



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Efecto de las fuentes de alimentos en la morfometría y reproducción de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*

Aguilar, P; Cruz A; Vanegas, M; Morales P.

Asesor/Tutor

Dr. Kenny López Benavides

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

**Centro Universitario Regional De Estelí
CUR-Estelí**

Recint^o Universitari^o “Le^onel Rugama Rugama”

**Efecto de las fuentes de alimentos en la morfometría y reproducción
de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida***

Tesis para optar al grad^o de
Ingenier^os Agrón^om^os

Autor/es

Pedro José Aguilar Morales

Ariana Nazareth Cruz López

Mariling Alexania Vanegas Talavera

Asesor/es

Dr. Kenny López Benavidez

Mtro. Jorge Manuel Pinel Torrez

Diciembre, 2024

Dedicatoria

Agradecerle primeramente Dios, por ser mi guía y fortaleza en todo momento, por darme salud, sabiduría y las oportunidades necesarias para alcanzar mis metas. Sin Su gracia y Su amor, este logro no habría sido posible.

Gracias a mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios invaluable. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la humildad. Ustedes son mi mayor inspiración y este logro también es suyo por otro lado, a mis maestros que fueron de gran ayuda en este largo camino quiero agradecerles por su paciencia, apoyo y enseñanzas.

Pedro Jose Aguilar Morales

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarnos a nunca rendirnos ante todos los desafíos que se nos presentan. Esta investigación es todo el reflejo que nos que nos han transmitido a lo largo de nuestras vidas: esfuerzo, perseverancia y pasión.

Con cariño y gratitud, esta obra es para ustedes.

Ariana Nazareth López

A lo largo de este camino académico, he tenido la fortuna de contar con el apoyo, guía y cariño de muchas personas, quienes con sus enseñanzas y motivación hicieron posible la culminación de esta tesis.

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios quien ha sido mi guía y fortaleza en este largo camino, a mi padre quien han sido mi mayor pilar gracias al amor incondicional, por inculcarme valores de perseverancia y responsabilidad, y por creer en mí en cada paso que he dado de igual manera a agradezco a las personas que no están presentes.

A mi asesor de tesis, Jorge Manuel Pinel, por su paciencia, dedicación y conocimiento compartido. Su orientación fue fundamental para llevar a cabo esta investigación y superar los desafíos que surgieron en el proceso, mi más sincero agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin cada uno de ustedes.

Mariling Alexania Vanegas Talavera

Agradecimientos

Con esta tesis finaliza una etapa significativa de nuestra vida académica abriendo una puerta más a nuestra formación, y es el momento perfecto para expresar nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas que, con su apoyo, guía y comprensión, han hecho posible este logro.

En primer lugar, agradecemos a Dios por siempre estar presente ser nuestra guía y protector en momentos de incertidumbre, agradecemos profundamente a nuestros padres, quienes han sido el pilar fundamental a lo largo de todo este proceso. Gracias por su amor incondicional, su paciencia y por siempre creer en nosotros, incluso en los momentos difíciles. Su apoyo constante ha sido una fuente de motivación y energía que nos ha permitido superar los obstáculos que se presentaron en el camino.

A nuestro asesor Ing. Jorge Manuel Pinel Tórrez, y a los maestros que aportaron sus conocimientos, les agradecemos de manera especial por su dedicación, paciencia y por brindarnos su valiosa orientación durante todo el proceso de investigación. Su experiencia, conocimientos y consejos nos han permitido crecer tanto profesional como intelectualmente, y siempre recordaremos su compromiso con nuestra formación.

A nuestros profesores y profesoras de la UNAN-Managua/CUR-Estelí, quienes, con su enseñanza y guía, han sembrado en nosotros las bases para desarrollar este trabajo. Gracias por abrirnos los ojos a nuevas perspectivas y por fomentar siempre el pensamiento crítico y el deseo de aprender más allá de las aulas.

A nuestros amigos, quienes, con su apoyo, nos ayudaron a mantenernos motivados en los momentos de estrés y dificultad. Gracias por compartir sus conocimientos, por las largas horas de estudio, por sus consejos y por ser una fuente de inspiración y energía positiva.

Finalmente, agradecemos a todas las personas que, de alguna forma, contribuyeron a que este logro se hiciera realidad, ya sea con sus palabras de ánimo, su tiempo o su ayuda. A todos ustedes les agradezco, y siempre los llevaré en mi corazón.

Gracias por ser parte de este proceso, por su apoyo, su amor y su confianza en nosotros.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS TECNOLÓGICAS Y SALUD

"2024: Universidad Gratuita y de Calidad para seguir en Victorias"

Estelí, 05/12/2024

CONSTANCIA

Por este medio estoy manifestando que la investigación: Efecto de las fuentes de alimentos en la morfometría y reproducción de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida Savigny*, cumple con los requisitos académicos de la clase de Seminario de Graduación, para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Los autores de este trabajo son las/os estudiantes: Pedro José Aguilar Morales (20514052), Ariana Nazareth Cruz López (20500170) y Mariling Alexania Vanegas Talavera (20500192); y fue realizado en el II semestre de 2024, en el marco de la asignatura de Seminario de Graduación, cumpliendo con los objetivos generales y específicos establecidos, que consta en el artículo 9 de la normativa, y que contempla un total de 60 horas permanentes y 240 horas de trabajo independiente.

Considero que este estudio será de mucha utilidad para la gestión sostenible de los agroecosistemas, la comunidad estudiantil y las personas interesadas en esta temática.

Atentamente,

Dr. Kenny López Benavides
<https://orcid.org/0009-0003-6736-3244>
CUR-Estelí, UNAN-Managua

Cc/Archivo

Universidad del Pueblo y para el Pueblo!

Barrio 14 de abril, contiguo a la subestación de ENEL, Tel 27137734, Ext 7430
Cod. Postal 49 – Estelí, Nicaragua
dcts.curcestelo@unan.edu.ni

Resumen

El trabajo experimental se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de sustratos orgánicos a base estiércol bovino, compostaje de desechos de comida, estiércol equino y composta a base de vena de tabaco en la morfometría, reproducción y adaptación de la lombriz *Eisenia foétida* (lombriz roja californiana). El estudio se desarrolló entre los meses de mayo-noviembre 2024. Los materiales fueron previamente estabilizados y colocados en volúmenes de 2.4 kg dentro de cajillas de plástico, a los cuales se les adicionó una población de 20 individuos maduros, lo que equivale a 320 individuos. El proceso de lombricomposta tuvo una duración de 3 meses, durante los cuales se realizó 3 muestreos. Los tratamientos aplicados fueron: estiércol bovino 100%, desechos de comida 50% combinada con tierra 50%, estiércol equino 100% y la combinación de vena de tabaco, casulla de frijol, cascarilla de arroz y carbón. La reproducción y sobrevivencia al final del experimento fue diferente para cada uno de los sustratos utilizados, siendo la combinación de desechos de comida con tierra el que presentó los mayores valores en población final, concluyendo que tanto el peso de los individuos como su tasa de reproducción son influenciados por el tipo de sustrato.

Palabra clave: compostaje, vena de tabaco, morfometría, sustratos orgánicos

Abstract

The experimental work was carried out with the aim of evaluating the effect of organic substrates based on bovine manure, composting of food waste, equine manure and compost based on tobacco vein on the morphometry, reproduction and adaptation of the earthworm *Eisenia foétida* (Californian red worm). The study was carried out between the months of May-November 2024. The materials were previously stabilized and placed in volumes of 2.4 kg inside plastic boxes, to which a population of 20 mature individuals was added, which is equivalent to 320 individuals. The vermicomposting process lasted 3 months, during which 3 samplings were carried out. The treatments applied were: 100% bovine manure, 50% food waste combined with 50% soil, 100% equine manure and the combination of tobacco vein, bean chasuble, rice husks and charcoal. Reproduction and survival at the end of the experiment was different for each one of the substrates used, being the combination of food waste with soil the one that presented the highest values in final population, concluding that both the weight of the individuals and their reproduction rate are influenced by the type of substrate.

Keyword: *composting, tobacco vein, growth, adaptation.*

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes	2
3. Planteamiento del problema.....	3
4. Justificación	5
5. Objetivos	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos	6
6. Marco teórico.....	7
6.1. Taxonomía de la Lombriz Roja Californiana.....	7
6.2. Características de la lombriz roja californiana.....	7
6.2.3. Alimentación y dieta	8
6.2.4. Enemigos naturales.....	8
6.3. Aspectos generales sobre la producción de vermicompost.....	9
6.3.1. Condiciones ambientales adecuadas.....	9
6.3.2. Sustrato	9
6.8 Propiedades de los sustratos.....	13
6.8.1 Porosidad:.....	13
6.8.2 Densidad:	14
6.8.3 Estructura:.....	14
6.8.4 Granulometría:	14
6.9 Beneficios del humus de lombriz	14
7. Hipótesis.....	16
8. Matriz de operacionalización de variables e indicadores (MOVI). Ajustar según los objetivos específicos y las variables que estos contienen.....	17
9. Diseño metodológico	19
9.1. Tipo de investigación	19
9.2. Área de estudio.....	19
9.3. Población y muestra.....	20
9.4. Métodos y técnicas	20
9.5. Etapas.....	21
10. Análisis y discusión de resultados.....	22

11.	Conclusiones	27
12.	Recomendaciones para la producción	28
13.	Bibliografía	29
14.	Anexos	31

Índice de ilustración.

Ilustración 1.....	19
Ilustración 2.....	22
Ilustración 3.....	23
Ilustración 4.....	24
Ilustración 5.....	25
Ilustración 6.....	26
Ilustración 7.....	31
Ilustración 8.....	31
Ilustración 9.....	32
Ilustración 10.....	32
Ilustración 11.....	33

1. Introducción

La lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, del orden anélido clase oligoqueta y familia lombricidae, tiene un gran aporte al mejoramiento del suelo manteniendo la fertilidad debido a que incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fosforo y azufre e inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que pueden afectar al cultivo (Chicaiza, 2007).

La crianza de esta lombriz se debe fundamentalmente a la obtención de subproductos tales como purín y lombrihumus que es una materia orgánica digerida y excretada que sirve como biofertilizante al momento de estar en contacto con la planta.

A medida que la agricultura sostenible y, en particular, ecológica, gana cada vez más aceptación entre los agricultores y productores de alimentos a gran escala, el uso de fertilizantes orgánicos en las labores diarias en el campo no deja de crecer, esto gracias a las diversas aportaciones benéficas al suelo y como ayuda a mejorar la estructura del suelo, reducir la dependencia de los productos químicos sintéticos y contribuir a un medioambiente más sostenible (Cherlinca, 2024).

Eisenia foetida, es por naturaleza un agente útil para reciclar desechos de fincas y hogares; es de especial interés para la producción orgánica ya que esta permite la transformación de residuos en fertilizantes naturales que pueden ser utilizados en los suelos.

Así mismo, para la producción y manejo de lombrices es crucial garantizar espacios que cuenten con las condiciones que ellas requieren para su reproducción, crecimiento. Es necesario brindarles un sustrato con humedad adecuada, con aireación y rico en materia para su desarrollo óptimo.

Como objetivo general se evaluó la morfometría y reproducción de la *E. foetida* a partir de cuatro recursos alimenticios, como opción al manejo de residuos y la promoción de nuevas fuentes de alimento. En los objetivos específicos del estudio esta identificar la adaptabilidad de la lombriz en cada uno de los sustratos y estimar los efectos en la morfometría de ella.

2. Antecedentes

Para esta investigación se consultaron diferentes fuentes, con el fin de recopilar información existente acerca del Comportamiento de la Lombriz Roja Californiana *Eisenia foetida* en diferentes sustratos orgánicos.

El estudio realizado por Alcivar (2023) cuyo objetivo principal fue evaluar la influencia de los diferentes sustratos procedentes de residuos sólidos orgánicos sobre el crecimiento y reproducción de las poblaciones de la lombriz roja Californiana. Se realizaron mediciones para análisis de reproducción y morfometría de la lombriz, teniendo como resultado que los mejores testigos o sustratos con diferencia significativa fueron T₁ y T₃, lo que significa que son potenciales materias primas para la producción de vermicompost, lo que genera valor agregado a estos residuos que en la actualidad se encuentran subutilizados.

Según Somarriba (2004), en su investigación que tenía como objetivo principal determinar la influencia de diferentes sustratos (100 por ciento estiércoles bovinos; 50 por ciento cachazas de caña de azúcar y 50 por ciento estiércoles bovinos y 100 por ciento de cachaza de caña) sobre la producción de humus de lombriz y el manejo de lombriz roja californiana *Eisenia foetida*. realizó un estudio bajo condiciones controladas en la finca La Concepción de María, Los Brasiles, Mateare, estableciéndose un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos y tres observaciones. Obteniendo los valores más altos en por ciento de contenido en N, P y K en el humus se dio cuando se utilizó como sustrato al: estiércol bovino (2.36 por ciento de N).

El trabajo experimental de Maqueira (2022), se aplicaron un total de dos tratamientos: T₁: 90% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón y T₂: 80 % estiércol bovino +10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón. La valoración en las lombrices californianas: sub adultas, juveniles y producción total de lombriz tuvo incrementos equivalentes en para el caso de T₂. La madurez sexual de las lombrices sub adultas alcanza los 21 días con su clitelo desarrollado. En la producción de cocones, el tratamiento T₂ deposito la mayor cantidad de cocones a los 45 y 60 días (190) y (133) respectivamente. El mayor porcentaje de fertilidad fue para el T₂ (92%) y superó con 4 lombrices por cocón. El uso de estiércol de bovino pre-compostado es una opción aceptable para la producción de lombriz roja californiana.

3. Planteamiento del problema

La lombriz roja californiana es ampliamente utilizada en sistemas de vermicompostaje debido a su capacidad para descomponer materia orgánica y generar productos de alto valor. Sin embargo, su eficiencia reproductiva y su desarrollo físico pueden variar significativamente dependiendo del sustrato utilizado. La composición química, textura y propiedades fisicoquímicas de los sustratos influyen directamente en su crecimiento, reproducción, aspectos esenciales para optimizar los sistemas de manejo de residuos orgánicos.

En la actualidad, se han estudiado diversos sustratos, como residuos de comida, estiércoles y restos agrícolas, para determinar la capacidad en el desarrollo de lombrices. No obstante, existen incertidumbres sobre cuál es el sustrato más eficiente para maximizar la producción de cocones y favorecer un desarrollo morfométrico óptimo, ya a que optimizar el uso de lombrices en la conversión de residuos orgánicos contribuye a la reducción de desechos, mejora la calidad del suelo y fomenta prácticas agrícolas más sostenibles

Por lo tanto, es crucial realizar una evaluación comparativa de diferentes sustratos para identificar aquellos que maximicen tanto el crecimiento como la reproducción de la lombriz roja californiana. Este análisis permitirá generar información científica aplicable a la mejora de sistemas destinados a la reproducción de la lombriz roja californiana.

En la búsqueda de nuevos recursos alimenticios para las lombrices que aporte los nutrientes necesarios para el suelo se plantean una diversidad de problemáticas al elaborar dichos productos que pueda garantizar calidad y eficacia. Uno de los principales desafíos está en la selección y la mezcla de los componentes adecuados, además es crucial considerar la variabilidad de la materia prima ya que las diferentes camas tienen características físicas y químicas distintas lo que complica la adaptación de la lombriz.

Pregunta general:

¿Cómo influyen los sustratos alimenticios a base de residuos de comida, vena de tabaco, estiércol equino y estiércol bovino en la morfometría y el comportamiento reproductivo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)?

Preguntas específicas:

¿Cuál es el nivel de aceptabilidad de la lombriz roja californiana en cada fuente de alimento proporcionado?

¿Qué efecto tienen los sustratos alimenticios en la reproducción de lombriz roja californiana?

¿Cómo el tipo de sustrato alimenticio influye en el crecimiento y desarrollo de la lombriz roja californiana?

4. Justificación

Este estudio investigativo tiene como propósito evaluar el comportamiento, la reproducción y producción de la lombriz roja californiana a partir de la elaboración de origen orgánico con el fin de darle salida a los desechos de fincas y hogares dándole una utilidad para disminuir los efectos negativos de los productos sintéticos y aportar una suplementación natural y benéfica a nuestros suelos agrícolas. La elaboración de un sustrato que cumpla con las necesidades reproductivas es crucial para el crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas y brindarle nutrientes que el suelo necesita.

La investigación está relacionada con el mejoramiento de los suelos y con los no contaminantes, el crecimiento de esta y la necesidad de extender las fronteras agrícolas a tierras semidesérticas, provoca que el hombre continuamente busque cada día formas de evitar impactos negativos sobre el área que produce y aplique medidas correctivas para la posible recuperación de suelos degradados y contaminados.

Este estudio tiene como objetivo llevar a cabo la realización de sustratos los cuales sean beneficiosos tanto para la lombriz como para el suelo. Así como evaluar el comportamiento, producción y reproducción de la lombriz en cuatro sustratos los cuales elaboraron para su estudio y análisis.

5. Objetivos

Objetivo General

Evaluar la morfometría y reproducción de la lombriz roja californiana *E. foetida* a partir de cuatro recursos alimenticios, como opción al manejo de residuos y la promoción de nuevas fuentes de alimento.

Objetivos Específicos

Identificar la aceptabilidad de la lombriz roja californiana a los alimentos proporcionados.

Determinar el efecto de los recursos alimenticios en la morfometría de la lombriz roja californiana.

Estimar el efecto de los recursos alimenticios en la reproducción de la lombriz roja californiana.

6. Marco teórico

La *Eisenia foetida*, también conocida como lombriz roja rayada, es una especie de lombriz de tierra perteneciente al género *Eisenia*. Originaria de California, esta lombriz ha sido adaptada y criada en diferentes países debido a su capacidad para producir humus y abono orgánico de alta calidad. Su ciclo de vida, alimentación y reproducción son particularmente interesantes, así como sus beneficios en la mejora de la calidad del suelo y su aplicación en agricultura y jardinería (Agrozapienz, 2024).

6.1. Taxonomía de la Lombriz Roja Californiana

Reino: Animal

Tipo: Anélido (cuerpo anillado)

Familia: *Lumbricidae*.

Género: *Eisenia*.

Especie: *foetida* (Tinoco, 2024)

6.2. Características de la lombriz roja californiana

Según Cedeño (2023), la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) presenta una serie de características que la distinguen de otras especies de lombrices. A continuación, se detallan algunos de los aspectos más relevantes sobre su descripción física, ciclo de vida y alimentación:

6.2.1. Descripción física y coloración

La lombriz roja californiana es una lombriz de tamaño mediano, alcanzando una longitud de aproximadamente 5 a 8 centímetros. Su cuerpo está compuesto por segmentos llamados anillos, los cuales son más notorios en los individuos adultos. La coloración de esta especie varía desde un

rojo oscuro hasta marrón claro, aunque también pueden presentar tonalidades más claras en su vientre.

6.2.2. Ciclo de vida y reproducción

El ciclo de vida de la lombriz roja californiana comienza con la eclosión de huevos depositados en capullos en el suelo. Tras un período de incubación de aproximadamente 14 a 30 días, los huevos eclosionan y liberan pequeñas lombrices jóvenes. Estas lombrices experimentan varias mudas a lo largo de su crecimiento, en las cuales cambian su exoesqueleto y crecen uno nuevo.

Las lombrices rojas californianas son hermafroditas, lo que significa que poseen órganos sexuales masculinos y femeninos. Sin embargo, aún necesitan aparearse con otro individuo para reproducirse. Durante el apareamiento, las lombrices posicionan sus segmentos opuestos al clitelo del otro individuo y se intercambian espermatozoides (Tinoco, 2024).

6.2.3. Alimentación y dieta

La lombriz roja californiana se alimenta principalmente de materia orgánica en descomposición, como restos vegetales y estiércol. Su sistema digestivo está diseñado para procesar una amplia variedad de materiales orgánicos, transformándolos en humus de alta calidad a través de su proceso de digestión.

Estas lombrices son capaces de consumir diariamente una cantidad de alimento que oscila entre el 50 y el 100% de su peso corporal. Además, mediante su acción de excavación y remoción del suelo, contribuyen a mejorar la estructura y fertilidad de este, facilitando la absorción de nutrientes por parte de las plantas (Agrozapienz, 2024).

6.2.4. Enemigos naturales

La Lombriz Roja Californiana tiene enemigos naturales de las que deben protegerse: hormigas, ciempiés, ratas, ratones y en especial aves.

Así, todo este proceso contribuye a la disminución de desechos orgánicos elaborando a la vez un abono de excelente calidad.

6.3. Aspectos generales sobre la producción de vermicompost

El vermicompost es el resultado de la biotransformación de materia orgánica (de origen animal y vegetal) a través del tubo digestivo de la lombriz; como resultado se obtiene un fertilizante orgánico por excelencia, utilizado como abono natural y enmienda orgánica.

Por otro lado, la garantía de un adecuado suministro de agua es de los aspectos más importantes que se deben considerar para la implementación de un cultivo de lombrices.

Ciertamente, la lombriz roja californiana no posee dientes; por ello, los residuos orgánicos deben estar suficientemente húmedos no excediendo del 80% dado que podrían ahogarse.

Si la humedad está por debajo del 60%, las lombrices empiezan a sufrir estrés bajando su ritmo de alimentación; por consiguiente, presentarían una menor capacidad de reproducirse (Mendoza, 2018).

Así que una manera muy sencilla para determinar la humedad adecuada en los residuos orgánicos para las lombrices es apretando una porción en el puño y observando que no escurra agua. De igual forma, el tipo de alimento que ingieren las lombrices influye en su crecimiento y desarrollo, incrementando la biomasa y un comportamiento más activo (Canales, 2020).

6.3.1. Condiciones ambientales adecuadas

Con respecto a las condiciones ambientales adecuadas para las lombrices son temperaturas alrededor de los 20°C, una humedad entre 75 y un 80%; y un pH aproximado de 7 (a pH ácidos la lombriz no digiere adecuadamente los alimentos) (Rivas, 2020).

Para obtener un mejor medio para las lombrices se puede aplicar 300 g de cal/m² en 10 litros de agua; así con estas condiciones se logra mayor número de huevos dentro del cultivo.

6.3.2. Sustrato

Un sustrato es un material sólido, de origen orgánico, mineral, o residual, que sirve de anclaje a la planta. Puede utilizarse de forma pura, es decir, utilizando sólo un tipo de sustrato, o bien mezclar varios, el cual ayudara a la planta a crecer vigorosa y sin ningún tipo de problema (Romero et al., 2018)

La función de los sustratos es sustituir al suelo, permitiendo el anclaje y adecuado crecimiento del sistema radicular de la planta. El suelo es el factor de producción esencial en la agricultura, actúa como soporte físico de los cultivos y les proporciona los nutrientes, aire y el agua que precisan

De ellos se desprende las características físicas, químicas y biológicas que deben de poseer los sustratos para favorecer el crecimiento, desarrollo y producción de cultivos.

El sustrato es importante para los cultivos ya que suministra los nutrientes necesarios para el óptimo crecimiento, desarrollo y producción, este material es una mezcla de elementos accesibles que posee bajo impacto ambiental y la relación beneficio/costo es rentable para el sistema productivo (Romero et al., 2018).

6.4. Sustrato de estiércol de vaca

6.4.1. Preparación inicial del estiércol

El proceso comienza recolectando estiércol fresco de vaca asegurándose que este no estuviera mezclado con residuos siendo este estiércol puro. Luego de recolectarlo se viro para mejorar la textura y acelerar el proceso de descomposición, el estiércol se dejó reposar unos días para reducir su humedad si está demasiado húmedo, o se humedece si está muy seco, buscando una consistencia uniforme y manejable.

Una vez preparado el estiércol, se colocó en una bolsa 50 libras de estiércol este se mezcló con 15 litros de agua en un lugar con ventilación y protegido del exceso de lluvia y luz solar directa con un buen drenaje para evitar la humedad excesiva (FAO, 2013).

6.4.2. Manejo y volteo

Para acelerar el proceso de compostaje, la bolsa se volteo regularmente, tres veces en 20 días. Esto asegura una aireación uniforme y promovió la actividad de los microorganismos descomponedores. Durante el volteo, se monitorea la temperatura de la bolsa, que idealmente debe mantenerse entre 50°C y 60°C. Esta temperatura ayuda a descomponer el material orgánico y eliminar posibles patógenos (FAO, 2013).

6.4.3. Maduración y uso

El compost está indicado cuando se ha reducido significativamente en tamaño, presentando un color oscuro uniforme y tiene un olor a tierra húmeda. Una vez preparado, el compost de estiércol de vaca se tamizo para eliminar grumos grandes o materiales no descompuestos y se almaceno en un lugar seco y estuvo listo para la alimentación de las lombrices.

6.5. Sustrato de estiércol de caballo

El proceso inicio recolectando estiércol equino fresco. Se realizo una limpieza manual para eliminar residuos no deseados, como plásticos o piedras seguidamente el estiércol se volteo para mejorar la textura ligeramente (AGRICULTURA GENCAT, s.f.).

6.5.1. Formación de compost

El estiércol de caballo se viro para que sea más rápido el proceso de descomposición se agregó dentro de un saco 50 libras de estiércol puro y 15 litros de agua con una buena filtración para evitar patógenos y dejándolo en un lugar protegido de la lluvia y la luz solar directa.

6.5.2. Manejo y volteo

El saco de estiércol se volteo regularmente 4 veces en el periodo de los primeros 20 días, para garantizar que todos los materiales se mezclaran y que ventilaran adecuadamente. El estiércol de caballo genera calor rápidamente, alcanzando temperaturas entre 50°C y 70°C, lo que ayuda a descomponer el material y eliminar semillas de malezas y patógenos. Durante el volteo, se monitoreo la humedad verificando que no estuviese muy seco ni muy húmedo, se dejó secar parcialmente antes de continuar (AGRICULTURA GENCAT, s.f.).

6.5.3. Maduración y uso

Después de 20 días, el compost estuvo listo. Se reconoció por su apariencia oscura, textura uniforme y un agradable olor a tierra. En este punto, el compost se tamizo para eliminar restos no descompuestos y se almaceno en un lugar seco hasta que se dio comer a las lombrices (AGRICULTURA GENCAT, s.f.).

6.6. Sustrato de residuos de comida

Se comenzó recolectando los restos de lechuga y tomate. Los residuos se cortaron en trozos pequeños, lo que acelera su descomposición. La tierra se utilizó como capa adicional para cubrir los residuos, ayudando a mantener la humedad, reducir olores y aportar microorganismos que facilitaron el proceso de descomposición.

6.6.1. Formación de compost

En la elaboración se agregó dos cajillas de lechuga y tomate mezclada con la misma cantidad de tierra dentro de una bolsa esta se alternaron en capas de residuos de comida (lechuga y tomate) con capas delgadas de tierra. La bolsa conto con orificios para la filtración de líquidos y eliminación del exceso de humedad, se colocó en un lugar fresco, protegido de la lluvia y con sombra.

6.6.2. Manejo y volteo

La bolsa de compost se volteó de 4 veces en un lapso de 20 días para airearla y mezclar los materiales. Esto estimulo la actividad de los microorganismos y evito que el compost se compacte posteriormente se controló la humedad ya que el material debe sentirse húmedo.

6.6.3. Maduración y uso

El compost estuvo listo luego de los 20 días, gracias a la frecuencia de volteo y las condiciones ambientales. El material tuvo un color oscuro, un olor a tierra fresca y una textura uniforme sin restos visibles de los residuos originales de esta manera estuvo listo para alimentar las lombrices.

6.7. Compost a base de vena de tabaco

Se comenzó recolectando la vena de tabaco este residuo vegetal es rico en materia orgánica y nitrógeno, aportando nutrientes esenciales al compost luego la cascarilla de arroz funciona como una fuente de carbono, regula la humedad y aporta estructura, mientras, cascarilla de frijol es similar a la cascarilla de arroz, aporta carbono y actúa como un material estructurante, mejorando la aireación del compost.

6.7.1. Preparación del para compostaje

Primero la vena de tabaco se pasó por una maquina picadora para que reducir el tamaño del sustrato para que fuera más rápida su descomposición, luego se formó la pila donde esta tuviera drenaje y sombreado.

6.7.2. Mezcla de los materiales

Relación carbono-nitrógeno la vena de tabaco aporta nitrógeno, mientras que la cascarilla de arroz y la cascarilla de frijol son fuentes de carbono. Se mezclo los materiales manteniendo un equilibrio adecuado en cada capa se colocó los materiales en capas alternadas, es decir; Primera capa: vena de tabaco, segunda capa cascarilla arroz y por último la tercera capa cascarilla de frijol, repitiendo ese mismo proceso hasta agotar los materiales por otra parte es importante recalcar que cada capa que se iba colocando se regaba para mantener una adecuada humedad y midiendo la temperatura para asegurar un compost de calidad, la temperatura no puede alcanzar los 75 grados Celsius por qué se puede quemar el compost.

6.7.3. Tiempo de descomposición

El proceso de compostaje duro 3 meses en el lapso de ese tiempo se estuvo removiendo continuamente cada semana para avanzar el proceso de descomposición. Este estuvo listo cuando el material tenía un color oscuro, textura suelta uniforme y un olor agradable a tierra, estando listo para alimentar a las lombrices.

6.8 Propiedades de los sustratos

Las principales características físicas que se evalúan en un sustrato son:

6.8.1 Porosidad

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y, por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85%, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones. El espacio o volumen útil de un sustrato corresponderá a la porosidad abierta. El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se

restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado.

6.8.2 Densidad

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral (Rincones et al. 2023).

6.8.3 Estructura

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras.

6.8.4 Granulometría

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría (Mira, 2020).

6.9 Beneficios del humus de lombriz

Según Tinoco (2024), el humus de lombriz se considera como uno de los mejores sustratos indicados para los cultivos de las hortalizas, plantas aromáticas y en los cultivos frutales. Vamos a ver cuáles son los beneficios que se pueden obtener de utilizar el humus de lombriz:

- Facilita el desarrollo de las plantas y de la absorción de nutrientes generales como son el potasio, magnesio, fósforo, calcio y demás, a causa de su alta carga microbiana.
- Es bastante recomendado para aquellas plantas que necesitan un trasplante puesto que previene enfermedades y evita heridas. Ayuda también a facilitar el enraizamiento. Para aquellas plantas que necesitan algo más de agua les ayuda a prevenir la deshidratación.
- El humus da vigor a las plantas gracias a que ayuda en el crecimiento y hace que las plantas puedan dar frutos más grandes y coloridos.

- Protege de los patógenos
- Potencia la actividad biológica que es beneficiosa para el suelo.
- Es un fertilizante apto para la agricultura ecológica puesto que se desarrolla completamente por componentes naturales y no contamina el suelo.
- Se puede utilizar tanto en semilleros, en sustratos.
- Contribuye a la regulación del pH del suelo.
- No produce toxicidad, sino todo lo contrario.

Para Cedeño (2023), la lombriz devuelve la materia orgánica en forma completamente descompuesta y ayudan a diluir ciertos minerales y convertirlos en suelo orgánico rico en nutrientes que pueden ser absorbidos por las plantas. Además, mezclan ciertas sustancias vegetales con otras sustancias ubicadas en áreas más profundas del subsuelo, lo que favorece el equilibrio entre arcilla y agua

El resultado de este proceso es un suelo con una estructura masiva y esponjosa, que favorece la aireación y la retención de agua. Una de las características más importantes de las lombrices y el principal motivo de la presencia de tantos nutrientes en el humus es su excremento, pues gracias a ellos el humus contiene mucho más nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio que la tierra (Portillo, 2024)

7. Hipótesis

Hipótesis alternativa:

Al menos uno de los recursos alimenticios influye significativamente en la morfometría y reproducción de la lombriz roja californiana.

Hipótesis nula:

Los cuatro recursos alimenticios no influyen significativamente en la morfometría y reproducción de la lombriz roja californiana.

8. Matriz de operacionalización de variables e indicadores (MOVI). Ajustar según los objetivos específicos y las variables que estos contienen

Objetivo General	Objetivo Especifico	Variable	Definición	Subvariab le	Indicador	Técnicas	Instrumentos	Fuente
Evaluar la morfometría y reproducción de la lombriz roja californiana (<i>E.foetida</i>) a partir de cuatro recursos alimenticios, como opción al manejo de residuos y la promoción e nuevas fuentes de alimento.	Identificar la aceptabilidad de la lombriz roja californiana a los alimentos proporcionados	Aceptabilidad	Cualidad de aceptar	Número de individuos	Numero de cocones	Observación directa y contabilidad	Ficha de observación y pesa en gramos.	Lombrices

	Determinar el efecto de los recursos alimenticios en la morfometría de la lombriz roja californiana	Reproducción de la lombriz	Es un proceso biológico fundamental que permite la continuación de la vida a través de las generaciones	Cantidad de lombrices y cocones	Numero de lombrices en cantidad	Contabilidad y medición	Fichas de observación	Cocones
	Estimar el efecto de los recursos alimenticios en la reproducción de la lombriz roja californiana	Crecimiento y desarrollo de la lombriz	Es el crecimiento físico en aumento constante y el desarrollo es la mejora de la capacidad y función	Aumento físico y producción de cocones	Peso de la lombriz	Peso de la lombriz	Cinta métrica y pie de rey	Lombrices

9. Diseño metodológico

9.1. Tipo de investigación

En esta investigación busca establecer relaciones causales entre las variables dependiente e independiente por ello se considera experimental, aplicada, cuantitativa y transversal.

Experimental por que se analizó cual sustrato brinda mejores resultados tanto para crecimiento y reproducción de la lombriz, aplicada por qué lo planteado se realizó en el experimento y cuantitativa y transversal ya que cuantificaremos los resultados.

9.2. Área de estudio

Área de conocimiento

Ciencias agropecuarias y Producción Agrícola.

Línea de investigación

Sistemas de producción agropecuaria.

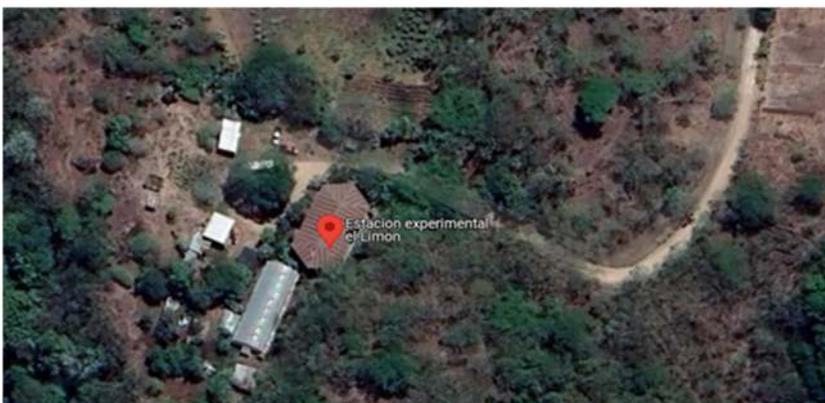
Sub-línea

Sistemas de producción agrícola

Área geográfica

Ilustración 1

Ubicación geográfica del área de estudio



El estudio se realizó en el Recinto Universitario Estación Experimental para el estudio del Trópico Seco “El Limón”, adscrita a la UNAN- Managua / CUR-Estelí (13° 05' 31" N, 86° 21' 14" O) a 890 m.s.n.m. La temperatura media anual es de 22,3 C° (16-33C°) y la precipitación media anual es de 804 mm (López -Benavides, 2015).

9.3. Población y muestra

Este estudio contó con una población de 320 lombrices Rojas Californianas *Eisenia foetida*. En base a las muestras que se tomaron se obtuvieron conclusiones sobre las características y avances de la población general.

Se establecieron un total de 16 bancos para la realización del experimento, el cual fue 1 testigo y tres tratamientos con cuatro repeticiones de cada sustrato.

Para la toma de datos se extrajo toda la población de cada unidad experimental, ya que la cantidad por banco es de 20 lombrices, de modo que al analizar toda la población obtuvimos resultados más exactos en su crecimiento y tasa de reproducción.

Muestras

En el estudio evaluamos un total de 16 unidades experimentales, con una población de 20 lombrices.

Tipo de muestra

El tipo de muestreo que realizamos fue probabilístico, pues la población de lombrices establecidas en cada banco presentó la misma posibilidad de ser seleccionadas para su análisis morfológico.

9.4. Métodos y técnicas

El estudio se realizó de agosto a noviembre del año 2024 en el módulo de lumbricultura del Recinto Universitario Estación Experimental para el estudio del trópico seco El “Limón” perteneciente a la UNAN Managua/ CUR-Estelí.

Se eligió un diseño experimental Cuadrado Latino que constó de cuatro repeticiones y cuatro tratamientos: residuos de comida, compost a base de vena de tabaco, estiércol equino y estiércol bovino. Las variables analizadas fueron: población de lombrices jóvenes (sin clitelo), lombrices adultas (con clitelo) y población total (lombrices jóvenes y adultas), crecimiento y desarrollo de la lombriz, aceptabilidad de la lombriz a cada uno de los sustratos alimenticios.

9.5. Etapas de la investigación

Planificación

Este proceso permitió establecer las metas y objetivos de la investigación El planteamiento de objetivos concretos y específicos, en concordancia y enfocados al problema y a la pregunta de investigación. Durante la planificación se realizó cronogramas de actividades para cada una de las etapas del estudio.

Experimentación

En esta etapa se verificó las hipótesis planteadas a través de la observación y el análisis de datos.

Recolección de datos

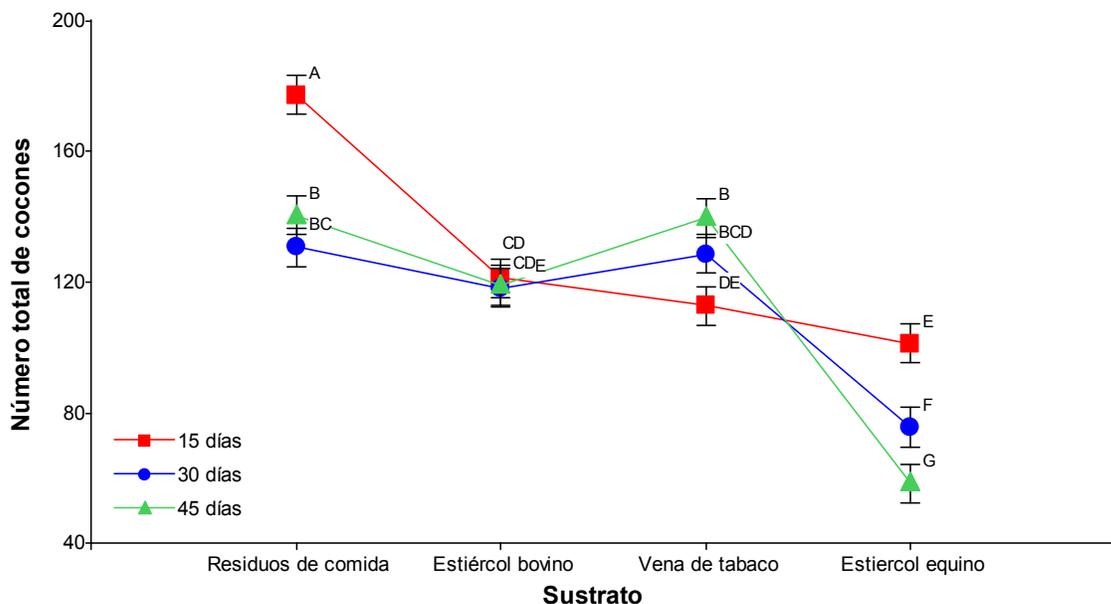
La recolección de datos cuyo objetivo fue obtener información para establecer conclusiones sobre la hipótesis planteada. Las variables se estudiaron y evaluaron mediante una minuciosa medición de cada una de ellas el crecimiento de la población cada 15 días, después de haber obtenido los datos de los bancos se realizó una comparación entre el desarrollo y el crecimiento poblacional para obtener el sustrato que aporta los mejores resultados.

10. Análisis y discusión de resultados

Se realizó un análisis de varianza en el programa infoStat2019, se probaron diferentes estructuras de varianza residual para modelar la falta de homogeneidad de varianza, todos los modelos se seleccionaron basados en los criterios de información de AC y BC las medias ajustadas y errores estándares con un nivel de significancia de $p < 0.05$. con LSD Fisher.

Ilustración 2

Número total de cocones en relación al sustrato



Número total de cocones

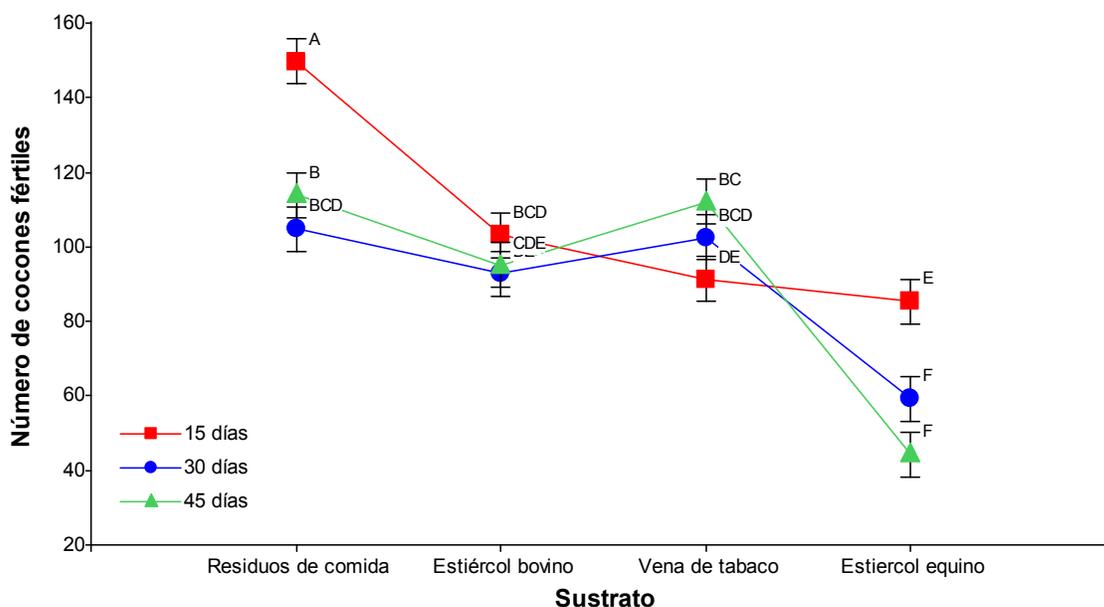
Se encontraron diferencias en el número total de cocones de la lombriz roja californiana por efecto del tratamiento y el tiempo ($F=9.16$; $P<0.0001$; Figura 1). En los primeros 15 días del experimento, el número total de cocones fue significativamente mayor en el tratamiento de residuos de comida (177.5 ± 6.0 cocones) en comparación con los demás tratamientos. En los primeros 15 días, se encontraron 76.25 cocones más en el sustrato de residuos de comida en relación al estiércol equino. Sin embargo, en los siguientes 30 días no hubo diferencias en el número total de cocones entre los sustratos de comida, estiércol bovino y compost de vena de tabaco, pero todos ellos fueron superiores al número total de cocones del sustrato a base de estiércol equino. En general, el número de cocones fue inferior en el estiércol equino en

todos los tiempos evaluados. En la vena de tabaco el número de cocones es ligeramente menor que los residuos de comida y el estiércol bovino (112 ± 6.0 cocones) y disminuye progresivamente a 30 días.

En la investigación de (Maqueira y otros, 2024), el sustrato de mejor comportamiento para el desarrollo fisiológico de la *Eisenia foetida* fue el de restos de cosecha 50% y estiércol vacuno 50%. El crecimiento y reproducción de la lombriz *E. foetida* están directamente relacionados con el tipo de sustrato en el cual vive y se desarrolla, mostrando mejores parámetros reproductivos en de mezclas de restos de cosecha 50% y estiércol vacuno 50%. A comparación del compost de residuos de comida 50% y tierra 50% que se encontraron mayores resultados de reproducción.

Ilustración 3

Numero de cocones fértiles



Número de cocones fértiles

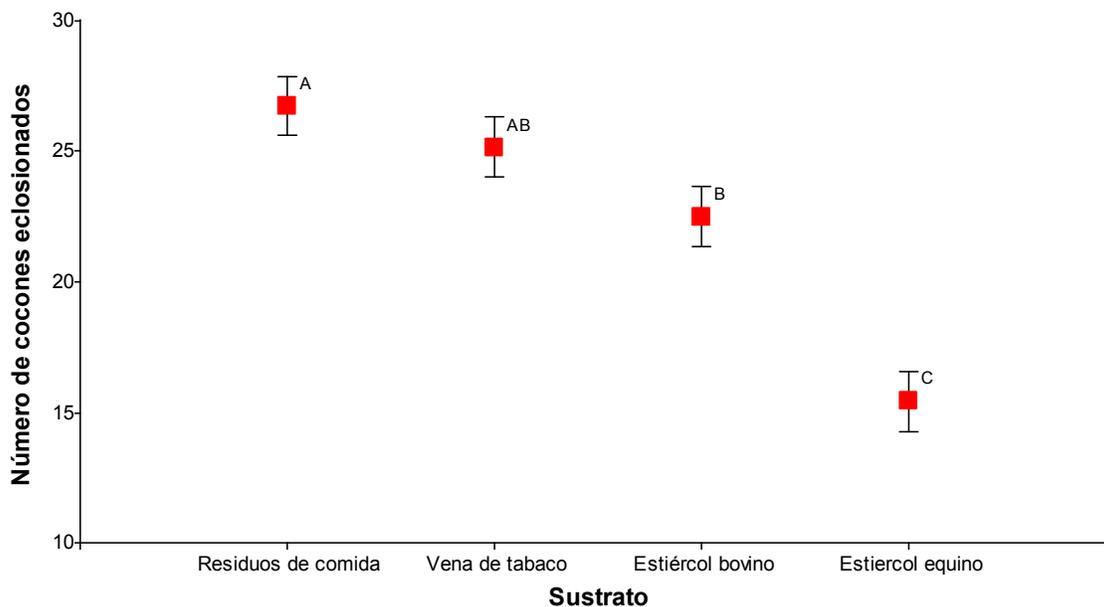
Se encontraron diferencias en el número total de cocones fértiles de la lombriz roja californiana por efecto del tratamiento y el tiempo ($F=9.16$; $P<0.0001$; Figura 2). En los primeros 15 días del experimento, el número total de cocones fue significativamente mayor

en el tratamiento de residuos de comida (149.75 ± 6.0 cocones) en comparación con los demás tratamientos. En los primeros 15 días, se encontraron 64.5 cocones más en el sustrato de residuos de comida en relación al estiércol equino. Sin embargo, en los siguientes 30 días no hubo diferencias en el número total de cocones entre los sustratos de residuos de comida con (114 ± 0.6), estiércol bovino (103.25 ± 6.0) y compost de vena de tabaco (112 ± 6.0), pero todos ellos fueron superiores al número total de cocones del sustrato a base de estiércol equino. En general, el número de cocones fue inferior en el estiércol equino en todos los tiempos evaluados. En la vena de tabaco el número de cocones es ligeramente menor que los residuos de comida. A los 15 días presenta valores medios (BC), y disminuye a 30 días (BCD) y 45 días (DE).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación de (Ortiz y otros, 2008) expresaron que se encontro un mayor numero de cocones en su T5 (estiercol equino 50% y paja 50%) dandole un mayor potencial al estiercol sienso meszclado con paja.

Ilustración 4

Número de cocones eclosionados

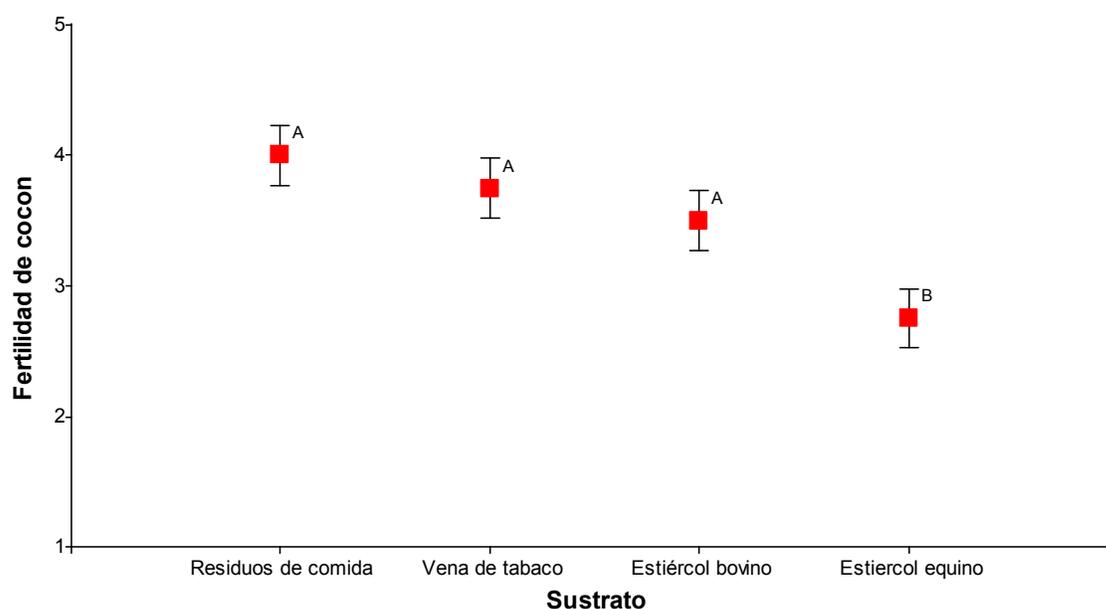


Número de cocones eclosionados

Se encontraron diferencias significativas por efecto del tratamiento y el tiempo en ($F=9.16$; $P<0.0001$; Figura 3). el sustrato residuos de comida con el mayor número promedio de cocones eclosionados (27.75 ± 1.98). La vena de tabaco no es significativamente diferente de los residuos de comida siendo estadísticamente superiores a los sustratos de estiércol bovino y equino.

Ilustración 5

Fertilidad del cocón

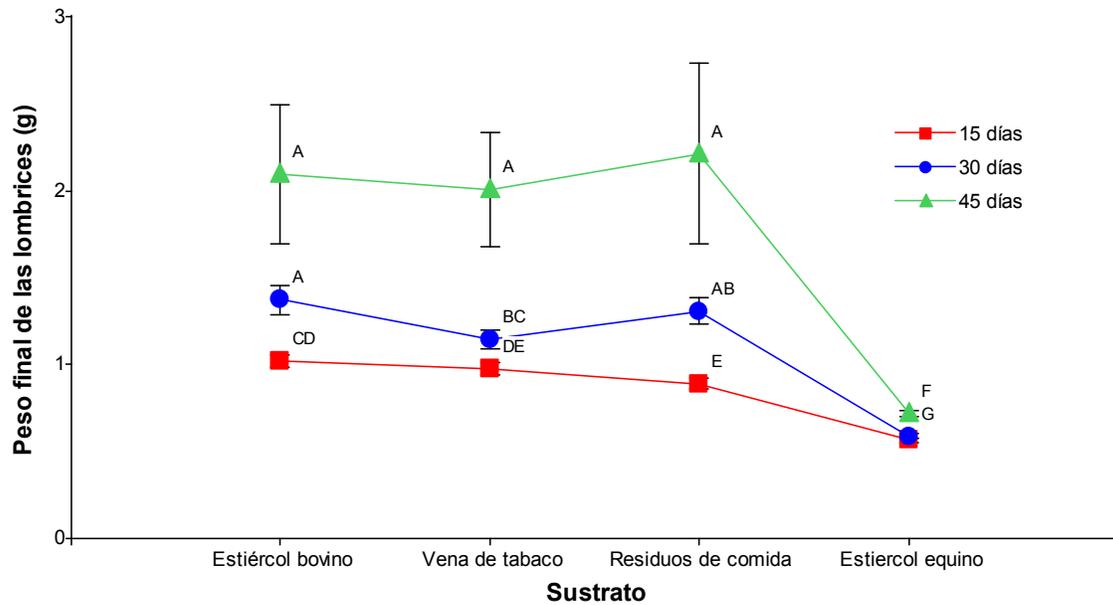


Fertilidad del cocón

Se encontraron diferencias significativas por efecto del tratamiento y el tiempo en ($F=9.16$; $P<0.0001$; Figura 4). el sustrato residuos de comida con el mayor número promedio en la fertilidad del cocón (4.0 ± 0.23). La vena de tabaco y el estiércol bovino no son significativamente diferente de los residuos de comida siendo estadísticamente superiores al sustrato de estiércol equino. Esto quiere decir que los sustratos con mayor población en lombrices son los residuos de comida, vena de tabaco y estiércol bovino

Ilustración 6

Peso final de la lombriz



Ganancia de peso en la lombriz

Se encontraron diferencias en el peso final de la lombriz roja californiana por efecto del tratamiento y el tiempo ($F=9.16$; $P<0.0001$; Figura 5). En los primeros 15 días del experimento, la ganancia de peso no fue significativamente mayor en los tratamientos. En los primeros 15 días, se alcanzó una ganancia de peso de 0.40 g. Sin embargo, en los siguientes 45 días si hubo diferencias en el peso de la lombriz entre los sustratos de residuos de comida, estiércol bovino y compost de vena de tabaco, pero todos ellos fueron superiores al peso del sustrato a base de estiércol equino. En general, el peso de los individuos fue inferior en el estiércol equino en el último tiempo evaluado con un peso de 1.25 g menos que es sustrato de residuos de comida.

11. Conclusiones

El residuo de comida fue el sustrato más efectivo para la reproducción de la lombriz en las etapas iniciales del experimento, mostrando un incremento significativo en comparación con otros tratamientos. Esto sugiere que su contenido nutricional y características fisicoquímicas son ideales para la reproducción de la lombriz roja californiana.

El estiércol equino presentó consistentemente los resultados más bajos en términos de producción de cocones y fertilidad. Esto puede atribuirse a su menor contenido de nitrógeno o características menos favorables, como una relación carbono/nitrógeno elevado o posibles compuestos inhibitorios.

Los sustratos a base de estiércol bovino y compost de vena de tabaco mostraron un rendimiento reproductivo intermedio. Aunque no alcanzaron los niveles del residuo de comida, superaron significativamente al estiércol equino en número total de cocones y fertilidad.

La adecuada humedad, aireación y temperatura del sustrato fueron determinantes clave para maximizar la producción de cocones en todos los tratamientos. Esto resalta la necesidad de manejar cuidadosamente las condiciones ambientales durante el vermicompostaje.

12. Recomendaciones para la producción

- Elegir lombrices adultas con clitelium presente para asegurar la reproducción.
- Garantizar una correcta ventilación y humedad al sustrato que se le brindara de alimento a la lombriz.
- Llevar un buen control en la alimentación de la lombriz.
- Mantener las lombrices en un lugar fresco y con sombra para evitar migraciones.
- Establecer el experimento un lugar seguro para evitar afectaciones por roedores, zompopos, pájaros.
- Contar con un calendario de actividades ya sea para el conteo y pesaje de las lombrices.
- Realizar toma de temperatura tres veces por semana para llevar un mejor control evitando heladas o calor extremo.
- Mantén el sustrato proporcionado con una humedad adecuada, pero evitar empapararlo demasiado.
- Realizar estudios sobre la producción de humus a partir de los sustratos implementados en esta investigación.

13. Bibliografía

- AGRICULTURA GENCAT. (s.f.). https://agricultura.gencat.cat/web/.content/03-agricultura/pae/publicacions-material-referencia/produccions-agricoles/adobat/Compostaje_estiercoles_ENEEK.pdf.
doi:https://agricultura.gencat.cat/web/.content/03-agricultura/pae/publicacions-material-referencia/produccions-agricoles/adobat/Compostaje_estiercoles_ENEEK.pdf
- Agrozapienz. (enero de 2024). Obtenido de <https://agrozapiens.com/lombriz-roja-californiana-todo-lo-que-necesitas-saber/>
- Alcivar, m. f. (21 de septiembre de 2023). *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9143399.pdf>
- Cedeño, K. (julio de 2023). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9155404>
- Cherlinca, V. (Abril de 2024). *EOS DATA ANALITYCS*. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/fertilizantes-organicos/>
- Chicaiza, J. P. (Diciembre de 2007). *Biblioteca digital*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/8b20f22b-9d30-414b-bcf7-3e1536102792/content>
- FAO. (2013). <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/86a00877-877d-4fa7-8608-32071e1464d8/content>.
doi:<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/86a00877-877d-4fa7-8608-32071e1464d8/content>
- K. López Benavides, I. R. (2015). PREFERENCIA DEL GANADO BOVINO POR LOS PRINCIPALES ARBOLES FORRAJEROS DEL TROPICO SECO . *Innovacion sostenible en pastos; hacia una agricultura de respuesta al cambio climatico* , 399-401.
- Lombritec. (2 de Agosto de 2021). *Lombritec*. Obtenido de <https://lombritec.com/cultivo-ecologico-lombricultura-vermicompostaje/>
- Maqueira, D., Perez, D., Revelo, K., & Martines, M. (7 de mayo de 2024). *ecovida vol14*. Obtenido de <file:///C:/Users/17864/Downloads/document.pdf>
- Maqueira, M. d. (Marzo de 2022). *Ecovida*. Obtenido de <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/262/html>
- Mira. (17 de Noviembre de 2020). Obtenido de <https://www.elgencurioso.com/diccionario/sustrato/>
- Ortiz, m., Lopez, J. A., & Mendez, J. (2008). *Revista Chapingo*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4555/455545066003.pdf>

- Portillo. (mayo de 2024). *Renobables verdes*. Obtenido de <https://www.renovablesverdes.com/que-es-el-humus/>
- Rincones, P., Zapata, J., Figueroa, O., & Parra, I. (Abril de 2023). *La serena* . Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642023000200011
- Rivas, R. (Abril de 2020). *Agrotendencia* . Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/lombricultura-lumbricultura-cria-de-lombrices-y-produccion-de-humus/>
- Romero, O., Ocampo, J., & Sandoval, I. E. (Octubre de 2018). *Centro Agrícola*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000400068
- Somarriba, G. (enero de 2004). Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/775/1/tnf04s693.pdf>
- Tinoco, D. (Abril de 2024). *U. Autónoma de Chota*. Obtenido de http://www.repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/540/Tinoco_Acu%20c3%b1a_%20PDF.pdf?sequence=2&isAllowed=y

14. Anexos

Ilustración 7

Área de experimento



Ilustración 8

Distribución de los bloques



Ilustración 9

Lombriz Roja Californiana



Ilustración 10

Cocones de lombriz roja californiana



Ilustración 11

Lombriz roja californiana en apareamiento





¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



