Análisis relacional de la variable peso total de lombrices entre los tipos de alimentación y densidades de poblaciones	49
Resultados de la prueba de SNK para pesos totales de lombrices, en Kilogramo	50
Resultados del ANDEVA Producción promedio de lombriabono	51
Producción de lombriabono según tratamientos	53
Resultados del ANDEVA para el peso promedio de lombriabono	53
Resultados de la prueba de SNK para pesos promedios de lombrices (grs)	55
Resultados del ANDEVA para longitud de las lombriabono	56
Resultados de la prueba de SNK, para la longitud de lombrices por tratamientos	58
Resultados del ANDEVA para número total de lombrices	58
Resultados de la prueba de SNK para el número total de lombrices /Tratamiento	60
Resultados del ANDEVA para producción de lombriabono	60
Resultados de la prueba de SNK para el rendimiento de lombriabono	62
Resultados Niveles de Macronutrientes y micronutrientes del humus producido.....	62
Rentabilidad de los tratamientos a través del análisis (Costo – Beneficio)	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Paginas

Peso total de lombrices, según tipos de alimentación y densidades de poblaciones	50
Producción de lombriabono según tratamientos	52
Pesos promedios de lombrices según tratamientos	54
Longitud de lombrices según tratamientos	57
Número Total de lombrices /Tratamiento	59
Producción de lombriabono	61

RESUMEN

El presente estudio investigativo se realizó en la finca experimental de la Universidad BICU, CUR Bilwi; ubicada a 1.8 km al sur de la empresa Nafcos S.A. y a 8 km distante del sector urbano de la Ciudad de Bilwi, RACCN, con el objetivo de evaluar el efecto de tres densidades de poblaciones y tres fuentes de alimentación de origen animal para la producción de lombriabono, en lombriz roja californiana, en un periodo de seis meses.

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, según su finalidad fue de carácter experimental, según su alcance fue de corte longitudinal y por su nivel de profundidad y objetivo fue de carácter exploratorio. Se estableció el experimento en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) Bifactorial, donde el **factor A** correspondió a la fuente de alimentación de origen animal (estiércol bovino, equino y gallinazas y el factor **B**: correspondió a las densidades de poblaciones (100, 200 y 300 lombrices roja californiana); se utilizaron análisis de varianza para cada factor y la interacción de ambas, con un nivel de significancia alfa del 0.05%. A demás se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls), para determinar valores críticos de acuerdo al número de medias de tratamiento involucrados en la comparación y el Modelo Aditivo Lineal (MAL), para la constitución de observaciones como media general más un elemento aleatorio de variación

Se aceptan las hipótesis plateadas, ya que los tres sustratos de origen animal (bovino, porcino y gallinaza) y densidades de lombrices (100, 200, y 300) utilizados ejercieron efectos significativos en la producción de lombriabono

Existen diferencias altamente significativas en el peso total de lombrices (Biomasa), obtenido por efecto de los diferentes tipos de alimentos utilizados (estiércol bovino, porcina y gallinaza), por las densidades de poblaciones de lombrices utilizadas (100, 200 y 300) y por la interacción de ambas (Alimentos y densidades); El estiércol vacuno, es el tipo de alimento que más genero aumento en el peso total de las lombrices con un promedio de 0.404 kg; mayor producción de lombriabono con promedio de 7.21 kg; mayor aumento en el peso de los lombriabono con promedio de 1.30 gramos, mayores

longitudes de las lombrices con 7.30 cm, mayor número de lombrices con 623 y mayor producción de lombriabono con 5.47 quintales.

De acuerdo a las variables bajo estudio, la densidad 100 lombrices fue la que generó mayor peso total de lombrices con 0.411 kg, mejor peso en las lombrices con 1.36 gramos, mayores longitudes en las lombrices con 7.50 cm, mayor número de especímenes con 616 lombrices y la mayor producción de lombriabono con 5.30 quintales, por otro lado, la densidad 300 lombrices generó la mayor producción de lombriabono con 7.10 kg.

De acuerdo a la rentabilidad de los tratamientos a través del análisis Costo – Beneficio, todos los tratamientos obtuvieron un costo beneficio de 2.2 por cada córdoba invertido, siendo el tratamiento a₁b₁ (estiércol vacuno con 100 lombrices), la que obtuvo la mejor producción en promedio con 5.68 quintales, obteniendo un ingreso bruto de C\$ 33,672 córdobas.

Palabras claves: Lombriz, Sustrato, Estiércol sólido, valor nutritivo, rentabilidad

ABSTRACT

The present research study was carried out at the experimental farm of the BICU University, CUR Bilwi; located 1.8 km south of the Nafcosa S.A. company. and 8 km distant from the urban sector of the City of Bilwi, RACCN, with the objective of evaluating the effect of three population densities and three food sources of animal origin for the production of vermicompost, on Californian red worm, in a period of six months.

The research had a quantitative approach, according to its purpose it was experimental, according to its scope it was longitudinal and due to its level of depth and objective it was exploratory in nature. The experiment was established in a Bifactor Randomized Complete Block Design (RBCD), where factor A corresponded to the food source of animal origin (bovine, horse and poultry manure and factor B: corresponded to the population densities (100, 200 and 300 Californian red worms); analysis of variance was used for each factor and the interaction of both, with an alpha significance level of 0.05%. In addition, the SNK Multiple Range test (Student Newman Kauls) was used to determine critical values according to the number of treatment means involved in the comparison and the Linear Additive Model (MAL) to constitute observations. as general mean plus a random element of variation

The silver hypotheses are accepted, since the three substrates of animal origin (bovine, pig and chicken manure) and worm densities (100, 200, and 300) used exerted significant effects on the production of vermicompost.

There are highly significant differences in the total weight of worms (Biomass), obtained as a result of the different types of food used (bovine manure, pig manure and chicken manure), by the densities of worm populations used (100, 200 and 300) and by the interaction of both (Food and densities); Bovine manure is the type of food that generated the most increase in the total weight of worms with an average of 0.404 kg; greater production of vermicompost with an average of 7.21 kg; greater increase in the weight of vermicompost with an average of 1.30 grams, greater lengths of worms with 7.30 cm, greater number of worms with 623 and greater production of vermicompost with 5.47 quintals.

According to the variables under study, the density of 100 worms was the one that generated the greatest total weight of worms with 0.411 kg, the best weight in the worms with 1.36 grams, the greatest length in the worms with 7.50 cm, the greatest number of specimens with 616 worms. and the highest production of vermicompost with 5.30 quintals, on the other hand, the density of 300 worms generated the highest production of vermicompost with 7.10 kg.

According to the profitability of the treatments through the Cost – Benefit analysis, all treatments obtained a cost benefit of 2.2 for each córdoba invested, with treatment a1b1 (cow manure with 100 worms) being the one that obtained the best production on average. with 5.68 quintals, obtaining a gross income of C\$ 33,672 córdobas.

Keywords: Worm, Substrate, Solid manure, nutritional value, profitability

INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Recepción y resolución

Uso interno de la Dirección de Investigación y Postgrado			
Fecha de recepción	Resolución	Fecha de resolución	Inicio del proyecto
	No.0022023	07 de junio 2023	30 de julio 2023

1.2. Objetivo de desarrollo sostenible (ODS)

Objetivo de desarrollo Sostenible (ODS)	Reducir a la mitad el desperdicio de alimento per cápita mundial a la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha
Meta del ODS	Lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida de conformidad con los marcos internacionales convenidos y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, agua y el suelo, a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente
Indicador	Desechos peligrosos generados per cápita y proporción de desechos peligrosos tratados, desglosados por tipo de tratamiento

1.3. Datos generales del investigador principal

Datos Generales del Investigador Principal
Nombres y Apellidos: Zamer Danilo Mairena Bermúdez
Facultad/Departamento/Escuela: Área del Conocimiento Ciencia y Tecnología
Número de Teléfono:
Número de Celular: 85477495, 86016815
Correo electrónico institucional: zamer.mairena@bicu.edu.ni
ORCID (obligatorio): 0009-0008-1070-6222
Formación Académica: Master en Gestión Ambiental, Ingeniero Agroforestal

1.4. Identificación del Proyecto de Investigación

Título del Proyecto de Investigación: Uso de estiércol bovino, porcino y gallinaza para producción de lombriabono, en la Finca Productiva de la Universidad Bicu, Núcleo Bilwi, RACCN, Nicaragua 2023

Fecha de Inicio: **Fecha de Finalización:** **Duración (en meses):**

<p>Área estratégica de Investigación</p>	<p>Ciencia y Tecnología Recursos Naturales y medio Ambiente Adaptación al cambio climático Seguridad Social y Humana Ciencias Económicas y Administrativas Ciencias de la Educación Ciencias Jurídicas Ciencias de la salud Tecnología de Información y Comunicación (TIC)</p>	<p>X</p>
<p>Áreas del Conocimiento adoptadas por el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (CNEA)</p>	<p>Educación Humanidades y arte Ciencias sociales, educación comercial y derecho Ciencias Ingeniería, industria y construcción Agricultura Salud y servicios sociales Servicios</p>	<p>X</p>

Línea (s) de Investigación: Recurso suelo, Mecanismos para el mejoramiento de la fertilidad de suelo sobre utilizados

II. INTRODUCCIÓN

2.1. Antecedes y contexto del Problema

La lombricultura es una práctica que está en armonía con la naturaleza, ya que se encarga de reciclar y transformar los desechos orgánicos produciendo abono natural; esta técnica ha despertado interés en países como Estados Unidos, Italia, Argentina, Cuba y Francia, los cuales están procesando grandes cantidades de desechos orgánicos, generando abonos de excelente calidad, los cuales ayudan a evitar el uso indiscriminado de fertilizantes químicos.

El cultivo de las lombrices nació y se desarrolló en Norteamérica, al comenzar a criarlas en un ataúd. Hugh Carter, 25 años después, tenía la capacidad de suministrar a las tiendas de caza y pesca, 15 millones de lombrices al año; de esta forma, la lombricultura se fue difundiendo a Europa, Asia y América. Righi, la estudió en Argentina y Brasil; en 1984-1989, Colombia mencionaba el uso de las lombrices de tierra y en 1991, introdujo el híbrido *Eisenia foetida* Sav, conocida como lombriz roja californiana.

En Nicaragua la lombricultura fue introducida por la empresa de Fertilizantes Orgánicos S.A. (FERTOSA) en el Ingenio Monte limar, de tal manera que la producción y comercialización del abono orgánico se convirtió en una excelente alternativa de ingresos; ésta es una técnica tan antigua que se pierden las perspectivas cronológicas del tiempo. Sin embargo, en Nicaragua su difusión moderna comienza a mediados de la década de los años 90. En el curso de los tres últimos años la producción de abono orgánico está despertando un especial interés, en primer lugar, por curiosidad y después por las expectativas de beneficios económicos independientemente del tipo de actividad principal que desarrolle. (Benavidez, 2008)

El abono producido por la lombriz puede ser utilizado como fertilizante al ser incorporado en el suelo, aportando nutrientes para las plantas e incrementando la biota y las características físicas del suelo (García, 2001). La producción de lombrices tiene buenas perspectivas a futuro, ya que es un negocio de producción diversificada que puede generar ingresos económicos provenientes de la comercialización de la lombriz y el lombríhumus.

Según la investigación participativa en lombricultura en pequeños productores demuestran que, para la variable número de lombrices por tipo de sustrato, existen efectos significativos en el comportamiento de la población de lombrices, lo que demuestra que los promedios de lombrices por metro cuadrado son mayores que en otros tipos de sustratos. (Dicovski, 1997). Además, demuestran que con el tipo de sustrato alimenticio (estiércol bovino) se obtiene una alta producción de lombrices por metro cuadrado.

(Espinoza, Armas, & Arauz, 1997). Demuestra que diferentes mezclas de estiércol fermentado de conejo (40-60-80%) con estiércol fermentado de bovino (60-40-20%) para la alimentación de Lombrices Rojas Californianas (*Eisenia foetida*), se puede usar cualquiera de los sustratos o mezclas bovino – conejo (60% bovino – 40% conejo), (40% bovino – 60% conejo), (20% bovino – 80% conejo), (100% bovino) como alimento de lombrices, ya que todas estas mezclas se comportaron semejantes en la producción de biomasa de lombrices.

Según (Arauz, Tercero, Obando, & Dicovski, 1998). Muestra que el estiércol de vaca y equino son igual que la pulpa de café y tallos de musáceas, son alimentos idóneos para producir lombrices y lombrhumus, aunque la calidad de los nutrientes del abono parece diferir según la fuente de alimentación de las lombrices. Además, demuestran que las lombrices *Eisenia foetida*, californiana, producen más biomasa de lombrices alimentadas con estiércol bovino.

López, T. (2012). En su estudio evaluativo sobre cinco densidades de poblaciones y dos fuentes de alimentación en la producción de lombrifertilizante y carne de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) expresa que el estiércol bovino produce 0.275 kg en densidades de 100, 400 y 500 lombrices, menciona que los resultados obtenidos sobre peso total de lombrices está determinado por densidad de individuos presentes en cada una de las unidades experimentales; pues de esta condición depende el crecimiento y desarrollo de las lombrices; del mismo modo expresa que la producción promedio de lombrifertilizante por tratamientos el estiércol bovino produce 5.51kg en densidades de 100 a 500 lombrices, (Pérez, A. 2010) expresa que esto sucede debido a que la velocidad de conversión del alimento por la lombriz es más rápida cuando el tamaño de la partícula es más fina tal como sucede con el estiércol de bovino.

(Jaime J, & García F, 2020), en su tesis de investigación titulado uso de estiércol bovino y equino para la producción de lombriabono, en la finca San José, Comunidad de Nazaret del Municipio de Puerto Cabezas, RACCN, Nicaragua, Señala que el estiércol bovino con densidades de población de lombrices (100 y 400) se obtiene una producción de lombriabono de 0.311kg, un peso promedio de la lombriz con 5.29 kg y que las densidades de mayor efecto fueron los de mayor densidad de lombrices (400 y 300 lombrices) produciendo 5.52 y 5.16 kg/tratamiento de lombriabono.

De igual manera expresan que con el estiércol bovino se presenta el mejor efecto respecto al peso promedio de lombrices en gramos con 0.83gr en densidades de población de lombrices (100, 200, 300 y 400) y aumento en longitud promedio de lombrices con 6.87 a 6.93 cm, en las densidades de 100 y 300 lombrices, así mismo tiende a aumentar el número de lombrices en densidades menores de 100 y 200 lombrices, debido al espacio y competencia entre individuos.

En nuestra región no existen investigaciones con *Eisenia foetida* sobre estudios de densidades de población, tipos de alimentación y si las hay son muy escasas, lo anterior obedece a que no existen programas a nivel de gobiernos regionales y municipales que motiven al desarrollo de este tipo de investigaciones, no existen líneas de trabajo por parte del Ministerio de Agricultura, a los agricultores que contemplan esta tecnología, la cual transforma el estiércol de bovino, porcino y gallinaza en abonos orgánicos para la fertilización de cultivos y mejoramiento de suelos

Los suelos de la RACCN, son suelos de vocación forestal, suelos ácidos (5 - 5.5 de ph), suelos de baja fertilidad debido a que constantemente son lavados por las altas precipitaciones de la zona. Por lo que es necesaria la aplicación de fuentes de fertilizaciones orgánicas para mejorar la capacidad productiva de los suelos y obtener mejores rendimientos de cosecha y que sean amigables con el medio ambiente, tal como lo es la crianza de lombrices en cautiverio cuyo objetivo inmediato es reciclar y transformar los desechos orgánicos para la producción de humus de lombriz.

Por tanto, esta investigación está dirigida básicamente sobre la siguiente interrogante.
¿Conocer cuál densidad de poblaciones y fuente de alimentación de origen animal

produce mayor cantidad de lombriabono, en lombriz roja californiana, para el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos?

2.2. Pregunta de Investigación

1. ¿Como determinar cuál fuente de alimentación incrementa más la producción de lombriabono?
2. ¿Como identificar cuál de las densidades es la más adecuada para la producción de lombriabono y la relación de cada tipo de alimentación con respecto a las densidades de poblaciones?
3. ¿Cómo establecer los mejores niveles de N, P, K, Ca, Mg del humus producido??
4. ¿Como determinar la rentabilidad de los tratamientos a través del análisis Beneficio-Costo?

2.3. Objetivos

a. General

Evaluar el efecto de tres densidades de poblaciones y tres fuentes de alimentación de origen animal para la producción de lombriabono, en lombriz roja californiana en la finca productiva de la Universidad BICU, Núcleo Bilwi, RACCN, Nicaragua 2023

b. Específicos

5. Determinar cuál fuente de alimentación incrementa la producción de lombriabono
6. Identificar cuál de las densidades es la más adecuada para la producción de lombriabono y la relación de cada tipo de alimentación con respecto a las densidades de poblaciones.
7. Establecer los mejores niveles de N, P, K, Ca, Mg del humus producido.
8. Determinar la rentabilidad de los tratamientos a través del análisis Beneficio-Costo

2.4. Justificación

La técnica de la lombricultura es una alternativa viable, eficiente y amigable al medio ambiente, con bajos costos de inversión. La transformación de estos residuos orgánicos produce beneficios mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, (Cerdas, 1996).

Conociendo que la explotación de las lombrices es absolutamente inodora (Ferruzzi, 1996) y se puede utilizar cualquier tipo de sustrato (estiércol de bovino, estiércol de equino, estiércol de porcino, estiércol de conejo, estiércol de cabra, bagazo de caña, cáscara de plátano, basura orgánica, residuos del proceso y pulpa de café) para producir lombriabono, además que es de fácil accesibilidad en nuestro país, municipio y comunidades y se puede ubicar en cualquier lugar, se esta, esta práctica en los últimos años ha despertado mucho interés la crianza de lombriz, desarrollándose nuevos métodos debido a la importancia que tiene en la descomposición de los residuos orgánicos; usándose además como carnada en la pesca, alimento para especies domésticas, producción de humus, reciclaje de estiércol animal, transformación ecológica de materiales biodegradables producidos por la industria y poblaciones urbanas e industrias farmacéuticas. (Pineda. 2006).

Uno de los múltiples beneficios de la lombricultura es la obtención de un abono de excelente calidad capaz de recuperar la fertilidad en suelos áridos y reducir su acidez (Alas, 2002). 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.

Existe poco conocimiento en la población costeña en cuanto al beneficio que trae consigo los abonos orgánicos de origen animal para la producción de lombriabono, en lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), por lo que fue de suma importancia llevar a esta investigación donde se evaluaron tres densidades poblacionales de lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, utilizando tres fuentes de alimentación en la producción de

abono, con el fin de conocer cuál de las tres fuentes de alimentación y cual densidad de población incrementa la producción de lombriabono y pie de cría, permitiendo así un desarrollo auto sostenido de un sistema de producción, no contaminante ni destructivo de un sistema de producción donde se reemplace la explotación por manejo de los recursos.

A demás los resultados de esta investigación servirán como base de datos para fines académicos para docentes, estudiantes, promotores rurales y pequeños agricultores de la región entorno a los múltiples beneficios que ofrece la lumbricultura, que es la obtención de un abono de excelente calidad capaz de recuperar la fertilidad en suelos áridos y reducir su acidez.

2.5. Limitaciones y riesgos

Limitantes	Acciones para corrección	Medios
Retraso con el financiamiento	Entrega del financiamiento A lo inmediato una vez firmado el convenio	Aprobación y firmas de convenio mutuo
Adquisición de pie de cría de lombriz roja californiana	Solicitud con antelación la Compra de pie de crías	Formas de gogos (Anticipos)
Sitio para establecimiento del Experimento	Construcción y ubicación del Área experimental	Equipos de mediciones y construcción

2.6. Variables

- Peso total de lombrices / tratamientos, en kilogramos. (Biomasa)
- Producción de lombriabono
- Peso promedio de lombriz
- Longitud promedio de lombriz
- Número total de lombrices

2.7. Hipótesis

$\epsilon \alpha_i = 0$ (al menos uno de los sustratos de origen animal ejerce un efecto significativo en la producción de lombriabono en lombriz roja californiana en la finca productiva de la Universidad BICU, Núcleo Bilwi

$\epsilon \beta_j = 0$ (al menos una de las densidades poblacionales ejerce un efecto significativo en la producción de lombriabono en lombriz roja californiana en la finca productiva de la Universidad BICU, Núcleo Bilwi

$\epsilon (\alpha\beta)_{ij} = 0$ Existe efecto de interacción significativo (sustrato * densidad) en la producción de lombriabono en lombriz roja californiana en la finca productiva de la Universidad BICU, Núcleo Bilwi

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Estado del arte

3.1.1. Antecedentes históricos de la lombricultura

En la década de los 70, la Universidad Agrícola de California inicio, programas de investigación para la aplicación de lombrices en la Agricultura y posteriormente, el gobierno de los EE.UU. estableció Subvenciones para aquellas personas que se deseaban iniciar en el negocio. En 1979 había 1500 explotaciones comerciales de lombrices en los EE.UU. (Cristales, 1997).

Los principales países productores de lombriabono en América Latina son Chile, Brasil, Colombia, Argentina y Ecuador. Estos países cuentan con grandes explotaciones industriales de lombriz roja californiana (Cristales, 1997). Filipinas es uno de los mayores productores de harina de lombriz para consumo humano, ya que la ausencia de olor y sabor la hace competitiva con la harina de pescado, tanto en calidad como en precio. (Cristales, 1997).

3.1.2. Generalidades sobre la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*)

Tabla 1. Características taxonómicas de la lombriz de tierra

Reino:	Animal
Sub.Reino:	Metazoos
Tipo:	Anélido
Phylum:	Protostomia
Clase:	Anélido
Orden:	Oligochaeta
Familia:	Lumbricidae
Género:	Eisenia
Especie:	foetida

La lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) se caracteriza por poseer un color rojo-rosado. Tamaño que oscila de los 7 a 12 cm, la madurez sexual la alcanzan a las 10 a 12 Semanas

y se consideran adultas a los 6 meses, su peso es de 1 a 2.5 gramos desarrollándose en temperaturas optimas de 25 °C, con un pH ideal de 6.8 a 7.2 y una humedad de 70-80%. La lombriz de tierra es un organismo biológicamente simple, su peso total lo constituye el agua en un 80 a 90%; presenta variaciones de colores debido a los pigmentos protoporfirina y éster metílico. Está pigmentación la protege contra la radiación de la luz ultravioleta; tiene forma cilíndrica, con secciones cuadrangulares, variando en cuanto a tamaño de acuerdo a las especies: de 5 a 30 cm. de largo y su diámetro oscila entre 5 a 25 mm, variando el número de segmentos de 80 a 175 anillos. (Cerdas, 1996).

En la actualidad se le está prestando mucha atención a su crianza, desarrollándose nuevos métodos debido a la importancia que tiene en la descomposición de los residuos orgánicos; usándose además como carnada en la pesca, alimento para especies domésticas, producción de humus, reciclaje de estiércol animal, transformación ecológica de materiales biodegradables producidos por la industria y poblaciones urbanas e industrias farmacéuticas.

Las lombrices han sido clasificadas ecológicamente de acuerdo con sus hábitos alimenticios, profundidad a la que se encuentran y al tamaño de los individuos. Con base en esta clasificación se define su función y participación en la mejora del suelo. Unas prefieren la capa arable y otras, capas más profundas, según el tipo de lombrices. (Cerdas, 1996).

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. (Cristales, 1997).

Hay alrededor de 2000 especies de lombriz, la mayoría de ellas se encuentran en agua dulce y lugares terrestres húmedos, pesa 0.6 a 0.8 g. en estado adulto, mide 6 cm de longitud, consume - 3 - lo equivalente a su peso al día y expulsa un 60% como material unificado.

Eisenia foetida come 4 a 7 veces diarias, de ahí la necesidad de mantener altos contenidos de materia orgánica en las camas de reproducción, esta característica la ubica como una

especie con gran capacidad de trabajo, además por su alta reproductividad es común que actúen con una densidad poblacional de entre 40 y 50,000 individuos por metro cuadrado.

(Cerdas, 1996), menciona que densidades mayores reducen su capacidad de trabajo y su reproducción. Esta lombriz madura sexualmente entre las 10 y las 12 semanas, a partir de este momento se cruzan para el intercambio de esperma, luego de este periodo cada individuo por sí solo empieza a liberar cápsulas, esto depende de las condiciones climáticas y de la calidad del alimento que consuman las lombrices, De cada cápsula pueden nacer entre 3 y 12 individuos.

3.1.3. Características morfológicas y fisiológicas.

Las lombrices tienen un cuerpo cilíndrico y alargado que consiste de dos tubos concéntricos: la pared del cuerpo y el tubo digestivo, separados por el celoma está dividido en segmentos llamados somitos y presentan una pared anterior y una posterior. El primer somito de la parte anterior es la boca, donde se encuentra el prostomio, estructura carnosa que sobresale delante de ella; el último segmento que se encuentra en la parte posterior, es el ano.

Una lombriz adulta puede llegar a tener entre 40 y 250 somitos, el clítelo puede ubicarse entre los somitos 13 y 37 dependiendo de la especie, su función está directamente relacionada con la reproducción, la formación de cápsulas se da en el clítelo, como resultado de la secreción de una sustancia viscosa que permite proteger y transportar los huevos. (Cerdas, 1996).

3.1.4. Características morfológicas externas.

Entre las características morfológicas externas e internas más importantes de (*Eisenai foetida*) podemos mencionar las siguientes:

- **Color:** Posee un color rojizo intenso, razón por la cual se le conoce con el nombre de Roja Californiana, muchas veces el color lo determina la sangre o el contenido del intestino y no necesariamente el pigmento de su piel.

- **Forma:** el cuerpo es un tubo bilateral-mente simétrico; tiene forma cilíndrica.
- **Segmentos:** llamados también metámero, son anillos distribuidos en todo el cuerpo, generalmente comprende de 80 a 175 anillos; entre cada uno de ellos existen surcos Inter segmentarios. Tanto los órganos internos como la pared del cuerpo se encuentran segmentados, separados entre sí por tabiques transversales llamados septos.
- **Prostomio:** pequeña protuberancia dorsal que comienza en el primer segmento, del cual está separado por un surco.
- **Peristomio:** se llama así al primer segmento, donde se encuentra la boca; no tiene quetas o cerdas.
- **Quetas o cerdas:** cada segmento, con excepción del primero, posee cuatro pares de quetas o cerdas, provistas de pequeños músculos, cuya función es la locomoción. También están ausentes en la última porción del cuerpo, llamado pigidio, el cual no forma segmento.
- **Poros dorsales:** son pequeñas aberturas ubicadas en los surcos Intersegmentarios a lo largo de la línea media dorsal.
- **Nefridioporos:** aberturas pares excretoras que se repiten en cada segmento del cuerpo.
- **Poros espermatecales:** raramente ausentes, ubicados entre los surcos Inter segmentarios.
- **Poros femeninos:** oviductos cortos, que se abren en la cara ventral del segmento número 14.
- **Poros masculinos:** ubicados en la cara ventral del segmento número 15, generalmente hay un par.

- **Surcos seminales:** ubicados en los segmentos 9 y 10, formados durante la copula, son transitorios y almacenan los espermatozoides recibidos durante la copulación.
- **Clitelo:** es la región engrosada de la epidermis en los segmentos 32 al 37. Se encarga de secretar la sustancia que forma los capullos, cocones o cápsulas donde se alojan los huevos.

Puede tener forma anular (envuelve los segmentos) o de montura (no envuelve los segmentos). (Cerdas, 1996)

3.1.5. Características morfológicas internas

- **Tabiques:** llamados también septos; son paredes que separan los segmentos sucesivos y están formados por el peritoneo.
- **Faringe:** es el primer compartimiento después de la boca
- **Molleja:** parte gruesa musculosa del tubo digestivo. Puede ser molleja esofágica o puede estar situada al comienzo del intestino llamada molleja intestinal.
- **Glándulas de moren:** su función es metabolizar el calcio. Están ubicadas en el esófago.
- **Intestino:** se reconoce fácilmente por la presencia de válvulas.
- **Ciegos intestinales:** apéndices huecos, terminados en forma de saco que aparecen al fondo del intestino.
- **Nefridios:** órgano central del sistema excretor. Funciona como pequeño riñón. Se llaman holonefridios cuando tienen un par de nefridios por segmento y meronefridios cuando tienen más de un par de nefridios por segmento.
- **Vasos dorsal y ventral:** ubicado sobre el tubo digestivo. El vaso dorsal y el ventral debajo de éste, son los más importantes en el sistema circulatorio.

- **Vaso suprainestinal y supra esofágico:** son vasos impares no siempre presentes. Se encuentran entre el esófago, intestino y el vaso dorsal.
- **Vasos extraesofágico o lateroesofágico:** situados a los lados del esófago y entre éste y los corazones.
- **Corazones:** situados en la región esofágica del cuerpo ligando los vasos y están en pares y en un total de cinco y manda la sangre al vaso ventral.
- **Testículos:** ubicados en los segmentos 10 y 11 y en uno o en pares cada uno; situados en cavidad celómicas aisladas los reservorios de esperma.
- **Canales deferentes:** permiten la salida de los espermatozoides y son uno para cada testículo.
- **Vesículas seminales:** Son tres pares de bolsas laterales que abarcan los segmentos 9, 10 y 11.
- **Ovarios:** generalmente sólo son un par, ubicados en el segmento 13 y descargan los huevos en la cavidad celómica.
- **Ovisacos:** seguidos al segmento que contiene el ovario.
- **Espermatecas:** sacos que reciben los espermatozoides de la otra lombriz durante la cópula. (Cerdas, 1996)

3.1.6. Fisiología de la lombriz Roja Californiana

- **Sistema Digestivo:** Está formado por la boca. Que es una pequeña cavidad que se une con la faringe y en ella se lubrica el alimento que pasa posteriormente al esófago en el cual se encuentran las glándulas calcáreas, cuya función es excretar carbonato cálcico para neutralizar los ácidos orgánicos presentes en el alimento, posteriormente se encuentran el buche y la molleja. En el buche se almacena el alimento y en la molleja se tritura, para ser digerido en el intestino donde ocurre la mayor parte de la digestión y la adsorción. (Cerdas, 1996)

- **Sistema Excretor:** Este sistema lo componen los pares de nefridios que se encuentran en los somitos, excepto en los tres primeros y el último, se inicia en una especie de embudo llamado nefrostoma y termina con el nefridioporo estructura que descarga los desechos en el exterior (Cerdas, 1996).
- **Aparato Circulatorio:** Las lombrices tienen un sistema circulatorio cerrado, constituido por dos grandes vasos sanguíneos, uno dorsal y el otro ventral; además, de cinco vasos principales a lo largo del cuerpo y cinco pares de corazones uno en cada uno de los sumitos del 7 al 11, la sangre de las lombrices está compuesta por un plasma líquido de color rojo, debido a la presencia de hemoglobina, la función de la sangre es absorber las sustancias alimenticias de los intestinos, liberar residuos solubles en los riñones, transportar el oxígeno de todo el cuerpo y liberar gas carbónico a través de la piel. (Cerdas, 1996)
- **Sistema Respiratorio:** La respiración de las lombrices es cutánea la falta de un sistema circulatorio organizado permite que la sangre circule por capilares que se ubican junto a la cutícula húmeda de la pared del cuerpo, lo que favorece la absorción del oxígeno y la liberación de anhídrido carbónico. Por lo tanto, la respiración solo puede darse, con la cutícula húmeda, Cuando se expone una lombriz al sol, de la de respirar al irse secando y muere. (Cerdas, 1996)
- **Sistema nervioso:** Está formado por un cerebro, que a su vez lo integran dos ganglios suprafaríngeos existen dos conectivos que rodea la faringe y comunican con los ganglios subfaríngeos bilobulados. Desde aquí sale el cordón nervioso ventral, que se extiende por la parte ventral del celoma hasta el último somito, que corresponde al año. (Cerdas, 1996)
- **Aparato neurosensorial:** La lombriz carece de ojos, posee en la piel células fotosensibles; es sensible a la luz y al estar expuesta mucho tiempo a ella, muere. El sentido del tacto se encuentra en la epidermis y éste es el centro de los nervios. Las células neurosensoriales le permiten percibir vibraciones que le provocan estrés y la hacen reaccionar a la temperatura. A lo largo de la epidermis hay nervios especializados en responder al PH. También posee órganos gustativos que le permiten distinguir diferentes tipos de alimento. (Cerdas, 1996).

- **Aparato digestivo:** Es de forma tubular y de forma recta. Tiene un canal alimenticio muy completo; posee una abertura anterior, llamada boca y una posterior llamada ano. A lo largo de él tiene varios compartimientos, comenzando con la boca o cavidad bucal, luego le sigue una faringe musculosa, la cual segrega un mucus que sirve para humedecer el alimento; le sigue el esófago y dentro de éste se encuentra el buche que sirve como almacenamiento temporal de alimento, humedeciéndolo y ablandándolo previamente.

La lombriz de tierra tiene dos estómagos; uno anterior de pared delgada y uno posterior de pared gruesa. (Cerdas, 1996).

- **Sistema Reprodutor:** La lombriz es hermafrodita, por lo que se producen óvulos y espermatozoides de un mismo individuo, sin embargo, no puede autofecundarse, pues necesita un intercambio de esperma, este intercambio se realiza cuando las lombrices se aparean y unen entre sí sus poros donde se liberan los espermatozoides y el líquido prostático. (Manual de lombricultura por: AGROFLOR LOMBRICULTURA, 1993).

Posteriormente se separan y luego cada individuo por sí solo efectúa la liberación de cápsulas, que son estructuras que contienen los huevecillos, dependiendo de la especie a sí será el tamaño de las cápsulas y el número de huevecillos que contenga. Cada lombriz adulta puede depositar un huevo que eclosiona al cabo de 3 semanas y de éste emergen entre 2 y 20 estados juveniles, están listas para reproducirse, a los 3 meses. La lombriz tiene un promedio de vida de 16 años, aunque algunos autores confirman que *E. foetida* dura 4.5 años. (Cerdas, 1996).

- **Sistema Reprodutor masculino:** El sistema reproductor masculino está conformado por dos pares de testículos ubicados entre los segmentos 10 y 11. Los espermatozoides producidos son almacenados en reservorios y vesículas seminales; de los cuales salen los embudos espermáticos en forma par y los llevan a través de dos conductos espermáticos a los poros masculinos, en la cara ventral del segmento 15, allí salen los espermatozoides durante la cópula. Cuenta también con receptáculos seminales o espermáticos que son unos sacos que reciben el semen de la otra lombriz ubicada en los segmentos 9 y 10. (Cerdas, 1996)

- **Sistema Reprodutor Femenino:** El sistema reproductor femenino está formado por dos pares de ovarios, ubicados entre los segmentos 13 y 14, su finalidad es la de producir óvulos, éstos son recogidos por embudos ovulares que los llevan por oviductos y salen a través de poros femeninos. La lombriz, durante la cópula, se sitúa en sentido opuesto, quedando unida por unas secreciones mucosas del clitelo ubicado en el segmento 32 al 37 y aquí se encarga de secretar sustancias que forman los capullos donde se alojan los huevos; y posteriormente se forman dentro de ellos, diminutos gusanos. (Cerdas, 1996)
- **Ciclo Biológico**

La lombriz de tierra es un organismo biológicamente simple, su peso total lo constituye el agua en un 80 a 90%; presenta variaciones de colores debido a los pigmentos protoporfirina y éster metílico. Dicha pigmentación la protege contra la radiación de la luz ultravioleta; tiene forma cilíndrica, con secciones cuadrangulares, variando en cuanto a tamaño, de acuerdo a las especies de 5 a 30 cm. de largo y su diámetro oscila entre 5 a 25 mm, variando el número de segmentos de 80 a 175 anillos. (Pineda, Lombricultura, 2006)

En la actualidad se le está prestando mucha atención a su crianza, desarrollándose nuevos métodos debido a la importancia que tiene en la descomposición de los residuos orgánicos; usándose además como carnada en la pesca, alimento para especies domésticas, producción de humus, reciclaje de estiércol animal, transformación ecológica de materiales biodegradables producidos por la industria y poblaciones urbanas e industrias farmacéuticas. (Pineda. 2006).

- **Reproducción y Apareamiento.** La reproducción y el apareamiento lo efectúan a través de un órgano conocido como clitelo, el cual es una estructura ligeramente abultada localizada en el primer tercio del cuerpo, al momento del apareamiento produce una secreción intensa de mucos que forma una especie de anillo viscoso entorno a ellas y que les permite mantenerse estrechamente unidas mientras se intercambia el esperma producido por ambas. Este comportamiento lo refleja. (Ferruzzi, 1994)

- **Fecundación.** Cuando las lombrices se separan después de haberse apareado, en el clitelo de cada una de ellas se genera una formación tubular y una consistencia viscosa y densa que resbala poco a poco a través de la parte anterior del cuerpo y pasa recogiendo los huevos que cada uno de los poros genitales ha segregado, pasando también por el conducto que proviene del receptáculo seminal donde se encuentran depositados los espermatozoides, luego esta secreción se desprende una semana de la copulación del cuerpo de la lombriz tomando una consistencia dura al tener contacto con el aire.
- **Longevidad:** Las lombrices que nacen saliendo del capullo crecen de forma acelerada y en el periodo de 1 y 3 meses se encuentran sexualmente maduras para comenzar a reproducirse. Han sido reportadas longevidades entre 4,8 y 10 años, experimentalmente se han mencionado para *Eisenia foetida* una longevidad de 1000 días a 25°C. (Ferruzzi, 1997).
- **Regeneración:** Está demostrado que la lombriz tiene capacidad regenerar una parte amputada solamente cuando esta se encuentra en la zona pos clitelar, descartando a si la creencia de la posibilidad que las lombrices partidas o rotas en 2 piezas regeneran en cada parte la zona partida y forman dos individuos completos. (Cristales, 1997)

3.1.7. Características Biológicas.

- **Sobrevivencia:** Los estados juveniles son menos tolerantes a temperaturas extremas que los adultos, *Eisenia foetida* tiene la capacidad de sobrevivir en temperaturas entre 10 y 25°C. (Alas, 2002)
- **Producción de capullos:** La producción de capullos es influenciada por una variedad de características de la población, en particular por la densidad de población, la biomasa, la estructura de edades y por factor externo especialmente la temperatura, la humedad y la energía del alimento. (Alas, 2002)

Tabla 2. Condición – requerimiento

Temperatura 15-20°C	(Limites=4-30°C)
Humedad 80-90%	(Limites 60-90%)
Demanda de Oxigeno	Aeróbicas
Contenido de Amonio.	Bajo:< 0.5 mg./g
Contenido de sales	Bajo:< 0.5 %
PH >5 y < 9	

Fuente: (ENA, 1997)

- **Incubación y tasa de emergencia:** El periodo de incubación varia ampliamente principalmente en respuesta a la temperatura y humedad del sustrato, en temperaturas de 5.6 a 10 °C, *Eisenia foetida* reporta tasa de emergencia del 88% en un tiempo de incubación de 86 días y a una temperatura de 25°C presenta un 40 % de emergencia a un tiempo de incubación de 19 días, por tanto, cuando los climas son tropicales disminuye la tasa de incubación y tasa de emergencia comparado con climas templados. (Cristales, 1997)
- **Crecimiento:** *Eisenia foetida* presenta una curva de crecimiento en forma de “S” su rango de crecimiento y el tiempo requerido para alcanzar la madurez es más rápido que el de otras - 14 - especies, en condiciones apropiadas de temperatura puede alcanzar su madurez sexual en 35 días y llegar a la mayor producción de capullos 70 días después del empolla miento. (Cristales, 1997).
- **Maduración:** El tiempo para alcanzar la maduración sexual está influenciado por la densidad poblacional en donde el clitelo aparece más tarde en las poblaciones más densas; 3 individuos por cada cm³, maduran a las 7 semanas, mientras que 16 individuos en el mismo volumen de sustrato maduran a las 10 semanas.
- **Mortalidad:** La mortalidad natural de *E. foetida* ha sido estimada de 0 a 1% por semana con temperaturas promedio de 25°C, Las temperaturas extremas causan mortalidades altas. (Alas, 2002).

3.1.8. Importancia de la Lombriz de tierra (*Eisenia foetida*)

- **Importancia Ecológica.**

Es importante observar que el aumento de residuos y basura va en aumento, todas las grandes ciudades y proporcionalmente las pequeñas, tienen planteado el importante problema de la eliminación de los residuos urbanos, en los últimos años se han construido diversas instalaciones de incineración de basuras, para hacer frente a estas necesidades, pero estas soluciones tienen poca de ecológicas. (Manual de lombricultura por: AGROFLOR LOMBRICULTURA, 1993)

Si, se queman los residuos urbanos siempre surge el problema de deshacerse de sus cenizas, Todo este problema puede ser afrontado con las lombrices, las cuales, con su incesante trabajo de regeneración, transforman en un 100% las basuras urbanas, así como los fangos y lodos en fertilizantes orgánicos.

La explotación de las lombrices es absolutamente inodora, puede ubicarse en cualquier lugar. Cualquier material orgánico ya putrefacto sea estiércol o lodos residuales, en los que se coloque a la lombriz, no emitirá un mal olor a partir de las 23/36 horas posteriores a su introducción. (Ferruzzi, 1997)

3.1.9. Importancia de la Agricultura Orgánica.

La importancia de este organismo es reconocida desde los tiempos de Hansen y Darwin; actualmente se le explota mediante una técnica denominada lombricultura que consiste en la crianza y manejo de lombrices de tierra en condiciones de cautividad con la finalidad básica de obtener con ella dos productos de mucha importancia para el hombre: el humus como fertilizante- enmienda de uso agrícola y la proteína (Carne fresca o harina) como suplemento alimenticio. (Manula practico de agricultura organica, 2013)

Desde el punto de vista agrícola los residuos orgánicos transformados por la lombriz de tierra, al ser incorporados al suelo, corrigen y mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de este. La crianza intensiva de la lombriz de tierra es una actividad, que en la actualidad se desarrolla en todo el mundo, con esta técnica se acelera el proceso de

descomposición de los desechos orgánicos. (Manula practico de agricultura organica , 2013)

3.1.10. Aspectos Generales de la producción y manejo de la lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*).

- **Ubicación:** En principio la caja puede colocarse en cualquier parte preferiblemente en un lugar de fácil acceso para las normales operaciones de riego y distribución de comida. Desde esta perspectiva son aconsejables los garajes, las bodegas, los sótanos, los desvanes, los balcones y las ventanas, siempre que todos estos lugares estén suficientemente aireados y lejos de fuentes directas de calor o de frio. (Ferruzzi, 1996).
- **Temperatura:** La temperatura considerada óptima para el desarrollo de las lombrices, oscila entre 18° a 25°C (su temperatura corporal es de 19-20°C). Cuando la temperatura desciende por debajo de 15°C las lombrices entran en un período de latencia, disminuyendo su actividad.

Van dejando de reproducirse y crecer, y los espermátóforos no eclosionan hasta que se presentan condiciones favorables. Temperaturas por encima de los 35°-40°C o por debajo de los 4°C le resultan mortales para el animal. (Ferruzi, 1996).

- **Humedad:** La humedad y la alimentación se consideran como los factores más importantes para las lombrices, estos animales no tienen un mecanismo de conservación de agua adecuada, no obstante que requieren de humedad en la pared corporal para su respiración y pierden mucha agua en la orina, sin embargo resisten la pérdida de agua de hasta un 75% como mecanismo de defensa; ante la falta de humedad , la lombriz reduce al máximo su superficie corporal, El agua también es importante en su sistema locomotor, ya que la presión hidráulica del líquido celomático no se da si el contenido de agua del cuerpo se reduce en más de 15%, la lombriz posee el 80 y 90% de su peso vivo. (Cerdas, C. 1996).
- **PH:** El pH mide lo alcalino o ácido del sustrato. La lombriz acepta sustratos con ph de 5 a 8.4, que se puede controlar mediante un peachimetro o un simple papel

indicador. Fuera de esta escala, la lombriz Tiene problemas. La preparación del sustrato debe hacerse, si es necesario, mediante fermentación aerobia. Esta fermentación es el resultado de la actividad de una serie de microorganismos de diferentes grupos. El tiempo que dure la fermentación depende del pH, humedad, temperatura y tipo de sustrato.

- **Luz:** En la naturaleza, las lombrices de tierra se desplazan por las praderas a través de los túneles que excavan, buscando las zonas húmedas. Por eso, en periodos de lluvia intensa, es frecuente encontrarlas debajo de las piedras etc. La lombriz de tierra es fotofobia (huye de la luz del sol), pues los rayos ultravioletas las matan en pocos segundos. Poseen unos sensores en la epidermis, que les ayudan a detectar la procedencia de la luz y huir de ella a otro lado; la luz directa del sol aumenta la temperatura del medio, llegando a alcanzar temperaturas mortales si el animal no tiene posibilidad de huir (Cerdas, C. 1996).

3.1.11. Manejo de lombricultivo.

- **Sistema de siembra en cajas.** El lombricultivo se inicia colocando una capa de 10 cm de zacate seco en el fondo de la estructura, posteriormente se coloca la lombriz encima con todo y sustrato y por último se coloca una capa de 5 cm de alimento, de esta manera se asegura que la lombriz disponga de un medio para refugiarse si las condiciones del alimento no fuese las adecuadas
- **Alimentación.** Las lombrices obtienen su nutrición de los microorganismos que crece

en la materia orgánica, al mismo tiempo se promueve una actividad microbial mayor en los residuos que se producen, que son mucho más fragmentados y activos microbialmente que la materia original consumida, es necesario que la calidad que se proporcionara del alimento sea la mejor, ya que con esto se lograra éxito en la crianza de lombrices, aseguramos la rápida reproducción del pie de cría cuando el alimento proporcionado es de óptima calidad, aumentando con ello el desarrollo y cantidad de lombrices en un corto tiempo.

Las características más importantes que deberá reunir el sustrato alimenticio son los siguientes:

- **El valor del pH.** Deberá ser entre 7.0 - 8.5; La humedad deberá tener entre 80 al 85%; no proporcionar gallinaza como sustrato alimenticio; la materia orgánica debe ser biodegradable.
- **La selección del alimento:** Dependerá en gran parte de la disponibilidad del mismo en el sitio de la explotación, este es uno de los factores que determinan la factibilidad y ubicación del lombricultivo. Se ha observado que es posible estimular la reproducción utilizando sustratos diferentes. Se utilizan capas delgadas (máximo 5 cm.) esto se hace por las siguientes razones: se evita el calentamiento del sustrato cuando este se encuentra muy fresco, se facilita la aireación del cultivo, se asegura la transformación del material y mantener a las lombrices alimentándose en la parte superior.
- **Frecuencia y cantidad de alimento proporcionado:** El mejor sistema de alimentación es el libre consumo, es decir proporcionar alimento de acuerdo a la demanda del mismo, se acostumbra proporcionar alimento de 1 a 2 veces por semana en capas no mayores de 5 cm., llevando con ello registros de alimentación del lombricultivo
- **Necesidades de humedad y frecuencia de riego:** El alimento se prepara remojándolo antes de llevarlo a las camas de lombrices, remojándolo si es necesario, hasta que, estando totalmente humedecido, no drene, esto corresponde aproximadamente a un rango de 80 a 85 % de humedad, también se deben remojar las camas para conservar la humedad, los líquidos lixiviados se podrán utilizar como abonos foliares. (Cristales, O. 1997).

3.1.12. Enfermedades y plagas

La especie de hormiga que produce mayor dificultad es la hormiga roja, la cual se alimenta directamente de la lombriz, formando nidos en las camas de cría, El control de

esta plaga es difícil y algunas veces es mejor cosechar las cajas atacadas y volver a inocular.

Algunas formas de controlar esta plaga son manteniendo la humedad en el rango de 80%, se ha observado que aplicaciones de chingaste de café realizan un buen control de la hormiga

- **Planaria:** Es uno de los mayores enemigos de la lombriz de crianza, este animal succiona los líquidos internos de la lombriz por medio de un tubo que inserta en el cuerpo de esta, un ataque fuerte de planaria puede terminar en dos semanas con todo el lombricultivo. Cuando se detecta esta plaga es necesario cosechar de inmediato y si se quiere recuperar el pie de cría se deberá separar meticulosamente la lombriz de los criaderos infestados
- **Ranas y Sapos:** Estos batracios se convierten en una plaga muy fuerte cuando son abundantes en el lugar de explotación, su control es preventivo y se utilizan barreras físicas como las mallas.
- **Pájaros:** se controlan utilizando barreras físicas, y en ocasiones se puede utilizar capa de zacate la cual ayuda a mantenerlos alejados de las lombrices (Cristales, O. 1997).

3.1.13. Cosecha.

La separación de la lombriz y la cosecha del lombrihumus se pueden hacer 2 a 4 veces por año, cuando el sustrato llega a la altura máxima de la cama, se suspende la alimentación y el riego durante una semana, para obligar a la lombriz a consumir todo el material que no se ha transformado, extendiendo en la semana siguiente una malla plástica sobre la cama y se alimenta de nuevo y una semana después se retira la malla con la capa superior donde ha subido la lombriz. Otra forma de separación manual consiste en colocar el producto cosechado sobre un plástico y exponerlo directamente al sol, de esta forma las lombrices se acomodarán en la parte inferior y siendo más fácil su separación. (Cristales, O. 1997).

3.1.14. Propiedades y usos del lombrihumus.

Es la fracción más estable de la materia orgánica, es una sustancia coloidal carente de estructura cristalina, muy compleja, esencialmente de naturaleza lignoproteica, de color oscuro con grupos ionizables esencialmente ácidos, El lombrihumus tiene el aspecto de tierra muy fina de color café oscuro, pero su virtud principal es el contenido de ácidos húmicos y numerosos micronutrientes como hierro, zinc, cobre, manganeso, etc. y una cantidad enorme de bacterias que son las que le dan vida al suelo.

El lombrihumus permite a la planta mejorar las características de las flores y frutos, las cuales presentan un mejor olor, color y sabor, aplicándolo a la planta en dosis diferentes sin quemar las semillas. Es un notable mejorador de suelos, haciéndolos más permeables al agua y ayudándolos a retener más la humedad, debido a sus características higroscópicas, cualquier tierra infértile tratada con humus puede regenerarse y aprovecharse con plantaciones y cultivos, en los anexos se detallan análisis de laboratorio que muestran los contenidos nutricionales del lombrihumus

3.1.15. Tipos de sustratos para la alimentación de lombrices.

Generalidades. La lombriz se nutre con cualquier tipo de sustancia orgánica, que haya superado su estado de calentamiento como consecuencia de su descomposición y posterior fermentación, independientemente de cuál sea la sustancia orgánica que se desee utilizar, esta debe tener un contenido en celulosa no inferior a un 20-25% en forma de paja triturada, papel o cartón. En esta ocasión se presentan siete sustratos más comunes de encontrar en nuestro país como el estiércol de bovino, estiércol de conejo, estiércol de cabra, bagazo de caña, cáscara de plátano, basura orgánica, residuos del proceso de beneficiado y pulpa de café.

3.1.16. Generalidades del estiércol bovino

El Estiércol de bovino, Es muy utilizable como sustrato inicial y como alimento durante la producción. El periodo mínimo de envejecimiento aconsejable es de 6 meses, pero es más fácil encontrarse con un pH adecuado, cuando este periodo ha sido de 6 meses (Ferruzzi 1996).

- **Caracterización y uso del estiércol bovino**

El estiércol bovino es un derivado de la fermentación anaeróbica del alimento presente en el tracto digestivo de los rumiantes y que no es utilizado por los mismos. Este proceso genera una considerable cantidad de proteína que es desaprovechada. Rhodes y Orton (1974) mencionan que el nitrógeno de los estiércoles bovinos se encuentra soluble en un 70%, y de los cuales el 20% se presenta en forma de proteína y el 30% en forma de urea y amoníaco.

Este estiércol bovino es el más importante y el que se produce en mayor cantidad en las explotaciones rurales. Conviene a todas las plantas y a todos los suelos, da consistencia a la tierra arenosa y móvil, ligereza al terreno gredoso y refresca los suelos cálidos, calizos y margosos. De todos los estiércoles es el que obra más largo tiempo y con más uniformidad.

La duración de su fuerza depende principalmente del género de alimento dado al ganado que lo produce. El mejor estiércol es el que es suministrado por las bestias del cebadero que reciben en general un buen alimento. Los animales flacos, por el contrario, no producen sino un estiércol pobre y de poco valor.

Uso de estiércol animal como abono orgánico con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida micro y meso biológica del suelo. Al mismo tiempo se fertiliza el suelo con micro y macro nutrientes.

El estiércol bovino libera aproximadamente la mitad de sus nutrientes en el primer año. El contenido de nutrientes en el estiércol varía dependiendo de la case de animal, su dieta y el método de almacenamiento y aplicación. Estiércol vacuno y de aves es la clase más utilizada. En laderas es esencial combinar la aplicación de estiércol para mejorar la fertilidad del suelo con otras prácticas de control de erosión. Chicaiza, J. (2007).

- **Impacto económico esperado del estiércol bovina**

1. Reducción de costos de producción al utilizar abonos orgánicos en vez de fertilizantes químicos en los cultivos.

2. La mayor actividad microbiológica en el suelo reduce problemas de nematodos y varias enfermedades del suelo: en consecuencia, reduce el uso de plaguicidas.

3. Aumento de valor de la finca por mejoramiento de la fertilidad y estructura del suelo

- **Impacto social esperado del estiércol bovino**

Beneficios para las familias campesinas: Capacitación teórica y práctica en el establecimiento y mantenimiento de abonos orgánicos. Chicaiza, J. (2007).

- **Impacto ambiental esperado del estiércol bovino**

1. Liberación paulatina de 50% de los nutrientes en el primer año y contribución al aumento de la materia orgánica.

2. Una vaca de 300 lbs produce 15 lbs de estiércol por día con 85% de agua, 0.5% N, 0.15% P (P205) y 0.5% K (K20).

3. La aplicación del abono o del estiércol mismo activa la micro y macro fauna en el suelo y mejora la estructura. Chicaiza, J. (2007).

- **Composición del estiércol vacuno**

Es alto en materia orgánica y rico en nutrientes. Contiene aproximadamente 3 por ciento de nitrógeno, 2 por ciento de fósforo y 1 por ciento de potasio (3-2-1 NPK). Además, el estiércol de vaca contiene altos niveles de amoníaco y patógenos potencialmente peligrosos.

3.1.17. Generalidades del estiércol porcino

El estiércol porcino, de consistencia líquida, es la mezcla de heces, orina, agua de la limpieza de los corrales, más el alimento y agua que se desperdicia; tiene valor agronómico, ya que se puede usar como abono orgánico, para la producción de cultivos sin impactos ambientales significativos (Eghball, 2004).

- **Beneficios tiene el estiércol porcino**

El estiércol porcino, como tal, puede ser usado como abono orgánico; aunque también hay la posibilidad de separarlo en su fracción líquida y sólida. La primera puede ser usar para el riego y la segunda como “guano” para fertilizar los campos de cultivo

La mejor forma de ser utilizada en composta, secarla para incorporarla a la tierra como enmienda agrícola y como alimento para lombrices, ya que es rica en flora microbiana que es muy beneficiosa en la composición del suelo. (Piccinini, 1991.)

- **Propiedades que tiene el estiércol porcino**

El estiércol porcino tiene propiedades químicas contiene materia orgánica, elementos como nitrógeno, fósforo, potasio azufre, calcio y magnesio, elementos beneficiosos para la fertilidad del suelo y ayuda a que las plantas crezcan fuertes y saludables. Pero también puede ser negativo en exceso debido a la cantidad de amoníaco que produce.

3.1.18. Generalidades del estiércol de gallinas

Se conoce como gallinaza a la mezcla de heces y orina que se obtiene de la gallina o pollo enjaulado, a la que se une la porción no digerible de los alimentos, células de decamaciones de la mucosa del aparato digestivo, productos de secreción de las glándulas, microorganismos de la biota intestinal, diversas sales minerales, plumas y un porcentaje ínfimo de material extraño. (Arévalo, 2018).

La gallinaza es excretas de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevo o bien durante periodos de desarrollo de este tipo de aves, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. (Arévalo, 2018).

- **Ventajas de la gallinaza**

Este material tiene grandes ventajas para incrementar la producción de los cultivos, entre las más importantes están: el aporte de nutrientes como N, P y K, e incremento de la materia orgánica del suelo. (Cajamarca, 2018).

- **Propiedades que tiene el estiércol de gallinas**

Es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo

- **Impacto ambiental esperado del estiércol de gallinas**

La gallinaza constituye uno de los más grandes problemas de polución al medio ambiente, pero ofrece múltiples oportunidades para ser utilizada en beneficio del hombre, por lo que la minimización de desechos, la prevención de la contaminación, y el reciclaje de la misma deben estar presentes en las actividades cotidianas de los sistemas intensivos de producción avícola, y así garanticen la salud de trabajadores, consumidores y el entorno. (Cajamarca, 2018).

3.2. Teorías y conceptos asumidos

- **Lombriz:** Gusano de la clase de los anélidos, de color blanco o rojizo, de cuerpo blando, cilíndrico, aguzado en el extremo donde está la boca, redondeado en el opuesto, de unos 30 centímetro(s) de largo y seis a siete milímetros de diámetro, y compuesto de más de 100 anillos, cada uno de los cuales lleva en la parte inferior varios pelos cortos, rígidos y algo encorvados, que sirven al animal para andar. Vive en terrenos húmedos y ayuda a la formación del mantillo, transformando en parte la tierra que traga para alimentarse, y que expulsa al poco tiempo.
- **Sustrato:** Los sustratos son materiales sólidos o soportes físicos diferente al suelo, que pueden ser naturales, de síntesis o residual, mineral u orgánico, y que, introducidos en una maceta, en forma pura o en mezcla, facilitan el anclaje del sistema radicular de las plantas, su desempeño y soporte.
- **Estiércol:** Se llama estiércol a los excrementos de animales que se utilizan para fertilizar los cultivos. En ocasiones el estiércol está constituido por más de un desecho orgánico, como por ejemplo excrementos de animales y restos de las camas, como sucede con la paja.

- **Suelo:** Parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física o química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre él.
- **Fertilidad de suelo:** Se refiere a la capacidad del suelo para sostener el crecimiento de las plantas agrícolas, es decir, para proporcionar hábitat a las plantas y producir rendimientos sostenidos y consistentes de muy alta calidad.
- **Impacto Social:** Consecuencias de diverso tipo que impactan a personas, familias, comunidades y la sociedad
- **Impacto económico:** Contribución que produce una actividad en la economía de una región.
- **Impacto Ambiental:** Alteración o modificación que causa una acción humana sobre el medio ambiente.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Área de localización del estudio

La Investigación se llevó a cabo en la finca productiva de la Universidad Bicu, Núcleo Bilwi ubicada a 1.8 km al sur de la empresa Nafcosa S.A. y a 8 km distante del sector urbano de la Ciudad de Bilwi, Región Autónoma de la Costa Caribe Nicaragüense, con el objetivo de evaluar el efecto de tres densidades de poblaciones y tres fuentes de alimentación de origen animal para la producción de lombriabono, en lombriz roja californiana.

4.2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo por qué se hizo una descripción y análisis de variables relacionado a las fuentes de alimentación y densidades poblacionales tales como: peso promedio de lombrices, peso total de lombrices (Biomasa), producción de lombriabono, longitud promedio de lombrices y número total de lombrices por unidad experimental.

Por su finalidad fue una investigación experimental, porque se llegó a determinar el tipo de alimentación y densidad poblacional de lombrices roja californiana que produce mayor cantidad de lombriabono por tratamientos determinados aleatoriamente.

Según su alcance fue de corte longitudinal, debido a que todas las actividades que abarcó desde el montaje de las unidades experimentales realizado bajo un arreglo en un diseño de bloques completos azar, hasta la recolección de información, sistematización y análisis de los resultados fueron en distintos momentos, el cual comprendió los meses de agosto a octubre del 2024.

Según su nivel de profundidad fue de carácter exploratorio, debido a que fue por primera vez que se experimentaba con estos tratamientos en la finca productiva de la Universidad Bicu, Núcleo Bilwi (tipo de lombriz y alimentación de origen animal).

4.3. Población y muestra

Una población es un grupo o un conjunto de elementos sobre el que se hará un estudio estadístico; la muestra es una parte representativa de la población que permite hacer inferencias sobre la totalidad y sacar conclusiones de esa población.

Tabla 3. Población y muestra

Numero de cajas (UE)	Población	Muestra	% Representatividad
27 cajas	5,400 lombrices	359 lombrices	6.6%

La presente tabla muestra que la investigación se llevó a cabo en 27 cajas de madera utilizadas como (unidades experimentales), con tamaños de 0.5m de largo x 0.5m de ancho y 0.3m de alto; dentro de cada caja se ubicaron 100, 200 y 300 lombrices por tratamientos, es decir 1,800 lombrices por bloques multiplicado por tres repeticiones para un total de una población de 5,400 lombrices, de los cuales se utilizaron 359 lombrices como muestras con un nivel de representatividad del 6.6 por ciento respecto a la población.

4.3.1. Tipo de muestra y muestreo

En esta investigación se utilizó el muestreo probabilístico (Muestreo aleatorio simple), por ser un método completamente aleatorio que se utiliza para seleccionar muestras, de manera tal que todos los individuos de una población tienen las mismas oportunidades de ser seleccionados.

El tamaño de la muestra representativa fue calculado en 6.6 por ciento respecto a la población, El número de pie de cría respecto a la población seleccionada como muestra fue calculada haciendo uso de la formula estadística para poblaciones finitas, con un nivel de confianza del 95%. (Gildaberto.1992)

Formula
$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q \cdot N}{(N-1)E^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

Z: Valor crítico correspondiente a un determinado grado de confianza

P: Proporción poblacional de la ocurrencia de algo

Q: Proporción poblacional de la no ocurrencia de algo

N: Tamaño de la población

E: Error muestral máximo permisible

4.3.2. Técnica e instrumento de la investigación.

Para la recopilación de información para la investigación se requirió de diversos métodos, tanto de carácter teórico como empíricos en correspondencia con los objetivos de la investigación. A continuación, se presentan los diversos métodos utilizados

- **Métodos teóricos**

Los métodos teóricos cumplen una función gnoseológica importante, ya que posibilitan la interpretación conceptual de los datos empíricos encontrados. Así pues, los métodos teóricos al utilizarse en la construcción y desarrollo de las teorías, crean las condiciones para ir más allá de las características fenoménicas y superficiales de la realidad, explicar los hechos y profundizar en las relaciones esenciales y cualidades fundamentales de los procesos no observables directamente.

Entre los métodos de teóricas se encuentran:

- **Análisis:** Se utilizó para tener una visión clara y coherente de las variables bajo estudio.
- **Deducción e Inducción:** Se aplicó durante todo el proceso de la investigación con el propósito de obtener conclusiones claras y recomendaciones validos confiables y consistentes.

4.4. Diseño Experimental

Se estableció el experimento en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) Bifactorial, donde el factor **A:** correspondió a la fuente de alimentación de origen animal

(estiércol bovino, equino y gallinazas y el factor **B**: correspondió a las densidades de poblaciones (100, 200 y 300 lombrices roja californiana).

(Pedroza, 1993), expresa que el diseño de bloques completamente al zar, es uno de los diseños más utilizados en experimentación ya que es caracterizado por bloques de igual tamaño, cada uno de los cuales contiene un grupo de todos los tratamientos en estudio.

El diseño de bloques completamente al zar permite obtener resultados más precisos debido a la remoción de variabilidad entre repeticiones, si alguno de los tratamientos en estudio se pierde, el análisis sigue siendo sencillo, puede usarse cualquier tipo de tratamiento y repeticiones.

Tabla 4. Descripción de los factores en estudio y sus respectivos niveles y combinación de Tratamientos

Factores	Niveles	Combinación de tratamientos	Especificaciones
A: Fuentes de alimentación	a ₁ = Estiércol Bovino (5 kg)	a ₁ b ₁	5kg de estiércol bovino + 100 lombrices
		a ₁ b ₂	5kg de estiércol bovino+ 200 lombrices
	a ₂ = Estiércol porcino (5 kg)	a ₁ b ₃	5kg de estiércol bovino+ 300 lombrices
		a ₂ b ₁	5kg de estiércol porcino+ 100 lombrices
	a ₃ = Gallinaza (5 kg)	a ₂ b ₂	5kg de estiércol porcino+ 200 lombrices
		a ₂ b ₃	5kg de estiércol porcino+ 300 lombrices
B: Densidad poblacional	b ₁ = 100 lombrices	a ₃ b ₁	5kg de gallinaza + 100 lombrices
	b ₂ = 200 lombrices	a ₃ b ₂	5kg de gallinaza + 200 lombrices
	b ₃ = 300 lombrices	a ₃ b ₃	5kg de gallinaza + 300 lombrices

- **Establecimiento del diseño**

Se ubicaron 27 cajas de madera bajo un diseño de bloques completos al azar, distribuidos en nueve tratamientos, con tres repeticiones, cada una en cada bloque. Esta investigación tuvo una duración aproximada de 5 meses.

- **Montaje del experimento:** El lugar donde se realizó la investigación se ubicó en un lugar con sombra y protegido de otros animales, se usaron bancos de madera rolliza que sostuvieron las cajas de madera, luego se hizo la preparación de sustratos estiércol bovino, estiércol porcino y gallinaza en semi descomposición. La cosecha se realizó a los 120 días después de la siembra, obteniendo el material para someterlo a las diferentes pruebas Estadísticas.
- **Instalaciones y equipos:** El área fue construida de madera, piso de tierra cubierta de plástico negro, paredes con malla sarán en ambos lados y techo de lámina metálica; con dimensiones 4.5m de ancho y 11.5 m de largo totalizando un área de 51.75m². El estudio comprendió dos fases, una de campo y otra de gabinete. La fase de campo se realizó en el periodo de junio a septiembre del 2023 con una duración de cuatro meses y consistió en el montaje del experimento, manejo del pie de cría y toma de datos y en la segunda fase se organizó para el procesamiento de datos.
- **Dimensiones de las unidades experimentales:** El tamaño de las cajas de madera (UE), fueron de 0.5m largo x 0.5m de ancho x 0.3 m de alto, dentro de cada caja se colocaron según tratamientos 5 kg de estiércol bovino, 5 kg de estiércol porcino y 5 kg de gallinaza, a razón de 100, 200 y 300 lombrices. Se utilizaron en total 5,400 lombrices y 2.97 qq de estiércol (0.99 qq de estiércol bovino, 0.99 qq de estiércol porcino y 0.99 qq de gallinaza) todos en composta.
- **Distribución del área de campo:** El tamaño total del área experimental fue de 51.75m², (4.5m de ancho por 11.5 m de largo). Hubo en total 27 cajas de madera, rotuladas por bloque y tratamientos, las distancias entre bloques fueron de 1m, y de 0.5 m entre cajas o unidades experimentales, con áreas externas de 1 metro.

- **Pie de cría:** Se utilizaron 5,400 lombrices roja californiana las cuales fueron adquiridas de la Universidad Nacional Francisco Luis Espinosa Pineda, ubicada en el departamento de Estelí. Para el montaje se colocaron en cada unidad experimental estiércol de bovino, estiércol porcino y gallinaza (según tratamientos); luego se colocó el pie de cría el cual tuvieron las siguientes características: Longitud promedio de 4cm, un grosor de 0.2cm y un peso promedio de 0.7 gramos; estas características corresponden a lombrices adultas; luego se contabilizaron en densidades de 100, 200 y 300 lombrices de acuerdo a los tratamientos en estudio.
- **Plan de manejo.**

Preparación de sustrato básico. Los sustratos se prepararon tres días antes de inocular cada una de las cajas, colocando en el fondo plástico negro más una capa de sustrato básico de espesor (3cm de tierra negra y 3 cm de estiércol) según tratamientos. El sustrato utilizado estuvo en estado de semi descomposición y bien fraccionado para ser transformado rápidamente; se agregó 2.2 libras de cal por cada 11 libras de estiércol por caja para pasar el pH de ácido a neutro.

- **Inoculación**

Se contabilizaron 3 densidades de población; 100, 200 y 300 lombrices y se colocaron en el centro de la caja. Durante la primera semana se controló el criadero sin añadir comida, observando que la lombriz se haya adaptado a su nuevo hogar.

- **Alimentación de las lombrices**

Once días después se alimentaron las lombrices, colocando 4 libras (1.81 kg.) por caja de sustratos: estiércol bovino, estiércol porcino y gallinaza, se aplicó esta cantidad cada 11 días hasta finalizar la fase de campo del experimento. Para el control de la acidez y la temperatura del sustrato se utilizó peachimetro y termómetro; este control se hizo semanalmente, cada vez que se alimentaron las lombrices y así asegurar que el sustrato estuviera en óptimas condiciones de humedad, temperatura y acidez.

- **Riego**

Este se aplicó con regadera, aproximadamente 200 ml de agua por cada caja, con intervalos de tres días, para lograr mantener el sustrato con un 75 - 85% de humedad.

- **Control de enemigos naturales**

Se utilizaron recipientes circulares con solución jabonosa y sobre ellos se colocaron en cada uno de los soportes de los bancos.

- **Descripción del número de mediciones por variables**

A los 30 días de haber colocadas las lombrices se observaron la reproducción de las lombrices en cada tratamiento, para lo cual se realizaron muestreos semanales con tres sub muestras de 100gramos (0.22lbs) de sustrato en cada unidad experimental, se contaron la cantidad de lombrices, se midieron 7, 13 y 20 lombrices para determinar el crecimiento en cada tipo de tratamiento así sucesivamente por tres meses restantes.

4.4.1. Técnica de Recolección de Datos

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos.

- ✓ Formatos de campo predeterminados
- ✓ Guia de observacion
- ✓ Revisión de registros existentes

4.4.2. Confiabilidad y validez de los instrumentos

La investigación se llevó a cabo en la finca productiva de la Universidad Bicu, Núcleo Bilwi y fue de mucha importancia tanto para el investigador, como para la comunidad estudiantil y Universidad misma, porque a través de ello, se logró conocer la importancia que implica el uso de estiércol bovino, porcino y gallinaza para la producción de lombriabono, (sólidos y líquidos) generados dentro de la misma unidad productiva para mejoramiento nutricional del suelo y con mira a obtener una mayor y mejor producción en cultivos hortícolas y frutales.

Los instrumentos de recopilación de información de campo a utilizados como formatos de campo predeterminados, guía de observación y revisión de registros existentes, nos permitió extraer, comprobar e indagar de manera ínsitos todos los datos e informaciones necesarias para darle salida a los objetivos propuestos además de que esta investigación tuvo una alta credibilidad, coherencia y contribución significativa, decide a que se trabajó con un nivel de confiabilidad del 95 por ciento.

El diseño utilizado correspondió a un diseño de bloque completamente al azar, bifactorial, el experimento tuvo tres bloques y nueve tratamientos, se probó el experimento con dos fuentes de alimentación de origen animal (estiércol bovino, estiércol porcino y estiércol de aves de corral a razón de 15kg por tratamientos) y con tres densidades de lombrices roja californiana (100, 200 y 300 lombrices).

Con los resultados que se obtuvieron, se realizaron análisis de varianza de cada variable y prueba de separación de medias con el método de SNK (Student Newman Keuls), para cada factor y la interacción de ambas, con un nivel de significancia del 95%, además se calculó las medidas de tendencia central y dispersión

4.5. **Tabla 5. Operacionalización de la variable**

Variables	Instrumento de medición	Unidades	Frecuencia de monitoreo
Objetivo específico 1: Determinar cuál fuente de alimentación incrementa la producción de lombriabono			
Fuente de alimentación	Balanza sensible Regla graduada Conteo manual	kg cm Numeral	Muestras semanales
Objetivo específico 2: Identificar cuál de las densidades es la más adecuada para la producción de lombriabono y la relación de cada tipo de alimentación con respecto a las densidades de poblaciones.			
Densidad poblacional	Conteo manual	Numeral	Muestras semanales
Relación (Alimentación x densidad)	Métodos teóricos	Cuantitativas y cualitativas	Muestras semanales

Objetivo específico 3: Establecer los mejores niveles de N, P, K, Ca, Mg del humus producido.

Niveles del humus producido	Análisis físico - químico	Porcentuales	
-----------------------------	---------------------------	--------------	--

Objetivo específico 4: Determinar la rentabilidad de los tratamientos a través del análisis Beneficio-Costo.

Beneficio-Costo	C\$ 0.00	Soportes (Facturas, recibo)	
-----------------	----------	-----------------------------	--

4.6. Análisis de datos

Una vez obtenidos los datos de campo procedentes de los formatos, se procesaron sistemáticamente y se analizaron minuciosamente, con el propósito de responder o darles salida a los objetivos planteadas en la investigación, luego se elaboraron conclusiones y recomendaciones sobre la base de la información obtenida.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó un arreglo en un diseño de bloques completamente al azar, bifactorial, se hizo uso de la estadística descriptiva e inferencial, además de los programas Microsoft Word, y Excel.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La lombricultura es una práctica que está en armonía con la naturaleza, ya que se encarga de reciclar y transformar los desechos orgánicos produciendo abono natural, lo cual permite mejorar las condiciones físico químicas de los suelos; esta actividad acelera en forma significativa el retorno de los desechos orgánicos, además es una alternativa agroecológica empleada para la transformación de residuos sólidos mediante el accionar directo de las lombrices de tierra.

La lombriz de tierra tiene gran importancia como factor que mantiene la fertilidad de los suelos, aumentan la porosidad del suelo y lo hacen más aireado y apto para cultivos.

5.1. Fuente de alimentación para la producción de lombriabono

Todo residuo orgánico de origen vegetal o animal puede incorporarse como materia prima en la dieta alimenticia de la lombriz.

El estiércol vacuno, porcino y gallinaza, posee un alto valor nutritivo y de fácil manejo. Sin embargo, se debe de tener cuidado cuando se moja en exceso ya que este se compacta y no permite que la lombriz viva en su interior. Es preciso mezclarlo con materia vegetal de fibra larga para obtener un alimento esponjoso.

Para medir el efecto de los tipos de alimentación, las densidades de población y el grado de dependencia entre cualquiera de los niveles del factor alimentación respecto a los niveles del factor densidad de población se consideraron las siguientes variables.

5.1.1. Peso total de lombrices / tratamientos, en kilogramos. (Biomasa)

Generalmente las lombrices miden de 6 a 8 cm de largo, de 3 a 5 mm de diámetro, y pesa hasta aproximadamente 1,4 gramo. No soporta la luz solar: una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos. Vive aproximadamente unos 4.5 años, y puede llegar a producir, bajo ciertas condiciones, hasta 1,300 lombrices al año.

Tabla 6. ANDE VA; Análisis relacional de la variable peso total de lombrices entre los tipos de alimentación y densidades de poblaciones

Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	F5%
Bloques	0.0044	2	0.0022	11.58**	3.00
Tipo de Alimento	0.0283	2	0.0142	74.74 **	3.00
Densidades	0.0063	2	0.0032	16.84 **	3.00
Alimento*Densidad	0.010	4	0.0025	13.15 **	4.05
Error	0.003	16	0.00019		
Total	0.052	26	0.002	CV (%) = 2.22	

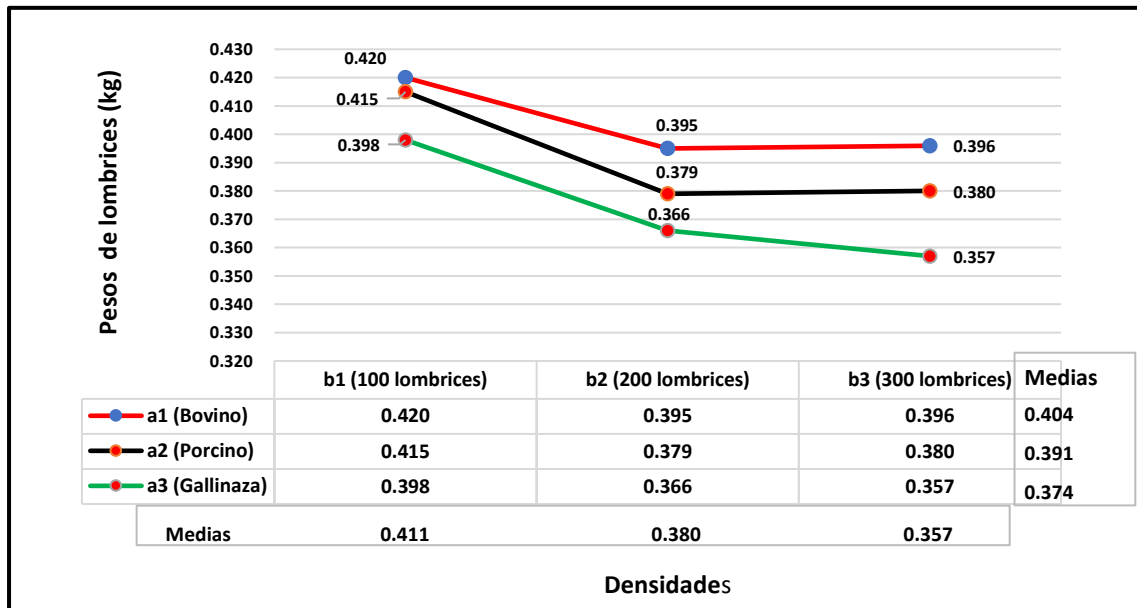
** = Altamente significativo

CV: Coeficiente de variación

La tabla 6. El ANDEVA realizado con un nivel del 95% de confianza, demuestra que existen diferencias altamente significativas en el peso total de lombrices (Biomasa), obtenido por efecto de los diferentes tipos de alimentos utilizados (estiércol bovino, porcino y gallinaza), por las densidades de poblaciones de lombrices utilizadas (100, 200 y 300) y por la interacción de ambas (Alimentos y densidades), lo que indica que la combinación de ambos factores tiene influencia directa sobre la biomasa de las lombrices, es decir que los tipos de alimento estudiados y las densidades de población de lombrices, producen efectos iguales en el peso total de lombrices. El coeficiente de variación fue calculado en 2.22% lo que implica que existe mínima divergencia de los tratamientos una respecto a los demás.

Ante esta situación (Perez, 2010), menciona que el peso total de lombrices está determinado por densidad de individuos presentes en cada una de las unidades experimentales; pues de esta condición depende el crecimiento y desarrollo de las lombrices; ya que algunas presentan mayor vigor con densidades bajas; es decir que el peso total de las lombrices está determinado por la relación del tipo de alimento y la cantidad de lombrices puestas en cada tratamiento. Esto lo respalda (Chicaiza, 2007) quien establece que todo alimento para lombrices debe ser sujeto a compostaje; pero cuando se cuenta con alimentos residuo es sujeto de lombricompostaje; y cuando se cuenta con que alimentos de poca calidad se manifiesta una baja reproducción y adelgazamiento de los especímenes.

Gráfico 1. Peso total de lombrices, según tipos de alimentación y densidades de poblaciones



El gráfico 1. Demuestra que, al relacionar el comportamiento de los tipos de alimentación con las densidades de lombrices, se observa que el estiércol vacuno es el tipo de alimento que más genero aumento en el peso total de las lombrices con las densidades de 100, 200 y 300 lombrices; la gallinaza proporciono el menor peso (biomasa) de las lombrices respecto al estiércol vacuno y porcino utilizado como alimento.

Según los resultados obtenidos para esta variable, el tratamiento a1b1 (estiércol vacuno con una densidad de 100 lombrices); fue la mejor con un promedio de 0.404 kg, lo que indica que, a menor densidad poblacional de lombrices, hay menos competencia por espacio, luz y nutrientes; mayor cantidad de alimentos disponibles, lo que hace que estos ganen mayor peso y por ende logren obtener un mayor crecimiento y desarrollo de las lombrices.

Tabla 7. Resultados de la prueba de SNK para pesos totales de lombrices, en Kilogramo

Tratamientos	Medias (kg)	Significancia Estadística
b ₁ = 100 lombrices	0.411	A
b ₂ = 200 lombrices	0.380	A
b ₃ = 300 lombrices	0.357	A

Con relación a las diferencias de medias entre densidades, según la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK), determinó que la densidad b₁= (100 lombrices) produjo un peso

total de 0.411 kilogramos; seguido de las densidad $b_2=$ (200 lombrices) con un peso de 0.380 kilogramos y la densidad $b_3=$ (300 lombrices) con 0.357 kilogramos, lo que indica que no existe superioridad una respecto a las otras, por tanto a las tres densidades de poblaciones de lombrices utilizadas en experimento como tratamiento, les otorga una misma categoría de “a”

5.1.2. Producción promedio de lombriabono según tratamiento en Kg.

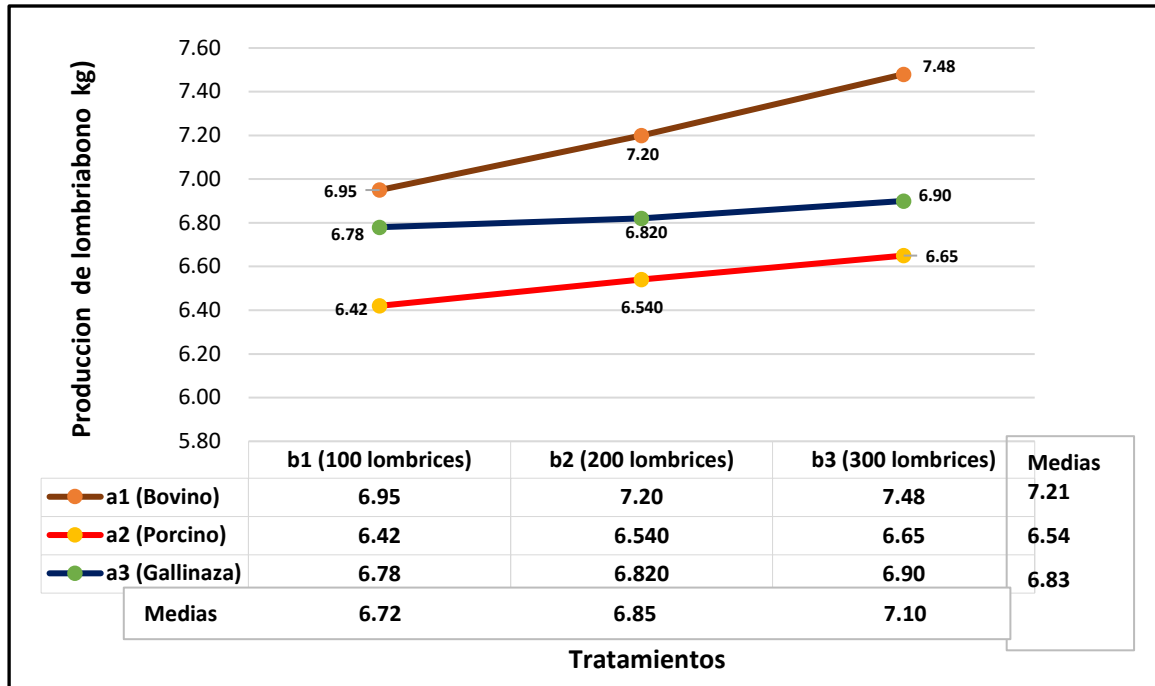
Tabla 8. Resultados del ANDEVA Producción promedio de lombriabono

Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	F5%
Bloques	0.051	2	0.0255	1.15 ns	3.00
Tipo de Alimento	2.04	2	1.02	46.15 **	3.00
Densidades	0.288	2	0.144	6.51**	3.00
Alimento*Densidad	0.232	4	0.058	2.62 ns	4.05
Error	0.354	16	0.0221		
Total	2.965	26	0.114	CV (%) = 5.68	

ns = no significativo ** = altamente significativo CV: Coeficiente de variación

La tabla 8. Demuestra que para la variable producción de lombriabono por tratamiento se determinó que existe diferencia altamente significativa, respecto a los tipos de alimentación utilizada (estiércol bovino, porcino y gallinaza) y por las densidades de poblaciones de lombrices (100, 200 y 300), sin embargo no se encontró diferencias significativa por la interacción de ambas (Alimentos y densidades), lo que indica que la combinación de ambos factores no tienen influencia en la producción promedio de lombriabono, es decir que los tipos de alimento estudiados y las densidades de población de lombrices, tiene efectos independiente sobre esta variable. El coeficiente de variación fue calculado en 5.68% lo que implica que existe mínima divergencia de los tratamientos una respecto a los otros.

Gráfico 2. Producción de lombriabono según tratamientos



El gráfico No.2. Demuestra que, al relacionar el comportamiento de los tipos de alimentación con las densidades de lombrices, se observa que el estiércol vacuno es el tipo de alimento que más genero aumento en la producción de lombriabono con promedio de 7.21 kg, seguido del estiércol porcino con 6.54 kg y por último la gallinaza con 6.83 kg; demostrado de esta manera que, a mayor uso de estiércol, mayor cantidad de lombriabono se produce teniendo una línea ascendente.

Este resultado lo corrobora (Pérez, 2010); en si investigación donde indica que la velocidad de conversión del alimento por la lombriz es más rápida cuando el tamaño de la partícula es más fina tal como sucede con el estiércol de bovino, igualmente lo explica (Chicaiza 2007), quien determino que al alimentar lombrices con residuos sólidos de estiércol de bovino obtuvo una relación de 4 a 9 veces mayor producción de lombriabono, que cuando que cuando utilizo residuos sólidos de aguas servidas, cuya relación fue de 1 a 4. Ese mismo comportamiento se dio en la reproducción de lombrices. En conclusión, cuando el alimento este más desecho y con mejor mutabilidad estimula a la lombriz a comer más, que fue lo que paso con estiércol bovino; lo que quiere decir que al comer más las lombrices aumentan la producción de lombriabono; pues de lo que consumen el 60% lo convierten en lombriabono.

Table 9. Resultados de la prueba de SNK para la producción lombriabono

Tratamientos	Medias (kg)	Significancia Estadística
b₁ = 100 lombrices	6.72	A
b₂ = 200 lombrices	6.85	A
b₃ = 300 lombrices	7.10	A

Con relación a las diferencias de medias entre densidades, según la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK), determinó que la densidad b_3 = (300 lombrices) produjo un peso total de 7.10 kilogramos; seguido de las densidad b_2 = (200 lombrices) con un peso de 6.85 kilogramos y la densidad b_1 = (100 lombrices) con 6.72 kilogramos, lo que indica que no existe superioridad una respecto a las otras, por tanto a las tres densidades de poblaciones de lombrices utilizadas en el experimento como tratamiento, les otorga una misma categoría de “a

Mediante la prueba de SNK, se demuestra que, con altas densidades de poblaciones de lombrices, se producen mayor cantidad de lombriabono, lo que concuerda con los resultados obtenidos por (Aguilera, 2004), quien encontró que los tratamientos con mayores registros de biomasa, corresponden a los tratamientos con mayores densidades poblacionales; es decir que, a mayores densidades de población, mayor producción de biomasa o lombriabono.

5.1.3. Peso promedio de lombriabono según tratamiento en (gramos).

Tabla 10. Resultados del ANDEVA para el peso promedio de lombriabono

Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	F5%
Bloques	0.015	2	0.008	5.33 *	3.00
Tipo de Alimento	0.083	2	0.042	28.0 **	3.00
Densidades	0.263	2	0.132	88.0**	3.00
Alimento*Densidad	0.003	4	0.0008	0.533 ns	4.05
Error	0.024	16	0.0015		
Total	0.386	26	0.0148	CV (%) = 1.16	

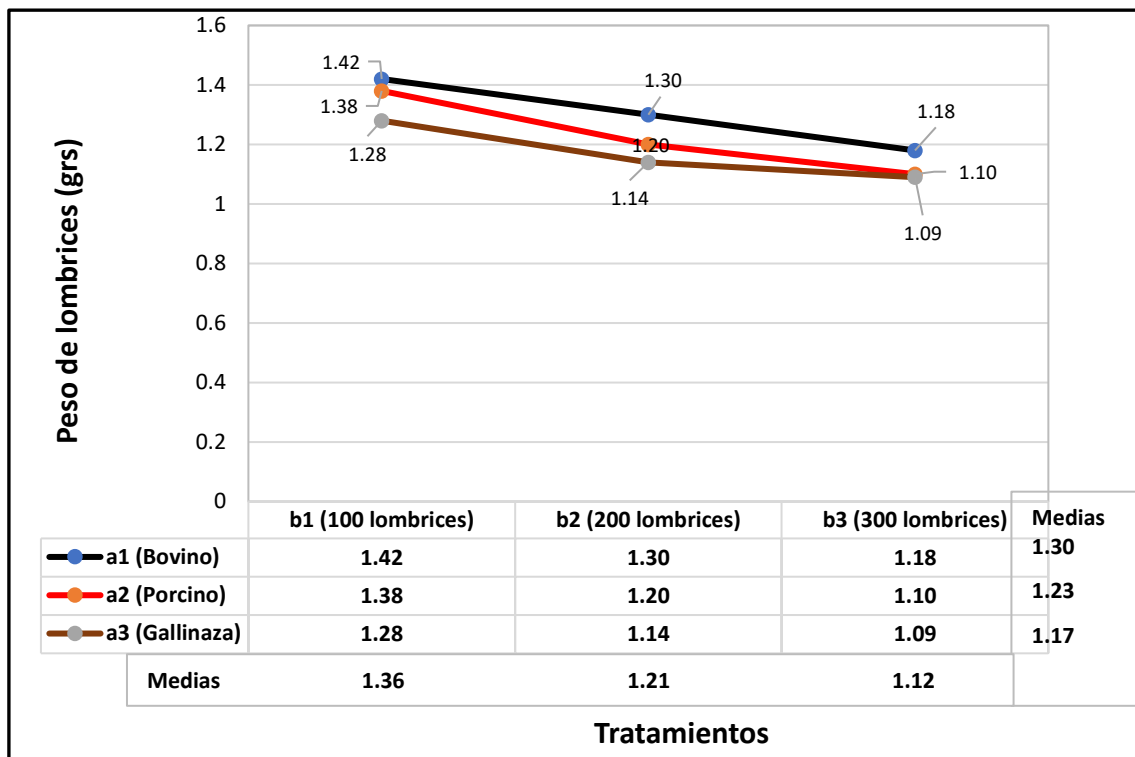
ns = no significativo

** = altamente significativo

CV: Coeficiente de variación

La tabla 5. Demuestra con un nivel del 95% de confianza, que existen diferencias altamente significativas en el peso promedio de lombrices (Biomasa), obtenido por efecto de los diferentes tipos de alimentos utilizados (estiércol bovino, porcino y gallinaza) y por las densidades de poblaciones de lombrices utilizadas (100, 200 y 300); sin embargo no se encontró diferencias significativa por la interacción de ambas (Alimentos y densidades), lo que indica que la combinación de ambos factores no tienen influencia en el peso promedio de lombrices, es decir que los tipos de alimentos y densidades de población de lombrices estudiados, tiene efectos independiente sobre esta variable. El coeficiente de variación fue calculado en 1.16% lo que implica que existe mínima divergencia de los tratamientos una respecto a los demás.

Gráfico 3. Pesos promedios de lombrices según tratamientos



El gráfico No.3. Demuestra que, al relacionar el comportamiento de los tipos de alimentación con las densidades de lombrices, se observa que el estiércol vacuno es el tipo de alimento que más genera aumento en el peso de los lombrices con promedio de 1.30 gramos, seguido del estiércol porcino con 1.23 gramos y por último la gallinaza con 1.17 gramos; demostrado de esta manera que a menor densidad de lombrices, mayor peso obtienen los lombrices ya que hay menor competencia por alimentos, espacios y luz,

es decir menos estrés para los espécimen; por el contrario a mayor densidad de lombrices menos peso obtiene por efecto de competencia por alimentos y condiciones, con una línea tendencial decreciente.

Según (Aguiera, 2004), expresa que el peso individual de las lombrices también es afectado por la densidad poblacional inicial; menciona que, a diferentes densidades poblacionales, las lombrices que se desarrollan a altas densidades crecen más lentamente y con un menor peso corporal final, los mejores pesos se obtienen en densidades más bajas, lo que concuerda con el grafico 5, donde los mayores pesos se obtuvieron con las densidades más bajas.

Table 11. Resultados de la prueba de SNK para pesos promedios de lombrices (grs)

Tratamientos	Medias (grs)	Significancia Estadística
$b_1 = 100$ lombrices	1.36	A
$b_2 = 200$ lombrices	1.21	A
$b_3 = 300$ lombrices	1.12	A

Con relación a las diferencias de medias entre densidades, según la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK), determinó que la densidad $b_1 = (100)$ lombrices) produjo un peso promedio de 1.36 gramos; seguido de las densidades $b_2 = (200)$ lombrices) con un peso de 1.21 gramos y la densidad $b_3 = (300)$ lombrices) con 1.12 gramos, otorgándoles una misma categoría de “a

Según (Perez, 2010), menciona que, en estos tipos de variables, existe una relación directamente proporcional; es decir que ha menor densidad mayor peso promedio de las lombrices; lo que concuerdan con lo que dice (Aguiera, 2004), que la estabilización del peso individual es dependiente de la densidad poblacional, es decir, que a menor densidad mayor peso y viceversa.

5.2. Longitud de las lombricomas según tratamiento en cm.

Tabla 12. Resultados del ANDEVA para longitud de las lombricomas

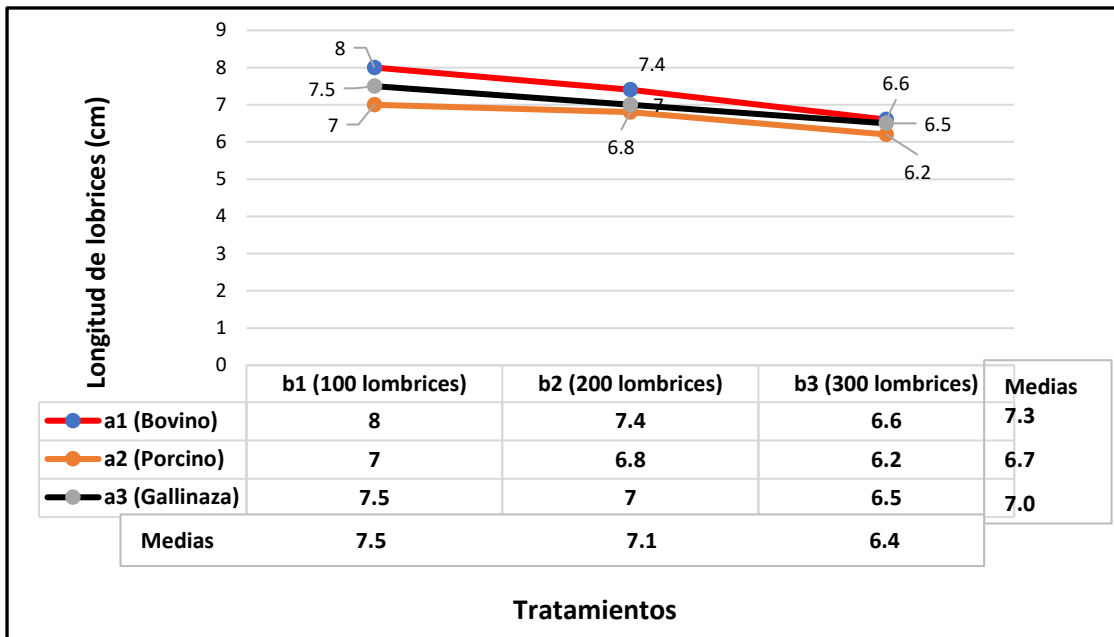
Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	F5%
Bloques	3.02	2	1.51	11.98**	3.00
Tipo de Alimento	5.18	2	2.59	20.55 **	3.00
Densidades	2.0	2	1.00	7.93**	3.00
Alimento*Densidad	0.32	4	0.08	0.63 ns	4.05
Error	2.02	16	0.126		
Total	12.54	26	0.48	CV (%) = 13.4	

ns = no significativo ** = altamente significativo CV: Coeficiente de variación

La tabla 7. Demuestra con un nivel del 95% de confianza, que existen diferencias altamente significativas en las longitudes de los lombrices, obtenido por efecto de los diferentes tipos de alimentos utilizados (estiércol bovino, porcino y gallinaza) y por las densidades de poblaciones de lombrices utilizadas (100, 200 y 300); sin embargo no se encontró diferencias significativa por la interacción de ambas (alimentos y densidades), lo que indica que la combinación de ambos factores no tienen influencia en esta variable, es decir que los tipos de alimentos y densidades de población de lombrices estudiados, tiene efectos independientes. El coeficiente de variación fue calculado en 13.4% lo que implica que existe poca divergencia de los tratamientos una respecto a los demás.

Según (Agulera, 2004), menciona que se obtienen diferencias significativas en cuanto a longitudes promedio de lombrices cuando estas lombrices se desarrollan en densidades diferentes; y se ven afectada por densidades altas, es decir que a menores densidades la longitud de las lombrices es mayor; y a mayor densidad la longitud es menor.

Gráfico 4. Longitud de lombrices según tratamientos



El gráfico No.4. Demuestra que, al relacionar el comportamiento de los tipos de alimentación con las densidades de lombrices, se observa que el estiércol vacuno es el tipo de alimento que más genero aumento en las longitudes de las lombrices con 7.30 cm, seguido de la gallinaza con 7.0 cm, y por último el estiércol porcino con 6.70 cm respectivamente.

Queda demostrado a través del análisis estadístico que al alimentar las lombrices con estiércol vacuno se logra un mayor crecimiento, lo cual se debe a la calidad de este alimento, además de que se logra obtener mayores longitudes de lombrices y tamaños de lombrices similares, cuando se utilizan bajas densidades; lo que concuerda con lo expresado por (Perez, 2010), quien ha determinado que con bajas densidades de lombrices, se permite un rápido crecimiento de la población; logrando tamaños de lombrices iguales sobre todo cuando las densidades de poblaciones de lombrices están entre los 100 y 500 lombrices.

Tabla 12. Resultados de la prueba de SNK, para la longitud de lombrices por tratamientos

Tratamientos	Medias (cm)	Significancia Estadística
b₁ = 100 lombrices	7.50	A
b₂ = 200 lombrices	7.10	A
b₃ = 300 lombrices	6.40	B

Con relación a las diferencias de medias entre densidades, según la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK), determinó que las densidades $b_1=$ (100 lombrices) y $b_2=$ (200 lombrices) obtuvieron longitudes promedio en las lombrices de 7.50 y 7.10 cm respectivamente, con categoría estadística de “a” para ambos tratamientos y por último la densidad $b_3=$ (300 lombrices) con 6.40 cm, otorgándoles una categoría de “b”.

Según (Perez, 2010), menciona que, en estos tipos de variables, existe una relación directamente proporcional; es decir que ha menor densidad mayor peso promedio de las lombrices; lo que concuerdan con lo que dice (Agulera, 2004), que la estabilización del peso individual es dependiente de la densidad poblacional, es decir, que a menor densidad mayor peso y viceversa.

5.2.1. Número total de lombrices /Tratamiento.

Tabla 14. Resultados del ANDEVA para número total de lombrices

Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	F5%
Bloques	187.56	2	93.78	3.38 *	3.00
Tipo de Alimento	950.0	2	475	17.09 **	3.00
Densidades	3,822	2	1,911	68.79 **	3.00
Alimento*Densidad	76.0	4	19.0	0.684 ns	4.05
Error	444.4	16	27.78		
Total	5,480	26	210.77	CV (%) = 20.19	

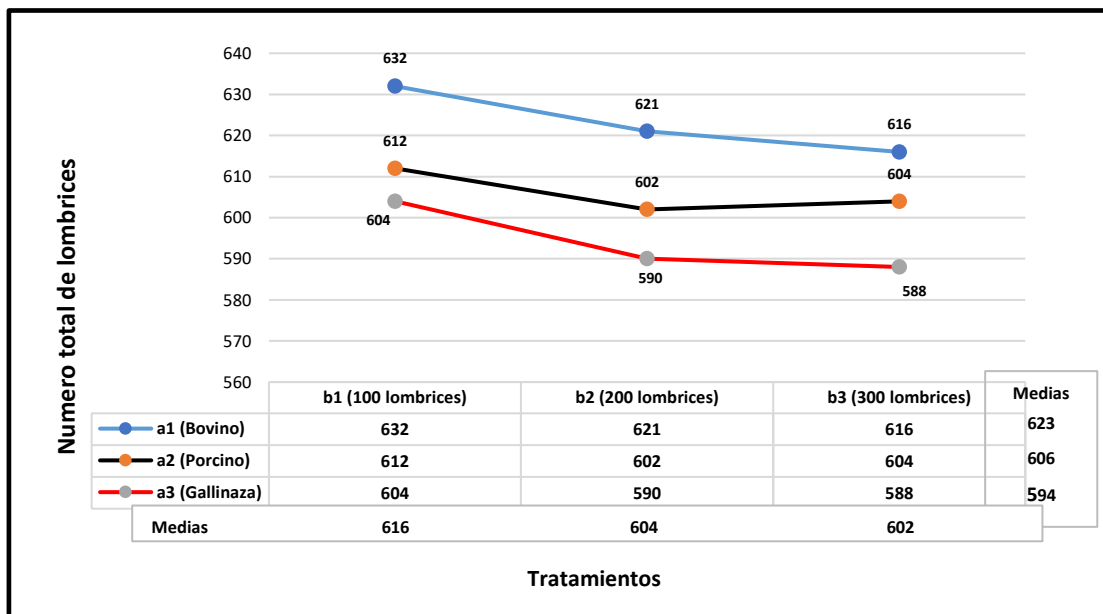
ns = no significativo ** Altamente Significativo CV: Coeficiente de variación

La tabla 9. Demuestra con un nivel del 95% de confianza, que existen diferencias altamente significativas en el número total de lombrices, obtenido por efecto de los diferentes tipos de alimentos utilizados (estiércol bovino, porcino y gallinaza) y por las densidades de poblaciones de lombrices utilizadas (100, 200 y 300); sin embargo no se

encontró diferencias significativa por la interacción de ambas (alimentos y densidades), lo que indica que la combinación de ambos factores no tienen influencia en esta variable, es decir que los tipos de alimentos y densidades de población de lombrices estudiados, tiene efectos independientes. El coeficiente de variación fue calculado en 13.4% lo que implica que existe poca divergencia de los tratamientos una respecto a los demás. Según (Perez, 2010), el tipo de alimento tiene influencia directa en el número de lombrices; lo cual indica que hay un estímulo de equilibrio óptimo para que se dé el equilibrio reproductivo, porque si el alimento es alto en nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo, se da un estímulo exuberante de crecimiento y desarrollo en las lombrices.

Por otro lado, la producción de lombrices se ve favorecida por densidades bajas y por condiciones favorables de clima; por lo tanto, bajo condiciones óptimas se pueden producir de 5 a 1.8 cocones semanalmente bajo las condiciones de densidad poblacional que permite la mayor producción. Si se dejan poblaciones y temperaturas adecuadas se da un incremento de cocones. (Agulera, 2004).

Gráfico No.5. Número Total de lombrices /Tratamiento



El gráfico 5. Demuestra que, al relacionar el comportamiento de los tipos de alimentación con las densidades de lombrices, se observa que el estiércol vacuno es el tipo de alimento que más aumento en cuanto al número de lombrices con 623, seguido del estiércol porcino

con 606 lombrices y por último gallinaza con 594 lombrices, además indica que el número de lombrices aumentan cuando son colocadas en menor densidades, marcando una dependencia con las densidades de 100 y 200. Según (Perez, 2010), expresa que el tipo de alimento tiene influencia directa en el número de lombrices; lo cual indica que hay un estímulo de equilibrio óptimo para que se dé el equilibrio reproductivo, porque si el alimento es alto en nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo, se da un estímulo exuberante de crecimiento y desarrollo en las lombrices, por otro lado la producción de lombrices se ve favorecida por densidades bajas y por condiciones favorables del clima (Aguilera, 2004).

Tabla 15. Resultados de la prueba de SNK para el número total de lombrices /Tratamiento

Tratamientos	Medias	Significancia Estadística
$b_1 = 100$ lombrices	616	A
$b_2 = 200$ lombrices	604	A
$b_3 = 300$ lombrices	602	A

Con relación a las diferencias de medias entre densidades, según la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK), determinó que las densidades $b_1 = (100)$ lombrices obtuvo un número total de 616 lombrices, seguido de la densidad $b_2 = (200)$ lombrices con 604 lombrices y por último la densidad $b_3 = (300)$ lombrices con 602 lombrices respectivamente, otorgándoles a las tres densidades una categoría estadística de “a”, en términos generales podemos decir que las tres densidades bajo estudio (100, 200 y 300 lombrices produjeron similares efectos en el número total de lombrices.

5.2.2. por tratamientos

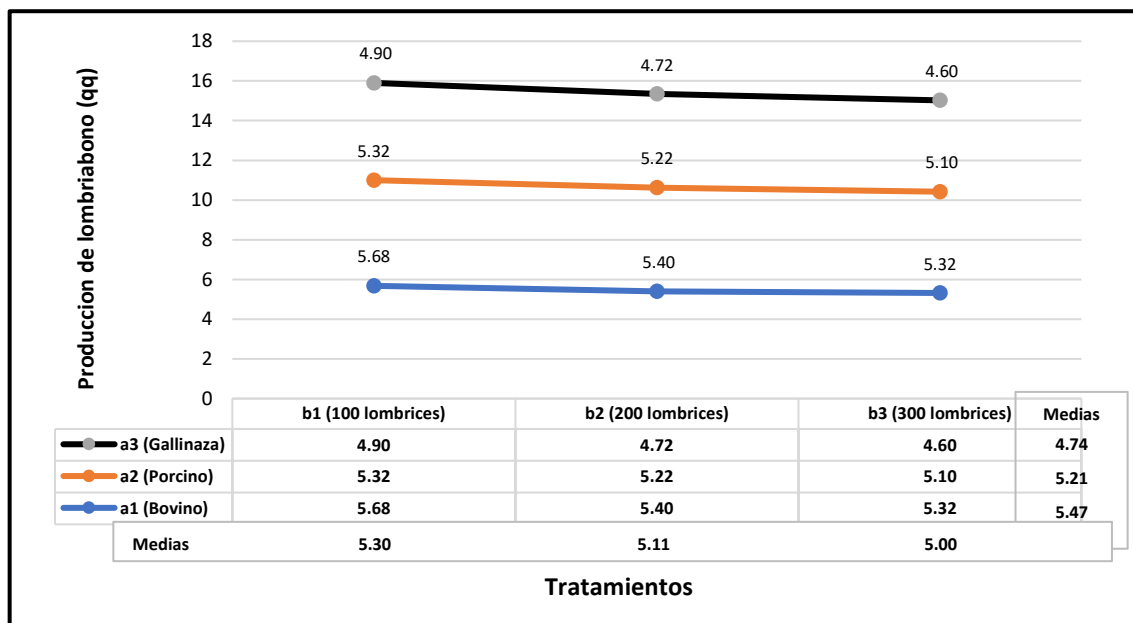
Tabla 16. Resultados del ANDEVA para producción de lombrabono

Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	F5%
Bloques	0.1306	2	0.0653	0.0015 ns	3.00
Tipo de Alimento	0.396	2	0.198	0.0044 ns	3.00
Densidades	2.45	2	1.225	0.027 ns	3.00
Alimento*Densidad	0.026	4	0.0065	0.00015ns	4.05
Error	715.72	16	44.74		
Total	718.72	26	27.64	CV (%) = 2.95	

ns = no significativo CV: Coeficiente de variación

La tabla 10. Demuestra con un nivel del 95% de confianza, que no existen diferencias significativas en el rendimiento (producción de lombriabono) por tratamientos obtenido por efecto de los diferentes tipos de alimentos utilizados (estiércol bovino, porcino y gallinaza), por las densidades de poblaciones de lombrices utilizadas (100, 200 y 300) y por la interacción de ambas (alimentos y densidades), lo que indica que los tratamientos tuvieron un comportamiento similar, no hubo superioridad una respecto a las demás, tal como lo demuestra el coeficiente de variación calculado en un 2.95 por ciento.

Gráfico 6. Producción de lombriabono



El grafico 6. Demuestra que, al relacionar el comportamiento de los tipos de alimentación con las densidades de lombrices, se observa que el estiércol vacuno es el tipo de alimento genero mayor producción de lombriabono con 5.47 quintales, seguido del estiércol porcino con 5.21 quintales y por último gallinaza con 4.74 quintales; sin embargo, no existe superioridad una respecto a las otras debido que los tratamientos tuvieron un comportamiento muy similar.

Según (Perez, 2010), expresa que el tipo de alimento tiene influencia directa en el número de lombrices; lo cual indica a mayor número de lombrices mayor producción lombriabono, sin embargo, no es el caso en nuestra investigación, ya que la mayor producción fue favorecida con densidades bajas y a condiciones favorables del clima.

Tabla 17. Resultados de la prueba de SNK para el rendimiento de lombriabono

Tratamientos	Medias (qq)	Significancia Estadística
b₁ = 100 lombrices	5.30	A
b₂ = 200 lombrices	5.11	A
b₃ = 300 lombrices	5.00	A

Con relación a las diferencias de medias entre densidades, según la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK), determinó que las densidades b_1 = (100 lombrices) obtuvo la mayor producción de lombrabono con 5.30 quintales, seguido de la densidad b_2 = (200 lombrices) con 5.11 quintales y por último la densidad b_3 = (300 lombrices) con 5.00 quintales respectivamente, otorgándoles a las tres densidades una categoría estadística de “a”, ya que tuvieron un comportamiento homogéneas, sin poder demostrar superioridad una respecto a los demás.

5.3. Niveles de Macronutrientes y micronutrientes del humus producido.

Tabla 18. Descripción de las características nutricionales del lombrhumus producido según tratamientos evaluados

Descripción		RUTINA				BASES				MICROS			
Tipo de lombrhumus	pH	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K disp	Ca (%)	Mg (%)	So (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zc (ppm)	Mn (ppm)	
E. bovino	5.62	22.05	0.19	0.89	1.24	2.84	0.68	0.25	1,480	43.5	231	521	
E. porcino	5.64	24.6	0.16	0.86	1.18	2.63	1.06	2.04	1,157	230	908	590	
E. gallinaza	5.96	24.9	0.15	0.83	1.15	10.20	0.60	1.98	1.31	198	644	901	

Fuente: Laboratorio de suelo y agua (UNA)

La tabla 18, muestra los niveles de macronutrientes y micronutriente el humus producido de acuerdo a tratamientos dispuestos en el experimento, donde se visualiza que los tres estiércol utilizados (bovino, porcino y gallinaza), presentan un pH promedio entre 5.96 a 5.62 considerado según rango de clasificación aproximada de nutrientes en suelos de nicaragua como un sustrato medianamente ácido y que son adecuados para la mayoría de los cultivos, ya que una mayor variedad de nutrientes serían disponibles. (Quintana,1983)

De acuerdo al rango de contenidos de los macronutrientes, se logró obtener un porcentaje alto para el Nitrógeno disponible por estar en un rango entre 0.15 a 0.19 por ciento;

respecto al contenido del Fosforo se obtuvo un rango entre 0.83 a 0.89, con una rango en contenido de nutriente pobre, en cambio para el contenido de Potasio disponible fue alto por estar en un rango entre 1.15 y 1.24 por ciento, por otro lado se obtuvo una tendencia de medio a alto en cuanto el contenido de Calcio por estar en un rango entre 2.84 a 10.20 por ciento, respecto al Magnesio, se logró obtener un rango de medio a alto con porcentajes entre 0.60 a 1.06. Por otro lado, el contenido de Materia orgánica encontrado fue alto con valores porcentuales entre 5.62 a 5.96, lo que indica que el lombrihumus obtenido de acuerdo a los tratamientos utilizados en el experimento, contienen los elementos nutricionales necesarios para mejorar la fertilidad de los suelos y por ende obtener altos rendimientos productivos.

Respecto a los micronutrientes; sodio, hierro, cobre, zinc y manganeso según tipo de estiércol utilizado, presentar rangos de contenidos altos, solo el humus de gallinaza presente un porcentaje de bajo en hierro con 1.31 ppm, según los rangos de clasificación aproximada de suelos de Nicaragua.

5.4. Rentabilidad de los tratamientos a través del análisis Costo – Beneficio

Tabla 19. Costo - Beneficio

Tratamientos	Rendimiento en QQ	Quintal (Lbs)	Precio Por QQ	Precio Por lbs	Utilidad bruta	Costo de producción	Ingreso bruto	Relación Costo - beneficio
a ₁ b ₁	17.04	100	2,700	30	46,008 3,000 49,008	15,336	33,672	2.2
a ₁ b ₂	15.96	100	2,700	30	43,092 3,000 46,092	14,364	31,728	2.2
a ₁ b ₃	14.70	100	2,700	30	39,690 3,000 42,690	13,230	29,460	2.2
a ₂ b ₁	16.20	100	2,500	25	40,500 2,500 43,000	13,500	29,500	2.2
a ₂ b ₂	15.66	100	2,500	25	39,150 2,500 41,650	13,050	28,600	2.2
a ₂ b ₃	14.16	100	2,500	25	35,400 2,500 37,500	11,800	25,700	2.2
a ₃ b ₁	15.96	100	2,500	25	39,900 2,500 42,400	13,300	29,100	2.2
a ₃ b ₂	15.30	100	2,500	30	38,250 2,500 40,750	12,750	28,000	2.2
a ₃ b ₃	13.80	100	2,500	30	34,500 2,500 37,000	11,500	25,500	2.2

5.3.1. Análisis Económico

La tabla 13. Muestra la relación costo – beneficio del uso de estiércol, bovino, porcino y gallinaza para la producción de lombriabono, según los resultados obtenidos, todos los tratamientos obtuvieron un costo beneficio de 2.2 por cada córdoba invertido.

El tratamiento **a1b1** (estiércol vacuno con 100 lombrices), obtuvo la mejor producción en promedio con 5.68 quintales, obteniendo un ingreso bruto de C\$ 33,672 córdobas y el que tuvo el menor ingreso bruto fue el tratamiento **a3b3** (gallinaza con 300 lombrices) con C\$ 25,500 córdobas netos.

VI. CONCLUSIONES

Se aceptan las hipótesis planteadas, ya que los tres sustratos de origen animal (bovino, porcino y gallinaza) y densidades de lombrices (100, 200, y 300) utilizados ejercieron efectos significativos en la producción de lombriabono

El estiércol vacuno, es el tipo de alimento que más genero aumento en el peso total de las lombrices con un promedio de 0.404 kg; mayor producción de lombriabono con promedio de 7.21 kg; mayor aumento en el peso de los lombriabono con promedio de 1.30 gramos, mayores longitudes de las lombrices con 7.30 cm, mayor número de lombrices con 623 y mayor producción de lombriabono con 5.47 quintales.

De acuerdo a las variables bajo estudio, la densidad 100 lombrices fue la que genero mayor peso total de lombrices con 0.411 kg, mejor peso en las lombrices con 1.36 gramos, mayores longitudes en las lombrices con 7.50 cm, mayor número de espécimen con 616 lombrices y la mayor producción de lombriabono con 5.30 quintales, por otro lado, la densidad 300 lombrices genero la mayor producción de lombriabono con 7.10 kg,

De acuerdo a la rentabilidad de los tratamientos a través del análisis Costo – Beneficio, todos los tratamientos obtuvieron un costo beneficio de 2.2 por cada córdoba invertido, siendo el tratamiento a₁b₁ (estiércol vacuno con 100 lombrices), la que obtuvo la mejor producción en promedio con 5.68 quintales, obteniendo un ingreso bruto de C\$ 33,672 córdobas.

VII. RECOMENDACIONES

Utilizar densidades bajas de *Eisenia foetida* (100, 200, 300 y 400) lombrices ya que se obtienen resultados satisfactorios en cuanto al crecimiento, desarrollo y producción de Lombriabono.

En otras investigaciones probar con otras fuentes de alimentación; bagazo de caña, cascara de plátano, desechos orgánica y pulpa de café; para determinar cuál sería el comportamiento en cuanto al crecimiento, desarrollo y producción de lombroabono.

Alimentar a las lombrices con estiércol bovino por su disponibilidad y facilidad de digerir el alimento ya que permite mejores pesos.

Realizar estudios de evaluación con otras fuentes de alimentación de origen animal (conejo, cabra y peligüey) con densidades inferior a 100 o superior a las 500 lombrices.

Realizar estudios con diferentes tipos de intensidad de luz en el desarrollo y crecimiento de las lombrices

VIII. REFERENCIAS

- Alas, R. (2002). Evaluación de sustratos de origen animal y vegetal en la producción de humus y carne (*Eisenia foetida*). El Salvador.
- Arauz, P., Tercero, J., Obando, M., & Dicovski, L. (1998). Abono orgánico de pulpa de café con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), EAGE. Esteli, Nicaragua.
- Agulera, L. (2004). Evaluación del efecto de la densidad poblacional inicial y dos ambientes sobre el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).
- Arévalo, H. G., Puglla, C., Danilo, J. (2018). *Valoración nutricional de la gallinaza para alimentación animal y procesos industriales* (Master's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Maestría en Nutrición y Producción Animal). <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14805> [Links]
- Benavidez, D. &. (2008). Análisis de comercialización del abono orgánico, Centro experimental de abono orgánico (CEAO).
- Cajamarca, I., Almeida, H., Díaz, G., Berrones, P. (2018). *Evaluación del plan de administración ambiental para la granja avícola dos hermanos*. *INNOVA Research Journal*, 3(10.1), 42-54. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n10.1.2018.776> [Links]
- Cerdas, C. (1996). Potencia de la lombriz/ Elementos básicos para su desarrollo., (págs. 27-30-31-34). México.
- Chicaiza, J. (2007). Producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y lombrihumus con estiércol de vaca, cabra, cerdo y caballo.
- Cristales, O. (1997). Sistema de crianza de lombriz de tierra, Alternativas de su uso, para el manejo de los desechos sólidos., (pág. 22). San Salvador.
- Dicovski, L. Y. (1997). Investigación participativa en lombricultura con pequeños productores para reciclar pulpa de café y alimentar gallinas de patio. Esteli, Nicaragua.

Espinoza, M., Armas, B., & Arauz, R. y. (1997). Inclusion de 3 niveles de estiércol de conejo (40-60-80% en el estiércol bovino (60-40-20%) para alimentación de lombrices rojas africanas (*Fudrillus eugeniae*) y roja californiana (*Eisenia foetida*).

Eghball, B.; Ginting, D. y Gilley J. 2004. Efectos residuales de las aplicaciones de estiércol y compost sobre la producción de maíz y las propiedades del suelo. *Agron. J.*96:442-447

Ferruzzi, C. (1996). *Manual de lombricultura.* (pág. 138). Madrid España: MUNDI - PRENSA.

Ferruzzi, C. (1997). *Manual de lombricultura/ lombriz roja. las lombrices silvestre o comunes. la lombriz domestica. .*, (pág. 47). Madrid.

Gildaberto., B. (1992). *Estadística II, Metodo practico de inferencia estadística.* El Salvador.

Garcia, L. &. (2001). *Recolección y Tratamientos de Desechos Solidos.* Managua, Nicaragua.

Jaime J, & Garcia F, 2020. *Uso de estiércol bovino y equino para la producción de lombricompost, en la finca San José, Comunidad de Nazaret del Municipio de Puerto Cabezas, RACCN, Nicaragua, 2020.*

Lopez, T. (2012). *Evaluación de cinco densidades de poblaciones y dos fuentes de alimentación de la producción de lombricompost y carne de lombriz roja californiana (Eisenia foetida).*

Quintana,J. O.; Blandón, J.; Flores, A.; Mayorga, E. 1983. *Manual de Fertilidad para los suelos de Nicaragua.* Editorial Primer Territorio Indígena Libre de América Ithaca, Nueva Yor. Residencial Las Mercedes N° 19-A. Managua, Nicaragua. 60p.

Manual de lombricultura por: AGROFLOR LOMBRICULTURA. (1993). Chile.

Manual practico de agricultura organica . (2013).



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL



Pedroza, H. (1993). Fundamentos de experimentación agrícola.

Perez, A. (2010). Uso de sustratos orgánicos a base de (*Eisenia foetida*) para la fertilización del suelo.

Pineda, J. (2006). Lombricultura. Tegucigalpa.

Piccinini, S. y Bortone, G. 1991. El valor fertilizante del estiércol agrícola: métodos simples y rápidos de evaluación. *J. Agric. Ing. Res.* 49:197-2

IX. ANEXOS

9.1. Cronograma de actividades

Actividades	Año 2023 - 2025																								
	Abril -23				Junio - 23				Septiembr-23				Julio -24				Agosto -24				Sept - 24				Enero - 25
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Inscripción del tema en la dirección de Investigación y posgrado	X																								
Elaboración del perfil y proyecto de investigación		X																							
Entrega del perfil y proyecto de investigación a la facultad y al Dto de investigación			X																						
Selección y ubicación del área de establecimiento del proyecto de investigación					X																				
Preparación de las condiciones del área seleccionada para la investigación						X																			
Adquisición de cajas para los tratamientos							X																		
Montaje del Diseño y rotulación								X																	
Adquisición de los sustratos de origen animal									X																
Preparación de sustratos según tratamientos									X	X															
Adquisición de las lombrices													X												
Siembra de las lombrices														X											
Recopilación de datos de campo															X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN



INSTITUCIONAL

Cuido y Manejo del cultivo de lombrices															X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Sistematización de datos																			X	X	X	X	X	X	
Análisis y discusiones																							X	X	
Estructuración del documento																									X
Presentación a la facultad y comisión de investigación																									X
Publicación																									X

9.2. Recursos: humanos, materiales y financieros

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
PRIMERA FASE					
Equipos e Insumos de Campo					
1	Adquisición de cajas de madera para tratamientos	Unid	27	C\$ 300.00	C\$8,100.00
2	Adquisición de kilos de lombriz roja californiana	Kg	5	C\$ 1,578	C\$ 7,884.00
3	Adquisición de sustrato (tierra negra)	m ³	6m ³	C\$ 500.00	C\$ 3,000.00
4	Adquisición de plástico negro (yarda)	Unid	20	C\$ 70.00	C\$ 1,400.00
5	Adquisición de malla sarán de (1/4) pulgada	Unid	20	C\$ 110.00	C\$ 2,200.00
6	Adquisición de sustrato (estiércol de origen animal)	qq	6qq	C\$ 300.qq	C\$ 1,800.00
7	Adquisición de cal agrícola	Arrobas	5 arrobas	C\$ 400.00	C\$ 2,000.00
8	Madera (1x 6 x 16)	Unid	8 piezas	C\$ 184.00	C\$ 1,472.00
9	Madera (1 x 6 x 10)	Unid	4 piezas	C\$ 115.00	C\$ 460.00
10	Madera (2 x 4 x 16)	Unid	2 piezas	C\$ 245.00	C\$ 490.00
11	Madera (1 x 4 x 16)	Unid	4piezas	C\$123.00	C\$ 492.00
12	Madera (1 x 4 x 10)	Unid	1 piezas	C\$ 77.00	C\$ 77 .00
13	Clavos de 3 pulgadas Galván	Lbs	2 lbs	C\$ 80.00	C\$ 160.00
14	Clavos de 2 pulgadas Galván	Lbs	2 lbs	C\$ 80.00	C\$ 160.00
15	Cavos de 1 pulgadas Galván	Lbs	1 lbs	C\$ 80.00	C\$ 80.00
16	Grapas	Lbs	1 lbs	C\$ 80.00	C\$ 80.00
Sub-Total					C\$ 29,855.00
SEGUNDA FASE					
Informe Final					
17	Análisis físico – químico para muestras de lobriabono A nivel de laboratorio (UNA -Mgua)	Muestras	6	C\$ 1,150.00	C\$10,350.00
18	Impresión y empastado del documento final	Doc	2	C\$ 1,003.00	C\$ 2,006.00
21	Sub-Total				C\$12,356.00
INVERSIÓN FINAL					
17	Total				C\$ 42,211.00

9.3. FOTOGRAFÍAS

