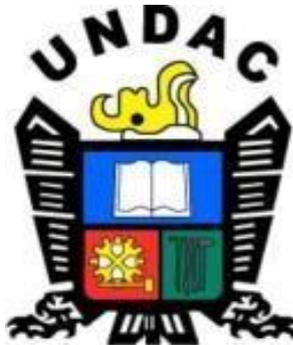


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de
compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito
de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Erikson Michael TOLENTINO SANTOS

Asesor:

Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCIA

Cerro de Pasco – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de
compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito
de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Rommel Luis LOPEZ ALVARADO
PRESIDENTE

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA
MIEMBRO

Mg. Josue Hermilio DIAZ LAZO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 290-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de
compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito
de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023**

Apellidos y nombres del tesista

Bach. Erikson Michael TOLENTINO SANTOS

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. Rosario Marcela VÁSQUEZ GARCÍA

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

6 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 20 de junio del 2025



Firmado digitalmente por PALOMIRO
GILRO Rubén Edgar FAU
30154605046-1a8
Motor: Soy el autor del documento
Fecha: 20.06.2025 09:44:34 -05:00

DEDICATORIA

"A Dios, por su voluntad en permitirme alcanzar este logro académico profesional, y ser mi motivo de perseverancia en este camino."

AGRADECIMIENTO

Expresar mi agradecimiento a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por haberme acogido durante el periodo de mi formación profesional.

Asimismo, agradecer a la Mg. Rosario Vásquez García por su guía y asesoramiento en esta Tesis.

Finalmente agradezco a mis padres, hermanos y sobrina por su apoyo incondicional de inicio a fin para alcanzar este logro.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión brinda una información base del desarrollo de esta ecotecnología con el objetivo de desarrollar el proceso de producción del humus de lombriz *Eisenia foetida* a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca en la región Pasco.

La investigación se realizó en el nivel descriptivo mediante la metodología basada en la producción de humus de lombriz el cual consiste en dos etapas principales que son pre-compostaje y lecho de lombriz, en la primera etapa se recolecta e ingresan al proceso 198.69 kilos de residuos orgánicos municipales entre fruta, verdura, excreta, cartón y poda, evaluándose el pH, temperatura y humedad en el periodo de seis semanas donde se obtienen 94.5 kilos de pre-compostaje que posteriormente se colocan en lechos de lombriz con una cantidad de 0.940 kilos de lombriz dentro de un cobertizo o bioclima que permite el incremento de 0.8°C de temperatura de lecho, en esta etapa se obtienen valores promedio de pH 7, temperatura 17°C y humedad 76%, resultando favorable para el desarrollo y producción de humus de lombriz *Eisenia foetida*.

Se concluye obteniendo como producto final 83.4 kilos de humus y 1.895 kilos de lombrices y logrando la producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos.

Palabras claves: Humus de lombriz, lombriz *Eisenia foetida*, residuos orgánicos, pre-compostaje, Yanahuanca.

ABSTRACT

This research work, production of *Eisenia foetida* worm humus from composting of municipal organic solid waste in the district of Yanahuanca, Province of Daniel Alcides Carrión, provides basic information on the development of this ecotechnology with the aim of developing the production process of *Eisenia foetida* worm humus from composting of municipal organic solid waste in the district of Yanahuanca, Pasco region.

The research was conducted at the descriptive level using a methodology based on the production of worm castings, which consists of two main stages: pre-composting and worm bedding. In the first stage, 198.69 kilos of municipal organic waste, including fruit, vegetables, excrement, cardboard, and pruning, were collected and entered into the process. The pH, temperature, and humidity were evaluated over a six-week period. 94.5 kilos of pre-compost were obtained. These were subsequently placed in worm beds with 0.940 kilos of worms inside a shed or bioclimate that allowed for a 0.8°C increase in bed temperature. In this stage, average values of pH 7, temperature 17°C, and humidity 76% were obtained, resulting in a favorable environment for the development and production of *Eisenia foetida* worm castings.

It is concluded by obtaining as a final product 83.4 kilos of humus and 1,895 kilos of worms and achieving the production of *Eisenia foetida* worm humus from composting organic solid waste

Keywords: Worm humus, earthworm *Eisenia foetida*, organic wastes, pre-composting, Yanahuanca.

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos son un aspecto ambiental muy importante ya que su impacto incluye a todos los componentes ambientales en el planeta Tierra, ante ello se usan instrumentos de gestión ambiental que muchas veces quedan desatendidos en los diferentes niveles de gobierno.

La zona de estudio se encuentra ubicado en el distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión, región Pasco, que cuenta con un incremento socioeconómico y condiciones climáticas particulares, sin embargo, no se encuentra antecedentes de investigaciones o trabajos sobre la producción de humus de lombriz

La presente investigación sobre la producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* a partir de los residuos sólidos orgánicos en el distrito de Yanahuanca brinda una información base para la gestión de residuos, enfatizando la normativa peruana de gestión integral de residuos sólidos que menciona la prioridad de valorizar los residuos por medio de técnicas antes de considerar una disposición final. Así se presenta y fomenta esta ecotecnología de la producción de humus de lombriz de manera descriptiva detallando cada etapa del proceso de producción a partir de los residuos sólidos orgánicos que gracias a la acción de la lombriz *Eisenia foetida*, un ser vivo muy particular que se logra adaptar a muchas zonas climáticas y se alimenta de la materia orgánica cuya descomposición lo realizan los microorganismos obteniendo finalmente el humus, que es un insumo rico en nitrógeno y potasio utilizado en la agricultura como fertilizante natural para brindar mejores propiedades nutritivas al suelo de cultivo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLA	
ÍNDICE DE FIGURA	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	
ÍNDICE DE IMAGEN	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.2.1.	Delimitación Espacial	2
1.2.2.	Delimitación Temporal.....	2
1.2.3.	Delimitación del Universo	3
1.2.4.	Delimitación del Contenido.....	3
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema general.....	3
1.3.2.	Problemas Específicos:.....	3
1.4.	Formulación de objetivos	3
1.4.1.	Objetivo general	3
1.4.2.	Objetivos Específicos:.....	4
1.5.	Justificación de la investigación.....	4
1.5.1.	Justificación teórica.....	4

1.5.2.	Justificación Metodológica.....	4
1.5.3.	Justificación Ambiental.....	4
1.5.4.	Justificación Social.....	5
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	6
2.1.1.	Antecedentes Internacional	6
2.1.2.	Antecedente a nivel nacional	7
2.2.	Bases teóricas – científicas	9
2.2.1.	Compostaje de materia orgánica	9
2.2.2.	Característica de la lombriz Eisenia foetida	10
2.2.3.	Factores para plantación de la lombriz Eisenia foetida	11
2.2.4.	Lecho de lombriz	12
2.2.5.	Temperatura ambiental.....	12
2.2.6.	Ciclo de vida y gestión de los residuos sólidos orgánicos	12
2.2.7.	Normativa en gestión de residuos sólidos	13
2.3.	Definición de los términos básicos	13
2.3.1.	Residuos sólidos.....	13
2.3.2.	Materia Orgánica.....	14
2.3.3.	Humus.....	14
2.3.4.	Lombricompostaje.....	14
2.3.5.	Eisenia foetida.....	14
2.3.6.	Sustrato.....	14
2.3.7.	Valorización.....	14
2.4.	Formulación de hipótesis	15
2.4.1.	Hipótesis general	15
2.4.2.	Hipótesis Específicos.....	15

2.5.	Identificación de las variables	15
2.5.1.	Variable independiente	15
2.5.2.	Variable dependiente	15
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	16

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación.....	17
3.2.	Nivel de la investigación	17
3.3.	Métodos de investigación	17
3.3.1.	Ubicación geográfica.	17
3.3.2.	Proceso de producción	18
3.4.	Diseño de la investigación	19
3.5.	Población y muestra	19
3.5.1.	Población.....	19
3.5.2.	Muestra.....	19
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.6.1.	Técnicas	19
3.6.2.	Instrumentos	20
3.7.	Técnicas de procesamientos y análisis de datos.....	20
3.8.	Tratamiento estadístico.....	20
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	20

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	21
4.1.1.	Ubicación de la zona de estudio.....	21
4.1.2.	Etapas de producción	21
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	29

4.2.1. Monitoreo de pre-compostaje	29
4.2.2. Monitoreo de lecho de lombriz	34
4.2.3. Producción de pre-compostaje	39
4.2.4. Producción de lombrices y humus	39
4.3. Prueba de hipótesis.....	41
4.4. Discusión de resultados.....	42

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Temperatura media del distrito de Yanahuanca 2023	12
Tabla 2 Definición operacional de variables e indicadores.....	16
Tabla 3 Recolección total de residuos sólidos orgánicos	23
Tabla 4 Cantidad total de grupo G1 y G2 en pre-compostaje	25
Tabla 5 Incorporación de lombrices y formación de lechos L1, L2 y L3	27
Tabla 6 Medición de temperatura en pre-compostaje G1 y G2.....	29
Tabla 7 Medición de pH en pre-compostaje G1 y G2	31
Tabla 8 Medición de Humedad en pre-compostaje G1 y G2.....	33
Tabla 9 Medición de temperaturas en tres horarios	34
Tabla 10 Medición de pH de lechos de lombriz en tres horarios	36
Tabla 11 Medición de humedad de lechos de lombriz	38
Tabla 12 Cantidad de pre-compostaje G1 y G2 producido	39
Tabla 13 Cantidad de humus y lombrices producidas.....	39

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Temperatura, oxígeno y pH en compostaje	10
Figura 2 Gestión de residuos sólidos orgánicos	13
Figura 3 Zona de ubicación del estudio	18
Figura 4 Diagrama de procesos de la producción de humus	19

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Temperatura en pre-compostaje G1, G2 y Temperatura ambiente	30
Gráfico 2: pH en pre-compostaje G1, G2 y Temperatura ambiente.....	32
Gráfico 3: Temperatura ambiental, cobertizo y lecho	35
Gráfico 4: pH de lecho de lombriz L1, L2 y L3.....	37
Gráfico 5: Producción de Humus de Lombriz.....	40
Gráfico 6: Producción de lombrices (Eisenia foetida).....	41

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1 Crianza y reproducción de lombrices	22
Imagen 2 Habilitación y limpieza de terreno	22
Imagen 3 Recolección y pesaje de residuos orgánicos Municipales.....	24
Imagen 4 Pre-compostaje de residuos orgánicos	26
Imagen 5 Medición de parámetros fisicoquímicos en pre-compostaje	28
Imagen 6 Medición de parámetros fisicoquímicos en lecho de lombriz.....	28

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Vásquez (2017) menciona que en el Perú y en Latinoamérica uno de los problemas para el medio ambiente y la sociedad, es la inadecuada gestión de residuos sólidos orgánicos debido a múltiples factores, entre ellos, el crecimiento poblacional.

De acuerdo con el INEI (2022) en el año 2022, la población peruana alcanzó los 33 millones 396 mil 700 habitantes, siendo más del doble de la población registrada en el año 1972, En la década del cuarenta, el 64,6% de la población peruana residía en el área rural y el 35,4% en el área urbana. Después de 32 años, la población peruana revierte su ruralidad y pasa a ser una población mayoritariamente urbana que representa el 82,4%, por tanto, se ha incrementado notablemente los residuos sólidos en las zonas urbanas, muchos de estos residuos derivan a botaderos rellenos sanitario generando problemas de contaminación ambiental tanto al aire, agua, suelos.

La inadecuada disposición y gestión de residuos sólidos orgánicos que proviene del consumo diario de productos generan un impacto negativo en los componentes del suelo, agua y aire, al ser depositados a cielo abierto ocasionando puntos críticos, problemas ecológicos y sociales.

La falta de estrategias y técnicas de gestión de residuos sólidos orgánicos por parte de las organizaciones y las familias ocasiona desván y/o generación de puntos críticos de basuras acumuladas en las vías públicas considerándose un peligro.

De acuerdo con el MINAM (2023) mediante al sistema de información para la gestión de residuos sólidos (SIGERSOL) Municipales, el distrito de Yanahuanca en el 2023 tuvo una generación per cápita de 0.41 kg/Hab/día de residuos sólidos y una generación total de 484.23 Toneladas de residuos orgánicos por año entre residuos de alimento, malezas, poda y otros que representa aproximadamente más del 50% de residuos generados.

La municipalidad de Yanahuanca no adopta técnicas de minimización de residuos sólidos orgánicos, por lo que todos los residuos se disponen en las celdas transitorias de Tambopampa.

Por ello, el propósito de esta investigación fue producir humus de lombriz a partir del compostaje de residuos sólidos orgánicos dentro del distrito de Yanahuanca considerando el proceso en el que se desarrolla, las condiciones y características específicas del lugar y de los residuos orgánicos que se generan.

Esta tecnología sostenible se pueda replicar teniendo esta información disponible para la población y las organizaciones dentro del distrito de Yanahuanca.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación Espacial

La investigación se realizó en el distrito de Yanahuanca, Provincia de Daniel Alcides Carrión - Pasco. Específicamente en un terreno de 29 m² ubicado en el Jr. Carrión. De la Ciudad de Yanahuanca

1.2.2. Delimitación Temporal

Se realizó entre julio a diciembre del año 2024.

1.2.3. Delimitación del Universo

Residuos sólidos orgánicos en el distrito de Yanahuanca

1.2.4. Delimitación del Contenido

El contenido está basado en el proceso de obtención de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de residuos orgánicos generados en el distrito de Yanahuanca.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo es el proceso de Producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023?

1.3.2. Problemas Específicos:

¿Qué tratamiento deben recibir los residuos sólidos orgánicos Municipales para la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023?

¿Cuál es la producción de lombrices (*Eisenia foetida*) durante el proceso de obtención de humus a partir de residuos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023?

¿Cuál es la característica fisicoquímica del compostaje de los residuos orgánicos Municipales en el proceso de obtención de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Producir humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023.

1.4.2. Objetivos Específicos:

Realizar el tratamiento de pre-compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales para optimizar el proceso de obtención de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023.

Determinar la producción de lombrices (*Eisenia foetida*) en el proceso de obtención de humus a partir de residuos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023

Determinar las características fisicoquímicas del compostaje de los residuos sólidos orgánicos en el proceso de obtención de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

Para la presente investigación se releva sobre el proceso de producción de humus mediante la lombriz (*Eisenia foetida*), un ser vivo resistente que utiliza los residuos sólidos orgánicos generados del distrito de Yanahuanca.

1.5.2. Justificación Metodológica

La metodología en la presente investigación no experimental fue realizar el proceso de compostaje de los residuos sólidos orgánicos en el distrito de Yanahuanca para obtener el humus de lombriz *Eisenia foetida* mediante el principio de transformación de la materia.

1.5.3. Justificación Ambiental

Se justifica esta alternativa de investigación con la finalidad de buscar y disponer nuevas alternativas de ecotecnología limpia para la valorización con la finalidad de reducir el impacto ambiental generado por los residuos sólidos orgánicos y reducir su disposición final en el distrito de Yanahuanca.

1.5.4. Justificación Social

El presente estudio ayudará a la población e instituciones a valorizar los residuos sólidos orgánicos a partir de la información aportada.

1.6. Limitaciones de la investigación

- Uno de los factores limitantes en la conducción del presente trabajo de investigación fue la adquisición de la especie de lombriz *Eisenia foetida*.
- Asimismo, la adquisición de equipos para realizar la medición de pH, Temperatura y Humedad.
- Las condiciones climáticas del distrito de Yanahuanca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacional

Tenecela (2012) realizó un estudio sobre la producción de humus de lombriz a través del manejo y utilización de residuos orgánicos en Ecuador en 2012, con el objetivo de crear humus de lombriz como una opción para la agricultura. Para esto, definió las directrices para una adecuada gestión durante la producción, como el método de recolección de desechos orgánicos y su utilización en el compostaje, teniendo en cuenta un contenido de humedad ideal que oscile entre el 40 y el 60%, temperaturas de entre 35 y 65°C, y un potencial de hidrógeno (pH) que se mantenga entre 6 y 8, el pH neutro es beneficioso para la descomposición de la materia orgánica, y que cuando el nivel de acidez supera 7, la calidad del compost disminuye debido a la actividad de los hongos. Menciona también la relación de C/N es adecuada de 20 a 35, otro aspecto importante es el tamaño de las partículas donde es recomendable de 1 a 5 centímetros. Así se logra conseguir y generar humus de lombriz de alta calidad, que puede ser empleado en la agricultura como un fertilizante, siendo una alternativa para reducir el uso de agroquímicos y mejorar la calidad del suelo.

2.1.2. Antecedente a nivel nacional

Del Castillo & Díaz (2021) realizó un estudio enfocado en la generación de humus a partir de lombrices de la especie *Eisenia foetida*, utilizando compostaje de residuos sólidos orgánicos en San Roque Cumbaza, dentro de la región de San Martín, durante el año 2021. La meta principal fue producir humus de lombriz a partir de los residuos orgánicos municipales de la localidad. Para llevar a cabo esto, el investigador se valió del compost producido con estos desperdicios. La actividad transcurrió a lo largo de cuatro meses, alcanzando en el primer mes una producción de 110 kg, en el segundo 250 kg, en el tercer mes 450 kg, y en el cuarto mes se lograron 600 kg de humus, totalizando así 1410 kg de humus de lombriz roja californiana. En cuanto a las propiedades nutricionales del humus de la lombriz roja californiana, el investigador obtuvo un producto con una notable composición química, idóneo para emplearse como fertilizante orgánico.

Gutierrez (2017) realizó un estudio sobre la creación de humus utilizando lombrices (*Eisenia foetida*) a partir de residuos sólidos domésticos y excrementos animales en San Juan de Lurigancho durante el año 2017. Su objetivo fue aprovechar los desechos orgánicos como alimento para las lombrices *Eisenia foetida* con el fin de producir humus. Para esto, recopiló desechos orgánicos de tres hogares que sumaban un total de 15 habitantes. Se logró reutilizar entre 9 y 14 kg de residuos cada semana a lo largo de un periodo de 18 semanas de recolección y descomposición continua. Durante un año, se procesaron 500 kilogramos de desechos orgánicos para su reciclaje. Las lombrices se alimentan de materia orgánica en descomposición, por lo que se monitorearon los tiempos, así como los factores físicos y químicos durante su alimentación. Se distribuyeron 1 kg de lombrices en cada una de las tres camas de lombriz, logrando producir humus a partir de los residuos orgánicos. Se realizaron evaluaciones de varios factores durante el proceso de

descomposición, ya que el clima, la temperatura, la humedad del material y el pH influyen en la producción de un precompostado en un período más corto. Esto resulta en un pH que fluctúa entre 6.5 y 8.7, con una humedad del sustrato del 70%, lo que es ideal para la lombriz *Eisenia foetida*. Utilizar lo que se considera desechos orgánicos es fundamental para prevenir la acumulación de basura en vertederos, lo que es crucial para la sociedad en su conjunto. En resumen, es vital que aprovechemos al máximo los residuos orgánicos para producir humus de calidad y, lo más importante, devolver nutrientes al suelo y, por consiguiente, a las plantas y cultivos. Si el país se concentrara en fomentar la conciencia y en la adecuada gestión de residuos orgánicos, podríamos concluir que disminuiríamos la cantidad de basura orgánica generada.

Velasquez (2019), efectuó un trabajo de investigación sobre la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir del pre compostaje de residuos orgánicos para mejorar los suelos degradados y cultivo del rabanito (*Raphanus Sativus*) en La Esperanza, región Huánuco en el año 2018, su objetivo general fue evaluar la eficiencia del humus de lombriz (*Eisenia foetida*) para mejorar un suelo degradado. Para ello considera los aspectos físicos, químicos y biológicos en el proceso de producción de humus mediante cuatro tratamientos y un testigo con tres repeticiones y finalmente en la verificación el desarrollo del cultivo de rabanito. En conclusión se logra la producción de humus de lombriz y se determinó que el humus de lombriz mejora la calidad del suelo degradado gracias a su composición química y biológica, asimismo, mejora el pH y la textura de la misma. Respecto al cultivo, mejora el tallo y cantidad de hojas del rabanito.

Calderón (2019), en su estudio sobre el vermicompostaje para la gestión de desechos orgánicos en la zona altoandina de Tarma, región Junín en el año 2019, analizó la producción de humus utilizando excrementos de animales y residuos orgánicos. Mediante un pie de cría sembró 10 kilogramos de lombrices

durante un periodo de 90 días registrando en este proceso el potencial de hidrógeno, la temperatura de sustrato, la temperatura ambiental, y finalmente la humedad. Obtenine una producción de 3 toneladas de humus, resultando en una eficiencia de 93% del pie de cría utilizado, también logró un aumento de la población de lombrices mediante el tratamiento aplicado. Finalmente en el proceso obtuvo la media de pH de 6.7, la temperatura de 13.6°C, la humedad de 69.8% y la temperatura media ambiental de 19.5°C. Determinando que el tratamiento aplicado es una alternativa eficiente para el manejo de los residuos sólidos orgánicos en zonas altoandinas que se caracteriza por sus bajas temperaturas.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Compostaje de materia orgánica

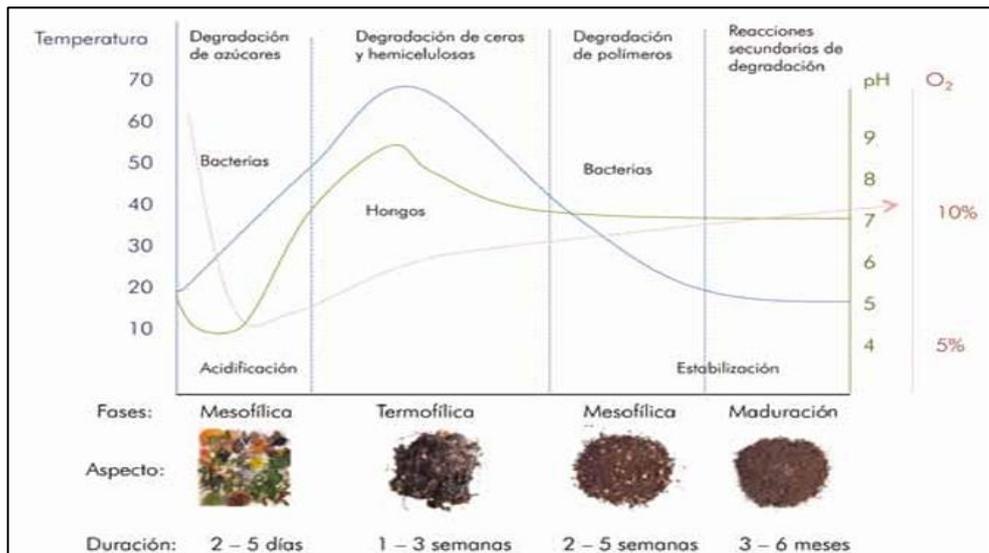
De acuerdo a Román et al. (2013) las diferentes fases del compostaje se dividen según la temperatura de la siguiente manera:

- Fase Mesófila: Es el punto inicial del compostaje de residuos que comienza a temperatura ambiente y a los días e incluso horas incrementa hasta los 45°C de temperatura por la acción de microorganismos que utilizan el carbono (C) y nitrógeno (N) como fuente para generar calor.
- Fase Termófila o de Higienización: En esta fase la temperatura incrementa sobre los 45°C, entonces los microorganismos de la fase mesófila desaparecen y se reemplazan por bacterias termófilas generalmente adaptadas a estas temperaturas y que facilitan la degradación y descomposición de la celulosa y lignina (fuentes de carbono). Ya que en esta fase se destruyen bacterias de origen fecal como la E. Coli y Salmonella se nombra como fase de higienización.
- Fase de Enfriamiento o Mesófila II: en esta fase desciende la temperatura hasta entre 40 a 45°C ya que las fuentes de carbono (C) y nitrógeno (N) se agotan y requiere varias semanas el cual puede confundirse con la

maduración. La temperatura al bajar de 40°C aparece los microorganismos mesófilos degradando polímeros como la celulosa. El pH desciende ligeramente manteniéndose al margen alcalino.

- Fase de Maduración. Esta etapa puede demorar meses de acuerdo a la temperatura ambiente donde gracias a esto se forman los ácidos húmicos y fúlvicos por la reacción secundaria de condensación y polimeración.

Figura 1 Temperatura, oxígeno y pH en compostaje



Fuente: Román et al. (2013)

A temperaturas inferiores a 35°C es recomendable utilizar excretas de animales por su alto contenido de nitrógeno que es importante para la actividad microbiana y el aumento de temperatura en el proceso de descomposición de la materia orgánica (Román et al., 2013).

2.2.2. Característica de la lombriz *Eisenia foetida*

La lombriz (*Eisenia foetida*) no posee dientes por ende succiona su alimento, es sensible a la luz solar el cual la mata en corto tiempo, su morfología es cilíndrica, anillado entre 120 a 175 segmentos alcanzando una longitud de 3 a 5 mm en la adultez, su color transita de blanco rosa a rojo oscuro en la adultez.

Su respiración es mediante la epidermis, por ello es importante una humedad óptima, asimismo posee cinco corazones y tres riñones, es

hermafrodita, es decir posee testículos y ovarios por lo que necesita acoplarse con otra especie similar para la fecundación, los huevos fecundados son en forma de pera de entre 2 a 3 mm de diámetro y de un color amarillento con tonos verdes a un tono rojizo que surge entre los 14 y 21 días en un entorno óptimo.

Al momento de la eclosión miden 1 mm, su peso en estado de adultez es de 0.8 a 1 g el cual logran ingiriendo el 100% de su peso diariamente, de los cuales, el 60% es excretado y 40% asimilado. (Somarriba & Guzmán, 2012)

De igual manera, el número de lombrices (*Eisenia foetida*) puede duplicarse en un lapso de dos meses, y aumentar hasta ser cuatro veces mayor en referencia al comienzo de su siembra en un periodo de cuatro meses (Sales, 2020).

2.2.3. Factores para plantación de la lombriz *Eisenia foetida*

Somarriba & Guzmán (2012) identifica los elementos para el desarrollo y producción de la lombriz *Eisenia foetida*, los cuales se describen a continuación:

- Iluminación: La lombriz es muy sensible a los rayos ultravioletas que le ocasionan la muerte, por ello es recomendable ubicarlas en lugares que haya sombra o en lugares cubiertos.
- Humedad: Se debe mantener del 75% al 80% ya que está si está debajo del 70% son desfavorables para la cría y debajo de 55 son niveles de muerte.
- Temperatura: La ideal está entre 15-24°C lo más cercano posible a lo corporal de la lombriz que es de 19°C por encima de 30°C resiste bien la temperatura, pero la producción es menor y deficiente lo que resulta en una menor producción de humus.
- PH: Un factor determinante de una buena plantación de lombricultura es tener un pH comprendido entre 6.5 y 7.5 y siendo los valores óptimos que se encuentren entre 6.8 y 7.2.
- Aireación: La lombriz requiere aire para su proceso vital y por lo tanto es

necesario remover los canteros o lechos con rastrillo por lo menos cada siete días.

2.2.4. Lecho de lombriz

Sales (2020) menciona como efectuarse la inoculación de lombrices siendo la proporción adecuada de 100 kilos/m² o 1000 lombrices/m² de lecho con ejemplares adultas. La población de lombrices puede duplicarse a los dos meses de la inoculación en los lechos y cuadruplicarse al cuarto mes.

2.2.5. Temperatura ambiental

La temperatura ambiental es un factor importante que influye en aspectos como la degradación de residuos orgánicos y el desarrollo de lombrices. Por ello se referencia el registro de temperatura media de los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre en el distrito de Yanahuanca.

Tabla 1 Temperatura media del distrito de Yanahuanca 2023

MES	TEMPERATURA (C°)
Setiembre	15.19
Octubre	16.11
Noviembre	15.69
Diciembre	15.69

Fuente: Datos hidrometeorológicos a nivel nacional (SENAMHI, 2023)

2.2.6. Ciclo de vida y gestión de los residuos sólidos orgánicos

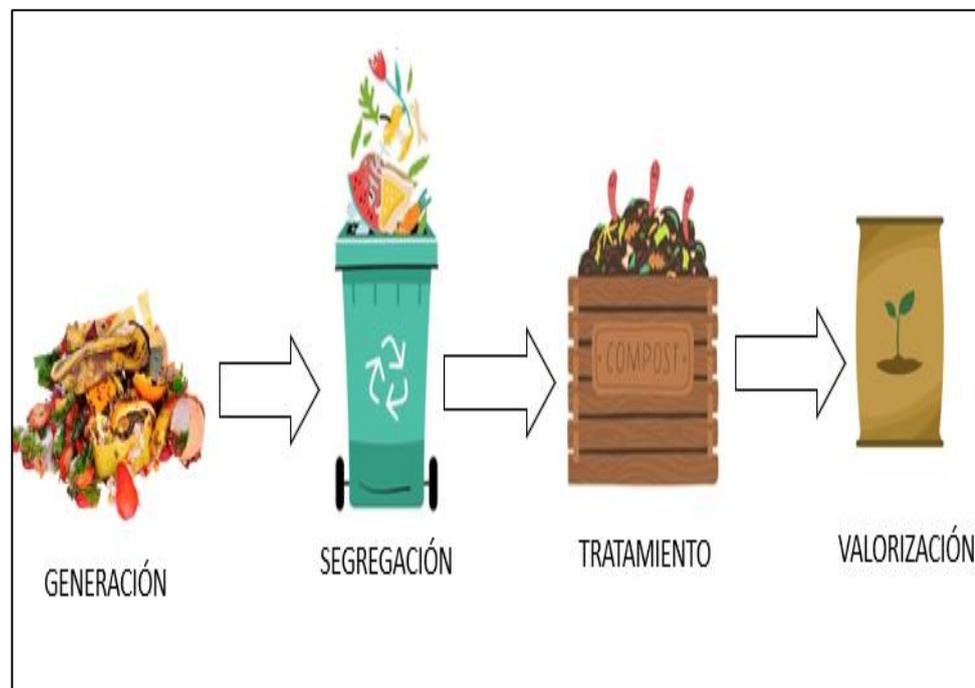
De acuerdo al sistema de gestión ambiental, políticas y normativa vigente el objetivo es lograr la valorización de los residuos sólidos. Teniendo en cuenta ello se propone el siguiente gráfico para la gestión específica de los residuos sólidos orgánicos mediante el proceso de lombricompostaje.

- Generación

- Segregación
- Tratamiento (lombricompostaje)
- Valorización de residuos (humus de lombriz)

Esta última es importante ya que implica ser una ecotecnología para dar otro valor a los residuos sólidos orgánicos mediante el proceso de transformación de la materia de manera que estos no lleguen a la disposición final cuando el objetivo principal es la valorización en todo aspecto incluido lo económico.

Figura 2 Gestión de residuos sólidos orgánicos



Fuente: Elaboración propia

2.2.7. Normativa en gestión de residuos sólidos

- Ley de gestión integral de residuos sólidos (D.L.1278)
- Reglamento (D.S. N° 014-2017-MINAM)

2.3. Definición de los términos básicos

2.3.1. Residuos sólidos.

Los residuos sólidos engloban todo tipo de material, objeto, sustancia o elemento que resulta del uso o consumo de algo. Quien lo posee decide

desecharlo, tiene la intención o está obligado a hacerlo. La gestión de estos residuos busca darles valor siempre que sea posible, recurriendo a la eliminación final solo como último recurso. (D. S. N° 014-2017-MINAM, 2017).

2.3.2. Materia Orgánica.

Restos de vegetación, fauna y microorganismos en diferentes etapas de descomposición, así como células y tejidos de organismos que se encuentran en la tierra, junto con sustancias generadas por los seres vivos del suelo. (Román et al., 2013)

2.3.3. Humus.

Es la excreta de las lombrices obtenido como producto final del lombricultura. Entre sus características es materia orgánica con estructura granular, es inodora (no tiene olor), su color es de café oscuro; su potencial de hidrógeno es neutro. Sus propiedades permiten aplicarlos a cultivos (Sales, 2020).

2.3.4. Lombricompostaje.

Es un proceso donde actúa conjuntamente las lombrices y microorganismos para degradar y procesar la materia orgánica y obtener un producto final valorizable (Ruiz, 2013).

2.3.5. Eisenia foetida.

Mayormente conocida como lombriz roja californiana, es una especie muy utilizada debido a su capacidad de digerir material orgánico en el lombricomposteo donde puede consumir de entre 50 a 100% de su masa diariamente y duplicarse su población en 90 días (Ruiz, 2013).

2.3.6. Sustrato.

Es el material orgánico que utiliza la lombriz como habitad y alimento para su desarrollo.

2.3.7. Valorización.

Es toda iniciativa que procure dar un nuevo uso a los residuos, sean de

un solo tipo o mezclados, reemplazando así otras materias primas en la fabricación de productos. Esta acción puede aplicarse tanto en la recuperación de materiales o en la generación de energía. (D. L. N° 1278, 2016).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

A partir del compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales se desarrolla eficientemente la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023.

2.4.2. Hipótesis Específicos

1. El pre-compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales optimiza el proceso de obtención de humus de lombriz *Eisenia foetida* en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023.
2. La producción de lombrices *Eisenia foetida* influye en el proceso de obtención de humus a partir de los residuos orgánicos Municipales del distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023.
3. El pH, la temperatura y la humedad son características fisicoquímicas importantes en el proceso de obtención de humus de lombriz *Eisenia foetida* a partir de residuos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variable independiente

- Compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales.

2.5.2. Variable dependiente

- Producción de humus de lombriz *Eisenia foetida*.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 2 Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES E INDICADORES	INDICADORES
Variable Dependiente Producción de humus de lombriz <i>Eisenia foetida</i> .	Es el producto final resultado del proceso digestivo de la lombriz <i>Eisenia foetida</i> al utilizar como sustrato los residuos orgánicos degradados.	Producción	Producción de lombrices Producción de humus
Variable Independiente Compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales.	El compostaje es un proceso de degradación de los residuos y sirve de sustrato para la alimentación y producción de la lombriz <i>Eisenia foetida</i> , al inicio se selecciona y pesa los residuos orgánicos en frutas, verduras, cartón, excremento de llama y restos de poda y se realiza el pre-compostaje para acelerar el proceso de degradación, durante todo el proceso se evalúa el pH, temperatura y humedad.	Tratamiento	Tipo de residuos sólidos orgánicos Pre-compostaje de residuos sólidos orgánicos Parámetros fisicoquímicos: pH, temperatura y humedad de sustrato Cantidad de lombrices Cantidad de Sustrato

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Vargas (2007), la investigación se caracteriza por tener grado o intensidad y poseen un carácter numérico que al relacionarse con los números reales pertenece a la escala de variable continua. La presente investigación es de tipo cuantitativo con escala de variable continua ya que se recolectan datos numéricos de pesos, pH, temperatura y humedad.

3.2. Nivel de la investigación

Sampieri & Mendoza (2018), la investigación de nivel descriptivo trata de especificar propiedades y características en un contexto analizado. La presente investigación describe el proceso de producción de humus de lombriz, las consideraciones y características.

3.3. Métodos de investigación

La metodología en el presente estudio se define en la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) mediante el proceso del compostaje de los residuos sólidos orgánicos municipales del distrito de Yanahuanca.

3.3.1. Ubicación geográfica.

El proceso de producción se llevó a cabo dentro de la capital del distrito de Yanahuanca con coordenadas UTM: 334110 E; 8839769 N.

Figura 3 Zona de ubicación del estudio

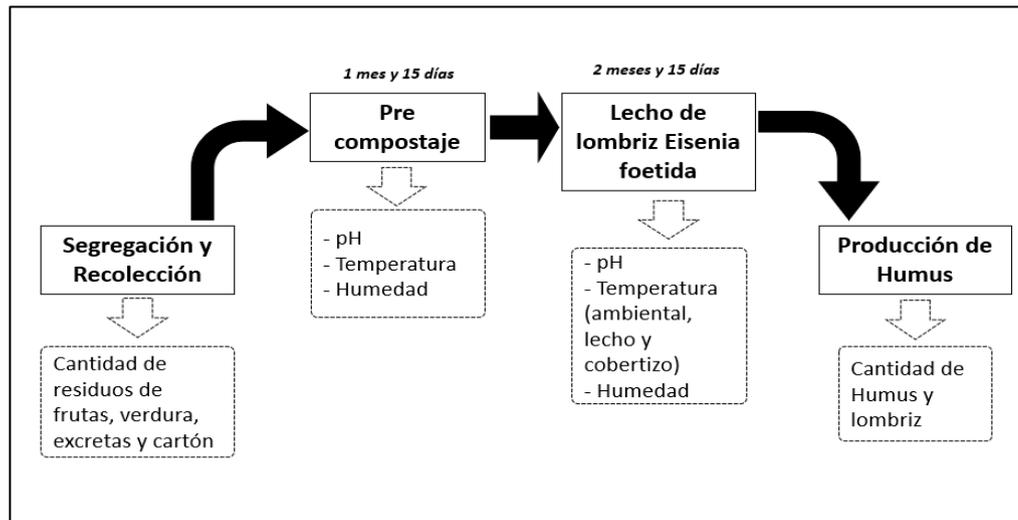


Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Proceso de producción

La producción comienza desde la segregación y recolección de los residuos orgánicos Municipales, luego se da el tratamiento de pre-compostaje donde se evalúa los parámetros fisicoquímicos de pH, temperatura y humedad durante 1 mes y 15 días donde actúan microorganismos degradando los residuos obteniendo un peso final del proceso. Posteriormente se traslada al lecho de lombriz dentro de un cobertizo que conserva la temperatura. Se evalúa los parámetros fisicoquímicos de pH, temperatura ambiental, temperatura en cobertizo, temperatura en lecho de lombriz y finalmente humedad. En la última etapa del proceso se evalúa la cantidad producida de humus y la población de lombrices producida.

Figura 4 Diagrama de procesos de la producción de humus



Fuente: Elaboración propia

3.4. Diseño de la investigación

El diseño no experimental trata de no variar de forma intencional la variable independiente y solo se mide en su contexto natural para luego ser analizado (Sampieri & Mendoza, 2018). En la presente investigación se mide la variable independiente y se analiza los resultados.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población está conformada por la generación durante 4 semanas de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca 2023, siendo el valor de 37.15 Tn de acuerdo al SIGERSOL.

3.5.2. Muestra

La muestra está conformada por 198.69 kilogramos de residuos de frutas, verduras, cartón, abono de carnero y poda recolectadas durante 4 semanas usadas en el proceso de producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en el distrito de Yanahuanca – 2023.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

La técnica empleada en la investigación fue la observación in situ donde

se realizó la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de los residuos orgánicos y también se usó la información documentaria para evaluar el proceso y consideraciones establecidas.

3.6.2. Instrumentos

- Medidor de suelo digital multifuncional (pH/T°/H%): SR300
- Medidor de suelo digital multifuncional (pH/T°/H%): SGS07
- Balanza comercial electrónica
- Ficha de registro de campo
- Registro de recolección de residuos
- Manuales, artículos y tesis digitales

3.7. Técnicas de procesamientos y análisis de datos

Luego del proceso de producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) se utilizó el software Excel, donde se subieron los datos y se analizaron mediante la estadística descriptiva en tablas y figuras.

3.8. Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico comprende el análisis descriptivo de los datos recopilados aplicando la medida de tendencia central que es la media o promedio aritmético.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

El trabajo de investigación fue elaborado por el propio autor bajo principios morales y cristianos respetando los antecedentes de las investigaciones con citas y referencias bibliográficas propias del derecho de autores.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación de la zona de estudio

La zona de estudio está ubicada en el distrito de Yanahuanca, Provincia de Daniel Alcides Carrión y Región Pasco, a 3184 m.s.n.m. en el valle del río Chaupihuaranga en la cuenca hidrográfica de Huallaga y pertenece a la región altitudinal de quechua, posee 11 333 habitantes y 5017 habitantes en su capital del mismo nombre de acuerdo al último censo nacional 2017. Asimismo, la temperatura de varía de 1°C a 15°C, en la temporada templada la media máxima de temperatura es mayor a 14°C y en temporada fría la media no sobrepasa los 14°C.

4.1.2. Etapas de producción

Adquisición y manejo de lombrices

En el mes de junio se realiza la adquisición de la lombriz *Eisenia foetida* y su adaptación al clima propio del distrito de Yanahuanca proporcionando sustrato de residuos orgánicos como cascaras de fruta y verdura generalmente simulando al lecho donde posteriormente fueron incorporados luego del terminar el pre-compostaje. Se consideraron aquellos que alcanzaron la etapa de adultez de un tamaño mínimo de 4

a 5 centímetros y peso mayor a 0.5 gramos.

Imagen 1 Crianza y reproducción de lombrices



Habilitación de terreno

Se habilita un terreno de 29 m² donde se desarrolló el proceso de pre-compostaje de residuos orgánicos y producción de humus de lombriz, el piso del lugar fue de concreto previamente limpiada y se dividió en tres áreas: A1 de 9 m² techada con plástico para guardar las herramientas y materiales utilizados en el proyecto, A2 de 9 m² sin techar para realizar el proceso de pre-compostaje, y A3 de 11 m² con cobertizo de plástico y rafia, lugar donde se colocaron los lechos de lombriz.

Imagen 2 Habilitación y limpieza de terreno



Recolección de residuos

En el mes de setiembre se recolecta los residuos orgánicos de 5 viviendas (residuos de frutas, verduras y cartón), 1 verdulería (residuos de verduras), 1 frutería (residuos de frutas) previamente codificadas. Durante cuatro semanas cada propietario segregó sus residuos orgánicos en baldes o costales considerando el tipo de residuo, siendo estas recolectadas y pesadas cada domingo de la semana.

Se trasladan los residuos al terreno donde se realiza el picado de los residuos de fruta y verdura en partes inferiores a 3 centímetros para facilitar su degradación y acción de microorganismos en el proceso.

Se obtienen de 1 ganadero las excretas de carnero, de 1 comerciante; residuos de cartón y de 1 campo; residuos de poda, en las cantidades mostradas en el siguiente cuadro.

Tabla 3 *Recolección total de residuos sólidos orgánicos*

RESIDUOS	CANTIDAD (kg)
Frutas	71.21
Verduras	71.48
Excreta de carnero	32.00
Cartón	8.00
Poda	16.00
TOTAL	198.69

Estos datos vienen a ser la cantidad inicial para determinar la producción total de pre-compostaje y finalmente la producción total de humus de lombriz *Eisenia foetida*.

Imagen 3 Recolección y pesaje de residuos orgánicos Municipales



Pre- compostaje

En los meses de setiembre y octubre durante seis semanas se realizó el pre-compostaje en dos grupos G1 y G2. Por un lado, G1: residuos de frutas, excretas de carnero, cartón y poda, G2: residuos de verdura, excretas de carnero, cartón y poda.

Estos residuos se incorporan considerando un tamaño de inferior a los 3 centímetros por lo que se tuvo que picar y trozar todos los residuos. Ambos grupos se cubrieron con una malla raschel y con un plástico negro para evitar el ingreso de insectos y lluvia.

En cada semana se realizó el volteo para mezclar y oxigenar los residuos y que de esta manera también se regule la humedad. La incorporación de los residuos en los grupos G1 y G2 se da durante 4 semanas de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 4 Cantidad total de grupo G1 y G2 en pre-compostaje

GRUPO 1	S1 (kg)	S2 (kg)	S3 (kg)	S4 (kg)	SUB TOTAL (kg)
Fruta	17	18.305	18.655	17.25	71.21
Excretas	4	4	4	4	16
Cartón	1	1	1	1	4
Poda	2	2	2	2	8
TOTAL	24	25.305	25.655	24.25	99.21
GRUPO 2	S1 (kg)	S2 (kg)	S3 (kg)	S4 (kg)	SUB TOTAL (kg)
Verdura	17	17.255	18.32	18.905	71.48
Excretas	4	4	4	4	16
Cartón	1	1	1	1	4
Poda	2	2	2	2	8
TOTAL	24	24.255	25.32	25.905	99.48

La cantidad total del grupo G1 fue de 99.21 kg y la cantidad total del grupo G2 fue de 99.48 kg, haciendo un total de 198.69 kilogramos de residuos que ingresaron al proceso de pre-compostaje durante las 4 semanas.

El proceso de pre-compostaje se da en un periodo de 6 semanas y al final se realiza el pesaje de ambos grupos G1 y G2 para su incorporación a los lechos de lombriz.

Imagen 4 Pre-compostaje de residuos orgánicos



Lechos de lombriz

Culminado el pre-compostaje durante las 6 semanas, en el mes de octubre se formaron tres grupos de lecho para la producción de humus, L1, L2 y L3.

El primero L1: lecho con pre-compostaje G1, el segundo L2: lecho con pre-compostaje G2 y el tercero L3: lecho con pre-compostaje G1 y G2. Cada lecho se conforma con 6 kilogramos de tierra, 4 litros de agua y 31.5 kilogramos de pre-compostaje haciendo un total de 41.5 kilogramos en cada lecho de lombriz.

Para realizar la incorporación de lombrices, se añadió a cada lecho 315 lombrices o 315 gramos de lombrices aproximadamente, teniendo un peso promedio de 1 gramo cada ejemplar adulto.

A partir de este proceso la humedad se mantuvo constante para el desarrollo adecuado de las lombrices de acuerdo a los antecedentes mostrados.

Tabla 5 Incorporación de lombrices y formación de lechos L1, L2 y L3

LECHOS	PESO (kg)	LOMBRIZ (kg)
L1	31.5	0.315
L2	31.5	0.315
L3	31.5	0.315
TOTAL	94.5	0.945

Producción de humus y lombriz

En la etapa final se observa que el lecho tiene una forma granular de color café oscuro característico del humus de lombriz, así mismo no se percibe olor y el pH se aproxima al valor de 7 por ende se procedió a la cosecha del humus.

Para la cosecha de humus, se priorizó la obtención de cantidades exactas, por ello se separaron las lombrices del humus de manera manual y cuidadosamente. Finalmente se deja secar el humus hasta obtener una humedad óptima de 55% que permite la asimilación en el suelo.

Monitoreo de parámetros fisicoquímicos

Para la medición de parámetros se realiza en dos etapas:

- **Pre - compostaje**

Se usa dos instrumentos de medición de parámetros fisicoquímicos y con ello se mide los parámetros de temperatura, humedad y pH en los dos grupos G1 y G2 durante las 6 semanas, los primeros días de manera consecutiva y posteriormente cada tres días.

Imagen 5 Medición de parámetros fisicoquímicos en pre-compostaje



- **Lecho de lombriz:**

Se usa dos instrumentos de medición de parámetros fisicoquímicos y con ello se mide los parámetros de temperatura, pH y humedad en los tres lechos L1, L2 y L3 cada 3 días durante 10 semanas. Particularmente se registra tres tipos de temperatura: temperatura ambiental, temperatura en cobertizo y temperatura del lecho de lombriz.

Imagen 6 Medición de parámetros fisicoquímicos en lecho de lombriz



4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Monitoreo de pre-compostaje

Los resultados obtenidos de la medición de pH, humedad y temperatura de los grupos G1 y G2 se muestran a continuación.

Medición de temperatura

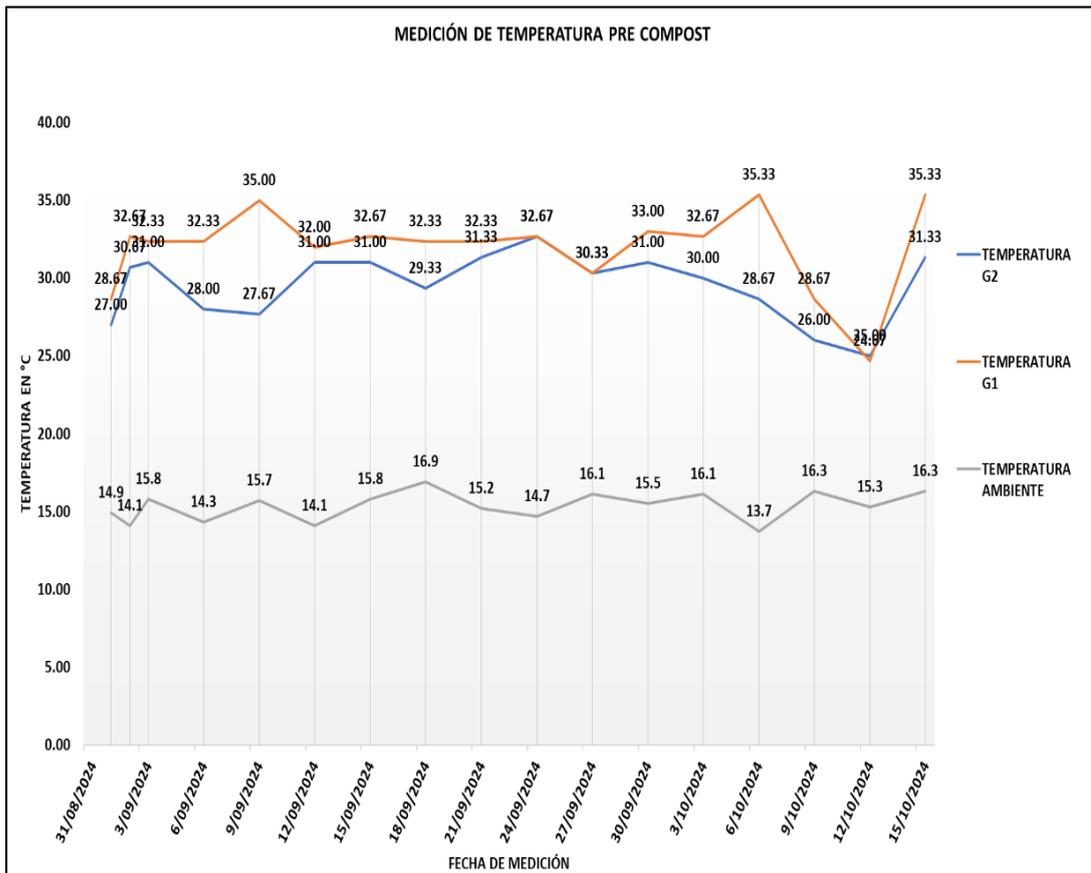
Tabla 6 Medición de temperatura en pre-compostaje G1 y G2

GRUPO 1					GRUPO 2				
FECHA	HORARIO			PROMEDIO (°C)	FECHA	HORARIO			PROMEDIO (°C)
	7:00 A.M	12:00 P.M	5:00 P.M			7:00 A.M	12:00 P.M	5:00 P.M	
1/09/2024	26	28	32	28.67	1/09/2024	25	26	30	27.00
2/09/2024	29	33	36	32.67	2/09/2024	28	30	34	30.67
3/09/2024	30	32	35	32.33	3/09/2024	29	31	33	31.00
6/09/2024	29	32	36	32.33	6/09/2024	26	28	30	28.00
9/09/2024	31	36	38	35.00	9/09/2024	25	27	31	27.67
12/09/2024	28	33	35	32.00	12/09/2024	28	31	34	31.00
15/09/2024	30	32	36	32.67	15/09/2024	30	29	34	31.00
18/09/2024	29	32	36	32.33	18/09/2024	27	28	33	29.33
21/09/2024	30	31	36	32.33	21/09/2024	28	31	35	31.33
24/09/2024	30	33	35	32.67	24/09/2024	30	32	36	32.67
27/09/2024	30	32	29	30.33	27/09/2024	29	30	32	30.33
30/09/2024	31	30	38	33.00	30/09/2024	30	28	35	31.00
3/10/2024	30	33	35	32.67	3/10/2024	28	30	32	30.00
6/10/2024	29	36	41	35.33	6/10/2024	25	30	31	28.67
9/10/2024	23	30	33	28.67	9/10/2024	22	25	31	26.00
12/10/2024	26	25	23	24.67	12/10/2024	25	26	24	25.00
15/10/2024	30	37	39	35.33	15/10/2024	28	31	35	31.33
PROMEDIO	31.9				PROMEDIO	29.5			

Se realizó la toma de mediciones de la temperatura en horarios de las 7:00 a.m., 12:00 p.m. y 5:00 p.m. obteniendo al final una media de temperatura diaria. Se observó que la temperatura incrementaba en el día, obteniendo el registro máximo en la medición de las 5:00 p.m. En este proceso se observó que

la temperatura media del grupo G1 (31.9°C) fue superior al grupo G2 (29.5°C), lo que se traduce a una mayor actividad microbiana de los microorganismos mesófilos en los residuos de fruta.

Gráfico 1 Temperatura en pre-compostaje G1, G2 y Temperatura ambiente



La temperatura media ambiental se encuentra por debajo en 15.3°C de la temperatura media de los grupos G1 y G2, sin embargo, esta diferencia disminuye la última semana del proceso ya que la actividad microbiana va disminuyendo.

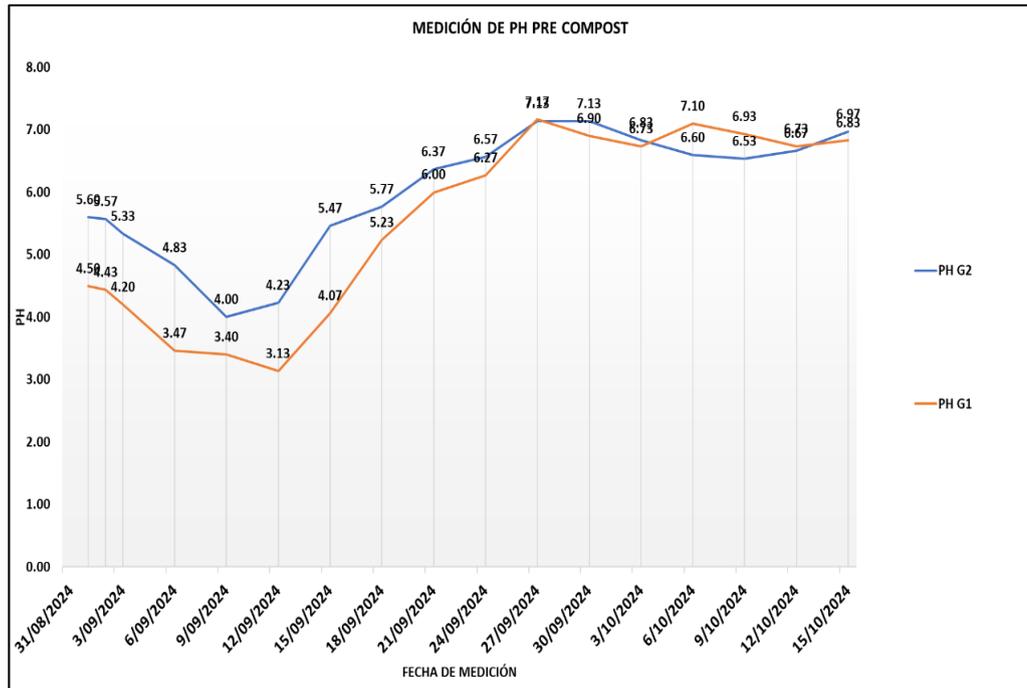
Medición de pH

Tabla 7 Medición de pH en pre-compostaje G1 y G2

GRUPO 1					GRUPO 2				
FECHA	HORARIO			PROMEDIO	FECHA	HORARIO			PROMEDIO
	7:00 A.M	12:00 P.M	5:00 P.M			7:00 A.M	12:00 P.M	5:00 P.M	
1/09/2024	4.4	4.6	4.5	4.50	1/09/2024	5.6	5.7	5.5	5.60
2/09/2024	4.4	4.5	4.4	4.43	2/09/2024	5.6	5.6	5.5	5.57
3/09/2024	4.3	4.2	4.1	4.20	3/09/2024	5.4	5.3	5.3	5.33
6/09/2024	3.6	3.5	3.3	3.47	6/09/2024	4.9	4.9	4.7	4.83
9/09/2024	3.5	3.5	3.2	3.40	9/09/2024	4.3	4	3.7	4.00
12/09/2024	3	3.3	3.1	3.13	12/09/2024	4.5	4	4.2	4.23
15/09/2024	4	4.1	4.1	4.07	15/09/2024	5.5	5.3	5.6	5.47
18/09/2024	5	5.2	5.5	5.23	18/09/2024	5.6	5.7	6	5.77
21/09/2024	5.7	6.1	6.2	6.00	21/09/2024	6.2	6.6	6.3	6.37
24/09/2024	5.9	6.3	6.6	6.27	24/09/2024	6.4	6.3	7	6.57
27/09/2024	7.2	6.9	7.4	7.17	27/09/2024	7.5	7	6.9	7.13
30/09/2024	6.8	6.9	7	6.90	30/09/2024	7	7.4	7	7.13
3/10/2024	6.9	6.7	6.6	6.73	3/10/2024	6.9	6.8	6.8	6.83
6/10/2024	7.3	7	7	7.10	6/10/2024	7	6.7	6.1	6.60
9/10/2024	7	6.9	6.9	6.93	9/10/2024	6.7	6.5	6.4	6.53
12/10/2024	6.5	7	6.7	6.73	12/10/2024	7	6.4	6.6	6.67
15/10/2024	7	6.8	6.7	6.83	15/10/2024	7.1	6.9	6.9	6.97
PROMEDIO	5.48			PROMEDIO	5.98				

Se realizó la toma de mediciones del pH en horarios de las 7:00 a.m., 12:00 p.m. y 5:00 p.m. obteniendo al final una media de pH diario. En este proceso se observó que el pH promedio del grupo G1 (5.48) fue inferior al grupo G2 (5.48) fue inferior al grupo G2 (5.98), esto se traduce por la mayor presencia de ácidos orgánicos en los residuos de frutas.

Gráfico 2 pH en pre-compostaje G1, G2 y Temperatura ambiente



El pH de ambos grupos se estabiliza y se aproxima al valor de 7 en la última semana. Las 2 primeras semanas del proceso de pre-compostaje el pH del grupo G1 es más bajo que el grupo G2, sin embargo, incrementan y se estabilizan en la semana 4.

Medición de humedad

Tabla 8 Medición de Humedad en pre-compostaje G1 y G2

GRUPO 1		GRUPO 2	
FECHA	Humedad (%)	FECHA	Humedad (%)
1/09/2024	88	1/09/2024	26
2/09/2024	77	2/09/2024	42
3/09/2024	69	3/09/2024	55
6/09/2024	56	6/09/2024	68
9/09/2024	57	9/09/2024	79
12/09/2024	50	12/09/2024	78
15/09/2024	49	15/09/2024	60
18/09/2024	49	18/09/2024	65
21/09/2024	48	21/09/2024	53
24/09/2024	49	24/09/2024	55
27/09/2024	52	27/09/2024	56
30/09/2024	50	30/09/2024	52
3/10/2024	55	3/10/2024	53
6/10/2024	54	6/10/2024	55
9/10/2024	56	9/10/2024	56
12/10/2024	55	12/10/2024	55
15/10/2024	57	15/10/2024	54
PROMEDIO	57.12	PROMEDIO	56.59

Se realizó la toma de mediciones de la humedad en horario de las 7:00 a.m. y se controló cada día mediante la adición de agua fluvial. En este proceso la humedad media fue de 57.12% y 56.59% en los grupos G1 y G2 respectivamente, la primera semana se registró el mayor porcentaje de humedad cerca del 70% y posteriormente se mantuvo constante cerca del 52% para favorecer la oxigenación del proceso de degradación y la actividad microbiana.

4.2.2. Monitoreo de lecho de lombriz

Los resultados obtenidos de los parámetros de pH, humedad y temperatura de los lechos L1, L2 y L3 se muestran a continuación.

Medición de temperatura

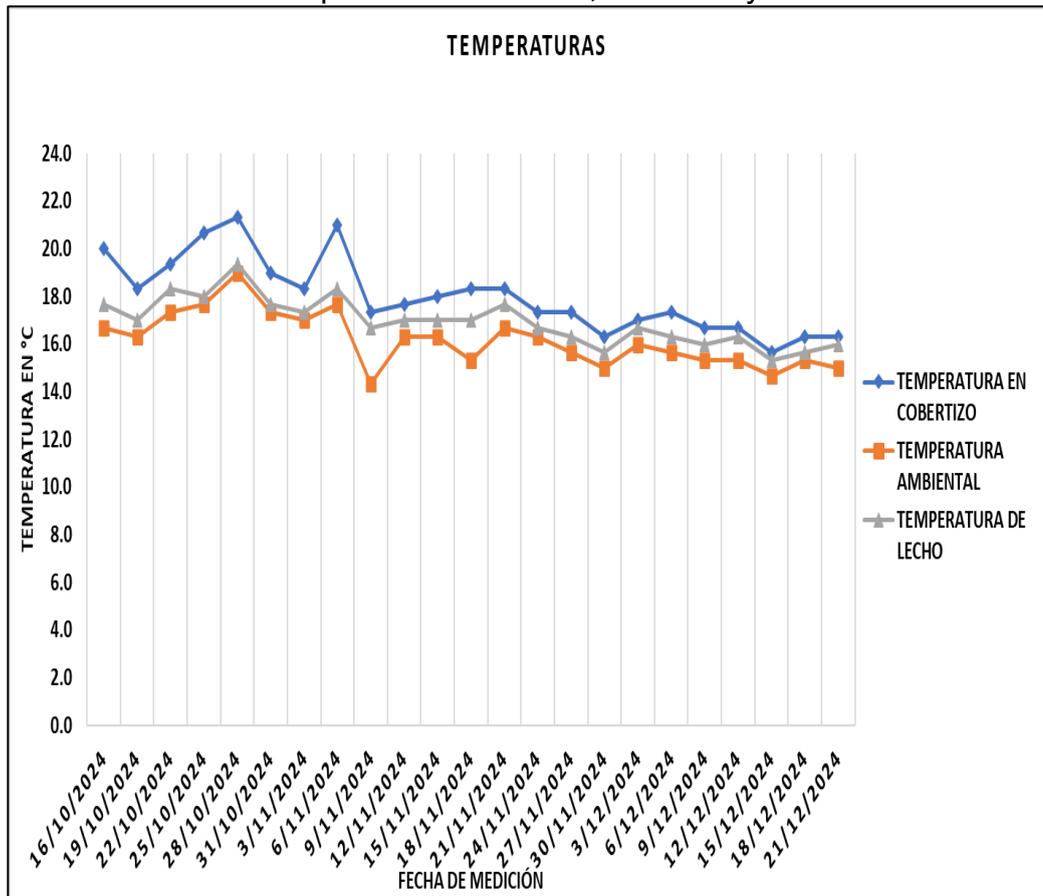
Tabla 9 Medición de temperaturas en tres horarios

T° FECHA	T° AMBIENTAL				T° COBERTIZO				T° LECHO			
	7:00 A.M	12:00 P.M	5:00 P.M	T (°C)	7:00 A.M	12:00 P.M	5:00 P.M	T (°C)	7:00 A.M	12:00 P.M	5:00 P.M	T (°C)
16/10/2024	18	16	16	16.7	20	22	18	20.0	17	16	20	17.7
19/10/2024	17	18	14	16.3	19	20	16	18.3	15	18	18	17.0
22/10/2024	14	20	18	17.3	17	22	19	19.3	16	19	20	18.3
25/10/2024	16	23	14	17.7	18	25	19	20.7	14	20	20	18.0
28/10/2024	19	23	15	19.0	21	26	17	21.3	16	22	20	19.3
31/10/2024	18	19	15	17.3	19	22	16	19.0	15	18	20	17.7
3/11/2024	19	17	15	17.0	21	19	15	18.3	14	19	19	17.3
6/11/2024	19	20	14	17.7	21	26	16	21.0	15	20	20	18.3
9/11/2024	15	15	13	14.3	19	19	14	17.3	15	19	16	16.7
12/11/2024	19	17	13	16.3	21	19	13	17.7	14	20	17	17.0
15/11/2024	14	19	16	16.3	15	21	18	18.0	13	20	18	17.0
18/11/2024	13	19	14	15.3	14	26	15	18.3	14	19	18	17.0
21/11/2024	14	19	17	16.7	15	21	19	18.3	15	19	19	17.7
24/11/2024	16	18	15	16.3	16	20	16	17.3	14	19	17	16.7
27/11/2024	15	18	14	15.7	17	20	15	17.3	13	18	18	16.3
30/11/2024	13	17	15	15.0	14	19	16	16.3	13	17	17	15.7
3/12/2024	12	20	16	16.0	12	22	17	17.0	12	20	18	16.7
6/12/2024	13	19	15	15.7	14	21	17	17.3	13	19	17	16.3
9/12/2024	13	19	14	15.3	13	21	16	16.7	13	17	18	16.0
12/12/2024	14	18	14	15.3	14	20	16	16.7	14	18	17	16.3
15/12/2024	12	18	14	14.7	12	20	15	15.7	12	18	16	15.3
18/12/2024	13	19	14	15.3	13	21	15	16.3	13	19	15	15.7
21/12/2024	14	19	12	15.0	14	21	14	16.3	14	19	15	16.0
PROMEDIO	16.2				18				17			

En este proceso se registró una media mayor de temperatura dentro del cobertizo (18°C) el cual fue superior a la temperatura ambiental (16.2°C) registrada, en consecuencia, la temperatura del lecho (17°C) fue superior a la temperatura ambiental pero menor a la temperatura dentro del cobertizo. La temperatura media máxima registrada en la temperatura ambiental, cobertizo y

lecho fue en el horario de 12:00 p.m.

Gráfico 3: Temperatura ambiental, cobertizo y lecho



La temperatura registrada varía en relación a la temperatura ambiental, la temperatura del lecho disminuye considerablemente ya que en este proceso hay poca actividad microbiana en los lechos y más actividad de las lombrices. El cobertizo utilizado actúa factiblemente incrementando un valor de 0.8°C en el lecho de lombriz.

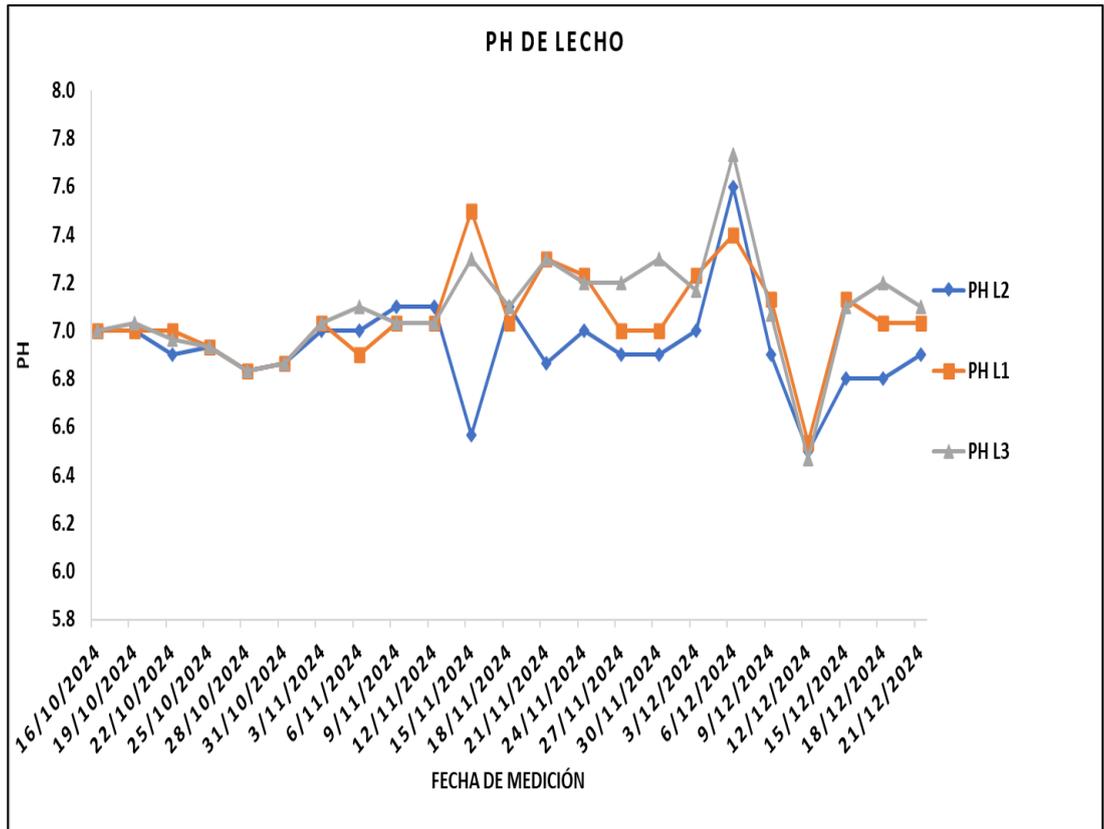
Medición de pH

Tabla 10 Medición de pH de lechos de lombriz en tres horarios

LECHOS	LECHO 1 (G1)				LECHO 2 (G2)				LECHO 3 (G1 y G2)			
FECHA	7:00 A.M	12:00 P.M	5:00 P.M	pH	7:00 A.M	12:00 P.M	5:00 P.M	pH	7:00 A.M	12:00 P.M	5:00 P.M	pH
16/10/2024	6.9	7	7.1	7.0	7.1	7	6.9	7.0	7.1	7	6.9	7.0
19/10/2024	7	6.9	7.1	7.0	7	6.9	7.1	7.0	7	7.1	7	7.0
22/10/2024	6.9	7	7.1	7.0	6.9	6.8	7	6.9	6.9	7	7	7.0
25/10/2024	7	7	6.8	6.9	7	7	6.8	6.9	7	7	6.8	6.9
28/10/2024	7	7	6.5	6.8	7	7	6.5	6.8	7	7	6.5	6.8
31/10/2024	7	6.7	6.9	6.9	7	6.7	6.9	6.9	7	6.7	6.9	6.9
3/11/2024	7	7.1	7	7.0	7	7	7	7.0	7	7.1	7	7.0
6/11/2024	7	6.8	6.9	6.9	7	7	7	7.0	7.2	7	7.1	7.1
9/11/2024	7	7.1	7	7.0	7	7.1	7.2	7.1	7	7.1	7	7.0
12/11/2024	7	7.1	7	7.0	7	7.1	7.2	7.1	7	7.1	7	7.0
15/11/2024	7.5	7.4	7.6	7.5	6.5	6.7	6.5	6.6	7.3	7.4	7.2	7.3
18/11/2024	7.1	7	7	7.0	7.1	7	7.2	7.1	7.1	7	7.2	7.1
21/11/2024	7.3	7.4	7.2	7.3	6.8	7	6.8	6.9	7.3	7.5	7.1	7.3
24/11/2024	7.2	7.2	7.3	7.2	7	7.1	6.9	7.0	7.2	7.1	7.3	7.2
27/11/2024	7	7.1	6.9	7.0	6.9	6.8	7	6.9	7.2	7.1	7.3	7.2
30/11/2024	7	6.9	7.1	7.0	6.9	7	6.8	6.9	7.3	7.4	7.2	7.3
3/12/2024	7.2	7.4	7.1	7.2	7	7	7	7.0	7.2	6.9	7.4	7.2
6/12/2024	7.2	7.6	7.4	7.4	7.7	7.5	7.6	7.6	7.8	7.7	7.7	7.7
9/12/2024	7.3	7.1	7	7.1	6.9	6.8	7	6.9	6.9	7.1	7.2	7.1
12/12/2024	6.6	6.7	6.3	6.5	6.5	6.6	6.4	6.5	6.5	6.6	6.3	6.5
15/12/2024	7.3	7.1	7	7.1	6.9	6.8	6.7	6.8	6.9	7.1	7.3	7.1
18/12/2024	7.1	7	7	7.0	7	6.6	6.8	6.8	7.1	7.3	7.2	7.2
PROMEDIO	7.1				6.9				7.1			

En este proceso se registró una media mayor de pH en los lechos L1 y L3 teniendo un valor igual a 7.1 en ambos lechos y en el lecho L2 una media igual a 6.9.

Gráfico 4 pH de lecho de lombriz L1, L2 y L3



El pH inicial varía en relación al tiempo y el lecho, las 2 primeras semanas de este proceso se mantiene estable en un valor de 7, luego incrementa las 5 siguientes semanas y finalmente disminuye reestableciéndose nuevamente en un valor de 7 las 3 últimas semanas.

Medición de humedad

Tabla 11 Medición de humedad de lechos de lombriz

LECHOS	L1	L 2	L3
FECHA	Humedad (%)	Humedad (%)	Humedad (%)
16/10/2024	76	71	73
19/10/2024	80	81	77
22/10/2024	79	73	71
25/10/2024	69	81	69
28/10/2024	79	81	80
31/10/2024	70	73	77
3/11/2024	80	80	71
6/11/2024	78	77	80
9/11/2024	78	74	70
12/11/2024	76	72	70
15/11/2024	74	78	72
18/11/2024	77	80	72
21/11/2024	69	71	70
24/11/2024	77	73	75
27/11/2024	77	72	74
30/11/2024	75	71	79
3/12/2024	78	72	80
6/12/2024	72	81	81
9/12/2024	74	72	81
12/12/2024	73	81	74
15/12/2024	81	78	81
18/12/2024	75	80	71
PROMEDIO	76	76	75

Los resultados de la medición de humedad fueron constantes ya que dentro del procedimiento es importante mantener la humedad del lecho de entre 75 a 80%, en este caso se registra un promedio de 76% en los lechos L1 y L2, y 75% en el lecho L3.

4.2.3. Producción de pre-compostaje

El resultado de la cantidad de producción de pre-compostaje de los grupos G1 y G2 obtenidos se muestra a continuación.

Tabla 12 Cantidad de pre-compostaje G1 y G2 producido

GRUPO 1		GRUPO 2	
Pre-compostaje (kg)	46.635	Pre-compostaje (kg)	47.865
Reducción (%)	52.99	Reducción (%)	51.88

El proceso de pre-compostaje se define principalmente por reducir el volumen y masa de los residuos por medio de la degradación, en este caso se observa una reducción de 52.99% del grupo G1 y 51.88% del grupo G2 en relación a la cantidad inicial de 99.21 y 99.48 kilogramos respectivamente ingresado a este proceso el cual se considera el 100%

4.2.4. Producción de lombrices y humus

La producción total de humus y la producción total de lombrices obtenida de los lechos L1, L2 y L3 se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13 Cantidad de humus y lombrices producidas

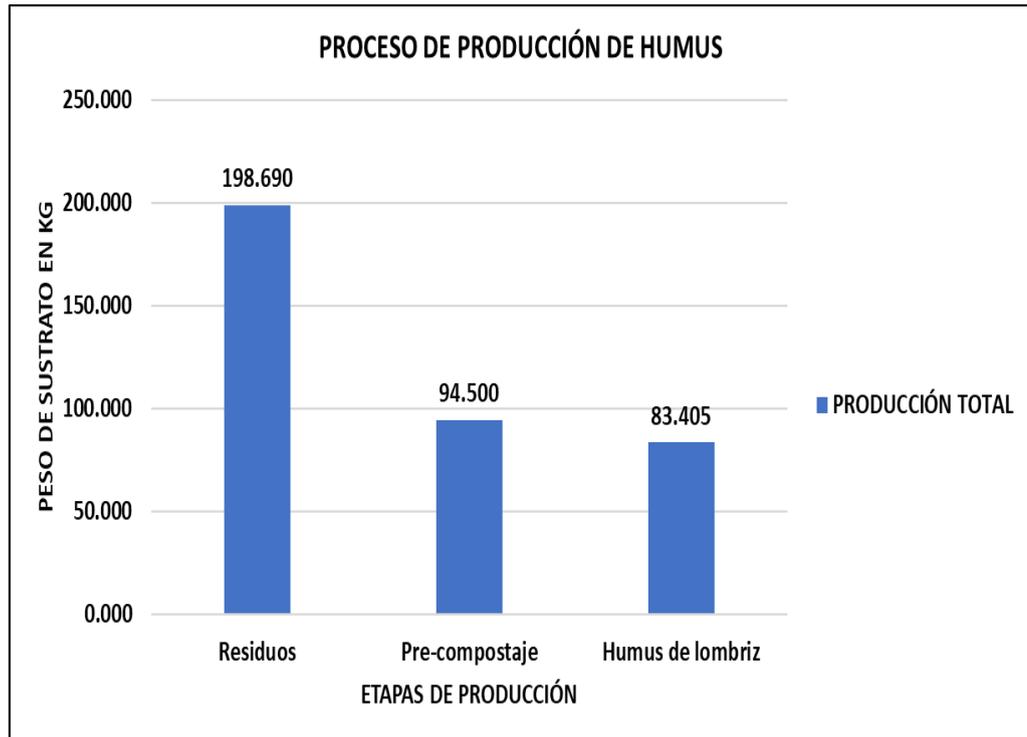
LECHOS	PESO (kg)	LOMBRIZ (kg)
L1	28.175	0.555
L2	27.155	0.800
L3	28.075	0.540
TOTAL	83.405	1.895

Se obtuvo 28.175 kilogramos de humus de lombriz del lecho L1 (residuos de fruta, excretas de carnero, cartón y poda), 27.155 kilogramos de humus en

lecho L2 (residuos de verdura, excretas de carnero, cartón y poda) y 28.075 kilogramos de humus en lecho L3 (residuos de fruta, verdura, excretas de carnero, cartón y poda).

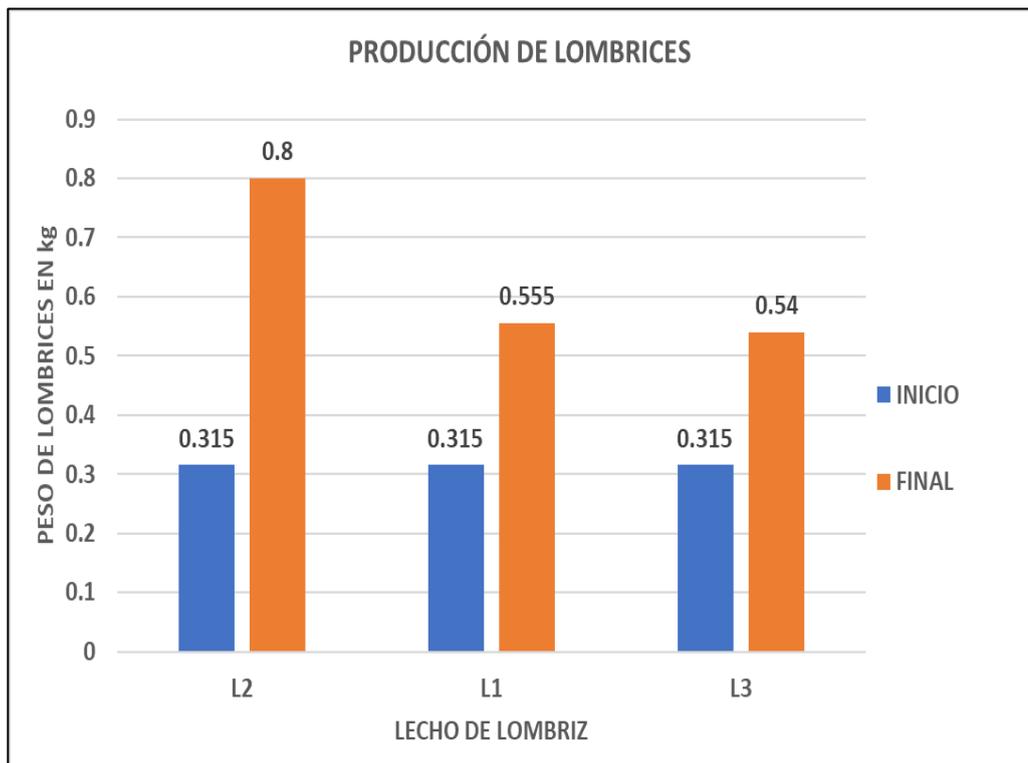
Se obtiene 0.555 kilogramos de lombriz del lecho L1, 0.800 kilogramos de lombriz de lecho L2 y 0.540 kilogramos de lombriz de lecho L3.

Gráfico 5 Producción de Humus de Lombriz



La cantidad inicial de 198.69 kilogramos disminuye 52.44% de su masa obteniendo 94.5 kilogramos en la primera etapa de pre-compostaje, esta última cantidad disminuye o se reduce en 11.74% obteniendo 83.405 kilogramos de humus de lombriz neto que representa una reducción total de 58.02% de la cantidad inicial de residuos ingresados.

Gráfico 6 Producción de lombrices (*Eisenia foetida*)



La población inicial de 0.940 kilogramos de lombrices se incrementó obteniendo 1.895 kilogramos de lombrices al final del proceso de producción de humus, se considera un mayor incremento en el lecho L2 con sustrato G2 (residuos de verdura, excretas de carnero, cartón y poda).

4.3. Prueba de hipótesis

La hipótesis formulada en esta investigación fue la siguiente: “A partir del compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales se desarrolla eficientemente la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023.”

Se acepta la hipótesis planteada, los resultados obtenidos tienen significancia en dos aspectos que es la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) y la producción de lombrices, considerando las mediciones favorables de las características fisicoquímicas de pH, humedad y temperatura presentadas en promedios en el proceso de producción.

4.4. Discusión de resultados

La producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca fue de 83.405 kilogramos obtenidos a partir de 198.69 kilogramos de residuos orgánicos recolectados que representa el 41.98% del total y se presenta una reducción del 58.02% del total por lo que el resultado fue favorable

La producción de lombrices obtenida fue de 1.895 kilogramos el cuál fue el doble de la masa inicial inoculada siendo obtenida en 10 semanas de duración que tuvo este proceso, el cual de acuerdo a lo descrito por Sales (2020) donde la población de lombrices se duplica a los 2 meses de inoculación.

En la etapa de pre-compostaje se obtuvo una temperatura media en los grupos G1 y G2 de 30.7°, se obtuvo mediante las mediciones el pH promedio de los grupos G1 y G2 el cual fue 5.73, la humedad media en los grupos G1 y G2 fue de 56.85%. De acuerdo a Román et al. (2013) estos resultados son óptimos entre los valores de 4.5 - 8.5 de pH, de 45 - 60% de humedad y de 45 - 60°C de temperatura, esta última no se pudo concretar ya que la temperatura de la zona geográfica es baja, sin embargo se logró el objetivo de acelerar el proceso de descomposición de los residuos en las 6 semanas que duró este proceso y que posteriormente fueron utilizados como alimento para las lombrices optimizando la producción humus.

En la etapa de lechos de lombriz se obtuvo una temperatura media de lecho de 17°C, un pH promedio de 7 y humedad media de 76%, los cuales de acuerdo a Somarriba & Guzmán (2012) son óptimos entre los valores de 15 - 24°C de temperatura, de 6.8 - 7.2 de pH y 75 - 80% de humedad.

CONCLUSIONES

La investigación ejecutada, finaliza con las conclusiones siguientes:

- La producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) fue de 83.405 kilogramos obtenidos a partir de 198.690 kilogramos de residuos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca durante un periodo de 16 semanas o tres meses medio del mes de setiembre a diciembre, realizado en etapas de pre-compostaje y lecho de lombriz.
- Se obtuvo 94.5 kilogramos de materia orgánica pre-compostada a partir de 198.690 kilogramos de residuos orgánicos que posteriormente se utilizaron como sustrato en los lechos de lombriz optimizando el tiempo de obtención y producción del humus de lombriz (*Eisenia foetida*) gracias a la alta actividad microbiana que descompone y reduce el volumen de los residuos orgánicos.
- La población de lombrices se duplicó de 0.945 a 1.895 kilogramos a los dos meses y medio o 10 semanas de la inoculación de las lombrices (*Eisenia foetida*) en los lechos siendo un incremento óptimo y que determina directamente en el tiempo de la producción del humus
- Las características fisicoquímicas fueron óptimas durante el proceso de obtención del humus de lombriz, siendo la temperatura, humedad y pH promedio de 17°C, 76% y 7 respectivamente permitiendo el desarrollo y crecimiento poblacional de las lombrices (*Eisenia foetida*).

RECOMENDACIONES

- La producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de los residuos orgánicos dentro del distrito de Yanahuanca como ecotecnología de valorización y minimización de residuos sólidos en marco de la normativa de gestión integral de residuos sólidos.
- Uso del tratamiento de pre-compostaje para la optimización en la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de los residuos orgánicos de acuerdo a los lineamientos establecidos en la presente tesis.
- Considerar una estructura bioclimática para la conservación de energía en el proceso de pre-compostaje y el desarrollo de la lombriz (*Eisenia foetida*).
- Considerar la proporción de inoculación mayor de 1000 lombrices adultas por metro cuadrado o 1 kilogramo por 100 kilogramos de sustrato para mejorar la eficiencia de la producción de humus de acuerdo a manuales y antecedentes citados.
- Utilizar equipos de medición de suelo para obtener resultados y efectuar acciones inmediatas in situ en los procesos de producción de humus, asimismo, considerar equipos de bioseguridad en el manejo de los residuos y lombrices.
- Realizar un monitoreo de pH, temperatura y humedad en intervalo de cada tres días y considerar la observación de depredadores que pueden afectar el desarrollo y eclosión de lombrices.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Calderón, G. (2019). Vermicompost una Alternativa en el Tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos, En Zonas Altoandinas, Tarma – Junín 2019. XXVI Simposio Peruano de Energía Solar y Del Ambiente (XXVI- SPES), 11(2013), 1–10. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/348837478_Vermicompost_an_Alternative_in_the_Treatment_of_Organic_Solid_Waste_in_Zones_Altoandinas_Tarma_Junin_2019
- Del Castillo, G., & Díaz, R. (2021). Elaboración de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el Distrito de San Roque de cumbaza Región San Martín [Universidad César Vallejo]. En Repositorio Institucional - UCV. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61168>
- Gutierrez, V. (2017). Producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* a partir de residuos sólidos orgánicos domiciliarios y excretas de animales, a nivel laboratorio, San Juan de Lurigancho - 2017 [Universidad Alas Peruanas]. Obtenido de <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/4720>
- INEI. (2022). Población peruana alcanzó los 33 millones 396 mil personas en el año 2022. INEI. Obtenido de <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/poblacion-peruana-alcanzo-los-33-millones-396-mil-personas-en-el-ano-2022-13785/>
- D. L. N° 1278: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, (2016). Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-legislativo-n-1278/>
- D. S. N° 014-2017-MINAM. Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. El Peruano (2017). Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>
- MINAM. (2023). SIGERSOL MUNICIPAL. MINAM. Obtenido de <https://sistemas.minam.gob.pe/SigersolMunicipal/#/accesoLibre/generacion>

- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina. En Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Ruiz, M. (2013). Taller de elaboración de lombricomposta. Porque tener lombrices nos beneficia a todos.... 23. Obtenido de <http://www.iberomx.com/web/files/publicaciones/taller-de-lombricomposta.pdf>
- Sales, F. (2020). Manual de Lombricultura. Iiap, 1–40. Obtenido de <https://corpamag.gov.co/blogs/negociosverdes/wp-content/uploads/2021/02/Manual-de-lombricultura.pdf>
- Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodologías de la investigación, las Rutas cuantitativas, cualitativas. En Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales (RUDICS) (Vol. 10, Issue 18).
- SENAMHI. (2023). Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. SENAMHI. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Somarrriba, R., & Guzmán, G. (2012). Guía de lombricultura. Universidad Nacional Agraria, 4, 1–20. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>
- Tenecela, X. (2012). Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. [Universidad de Cuenca]. En Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3252/1/TESIS.pdf>
- Vargas, F. (2007). Estadísticas descriptiva para ingeniería ambiental con SPSS. Editora Viviana Vargas Franco
- Vásquez, P. (2017). Efecto de la lombriz roja californiana en la concentración de macronutrientes en compost producido por residuos orgánicos municipales [Universidad César Vallejo]. En Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22510>
- Velasquez, C. (2019). Produccion de Humus de Lombriz Roja Californiana (Eisenia

Foetida) a Partir del Pre Compost Orgánico, Para la Mejora de un Suelo Degradado y su Verificación en el Cultivo de Rabanito (*Raphanus Sativus*) en la Localidad de la Esperanza – Huánuco 2018 [Universidad de Huánuco]. En Universidad de Huánuco. Obtenido de <https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/123456789/2103>

ANEXOS

Panel y evidencias fotográficas

Habilitación de terreno



Recolección de residuos



Separación y picado de residuos



Pre-compostaje de residuos orgánicos



Monitoreo de pre-compostaje



Cosecha de pre-compostaje



Habilitación de lechos de lombriz



Monitoreo de lechos de lombriz



Cosecha de humus y lombrices



Matriz de consistencia

Título: Producción de humus de lombriz (Eisenia foetida) a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general: ¿Cómo es el proceso de Producción de humus de lombriz (Eisenia foetida) a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023?</p> <p>Problemas específicos: ¿Qué tratamiento deben recibir los residuos sólidos orgánicos Municipales para la producción de humus de lombriz (Eisenia foetida) en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023?</p> <p>¿Cuál es la producción de lombrices (Eisenia foetida) durante el proceso de obtención de humus a partir de residuos orgánicos</p>	<p>Objetivo general: Producir de humus de lombriz (Eisenia foetida) a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023.</p> <p>Objetivos Específicos: Realizar el tratamiento de pre-compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales para optimizar el proceso de obtención de humus de lombriz (Eisenia foetida) en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023.</p> <p>Determinar la producción de lombrices (Eisenia foetida) en el proceso de obtención de humus a partir de residuos orgánicos Municipales</p>	<p>Hipótesis general: A partir del compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales se desarrolla eficientemente la producción de humus de lombriz (Eisenia foetida) en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023.</p> <p>Hipótesis Específicos: El pre-compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales optimiza el proceso de obtención de humus de lombriz Eisenia foetida en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023.</p> <p>La producción de lombrices Eisenia foetida influye en el proceso de obtención de humus a partir de los residuos</p>	<p>Variable independiente: Compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales.</p> <p>Variable dependiente: Producción de humus de lombriz Eisenia foetida.</p>	<p>Tipo de investigación: Vargas (2007), la investigación cuantitativa se caracteriza por tener grado o intensidad y poseen un carácter numérico. En la presente investigación es de tipo cuantitativo con escala de variable continua ya que se recolectan datos numéricos de pesos, pH, temperatura y humedad.</p> <p>Nivel de investigación: Sampieri & Mendoza (2018), la investigación de nivel descriptivo trata de especificar propiedades y características en un contexto analizado. En la presente investigación describe el proceso de producción de humus de lombriz, las consideraciones y características en la que se desarrolla.</p> <p>Método de investigación: La metodología en el presente estudio se define en el proceso de producción de</p>

<p>Municipales en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023?</p> <p>¿Cuál es la característica fisicoquímica del compostaje de los residuos orgánicos Municipales en el proceso de obtención de humus de lombriz (<i>Eisenia foetida</i>) en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023?</p>	<p>en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023</p> <p>Determinar las características fisicoquímicas del compostaje de los residuos sólidos orgánicos en el proceso de obtención de humus de lombriz (<i>Eisenia foetida</i>) en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023.</p>	<p>orgánicos Municipales del distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión – 2023.</p> <p>El pH, la temperatura y la humedad son características fisicoquímicas importantes en el proceso de obtención de humus de lombriz <i>Eisenia foetida</i> a partir de residuos orgánicos Municipales en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Alcides Carrión - 2023.</p>		<p>humus de lombriz (<i>Eisenia foetida</i>) a partir de los residuos sólidos orgánicos municipales del distrito de Yanahuanca.</p> <p>Diseño de investigación: El diseño no experimental trata de no variar de forma intensional la variable independiente y solo se mide en su contexto natural para luego ser analizado (Sampieri & Mendoza, 2018). En la presente investigación se mide la variable independiente y se analiza los resultados.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------