



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

**“Implementación de lombricario para evaluación de lechos en el crecimiento de
Eisenia foetida”.**

AUTOR: Romero Sandoval Anderson Jair

TUTOR: Ing. Ricardo Paúl González Dávila, M.C

El Carmen, enero del 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT- 04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Romero Sandoval Anderson Jair**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025(2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Implementación de lombricario para evaluación de lechos en el crecimiento de *Eisenia foetida*”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 23 de enero de 2026.

Lo certifico,


 Ing. Ricardo Paul González Dávila, M.C
Docente Tutor
 Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria



Uleam
Extensión El Carmen

DECLARACIÓN DE AUTORIA

La responsabilidad de este proyecto de Titulación: **"Implementación de lombricario para la evaluación de lechos en el crecimiento de *Eisenia foetida*"** corresponde exclusivamente a **Anderson Jair Romero Sandoval** con C.I 1315794477 y los derechos patrimoniales del mismo a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

El Carmen – Manabí

Autor

Anderson Jair Romero Sandoval
C.I 1315794477

Uleam



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE

MANABÍ EXTENSIÓN EL CARMEN

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado **"Implementación de lombricario para la evaluación de lechos el el crecimiento de *Eisenia foetida*"**, cuyo autor es **Anderson Jair Romero Sandoval** de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria y como Tutor de Trabajo de Titulación el Ing. Ricardo Paúl González Dávila, M.C.

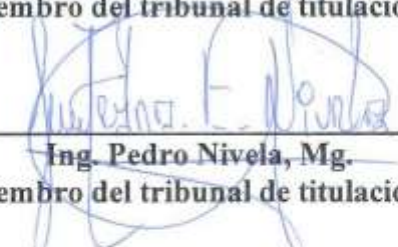
El Carmen, febrero de 2026



Ing. Elizabeth Tacuri Troya
Presidente del tribunal de titulación



Ing. Nexar Cobeña Loo, Mg.
Miembro del tribunal de titulación



Ing. Pedro Nivelá, Mg.
Miembro del tribunal de titulación



Uleam

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la fortaleza, salud y perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida académica. A mi madre, Verónica Sandoval, por su amor incondicional, sacrificio constante y palabras de aliento que me impulsaron a no rendirme en los momentos difíciles. A mi padre, Caril Romero, por su ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y apoyo permanente durante todo mi proceso formativo. A mis abuelos, Luís Sandoval y Enma Villavicencio, por su cariño, consejos y motivación, que han sido pilares fundamentales en mi crecimiento personal y profesional. De manera especial, agradezco a la señora Daniela Aveiga, por su apoyo, confianza y colaboración desinteresada, que contribuyeron significativamente al desarrollo de este trabajo de investigación. A todos ellos, mi gratitud eterna por creer en mí y acompañarme en este logro académico.

Anderson Jair Romero Sandoval

AGRADECIMIENTO

Expreso también mi sincero agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, y a sus docentes de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, por la formación académica brindada, el apoyo institucional y los conocimientos impartidos que contribuyeron de manera significativa a mi desarrollo profesional.

De manera especial, agradezco al Ing. Paúl González, Magíster, tutor de esta investigación, por su guía académica, conocimientos científicos y acompañamiento constante durante el desarrollo del presente trabajo.

Anderson Jair Romero Sandoval

Índice

CERTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
INDICE DE ANEXOS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	1
CAPITULO I.....	2
1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.1 OBJETIVOS	3
1.4 HIPÓTESIS	3
CAPÍTULO II	4
2 METODOLOGÍA	4
2.1 Localización geográfica del área de estudio	4
2.2 Caracterización agroecológica de la zona.....	4

2.3	Materiales.....	5
2.4	Equipos	5
2.5	Variables	5
2.5.1	Variable independiente	5
2.5.2	Variables dependientes	5
2.6	Métodos	6
2.6.1	Método analítico	6
2.6.2	Enfoque de la investigación.....	6
2.6.3	Tipo y diseño de investigación	6
2.7	Análisis estadístico	8
2.8	Tratamientos	8
2.9	Manejo del ensayo	8
CAPÍTULO III.....		9
3	MARCO TEÓRICO.....	9
3.1	Lombricultura y sostenibilidad ambiental	9
3.2	Importancia de <i>Eisenia foetida</i> en el vermicompostaje	9
3.3	Lechos y sustratos en sistemas de lombricultura	9
3.4	Condiciones ambientales para el desarrollo de <i>Eisenia foetida</i>	10
3.5	Humus de lombriz y fertilidad del suelo.....	10
3.6	Lombricario	10

3.7	Trabajos relacionados a la investigación	11
3.7.1	Estudios sobre el efecto del tipo de lecho en la lombricultura	11
3.7.2	Influencia del sustrato en la biomasa y densidad poblacional	11
3.7.3	Condiciones ambientales y eficiencia del vermicompostaje	12
4	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	13
4.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DOCUMENTACIÓN.....	13
4.2	RESULTADOS	13
4.2.1	Número de lombrices por Kg.	13
4.2.2	Longitud de lombrices (mm)	14
4.2.3	Diámetro de lombrices (mm).....	16
	CAPÍTULO V.....	17
5	CONCLUSIONES	17
6	RECOMENDACIONES	XXXV
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XXXVI
	ANEXOS	XXXVIII
	Anexo 1. Análisis de varianza del número de lombrices por tratamiento	XXXVIII
	Anexo 2. Análisis de varianza de la longitud de lombrices por tratamiento	XXXVIII
	Anexo 3. Análisis de varianza del diámetro de lombrices por tratamiento	XXXIX
	Anexo 4. Actividades realizadas en el proyecto de tesis	XXXIX

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad	4
Tabla 2. Descripción de variables	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Tabla de materiales	7
Tabla 4. Tratamientos experimentales y condiciones de suministro	8
Tabla 5. Costos del proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio	4
Figura 2. Número de lombrices en diferentes lechos de camas de <i>Eisenia foetida</i>	14
Figura 3. Longitud lo lombrices en diferentes lechos de camas de <i>Eisenia foetida</i> ...	15
Figura 4. Diámetro de lombrices en diferentes lechos de camas de <i>Eisenia foetida</i> ...	16

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del número de lombrices por tratamiento	XII
Anexo 2. Análisis de varianza de la longitud de lombrices por tratamiento	XII
Anexo 3. Análisis de varianza del diámetro de lombrices por tratamiento	XII
Anexo 4. Actividades realizadas en el proyecto de tesis	XII

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo implementar un lombricario experimental para evaluar el efecto de diferentes tipos de lechos en el crecimiento, desarrollo de la lombriz *Eisenia foetida*. El estudio se realizó en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Extensión El Carmen, bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T1, cama de cemento; T2, cama de suelo natural (tierra pura); T3, cama de arena lavada de río; y T4, cama de plástico. Las variables evaluadas fueron número de lombrices, longitud, diámetro. Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey al cinco por ciento de significancia, utilizando el software INFOSTAT. Los resultados evidenciaron diferencias no significativas entre los tratamientos. En cuanto al número de lombrices, el tratamiento T1 presentó el mayor promedio, debido a la mayor estabilidad del lecho y al adecuado control de la humedad, lo que favoreció la reproducción. Por otra parte, los mayores valores de longitud y diámetro se registraron en el tratamiento T2, atribuibles a las condiciones naturales del suelo que permitieron un desarrollo corporal más eficiente. Los tratamientos T3 y T4 mostraron resultados intermedios.

Se concluye que la lombricultura, bajo condiciones controladas y con lechos adecuados, constituye una alternativa viable y sostenible para el aprovechamiento de residuos orgánicos y la producción de abonos naturales en la provincia de Manabí y zonas rurales similares del país.

Palabras clave: Lombricultura, *Eisenia foetida*, lechos, crecimiento, sostenibilidad.

ABSTRACT

The objective of this research was to implement an experimental vermiculture system to evaluate the effect of different types of bedding on the growth, development, and humus production of the earthworm *Eisenia foetida*. The study was conducted at the Río Suma Experimental Farm of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), El Carmen Extension, under a completely randomized design with four treatments and three replications. The evaluated treatments were: **T1, concrete bed; T2, natural soil bed (pure soil); T3, washed river sand bed; and T4, plastic bed.**

The evaluated variables were number of earthworms, length, diameter, and humus production. The obtained data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at a five percent significance level, using INFOSTAT software. The results showed significant differences among treatments. Regarding the number of earthworms, **T1 presented the highest mean**, due to greater bed stability and adequate moisture control, which favored reproduction. On the other hand, the highest values of **length and diameter** were recorded in **T2**, attributable to the natural soil conditions that allowed more efficient body development. Treatments **T3 and T4** showed intermediate results.

It is concluded that vermiculture, under controlled conditions and with appropriate bedding, constitutes a viable and sustainable alternative for the utilization of organic waste and the production of natural fertilizers in the province of Manabí and similar rural areas of the country.

Keywords: vermiculture, *Eisenia foetida*, bedding, growth, sustainability.

CAPITULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La creciente preocupación por la sostenibilidad ambiental y el manejo eficiente de residuos orgánicos ha impulsado la búsqueda de alternativas productivas que integren procesos ecológicos y beneficios económicos. En este contexto, la lombricultura se presenta como una práctica agroecológica con alto potencial para transformar desechos orgánicos en abonos naturales de excelente calidad, favoreciendo la regeneración del suelo y la productividad agrícola(INEC,2022).

La especie *Eisenia foetida*, comúnmente conocida como lombriz roja californiana, se ha consolidado como la más utilizada en los sistemas de vermicompostaje debido a su elevada capacidad de digestión, rápida reproducción y adaptabilidad a diversas condiciones ambientales (Cedeño et al., 2023).

No obstante, uno de los factores críticos en este proceso es el tipo de lecho o sustrato utilizado, el cual influye directamente en el crecimiento, biomasa y tasa de reproducción de las lombrices (Hernández,2022).

El presente trabajo de investigación tiene como propósito implementar un lombricario experimental que permita evaluar distintos tipos de lechos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de *Eisenia foetida*, con el fin de identificar las condiciones más favorables para la producción eficiente de humus y el fortalecimiento de la agricultura sostenible en la región de Manabí.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La implementación de un lombricario experimental para evaluar diferentes tipos de lechos orgánicos en el crecimiento de *Eisenia foetida* es fundamental para optimizar el aprovechamiento de residuos agrícolas y pecuarios. En Ecuador, más del 65 % de los productores agropecuarios son pequeños agricultores que, en su mayoría, no disponen de tecnologías adecuadas para el manejo de desechos orgánicos (INEC, 2020).

El humus de lombriz representa una alternativa sostenible frente a los fertilizantes sintéticos, incrementando la productividad de cultivos como maíz, banano y café hasta en un 25 % (MAGAP, 2020). Además, el uso de esta tecnología contribuye a la reducción de residuos, la regeneración de suelos degradados y la mitigación del cambio climático, promoviendo la economía circular rural y la soberanía alimentaria (Álvarez, 2023).

1.1 OBJETIVOS

i) Objetivo general

Implementar un lombricario para evaluación de lechos de crecimiento de *Esenia Foetida*

ii) Objetivos específicos

- Construir un lombricario en la Granja Experimental Río Suma
- Establecer el lecho adecuado para el desarrollo de la lombriz *Eisenia foetida*

1.4 HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H0): Los tipos de lechos orgánicos no influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo de *Eisenia foetida*.

Hipótesis alternativa (H1): Los tipos de lechos orgánicos influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo de *Eisenia foetida*.

CAPÍTULO II

2 METODOLOGÍA

2.1 Localización geográfica del área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Granja Experimental Río Suma perteneciente a la ULEAM, Extensión El Carmen, ubicada en el km 36 de la vía Santo Domingo – Chone, cantón El Carmen, provincia de Manabí, Ecuador. Las coordenadas geográficas del sitio fueron 0°15'46.1" S; 79°25'41.6" W.

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio



Fuente: Google Maps, (2025)

2.2 Caracterización agroecológica de la zona

En la siguiente tabla se describe la caracterización agroecológica de la zona del Cantón el Carmen, Manabí.

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2.659
Altitud (msnm)	249

Fuente: Adaptado del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022).

2.3 Materiales

- Plástico
- Grava y arena.
- Sustrato orgánico (estiércol seco + residuos + fibras vegetales)
- Lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*).

2.4 Equipos

- Bomba de agua.
- Balanza digital.
- Termómetro de suelo y humedad.
- Software INFOSTAT versión 2020.
- Otras herramientas: palas, picos, carretillas, recipientes

2.5 Variables

2.5.1 Variable independiente

La variable independiente corresponde al tipo de lecho o fondo de cama utilizado en el lombricario, ya que esta condición se manipula experimentalmente para observar su efecto sobre el crecimiento de *Eisenia foetida*.

2.5.2 Variables dependientes

Las variables dependientes son aquellas que se midieron para evaluar el efecto de los distintos tipos de lechos sobre el desarrollo de las lombrices.

Tabla 2. Descripción de variables

Variable dependiente	Descripción / Unidad de medida
Crecimiento (biomasa) kg ⁻¹	Peso total de las lombrices por unidad experimental (g)
Número de individuos kg ⁻¹	Conteo total de lombrices vivas al final del ensayo (individuos)
Longitud y diámetro promedio de lombrices	Medición de la longitud y el diámetro promedio de las lombrices por repetición

2.6 Métodos

2.6.1 Método analítico

Se aplicó el método analítico para descomponer los resultados del crecimiento y desarrollo de *Eisenia foetida* en cada uno de los lechos establecidos. Este método permitió identificar las diferencias entre los tratamientos, analizar el comportamiento biológico de las lombrices y evaluar la influencia de los distintos materiales de fondo sobre la producción de humus.

2.6.2 Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación fue cuantitativo – experimental, ya que se midieron de forma objetiva las variables relacionadas con longitud y diámetro. Se establecieron tratamientos controlados y se obtuvieron datos numéricos que fueron procesados mediante herramientas estadísticas para validar la hipótesis planteada.

2.6.3 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación fue experimental, de carácter aplicado, debido a que se manipularon condiciones específicas de los lechos con el fin de observar su efecto sobre la

especie *Eisenia foetida*. El diseño experimental fue completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones, evaluando el comportamiento de las lombrices bajo las mismas condiciones ambientales, pero con diferentes fondos de cama.

Tabla 2. Tabla de materiales

Material / Equipo	Cantidad	Descripción / Uso
Plástico negro	4 m ²	Impermeabilización de las camas experimentales
Arena y grava	0,5 m ³	Base drenante del sistema
Estiércol seco bovino	60 kg	Fuente principal de alimento orgánico
Residuos vegetales picados	20 kg	Mezcla con el estiércol para el sustrato
Lombrices <i>Eisenia foetida</i>	4 kg	Organismo experimental
Balanza digital	1 unidad	Pesaje de biomasa y humus
Termómetro y medidor de humedad	1 unidad	Control de temperatura y humedad
Recipientes plásticos	4 unidades	Recolección de muestras
Palas y carretillas	—	Manipulación del sustrato
Bomba de agua	1 unidad	Riego controlado
Software INFOSTAT (v.2020)	—	Análisis estadístico de datos

El diseño del estudio permitió describir las condiciones reales del sistema, detectar limitaciones en el proceso y registrar los ajustes operativos necesarios para una futura adopción tecnológica, sin realizar intervenciones experimentales directas ni modificar las variables más allá de las prácticas habituales de manejo.

2.7 Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables dependientes: Numero de lombrices, longitud de lombrices y diámetro de lombrices, fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas entre tratamientos. En los casos en que existieron diferencias, se aplicó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para establecer comparaciones múltiples. El procesamiento estadístico se realizó con el software INFOSTAT versión 2020.

2.8 Tratamientos

Tabla 3. Tratamientos experimentales y condiciones de suministro

Tratamiento	Descripción
T1	Cama de hormigón (testigo)
T2	Cama de suelo natural (tierra pura)
T3	Cama de arena lavada de río
T4	Cama de plástico

2.9 Manejo del ensayo

El experimento se realizó en un área cubierta, protegida de la radiación solar directa y la lluvia. Las camas se construyeron con dimensiones uniformes (1,20 m de largo $\times$ 0,80 m de ancho $\times$ 0,30 m de alto). Se aplicó el mismo tipo de alimento orgánico compuesto por estiércol seco y residuos vegetales picados. La humedad del sustrato se mantuvo entre el 70 y 80 %, con riegos periódicos cada tres días. La temperatura ambiental promedio fue de 24 °C. Se realizaron registros quincenal de el número de individuos, medición de longitud y diámetro. Al finalizar el ciclo (60 días), se procedió a la recolección y análisis de los datos obtenidos

CAPÍTULO III

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Lombricultura y sostenibilidad ambiental

La lombricultura es una biotecnología agroecológica que permite el aprovechamiento de residuos orgánicos mediante la acción de lombrices, transformándolos en humus de alta calidad. Este proceso contribuye a la reducción de desechos, mejora la fertilidad del suelo y promueve sistemas productivos sostenibles, alineados con los principios de la economía circular y la agricultura ecológica (Álvarez, 2023; INEC, 2022).

3.2 Importancia de *Eisenia foetida* en el vermicompostaje

La especie *Eisenia foetida*, conocida como lombriz roja californiana, es ampliamente utilizada en sistemas de vermicompostaje debido a su elevada tasa de reproducción, rápida adaptación a diferentes sustratos y alta eficiencia en la degradación de materia orgánica. Estas características la convierten en una especie clave para la producción de humus en contextos agrícolas y rurales (Cedeño et al., 2023; Gómez, 2019).

3.3 Lechos y sustratos en sistemas de lombricultura

El tipo de lecho o sustrato empleado en un lombricario influye directamente en el crecimiento, supervivencia y producción de biomasa de *Eisenia foetida*. Factores como la aireación, drenaje, retención de humedad y composición orgánica determinan la eficiencia del sistema, siendo necesario evaluar distintos materiales para optimizar la producción de humus (Sánchez-Hernández et al., 2022).

3.4 Condiciones ambientales para el desarrollo de *Eisenia foetida*

Las lombrices requieren condiciones ambientales específicas para su óptimo desarrollo, destacándose temperaturas entre 18 y 28 °C y niveles de humedad del sustrato entre 70 y 80 %. El control de estos factores garantiza una mayor tasa de reproducción y estabilidad del sistema de lombricultura (Dohaish, 2020).

3.5 Humus de lombriz y fertilidad del suelo

El humus de lombriz es un abono orgánico rico en nutrientes disponibles, microorganismos benéficos y sustancias húmicas que mejoran la estructura del suelo, incrementan la retención de agua y favorecen el crecimiento vegetal. Su aplicación reduce la dependencia de fertilizantes químicos y contribuye a la sostenibilidad agrícola (MAGAP, 2020).

3.6 Lombricario

El **lombricario** es una estructura o sistema diseñado para la cría controlada de lombrices, especialmente de la especie *Eisenia foetida*, con el propósito de transformar residuos orgánicos en humus de lombriz mediante el proceso de vermicompostaje. Este sistema permite crear condiciones óptimas de humedad, temperatura, aireación y alimentación, favoreciendo el crecimiento, reproducción y actividad biológica de las lombrices.

Desde el punto de vista agroecológico, el lombricario constituye una herramienta fundamental para el manejo sostenible de desechos orgánicos, ya que reduce el impacto ambiental, mejora la fertilidad del suelo y promueve la economía circular en los sistemas productivos. Además, su implementación facilita el control técnico del proceso, permitiendo

evaluar variables como biomasa, densidad poblacional y producción de humus de manera más precisa que en sistemas no controlados (MAGAP, 2020; Álvarez, 2023).

En investigaciones experimentales, el uso de lombricarios resulta esencial para analizar el efecto de diferentes tipos de lechos y sustratos sobre el desarrollo de *Eisenia foetida*, ya que limita la fuga de individuos y optimiza la eficiencia del proceso de vermicompostaje.

3.7 Trabajos relacionados a la investigación

3.7.1 Estudios sobre el efecto del tipo de lecho en la lombricultura

Diversos estudios han demostrado que el tipo de lecho utilizado en los sistemas de lombricultura influye de manera directa en el crecimiento y reproducción de *Eisenia foetida*. Gómez (2019) evaluó diferentes sustratos orgánicos y concluyó que los lechos con superficies estables y buen control de humedad favorecen el desarrollo morfológico de las lombrices, incrementando la biomasa y la producción de humus. Estos resultados resaltan la importancia de seleccionar materiales adecuados para optimizar la eficiencia del vermicompostaje.

3.7.2 Influencia del sustrato en la biomasa y densidad poblacional

Sánchez-Hernández et al. (2022), reportaron que los materiales empleados como lecho influyen significativamente en la densidad poblacional y supervivencia de *Eisenia foetida*. Los sistemas con bases impermeables permitieron un mejor control ambiental y redujeron la pérdida de individuos, mientras que los lechos de suelo natural facilitaron el desplazamiento de las lombrices hacia capas profundas, dificultando su conteo y evaluación.

3.7.3 Condiciones ambientales y eficiencia del vermicompostaje

Dohaish (2020), señaló que los lechos con adecuada aireación y drenaje favorecen la actividad biológica de las lombrices, mejorando la eficiencia del proceso de vermicompostaje. En contraste, los sustratos con poca estabilidad estructural generan estrés ambiental, afectando el crecimiento y reproducción de *Eisenia foetida*. Estos antecedentes coinciden con los resultados de la presente investigación, donde el lecho de cemento presentó mejores condiciones para el desarrollo de las lombrices en comparación con el lecho de tierra pura.

CAPÍTULO IV

4 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DOCUMENTACIÓN

Incluimos las facturas respecto a los costos de construcción de la cámara térmica tipo invernadero.

Tabla 5. Costos del proyecto

Mano de obra de construcción y soldado de techo del lombricario	USD \$300.00
Compra de spray, disco y auto perforante	USD \$24.57
Materiales de construcción como arena, ripio y cemento	USD \$51.43
Compra de materiales de construcción como tubo cuadrado galvanizado 075x2.00, correa galvanizada 080x2.00 - 060x2.00, electrodos y varilla	USD \$1.039.91
Cubierta (techo novacero)	USD \$759.13
Total invertido	USD \$2175.04

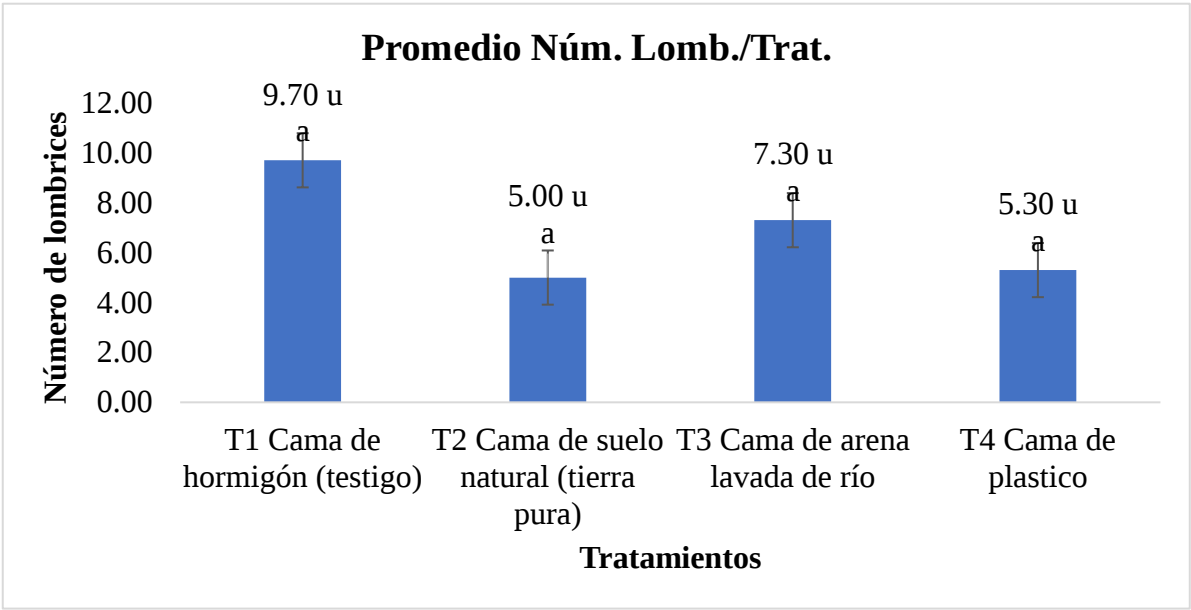
4.2 RESULTADOS

4.2.1 Número de lombrices por Kg.

Los resultados obtenidos en el número de lombrices (Figura 1) evidenciaron diferencias entre los tratamientos evaluados, observándose una mayor población en aquellos lechos que presentaron mejores condiciones de drenaje y estabilidad del sustrato (T1 y T3). Estos resultados indican que el tipo de lecho influye directamente en la supervivencia y capacidad reproductiva de *Eisenia foetida*, ya que un ambiente adecuado favorece la aireación y la

disponibilidad de alimento orgánico. Estudios similares señalan que los lechos bien estructurados incrementan significativamente la densidad poblacional de lombrices en sistemas de vermicompostaje (Sánchez, 2022).

Figura 2. Número de lombrices en diferentes lechos de camas de *Eisenia foetida*



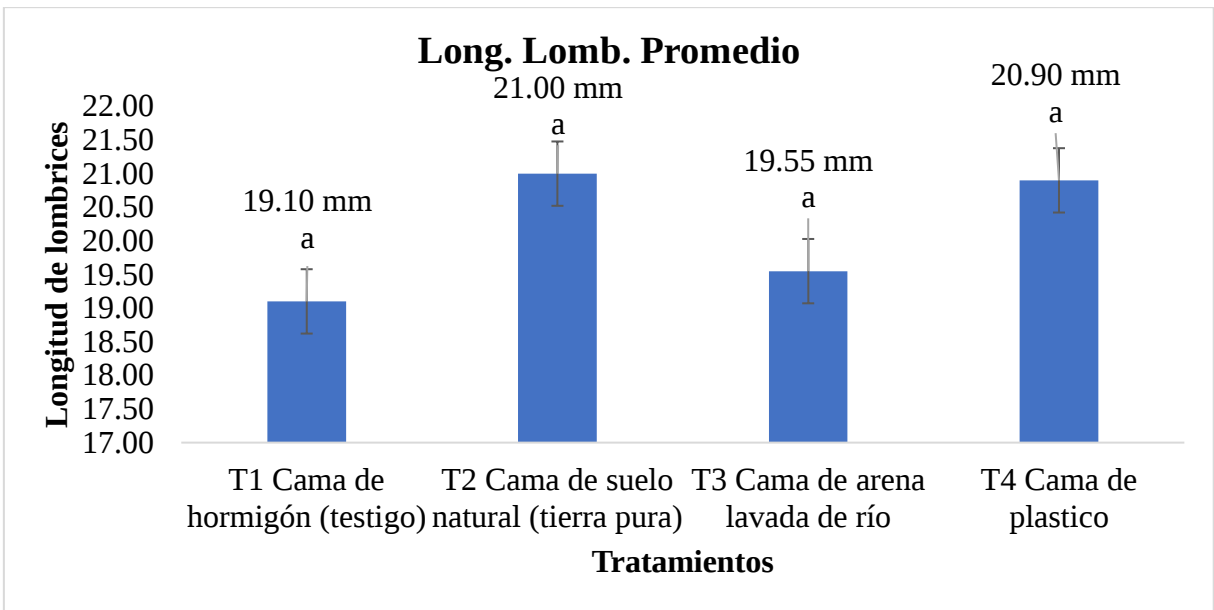
4.2.2 Longitud de lombrices (mm)

En relación con la longitud de las lombrices, se observaron variaciones entre los tratamientos, siendo mayores en los T2 y T4, ya que mantuvieron condiciones óptimas de humedad y temperatura. Este comportamiento refleja un desarrollo fisiológico más favorable, asociado a una mejor asimilación de nutrientes y menor estrés ambiental. (Gómez, 2019).

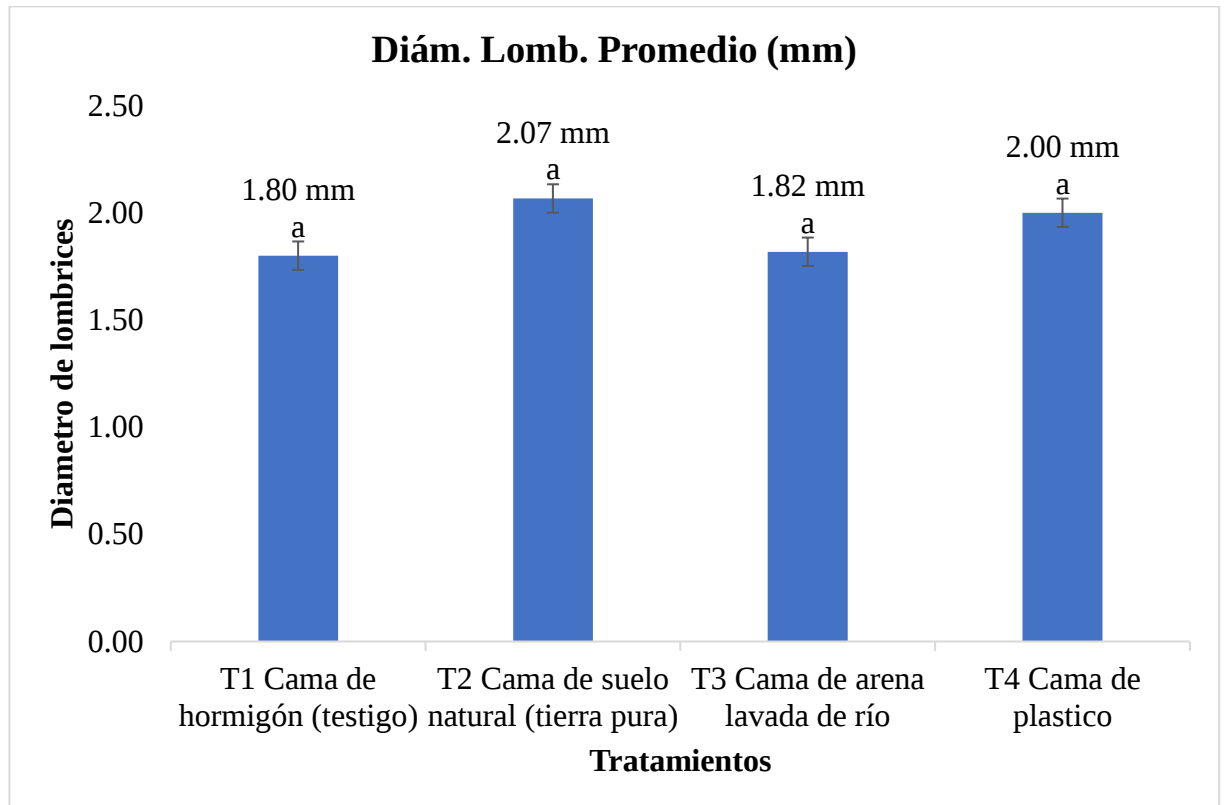
Los resultados del estudio indican que el lecho de cemento fue el más favorable para el desarrollo de *Eisenia foetida*, ya que permitió mantener una humedad y aireación más constantes, lo que favoreció el crecimiento y reproducción de las lombrices. En contraste, el

lecho de tierra pura presentó los valores más bajos, debido a que las lombrices tendieron a desplazarse hacia zonas más profundas buscando condiciones más estables de humedad y temperatura, lo que dificultó su permanencia y evaluación en la superficie. Este comportamiento es consistente con lo reportado en estudios donde se observa que las características del material del lecho influyen de manera significativa en el crecimiento y parámetros biológicos de las lombrices, siendo uno de los factores determinantes en la eficiencia del vermicompostaje (Getinet, 2021).

Figura 3. Longitud en diferentes lechos de camas de *Eisenia foetida*



4.2.3 Diámetro de lombrices (mm)



El diámetro de las lombrices presentó diferencias notables entre los tratamientos T2 y T4, registrándose mayores valores en los lechos que proporcionaron mayor estabilidad física y contenido orgánico adecuado. Un mayor diámetro está asociado a una mejor condición nutricional y mayor capacidad productiva, lo que favorece la eficiencia del proceso de vermicompostaje. Estos resultados coinciden con lo reportado en la literatura, donde se indica que el tipo de lecho influye significativamente en la biomasa y calidad biológica de *Eisenia foetida* (MAGAP, 2020).

Figura 4. Diámetro de lombrices en diferentes lechos de camas de *Eisenia foetida*

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES

La construcción del lombricario en la Granja Experimental Río Suma fue exitosa, ya que permitió implementar y evaluar distintos tipos de lechos bajo condiciones controladas. La infraestructura diseñada facilitó el manejo adecuado del sustrato, el control de humedad y temperatura, así como el monitoreo del crecimiento y reproducción de la lombriz *Eisenia foetida*, garantizando la obtención de resultados confiables y comparables entre tratamientos.

El estudio permitió determinar que el tipo de lecho influye de manera directa en el desarrollo, crecimiento y reproducción de *Eisenia foetida*. Los resultados evidenciaron que tanto la cama de cemento como la cama de suelo natural ofrecen condiciones favorables para la lombricultura, destacándose cada una por beneficios específicos, mientras que las camas de arena lavada y plástico constituyen alternativas viables, aunque con limitaciones productivas.

(T1) Cama de cemento: Favoreció principalmente la reproducción de *Eisenia foetida*, al registrar el mayor número de lombrices, debido a su estabilidad estructural y adecuado control de la humedad.

(T2) Cama de suelo natural: Promovió el mayor crecimiento individual de las lombrices, reflejado en una mayor longitud y diámetro, gracias a sus condiciones físicas y biológicas favorables.

(T3) Cama de arena lavada de río: Presentó un desempeño intermedio, con buena aireación y drenaje, aunque su baja retención de nutrientes limitó el desarrollo de las lombrices.

(T4) Cama de plástico: Es una alternativa viable, pero su limitada regulación de humedad y temperatura redujo el rendimiento productivo de *Eisenia foetida*.

6 RECOMENDACIONES

Implementar lombricarios utilizando lechos que garanticen un adecuado drenaje y retención de humedad.

Capacitar a productores agropecuarios sobre el manejo técnico de la lombricultura.

Realizar estudios complementarios con diferentes tipos de sustratos orgánicos para optimizar la producción de humus.

Promover el uso del humus de lombriz como alternativa a los fertilizantes químicos en sistemas agrícolas sostenibles.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, L. (2023). Evaluación del compostaje con residuos agrícolas en sistemas de producción sostenible. *Revista Agroecológica Andina*, 18(2), 45–57.
- Cedeño Saltos, K., Barrera Álvarez, A., Torres Navarrete, E., & Jácome López, G. (2023). Características físicas y transformación productiva y reproductiva de la *Eisenia foetida* en compostaje con residuos orgánicos. *Revista De Investigación Talentos*, 10(2), 1-15. <https://doi.org/10.33789/talentos.10.2.186>
- Dohaish, E. J. a. B. (2020). Vermicomposting of Organic Waste with *Eisenia fetida* Increases the Content of Exchangeable Nutrients in Soil. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 23(4), 501–509.
- Gómez, J. (2019). Efecto del tipo de sustrato en la reproducción de *Eisenia foetida*. Universidad Nacional de Colombia.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022). Gestión de residuos sólidos Municipales 2022. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAGAP). (2020). Manual de Lombricultura para pequeños y medianos productores. Quito, Ecuador.
- Sánchez-Hernández, F., Torres, E., & Rivas, M. (2022). Efecto de los sustratos sobre la biomasa y reproducción de *Eisenia foetida*. *Revista de Suelos y Fertilidad*, 39(1), 33–42.
- Álvarez, L. (2023). Evaluación del compostaje con residuos agrícolas en sistemas de producción sostenible. *Revista Agroecológica Andina*. <https://revistas.agroecologia.org>

- Cedeño Saltos, K., et al. (2023). Características físicas y transformación productiva y reproductiva de *Eisenia foetida*. Revista Talentos. <https://doi.org/10.33789/talentos.10.2.186>
- Gómez, J. (2019). Efecto del tipo de sustrato en la reproducción de *Eisenia foetida*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co>
- INEC. (2022). Gestión de residuos sólidos municipales. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Getinet, H., Hailu, G., & Birhanu, H. (2021). Evaluation of earthworm multiplication bedding materials for effective vermicompost production at Jimma, southwestern Ethiopia. Science Publishing Group. <https://doi.org/10.11648/j.scidev.20210203.15>
- Edwards, C. A., & Arancon, N. Q. (2020). *The science of vermiculture: The use of earthworms in organic waste management*. CRC Press.
- Domínguez, J., & Gómez-Brandón, M. (2019). Vermicomposting: Composting with earthworms to recycle organic wastes. *Waste Management & Research*, 37(4), 325–338.
- Lazcano, C., & Domínguez, J. (2018). The use of vermicompost in sustainable agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(3), 1–23.
- Singh, J., Kaur, A., & Vig, A. P. (2020). Role of *Eisenia foetida* in organic waste recycling. *Bioresource Technology*, 302, 122816.
- Pathma, J., & Sakthivel, N. (2019). Microbial diversity of vermicompost and its role in soil health. *Applied Soil Ecology*, 135, 68–76.
- Hernández, A., López, J., & Pérez, R. (2021). Evaluación de diferentes sustratos en la producción de humus de lombriz. *Revista Colombiana de Ciencias Agrícolas*, 15(2), 55–64.
- FAO. (2021). *Organic waste recycling and sustainable soil management*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del número de lombrices por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de lombrices	12	0,29	0,03	51,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41,67	3	13,89	1,11	0,3999
Tratamientos	41,67	3	13,89	1,11	0,3999
Error	100,00	8	12,50		
Total	141,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,24439

Error: 12,5000 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	9,67	3	2,04 a
3	7,33	3	2,04 a
4	5,33	3	2,04 a
2	5,00	3	2,04 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 2. Análisis de varianza de la longitud de lombrices por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Long. Lombrices (mm)	82	0,01	0,00	34,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54,85	3	18,28	0,38	0,7652
Tratamientos	54,85	3	18,28	0,38	0,7652
Error	3719,84	78	47,69		
Total	3774,70	81			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,86217

Error: 47,6903 gl: 78

Tratamientos	Medias	n	E.E.
2	21,00	15	1,78 a
4	20,94	16	1,73 a
3	19,55	22	1,47 a
1	19,14	29	1,28 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 3. Análisis de varianza del diámetro de lombrices por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diám. Lombrices (mm)	82	0,02	0,00	34,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,81	3	0,27	0,61	0,6093
Tratamientos	0,81	3	0,27	0,61	0,6093
Error	34,26	78	0,44		
Total	35,06	81			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,56257

Error: 0,4392 gl: 78

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
2	2,07	15	0,17	a
4	2,00	16	0,17	a
1	1,84	29	0,12	a
3	1,82	22	0,14	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 4. Actividades realizadas en el proyecto de tesis



Construcción de las camas



Alimentación de lombrices



Instalación de los tratamientos.



Colocación inicial de lombrices *Eisenia foetida*.



Actividades de manejo y riego.



Registro y medición de las variables evaluadas

Anderson Jair Romero Sandoval

8%
Textos
sospechosos

8% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
8% Idiomas no reconocidos (ignorado)
13% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Anderson Jair Romero Sandoval.docx
ID del documento: 00a68038b0c43b28f1a6d8f99a2c25032dcb4f1a
Tamaño del documento original: 1,92 MB

Depositante: Ricardo González Dávila
Fecha de depósito: 28/1/2026
Tipo de carga: Interface
Fecha de fin de análisis: 28/1/2026

Número de palabras: 4686
Número de caracteres: 33.483

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	PAT-04-F-01D-Certificado-de-tutor(1).docx Melany.docx PAT-04-F-01D... #b1b2ba Viene de de mi grupo 8 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (105 palabras)
2	repositorio.uleam.edu.ec Frecuencia de aplicación de riego en etapa de... https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/6675 1 fuente similar	1%		Palabras idénticas: 1% (66 palabras)
3	Tesis Compilatio David Vélez.docx Tesis Compilatio David Vélez #ba2fa2 Viene de de mi grupo 3 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (65 palabras)
4	repositorio.umsa.bo https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/31074/T-3090.pdf?sequence=1 3 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (67 palabras)
5	repositorio.uleam.edu.ec https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/5566/1/ULEAM-ADM-0370.pdf 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.scielo.org.bo Propuestas para el manejo sostenible de recursos naturales... http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182025006200090	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
2	Documento de otro usuario #131008 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
3	www.redalyc.org https://www.redalyc.org/journal/653716537748/653774894008.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
4	doi.org Microorganismos como aceleradores en el proceso de pre-compostaje p... https://doi.org/10.37811/rl_rcm.v9i2.17287	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
5	zlibrary.cc Tesis 1155 - Gómez Machado Yajaira Alexandra PDF Download https://zlibrary.cc/download/tesis-1155-gomez-machado-yajaira-alexandra	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Crecimiento_de_plántulas_de_hortalizas_en_condiciones_de_macro... #12ee21 Viene de de mi grupo	8%		Palabras idénticas: 8% (354 palabras)
2	Tesis. Nathaly Mercedes Merchan.docx Tesis. Nathaly Mercedes Merc... #2be16a Viene de de mi biblioteca	7%		Palabras idénticas: 7% (327 palabras)
3	TESIS_FINAL_(EDISON ALAVA).docx TESIS_FINAL_(EDISON ALAVA) #b6781c Viene de de mi grupo	6%		Palabras idénticas: 6% (285 palabras)
4	Armijos Villota Ignacio Wilfrido.docx Armijos Villota Ignacio Wilfrido #b0f72e Viene de de mi biblioteca	6%		Palabras idénticas: 6% (281 palabras)
5	Sistema de bombeo en la implementación de riego por microaspersió... #2548ff Viene de de mi grupo	6%		Palabras idénticas: 6% (275 palabras)
6	TESIS COMPLETA FANNY ARTEAGA.docx TESIS COMPLETA FANNY ART... #378bda Viene de de mi grupo	6%		Palabras idénticas: 6% (287 palabras)

Handwritten signature: Ricardo González Dávila

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
7	 TESIS FINAL FABRICIO MUÑOZ.docx TESIS FINAL FABRICIO MUÑOZ - etia887 Viene de de mi grupo	5%		 Palabras idénticas: 5% (243 palabras)
8	 repositorio.uileam.edu.ec https://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/887771/1/ULEAM-AGRO-451.pdf	3%		 Palabras idénticas: 3% (163 palabras)
9	 repositorio.uileam.edu.ec Presencia de nematodos en terneros de la Parroquia... https://repositorio.uileam.edu.ec/handle/123456789/4604	3%		 Palabras idénticas: 3% (136 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes:

- 1  <https://revistas.agroecologia.org>
- 2  <https://doi.org/10.33789/talentos.10.2.186>
- 3  <https://doi.org/10.11648/j.scidev.20210203.15>
- 4  <https://repositorio.unal.edu.co>
- 5  <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

Handwritten signature:
Rafael González