

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Evaluación de la lombriz roja californiana (eisenia foetida) en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (cavia porcellus) en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL**

AUTORA: Hilario Calderón, Jenny Jaby

ASESORA: Morales Aquino, Milton Edwin

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Biotecnología y Nanotecnología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Biotecnología ambiental

Disciplina: Biotecnología ambiental

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72679874

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44342697

Grado/Título: Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-2250-3288

H

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114-4114
2	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Vásquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día 13 del mes de junio del año 2024, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas (Presidente)
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Secretario)
- Mg. Yasser Vasquez Baca (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1312-2024-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EVALUACIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) EN LA PRODUCCIÓN DE VERMICOMPOST A PARTIR DE ESTIÉRCOL DE CUY (*Cavia porcellus*) EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2023"**, presentado por el (la) Bach. **HILARIO CALDERON, JENNY JABY**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO**.. Por **UNANIMIDAD**.. con el calificativo cuantitativo de **1.1**... y cualitativo de **SUFICIENTE**.. (Art. 47)

Siendo las **16:09** horas del día **13**... del mes de **JUNIO**... del año **2024**..., los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas

DNI: 22471306

ORCID: 0000-0002-5114-4114

Presidente

Mg. Frank Erick Camara Llanos

DNI: 44287920

ORCID: 0000-0001-9180-7405

Secretario

Mg. Yasser Vasquez Baca

DNI: 42108318

ORCID: 0000-0002-7136-697X

Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: JENNY JABY HILARIO CALDERÓN, de la investigación titulada "Evaluación de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (*Cavia porcellus*) en el Distrito de Pillco Marca, Provincia de Huánuco 2023", con asesor MILTON EDWIN MORALES AQUINO, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1436-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 17 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 02 de septiembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

12. HILARIO CALDERÓN, JENNY JABY.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	5%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	1library.co Fuente de Internet	2%
4	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Dedico los resultados de este trabajo a toda mi familia. En primer lugar, a mis padres por estar siempre a mi lado, en las buenas y en las malas. Su amor y apoyo incondicional me han ayudado a superar los obstáculos y desafíos de la vida. Agradezco mucho por haberme enseñado a afrontar los problemas sin perder nunca la fortaleza ni morir en el intento. De mis padres aprendí lo importante que es luchar por un futuro mejor logrando todo lo que te propongas en esta vida. He aprendido a ser quien soy hoy gracias a los principios, valores, perseverancia y dedicación que me han inculcado, todo ello con una gran cantidad de amor y sin esperar nada a cambio.

AGRADECIMIENTO

A mis progenitores, quienes siempre me han ofrecido su apoyo incondicional, permitiéndome alcanzar tanto mis objetivos personales como académicos. Su amor inagotable ha sido la fuerza que me ha motivado a perseguir mis sueños sin rendirme ante las dificultades. Además, ellos han sido quienes me han proporcionado el respaldo material y económico necesario para enfocarme en mis estudios sin desistir.

A mi asesor, por su dedicación y paciencia; sin sus orientaciones y correcciones precisas, no habría podido alcanzar este ansiado logro. Agradezco su guía y valiosos consejos, los cuales atesoraré siempre en mi vida profesional.

A mis jurados, por sus sabias sugerencias que contribuyeron a mejorar y progresar en mi investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6.1. VIABILIDAD TÉCNICA.....	18
1.6.2. VIABILIDAD OPERATIVA.....	18
1.6.3. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONAL.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES.....	21
2.1.2. ANTECEDENTES LOCALES.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS.....	24
2.2.1. EISENIA FÉTIDA.....	24
2.2.2. CONDICIÓN IDEAL Y DESFAVORABLE DE SU HÁBITAT.....	26

2.2.3. USOS DE LA EISENIA FÉTIDA.....	27
2.2.4. ALIMENTACIÓN EISENIA FÉTIDA	27
2.2.5. CUY (CAVIA PORCELLUS).....	28
2.2.6. VERMICOMPOST	29
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	38
2.4. HIPÓTESIS	39
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	39
2.5. VARIABLES	40
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	40
2.5.3. VARIABLE INDEPENDIENTE	40
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	41
CAPÍTULO III.....	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
3.1.1. ENFOQUE	42
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	42
3.1.3. DISEÑO	42
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	43
3.2.1. POBLACIÓN	43
3.2.2. MUESTRA	44
3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	44
3.3.1. TÉCNICAS.....	44
3.3.2. INSTRUMENTOS	44
3.3.3. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	44
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	46
3.4.1. TABULACIÓN DE DATOS.....	46
3.4.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	46
CAPITULO IV.....	47
RESULTADOS.....	47
4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	47
4.2. ANÁLISIS INFERENCIAL.....	58
CAPITULO V.....	60
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60

CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características físicas del vermicompost a partir de 100% de estiércol del Cavia Porcellus en el Distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	47
Tabla 2 Características físicas del vermicompost a partir de 50% de estiércol del Cavia Porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	50
Tabla 3 Características físicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del Cavia Porcellus y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	52
Tabla 4 Características químicas del vermicompost a partir de 100% estiércol del Cavia porcellus en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.	55
Tabla 5 Características químicas del vermicompost a partir de 50% estiércol del Cavia porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	56
Tabla 6 Características químicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del Cavia porcellus y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	57
Tabla 7 Comparación de medias de características físicas del vermicompost a partir de estiércol de cuy en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.....	58
Tabla 8 Comparación de medias de características químicas del vermicompost a partir de estiércol de cuy en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Lombrices en producción de humus	26
Figura 2 Etapa de un proceso de vermicompostaje. Las franjas blancas indican los rangos de humedad adecuados de los residuos en cada etapa.	35
Figura 3 Esquema experimental del proyecto	43
Figura 4 Características físicas del vermicompost a partir de 100% de estiércol del Cavia Porcellus en el Distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	48
Figura 5 Conductividad eléctrica del vermicompost a partir de 100% de estiércol del Cavia Porcellus en el Distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.....	48
Figura 6 Humedad del vermicompost a partir de 100% de estiércol del Cavia Porcellus en el Distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	49
Figura 7 pH del vermicompost a partir de 100% de estiércol del Cavia Porcellus en el Distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.	49
Figura 8 Características físicas del vermicompost a partir de 50% de estiércol del Cavia Porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	50
Figura 9 pH del vermicompost a partir de 50% de estiércol del Cavia Porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.....	51
Figura 10 Conductividad eléctrica del vermicompost a partir de 50% de estiércol del Cavia Porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	51
Figura 11 Humedad del vermicompost a partir de 50% de estiércol del Cavia Porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.....	52
Figura 12 Características físicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del Cavia Porcellus y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	53

Figura 13 pH del vermicompost a partir de 25% estiércol del Cavia Porcellus y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.....	53
Figura 14 Conductividad eléctrica del vermicompost a partir de 25% estiércol del Cavia Porcellus y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	54
Figura 15 Humedad del vermicompost a partir de 25% estiércol del Cavia Porcellus y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.....	54
Figura 16 Características químicas del vermicompost a partir de 100% estiércol del Cavia porcellus en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.....	55
Figura 17 Características químicas del vermicompost a partir de 50% estiércol del Cavia porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	56
Figura 18 Características químicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del Cavia porcellus y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023	57

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar a la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (*Cavia porcellus*) en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023. Siendo un estudio de tipo aplicada y cuantitativa de nivel explicativo con diseño experimental. La población estará constituida por la producción total de estiércol de cuy, en este caso con unidades de peso 50 kg, a la que se van a inocular las lombrices para la generación de Vermicompost con una muestra de 5 repeticiones con 0,5 kg. Utilizando como técnica la observación e instrumentos los registros de resultados y la ficha de registro de campo. Obteniendo como resultado que la diferencia de las medias de los parámetros físicos se observa una significancia en el pH con $p < 0,05$ (0,023) y la conductividad eléctrica con $p < 0,05$ (0,017). Y de los parámetros químicos hubo significancia en los valores de nitrógeno, fosforo, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, zinc, hierro y cobre con un $p < 0,05$. Llegando a la conclusión que la lombriz roja californiana es eficaz en la producción de vermicompost.

Palabras claves: Evaluación, lombriz, roja, producción, vermicompost, estiércol, cuy.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the Californian red worm (*Eisenia foetida*) in the production of vermicompost from guinea pig manure (*Cavia porcellus*) in the district of Pillco Marca, province of Huánuco 2023. Being an applied type study and quantitative explanatory level with experimental design. The population will be made up of the total production of guinea pig manure, in this case with 50 kg weight units, to which the worms will be inoculated for the generation of vermicompost with a sample of 5 repetitions with 0.5 kg. Using observation and instruments as a technique, the results sheet and the field registration sheet. Obtaining as a result that the comparison of means of the physical parameters observing significance in the pH with $p < 0.05$ (0.023) and electrical conductivity with $p < 0.05$ (0.017). And of the chemical parameters there was significance in the values of nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, sodium, potassium, manganese, zinc, iron and copper with a $p < 0.05$. Coming to the conclusion that the Californian red worm is effective in the production of vermicompost.

Keywords: Evaluation, worm, red, production, vermicompost, manure, guinea pig.

INTRODUCCIÓN

En un mundo donde la sostenibilidad y la gestión eficiente de los recursos son prioridades clave, la búsqueda de métodos innovadores y ecológicamente amigables para el manejo de residuos orgánicos y la producción de abono de alta calidad ha cobrado una importancia significativa. En este contexto, la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) emerge como un agente clave en la transformación de residuos orgánicos en un producto valioso: el vermicompost. El presente estudio se enfoca en evaluar el potencial de la lombriz roja californiana en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (*Cavia porcellus*).

La cría de cuyes, además de ser una actividad tradicional en muchas regiones, ha adquirido relevancia en la actualidad como una fuente de proteína animal de alta calidad y de bajo impacto ambiental. Sin embargo, esta actividad también conlleva la generación de cantidades significativas de estiércol, que, si no se maneja adecuadamente, puede tener implicaciones negativas para el ambiente. En este contexto, el vermicompostaje se presenta como una alternativa prometedora para la gestión sostenible de estos residuos.

El vermicompost es el resultado de la degradación biológica y química de materia orgánica por parte de las lombrices, lo que da como resultado un abono de alta calidad que mejora la estructura del suelo, aumenta su capacidad de retención de agua y nutrientes, y estimula el crecimiento de las plantas. La lombriz roja californiana, debido a su capacidad de consumo de grandes cantidades de materia orgánica y su rápido ciclo reproductivo, se ha convertido en una aliada valiosa en la producción de vermicompost.

El objetivo principal de este estudio es evaluar cómo la lombriz roja californiana puede influir en la transformación del estiércol de cuy en un vermicompost enriquecido, analizando factores como la tasa de descomposición, la calidad nutricional del vermicompost obtenido y su impacto potencial en la fertilidad del suelo. Además, se busca contribuir al

conocimiento científico en la región, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes.

En el Capítulo I, presentamos el problema de investigación que abordamos. El Capítulo II se dedica al Marco Teórico, proporcionando una base sólida de conocimiento en torno a la lombriz roja californiana, el vermicompostaje, la cría de cuyes y su estiércol, así como otros conceptos relevantes.

La Metodología de la Investigación se explora en el Capítulo III, donde describimos la estrategia que seguimos para alcanzar nuestros objetivos. En el Capítulo IV, presentamos los Resultados de nuestras evaluaciones de vermicompost en distintas proporciones. El Capítulo V alberga la Discusión, donde interpretamos los resultados a la luz de la literatura y las teorías relevantes, seguida de las Conclusiones y Recomendaciones, donde resumimos las implicaciones prácticas y futuras de nuestro estudio.

A través de esta investigación, aspiramos a arrojar luz sobre la viabilidad del uso de la lombriz roja californiana como catalizador para la producción sostenible de vermicompost a partir de residuos de cuy y materia orgánica. Al lograrlo, esperamos contribuir al conocimiento científico local y regional, fomentar prácticas agrícolas más respetuosas con el entorno y destacar la importancia de soluciones innovadoras y ecológicas en la gestión de residuos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014) afirma que la gestión inadecuada de los residuos sólidos orgánicos en el Perú constituye un problema ambiental significativo. Según el sexto informe sobre el actual estado del manejo de los residuos municipales en el Perú (período 2010-2011), se generan 20,000 toneladas diarias de estos desechos. De esta cantidad, la mayor parte está compuesta por residuos orgánicos, principalmente restos de cocina y alimentos (47%), de los cuales solo el 1% es valorizado.

Los residuos orgánicos generan un considerable impacto ambiental, ya que pueden contaminar el aire, el suelo y el agua. Esto se debe a su elevada cantidad de materia orgánica inestable e inmadura, así como a la presencia de elementos minerales, compuestos orgánicos persistentes, metales pesados, fitotoxinas, y patógenos tanto vegetales como animales, todos ellos con un alto potencial contaminante.

En la región de Huánuco la situación del deterioro del medio ambiente es crítico esto debido a que las autoridades locales y regionales no muestran interés respecto al manejo correcto de los residuos orgánicos que son procedentes de los generadores domiciliarios, que comprenden las principales fuentes de generación de estiércol de cuy. La crianza de cuy en el distrito de Pillco Marca genera una importante cantidad de residuos sólidos orgánicos (estiércol de cuy) que al no ser tratados de manera adecuada estos terminan en los botaderos o vertidos en algunos lugares y producen contaminación, modifican el entorno natural, dañando los ecosistemas.

Entonces, existe la necesidad de transformarlo en algo útil, para el tratamiento de estos residuos sólidos orgánicos se emplean diferentes métodos ya sean físicos, químicos, como biológicos. Entre las cuales destaca el vermicompost. El vermicompostaje es el proceso de conversión de materia

orgánica a través de la descomposición de lombrices de tierra. Estos pasan por sus sistemas digestivos, metabolizando el residuo, eliminando un producto estable llamado vermicompost. (Doria, 2009)

La *Eisenia fétida* o también llamada lombriz roja se utilizan para una variedad de propósitos, incluida la producción de vermicompost, que tiene lugar en su tracto digestivo a través de un proceso de biotransformación, para producir un fertilizante orgánico que contiene nutrientes esenciales para las plantas y es una alternativa para aumentar el rendimiento de las plantas. Resiliencia de suelos y agroecosistemas ya que destaca la capacidad de absorber agua y facilitar la germinación de plántulas. (Gutiérrez et al., 2020)

En la actualidad utilizar la técnica del vermicompost constituye un potencial de gran interés para la agricultura en nuestra localidad, ya que esto permitirá la regulación y mejora de las propiedades físicas del suelo. Por ello es necesario conocer los rangos de tolerancia del pH del sustrato orgánico, la temperatura y humedad adecuada para que la *Eisenia fétida* se pueda reproducir adecuadamente para que la producción del vermicompostaje sea eficiente y sirva como abono en la fertilización de los suelos para la agricultura, mejorando con ello en la calidad, color, y tamaño de las frutas, hortalizas, flores y plantas ornamentales.

En este sentido se presenta la siguiente tesis como una alternativa de solución. “EVALUACIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) EN LA PRODUCCIÓN DE VERMICOMPOST A PARTIR DE ESTIÉRCOL DE CUY (*Cavia porcellus*) EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2023”.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el resultado de evaluar a la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (*Cavia porcellus*) en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 100% estiércol del *Cavia porcellus*?
- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 50% estiércol del *Cavia porcellus* y 50% de residuos orgánicos?
- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del *Cavia porcellus* y 75% de residuos orgánicos?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar a la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (*Cavia porcellus*) en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 100% estiércol del *Cavia porcellus*.
- Evaluar las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 50% estiércol del *Cavia porcellus* y 50% de residuos orgánicos.
- Evaluar las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del *Cavia porcellus* y 75% de residuos orgánicos.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad en el Distrito de Pillco Marca, de acuerdo a los datos obtenidos en la composición de los residuos sólidos domiciliarios lo que más se generan son: materia orgánica en un 70.12%, residuos inorgánicos en un 12.52% y residuos no reaprovecharles en un 17.36% según el más reciente

estudio de caracterización de los residuos sólidos, aquellos que terminan en el botadero de Chilepampa generan metano (CH₄), un gas altamente contaminante, cuando la materia orgánica se descompone. Si estos residuos se queman, producen dióxido de carbono (CO₂). Ambos gases son considerados Gases de Efecto Invernadero (GEI). Además, el agua presente en la materia orgánica se transforma en lixiviado, un líquido que es altamente contaminante.

Esta investigación tiene como objetivo revalorizar los residuos sólidos orgánicos, específicamente el "estiércol de cuy", mediante su transformación en pre-compost. Este pre-compost será utilizado como alimento para las lombrices rojas californianas (*Eisenia fétida*), que convertirán estos residuos en humus, un producto valioso para la agricultura. Este proceso se conoce como vermicompostaje.

El vermicompostaje es el procesamiento de sustratos orgánicos a través de la digestión de la *Eisenia fétida*. Las características físico-químicas de los sustratos y la salud de las lombrices son parámetros importantes para un vermicompostaje efectivo. El sistema de vermicompostaje sostiene redes alimentarias complejas y, al mismo tiempo, modifica diferentes formas químicas de varios elementos nutrientes en compuestos inorgánicos fácilmente disponibles para las plantas, que son importantes para la dinámica de los nutrientes.

La principal concentración del estudio es el efecto de la *Eisenia fétida* con respecto a la producción de vermicompost a partir de estiércol de *Cavia porcellus*. Este estudio también evaluó la tasa de reproducción de *Eisenia fétida* y los cambios en el pH, Conductividad Eléctrica (CE), Carbono Orgánico Total (COT), Nitrógeno Total (NT), y la relación C: N mediante el vermicompostaje del estiércol de cuy.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En el desarrollo de la investigación no se encontraron posibles limitaciones de consideración.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. VIABILIDAD TÉCNICA

La investigación conto con el laboratorio para el observar el efecto de la Eisenia fétida en la producción de vermicompost a partir de estiércol de *Cavia porcellus*.

1.6.2. VIABILIDAD OPERATIVA

Durante todo el proceso de la investigación se contó con la ayuda de un asesor en investigación y un asesor estadifico para analizar los resultados obtenidos.

1.6.3. VIABILIDAD ECONÓMICA

Fue viable económicamente ya que el estudio será financiado en su totalidad por la investigadora.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONAL

Fernández y Guggeri, (2019) en su investigación con título: *“Efecto de seis adyuvantes en el crecimiento, reproducción y comportamiento de Eisenia fétida”*. Universidad de la República – Uruguay. cuyo **Objetivo** Fue estudiar el efecto de 6 adyuvantes de uso agrícola en el crecimiento, reproducción y comportamiento de la lombriz de tierra Eisenia fétida. **Metodología:** Los adyuvantes Rizospray Extremo, Rizo Oil y sulfato de amonio fueron evaluados en su dosis comercial recomendada, así como en una dosis diez veces superior. **Resultados:** Se realizaron 06 tratamientos, cada uno con 05 repeticiones, empleando un adyuvante a una concentración diez veces mayor que la dosis comercial recomendada. Además, se incluyeron un control negativo y un control positivo que también contenía ácido bórico. Los indicadores evaluados en este ensayo fueron el porcentaje de lombrices en el sustrato de control y un indicador de evasión. Conclusiones: Los adyuvantes evaluados, en las dosis y el tiempo considerados, no tienen un impacto en el crecimiento, la reproducción ni en el comportamiento de E. fétida.

Guzmán et al., (2020) en su investigación con título: *“Biodegradación de residuos sólidos urbanos utilizando cultivos microbianos y biofiltro estático de Eisenia fétida”* Universidad de Oriente – La Habana, Cuba tuvo como **Objetivo** evaluar las cconcentraciones de los cultivos iniciadores, tiempo de exposición y temperatura, en los procesos de biodegradación de residuos sólidos urbanos con condiciones controladas, utilizando lombrifiltro estático de Eisenia fétida. **Metodología:** Se utilizó un diseño factorial ampliado a un diseño central compuesto, con el índice de biodegradación como variable de respuesta. Resultado: El modelo desarrollado expone el 96% de la variedad del

índice de biodeterioro, basados en las relaciones de la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de oxígeno. Las eficiencias máximas de dichos métodos se alcanzaron con el 2.5% de concentración del cultivo, por el periodo de 96 días y una temperatura aproximada de 32°C, las condiciones mencionadas fueron las que más se ajustaron los modelos, con índices mayor de biodegradación y con menores índices de concentraciones de los contaminantes orgánicos y químicos de los efluentes. Conclusión: los análisis de las varianzas revelaron que la temperatura, en los períodos y la interacción entre los factores que intervienen en los procesos de biodegradación de los residuos sólidos urbanos. Dicho sistema biológico de diseño mixto es el más apropiado para el tratamiento de dichos residuos.

Romero et al., (2018) en su investigación con título: “*Evaluación de sustratos para la producción de lombriz de tierra (Eisenia fétida)*” Universidad Central 'Marta Abreu' de Las Villas – Cuba. cuyo **Objetivo** fue evaluar la utilidad de las deyecciones de bovinos y ovinos, así como la cáscara de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.), como sustratos para la producción de lombrices *Eisenia fétida*. **Metodología:** El experimento se diseñó utilizando un bloque al azar con 03 repeticiones y 07 tratamientos: cáscaras de cacahuete, excremento de bovino, excremento de ovino y diversas combinaciones de estos sustratos. En cada repetición y tratamiento, se recolectaron ocho muestras de sustratos siguiendo un patrón en zigzag. Los **resultados** mostraron una diferencia significativa (Tukey, $p < 0,05$) en las variables analizadas (tres). Las mezclas de cáscaras de cacahuete con excremento de los ovinos y bovinos produjeron una mayor cantidad de lombrices en etapa de vida joven. La combinación de cáscara de cacahuete con excrementos bovinos, así como los excrementos bovinos por sí solos, resultaron en una mayor población de lombrices adultas. El mayor número total de lombrices se observó en los tratamientos que combinaban cáscara de cacahuete con excrementos bovinos y en la combinación de cáscara de cacahuete con excrementos de ovino y bovino. En **conclusión**, determinaron que las mezclas de excremento

bovino con cáscaras de cacahuate son sustratos eficaces para la producción de lombrices.

2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES

Del Castillo y Díaz, (2021) en su investigación con título: *“Elaboración de Humus de Lombriz (Eisenia fétida) a partir de Compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales en el Distrito de San Roque de Cumbaza Región San Martín”* Universidad César Vallejo – Lima. Cuyo **Objetivo** fue la elaboración de humus de lombrices (Eisenia fétida) a partir de los compostajes de residuos sólidos orgánicos municipales en el distrito de San Roque de Cumbaza, región San Martín. **Metodología:** presentaron muestras de 500 kilogramos para cada uno de los módulos o camas de compostajes, y usaron la técnica de observación directa. Los **resultados**, obtuvieron a lo largo de cuatro meses, mostraron una producción mensual creciente: 110 kilogramos en el primer mes, 250 kilogramos en el segundo, 450 kilogramos en el tercero y 600 kilogramos en el cuarto, alcanzando el total de 1410 kilogramos de humus de lombriz roja californiana. En cuanto a la característica de nutrición del humus, la concentración química se expresa en porcentajes las cuales son: 33.61 por ciento de materia orgánica, 1.96 por ciento de nitrógeno total, 0.46 por ciento de fósforo, 0.77 por ciento de potasio, 5.63 por ciento de calcio y 0.65 por ciento de magnesio. el parámetro de partes por millón incluye: 3456 ppm de hierro, 98 ppm de zinc y 263.56 ppm de manganeso. Llegando a la conclusión que el humus tiene una composición química muy adecuada para funcionar como un abono orgánico de alta calidad.

Apaico y Santisteban, (2020) en su investigación con título: *“Vermicompostaje con Eisenia fétida para el tratamiento de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales”* Universidad César Vallejo – Chiclayo. Con el **objetivo** de describir las efectividades del vermicompostaje con Eisenia fétida en el tratamiento de lodo residual proveniente de plantas de tratamiento de aguas residuales. **Metodología:** realizaron mediante revisiones bibliográficas de los

estudios recientes, usaron el diseño no experimental, descriptivo de tipo transversal. **Resultados:** Evaluaron los diversos estudios, observaron que las dosis óptimas eran 50 por ciento lodos de depuradora y 50 por ciento de materias orgánicas, siendo el mejor resultado en términos de calidad nutricional según el estándar marcado por el Real Decreto 824. (6,98), Materia orgánica (46,87%), Conductividad Eléctrica (3,50 mS/cm), Humedad (59,9 por ciento), N (1,75%), P (1,35 por ciento) y K (0,61 por ciento). **Conclusión:** concluyen que el uso de las lombricompostas con lodos de Eisenia para el manejo de lodo de depuradoras dependen de otro sustrato previamente utilizado y de procedimiento adicionales para alcanzar el límite permisible de incorporación de este material al suelo.

Canales et al., (2020) en su investigación con título: “*Crianza de Eisenia fétida (lombriz roja) en diferentes sustratos de desarrollo biológico*” Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima. Tuvo por **Objetivo** determinar las influencias de los tipos de sustratos (tipo de tratamiento) en los incrementos de cocones y biomasa de las lombrices rojas. **Metodología:** se trató de la introducción y control de tres tipos de matrices que consideraron estiércol y residuos de frutos. La temperatura, la humedad y el pH se evaluaron cada dos días, y los gusanos, los conos, la longitud y la biomasa se evaluaron cada 12 días. **Resultados:** Después del tratamiento con estiércol y corteza, las vainas de lombriz roja aumentaron a 6 vainas o huevos (promedio 4,33 vainas/lombriz) en 36 días, siendo las vainas de lombriz roja las que tuvieron el mayor número. **Conclusión:** La correlación entre la longitud del gusano (mm) y la biomasa (g) es la más alta, con un valor r de 0,82.

2.1.2. ANTECEDENTES LOCALES

Huata, (2018) en su investigación con título: “*Determinación de la relación de pre compost utilizada como alimento de la lombriz roja californiana (Eisenia foétida) y cantidad de humus*” Universidad de Huánuco. Tuvo como **objetivo** Determinar las cantidades de pre-compost utilizadas para alimentar a las lombrices rojas californianas y la

cantidad de humus extraído a lo largo de todo el proceso. **Metodología:** considera el análisis de humus no seleccionados. En sus primeras predicciones también consideró los compost o humus comercial. El humus industrial es un producto de crianza secundaria que tiene humus de valores agregados que contienen ciertos ingredientes o elemento que puede mejorar la salud de sus dietas. **Resultado:** El peso del pre compost sin tamizar convertido a humus se calculó como porcentajes, y los promedios de las tres muestras fueron del 82%. **Conclusión:** los humus son productos exclusivos en las industrias, que tienen valores agregados de otros ingredientes, enriquecen sus valores nutricionales y pueden ser comercializados a través de agricultores comerciales.

Valdivia, (2022) en el desarrollo de su investigación: *“Producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente del cartón generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco”* Universidad de Huánuco. tuvo como **objetivo** Demostrar las diferencias en la producción de vermicompost mediante el uso eficiente de diversos tipos de cartones generados como residuos sólidos. La **metodología** utiliza la introducción de 04 lombricompostores, cada uno del cual contenían tipos de cartones (corrugados, doblados, agrietados y no reciclables), el procedimiento lo realizó en tres pasos. El primer paso que uso son los procesos de vermicompostaje, utilizando unas cajas technopig de 60 centímetros de largo, 45 centímetro de ancho y 40 centímetro de alto, con pequeños filtros en los fondos para la lixiviación y ventilación de gases en la tapa, lista para vermicompost 3 kilogramo. en el suelo, agregue hojarasca y ponga ½ kilogramo de lombriz en cada recipiente. En la segunda fase, la lombriz fue alimentada con 250 gramos de cada tipo (papeles corrugados, doblados, rasgados y no reciclables) más 100 gramos de desechos orgánicos de cocina y fueron observadas cada 15 días para registrar la cantidad de cartón. La cantidad de lombrices no consumidas se registra en la tabla comparativa. En la tercera fase se determinó el rendimiento de lombricomposta pesando la cantidad total de lombricomposta en cada lombricomposta obtenida durante los tres largos meses que duró el experimento, por otro lado, la cantidad de cada

lombricomposta en la lombricomposta es uno. kilogramo. **concluyó** que los mejores cartones para la producción de lombricomposta son el cartón corrugado y el cartón kraft, ambos son estadísticamente iguales, producen la mayor cantidad de lombricomposta, mientras que la menor cantidad de lombricomposta se obtiene del cartón no reciclable. Se concluyó que el vermicompostaje utilizando papel corrugado y kraft tuvo mejores resultados determinados al nivel de significancia del 5%.

Reynoso, (2021) en su investigación con título: *“Elaboración de vermicompost con estiércol de vacuno utilizando la lombriz roja californiana (Eisenia foétida) y microorganismos eficientes”* Universidad de Huánuco. Tuvo por **Objetivo** Determinar las cantidades de vermicompost y comparar la producción de vermicompost de primera, segunda y tercera calidad a partir de estiércol de vacuno, utilizando lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) y microorganismos eficaces. **Metodología** uso un diseño experimental. El tipo de este estudio es prospectivo, con intervenciones transversales y analíticas, consistente en la creación de doce parcelas, seis tratamientos, incluyendo controles, pesando cada una la primera, segunda y tercera masa de lombricompost. Cada tratamiento fue de 150 kilogramos. Se necesitan 2 meses para utilizar lombriz y microorganismo altamente eficiente para convertir los estiércoles de vacas en vermicompost. los **resultados** de la descomposición del vermicompost, los pesos aumentan y los volúmenes disminuyen durante el procesamiento. Asimismo, se han realizados análisis específicos de vermicompostajes durante y al final del proceso, y este seguimiento se realizó in situ para cada tratamiento.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. EISENIA FÉTIDA

Avilés, (2011) afirma que la *Eisenia fétida* son invertebrados del tipo anélidos y carecen de esqueleto. Su sistema muscular está altamente desarrollado, lo que facilita su movimiento. Aunque no tienen ojos,

poseen células especiales distribuidas por todo el cuerpo que responden a la luz solar. A aproximadamente un cuarto de la longitud desde la cabeza, tienen un anillo conocido como clitelo, que juega un papel crucial en la reproducción. Durante la cópula, el clitelo secreta una sustancia mucosa que envuelve a los dos individuos.

De acuerdo Maciel et al., (2015) existen cientos de especies que se pueden clasificar según su morfología y hábitat. Una de estas especies es *Eisenia foétida*, conocida como la Lombriz Roja de California, que se usa para la transformación de materiales biodegradables. A continuación, se describe su taxonomía:

- Reino: Animal
- Tipo: Anélido
- Clase: Oligochaeta
- Familia: Lumbricidae
- Género: *Eisenia*
- Especie: *Eisenia foétida*

Loro, (2018) La *Eisenia foétida* tiene ambos sexos, pero para reproducirse requiere emparejarse con otra lombriz, ya que es hermafrodita pero no completo. Los testículos, que son glándulas que producen esperma, están situados entre el octavo y el décimo segmento, y suelen encontrarse en dos o más pares. El aparato genital masculino está constituido por estos testículos. Además, *Eisenia foétida* posee un par de ovarios situados en el decimotercer segmento. El aparato genital femenino recibe y almacena el esperma hasta la fecundación. Cuando las lombrices alcanzan la madurez sexual, se desarrollan los clitelos, que producen el moco necesario para la copulación.

Briceño y Pérez, (2017) Las *Eisenia foétida* se alimentan de diversos tipos de materias orgánicas, pudiendo ingerir diariamente una cantidad

equivalente a su propio peso. De lo consumido, utilizan un 20% para su sustento y excretan el 80% en forma de humus.

También Hernández et al., (2003) señala que las Lombrices Rojas Californianas, bajo condiciones alimenticias óptimas, pueden excretar entre el 60% y el 80% de los alimentos consumidos en forma de humus. Esto se debe a sus sistemas excretores, que consta de un par de nefridios presente en todos los anillos de los cuerpos, excepto en los tres primeros y el último. Estos nefridios actúan como riñones y eliminan las sustancias como urea, amoniaco y creatinina a través del poro que conectan con el exterior. (p.3).

Figura 1
Lombrices en producción de humus



Nota. Crespo (2003) “los excrementos obtenidos de la lombriz son denominados humus, estos se emplean como abono vegetal” (p.96).

2.2.2. CONDICIÓN IDEAL Y DESFAVORABLE DE SU HÁBITAT

Para que la lombriz se desarrolle óptimamente, es necesario que las condiciones incluyan una temperaturas que varíen entre 15° y 24°C, siendo 20°C las temperaturas ideales que se aproxima a la temperatura de su cuerpo.(Gutiérrez et al., 2020)

Las temperaturas extremas por debajo de los cero grados centígrados o sobre los 42°C, las lombrices *Eisenia fétida* disminuyen sus actividades sexuales y dejan de producir humus. (Tineo, 1994).

Cuando las temperaturas descienden por debajo de los 15° C, la lombriz entra en un estado de latencias, reduciendo significativamente su actividad. Dejan de crecer, reproducirse y producir humus, y los huevos no eclosionan, lo que prolonga su ciclo de vida al mantener los embriones en estado latente hasta que las condiciones ambientales se vuelvan más favorables (Tineo, 1994). Por otro lado, el pH entre 6.5 y 7.5 es el más favorable, este es el pH neutro (Tineo, 1994); Las condiciones de humedad ideales para las lombrices oscilan entre el 70% y el 80%. Por debajo del 70% de humedad, las condiciones se vuelven desfavorables, provocando un estado de latencia en las lombrices. Si la humedad cae por debajo del 55%, el ambiente se vuelve letal. Las lombrices pueden adaptarse a diferentes condiciones ambientales, por lo que son cruciales mantener los niveles óptimos de humedad para asegurar su desarrollo adecuado.(Aranda, 1988)

2.2.3. USOS DE LA EISENIA FÉTIDA

Puede emplearse para mejorar suelos, generar humus, servir como carnada para pesca, reciclar desechos urbanos e industriales, y como fuente de proteína tanto para humanos como para animales.(Villegas & Canepa, 2017)

2.2.4. ALIMENTACIÓN EISENIA FÉTIDA

Estos animales son saprófagos, ya que se alimentan de residuos biodegradables, incluyendo desde detritus orgánico hasta excrementos animales, con claras preferencias por estos últimos, lo que lo distingue de otra especie. La lombriz se alimenta de cualquier tipo de materias orgánicas que haya pasado por el proceso de descomposición y fermentación. Cualquiera que sea la materia orgánica empleada, debe tener un contenido de fibra de al menos un 20-25%, como paja, papel o cartón.(Ferruzzi, s.f.)

2.2.5. CUY (CAVIA PORCELLUS)

El cuy es una especie originaria de los Andes y su crianza es ampliamente común en la región. En general, se utilizan sistemas tradicionales para su manejo, con una alimentación basada en forrajes. Perú lidera la producción y consumo mundial de carnes de cuyes. Debido a sus bajos costos de producción y crianzas a pequeñas escalas, las carnes de cuyes es un producto altamente nutritivo que no solo contribuye a la seguridad alimentaria, sino que también beneficia la economía local a través de su comercialización.

- **Habitad**

Los cuyes han demostrado adaptación a ecosistemas de costas y sierra, desde el nivel del mar hasta una altitud hasta 3 500 msnm. Sin embargo, se han realizado diversas investigaciones de genética para mejorar su adaptación y reproducción en zonas específicas como Cajamarca, Huánuco, Junín. Además, en países vecinos como Ecuador, Colombia y Bolivia.

Su alto desarrollo es aprovechado para el comercio de su carne, esta producción genera además de consumo de recursos para su alimentación, estiércol con alto contenido de nutrientes y gases, que actualmente son reaprovechados estratégicamente.

- **Características del estiércol de cuy**

El estiércol de cuy presenta:

- Alto contenido en nutrientes (nitrógeno, fosforo y potasio) tales componentes son necesarios para el desarrollo de plantas y preservación de los suelos.
- Minerales
- Porcentaje alto de humedad a diferencia de otras especies, tales componentes son necesarios para el desarrollo de plantas y preservación de los suelos.

- Pueden aprovecharse para producir gas
- Se pueden compostar

2.2.6. VERMICOMPOST

Existe diferentes conceptos del Vermicompost como:

Nogales et al., (1999) dice que el Vermicompostaje son técnicas que implican procesos de estabilización de las materias orgánicas, llevado a cabo por las acciones conjuntas de lombriz de tierra y microorganismos, resultando como productos finales estabilizados, homogéneos y de texturas finas. Los vermicompostajes, cuando se aplican en el suelo, contribuyen a mejorar tanto los drenajes como la propiedad física y química del suelo. Este efecto es crucial, ya que el vermicompost ayuda a prevenir la degradación del suelo, estimula y amplifica las actividades biológicas, y fortalecen las resistencias de la planta contra plaga, enfermedades y patógenos.

También Moreno, (2005) dice que El vermicompost, también conocido como "humus de lombriz", es un material oscuro con un olor agradable similar al del mantillo de bosque. Su alta bioestabilidad previene la fermentación o descomposición, y está cargado con enzimas y bacterias que aumentan la solubilidad de los nutrientes. Estos nutrientes se liberan gradualmente, facilitando su absorción por las raíces y evitando que se lixivien con el agua de riego. Esto asegura que permanezcan disponibles en el suelo por más tiempo, promoviendo la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas.

Por otro lado, López, (2019) afirma de manera similar que el Vermicompost es un material desmenuzado, ligero y sin olor, que está repleto de enzimas y microorganismos no patógenos que las plantas pueden asimilar. Este compuesto es equilibrado, antiparasitario y tiene una eficacia en los terrenos de cultivo que dura aproximadamente cinco años. El humus actúa como una inoculación microbiana efectiva para el suelo y proporciona compuestos fitoestimulantes, siendo su función

principal equilibrar la colonización microbiana en el suelo. Además, la acción de las lombrices durante el proceso de humificación reduce las concentraciones de microelementos como Fe, Zn, Cu y Mn, disminuyendo así el riesgo de toxicidad en solo ocho semanas.

2.2.6.1. NATURALEZA Y CARACTERÍSTICA REQUERIDA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS PARA SU VERMICOMPOSTAJES

El éxito y la efectividad de los procesos de vermicompostajes de residuos orgánicos dependen de que estas tengan una naturaleza y características que permita un desarrollo adecuado de la lombriz. La principal característica es que deben evaluarse en el residuo orgánico destinados al vermicompostaje son las siguientes:

- **Humedad:** Las exigencias de humedad en los residuos superiores al 50% (óptima entre 70-90%) son debidos a que la lombriz tiene un aparato de intercambios gaseosos que se realizan por medio de sus dermis (Edwards y Bohlen, 1996). Ellos implican que los residuos orgánicos deban poseer altos grados para poder absorber y formen retenes de agua, por lo que sus humedades deben ser ajustadas antes de comenzar los procesos de vermicompostajes, en base a las imposiciones optimas de la lombriz de tierra que vaya ser utilizado durante la etapa. Para medir el porcentaje de humedad se utilizó el método propuesto por (Ferruzzi, s.f.) tanto en el residuo orgánico inicial como durante el proceso de vermicompostaje existe una prueba sencilla “prueba del puño” que consiste en tomar una porción del sustrato con la mano y ejercer presión con el brazo. Si al apretar salen de 8 a 10 gotas, se indica que la humedad está alrededor del 80%. Sin embargo, es preferible usar un medidor de humedad para obtener una medida más precisa.
- **Estructura física:** los residuos deben contar con unas estructuras física que sean lo suficientemente porosas. para

permitir el movimiento de la lombriz, así como los pasos del aire y los drenajes de cualquiera de los excesos de aguas durante los procesos. Unos adecuados niveles de la aireación en los residuos son cruciales, ya que la lombriz necesita concentración de oxígeno entre los 55% y el 65% (Edwards y Bohlen, 1996). Para residuos que no permiten una buena difusión del aire, es necesario acondicionarlos previamente mezclándolos con otros materiales que ayuden a mejorar su estructura..(Nogales et al., 1999)

- **pH:** El pH de los residuos pueden influir en los procesos de vermicompostajes, ya que la lombriz tiene un rango específico de tolerancia para estos factores, así como un pH óptimo que los desarrollan y reproducen de manera más eficiente. Por ejemplo, *E. fetida* y *E. andrei* son lombrices que pueden resistir pH entre 5 y 9 en los residuos sólidos, aunque a veces se inclinan por valores más cercanos a la neutralidad.(Nogales et al., 1999)
- **Contenido de carbono y nitrógeno:** Diversidad de estudios han demuestran que las distintas especies de lombriz es más eficiente en los vermicompostajes de residuo orgánico cuando la relación Carbono/Nitrógeno de estos residuos los que se aproximan a los valores óptimos para su desarrollo. En general, se considera que una relación C/N entre 20 y 30 en los residuos orgánicos permiten un desarrollo adecuado de la mayoría de la especie de lombriz. Sin embargo, si las relaciones de C/N de los residuos se desvían considerablemente de estos rangos, los crecimientos y las reproducciones de la lombriz puede verse negativamente afectado (Nogales et al., 2008). el residuo orgánico con baja relación C/N o alto contenido de proteínas aceleran la degradación y provocan un aumento de temperatura en el material, lo cual puede ser letal para las lombrices. En estas situaciones, mezclar dos residuo con relación de C/N

complementarios mejoraría en la calidad de los sustratos orgánicos, haciéndolo más adecuado para el desarrollo de las lombrices en comparación con cada uno de los residuos por separados.(Gutiérrez et al., 2020)

- **Concentración de sales:** los contenidos de las sales en los residuos orgánicos utilizados para los vermicompostajes pueden alterar los equilibrios iónicos del fluido interno de la lombriz, debido a sus bajas capacidades para regular la sal que absorbe con el agua a través de sus pieles. Por lo tanto, unas altas concentraciones de sal en los residuos orgánicos pueden impedir que las lombrices procesen los materiales adecuadamente. Para *Eisenia fetida* y *Eisenia andrei*, los residuos orgánicos con valores de conductividad eléctrica superior a 8 uSm tendrían unos niveles de sal que resultarían letal. (Edwards, 1988). las áreas donde el agua dulce son abundantes, se debe realizar un lavado previo de los residuos que contengan alta salinidad y podrían servir como técnicas de acondicionamientos para disminuir sus contenidos de sales a niveles que la lombriz pueda tolerar. Sin embargo, estos aumentarías los costos de los procesos.(Nogales et al., 1999)
- **Concentración de amoníaco y amonio:** Un alto nivel de amoníaco, o de sus formas protonadas, los iones amonio, presente en los residuos es extremadamente tóxico para la mayoría de la especie de lombriz. En particular, para la lombriz de la especie *E. fetida* o *E. andrei*, una concentración de amoníaco y amonio superior a 1 o 0,5 miligramo por gramo de sustrato, respectivamente, se considera tóxica (Edwards, 1988). En estos casos, el residuo puede ser acondicionado mediante la saturación con agua y posterior aireación durante varios días, lo que facilita las volatilizaciones de sus contenidos de amoníaco. (Aranda, 1988)

- **Concentración de sustancias o elementos tóxicos:** En algunos casos, los residuos orgánicos destinados a la producción de vermicompost pueden contener elementos o sustancias que, incluso en pequeñas cantidades, es perjudicial para la lombriz. Ejemplos de estas sustancias incluyen un metal pesado, fenol y plaguicida. Esta sustancia puede causar alteraciones en el metabolismo de la lombriz, afectando sus crecimientos, desarrollos sexuales, producción de su cápsula e incluso la supervivencia. Una pequeña cantidad del metal que la lombriz ingiere puede integrarse en su tejido a través de la absorción intestinal (Fleming y Richards, 1982), Si el vermicompost resultante se va a utilizar como proteínas animales o como suplementos para ciertos animales, son importantes controlar los contenidos de los metales en el residuo a compostar. Además, las mayorías de los metales son excretados nuevamente al medio por la lombriz, lo que podría perjudicar la calidad del vermicompost obtenido (Elvira y col., 1995; Suthar y Singh, 2009). El plaguicida presente en alguno de residuos orgánicos, según sus composiciones, puede acumularse fácilmente en la lombriz, lo que podrían afectar sus supervivencias (Yasmin y D'Souza, 2010), por los que sus presencias son factores que pueden limitar los desarrollos óptimos de los procesos de vermicompostajes (Fernández Gómez y col., 2011a).
- **Actividad biológica:** Las agrupaciones iniciales de cierto residuo y sus humectaciones para alcanzar unos contenidos óptimos de agua para la lombriz pueden provocar rápidas proliferaciones microbianas, debido a los altos contenidos de nutriente y microorganismo en los residuos orgánicos. Esto resulta en las actividades biológicas intensas que inician en la degradación de los residuos de maneras descontroladas, liberando sustancia nociva para la lombriz e incluso provocando unos calentamientos excesivos de los residuos (Domínguez,

2004). En tal caso, los residuos deben ser precompostados inicialmente, y las inoculaciones de la lombriz deben llevarse a cabo solo después de que estas fases iniciales de activación y degradación biológica hayan finalizado.

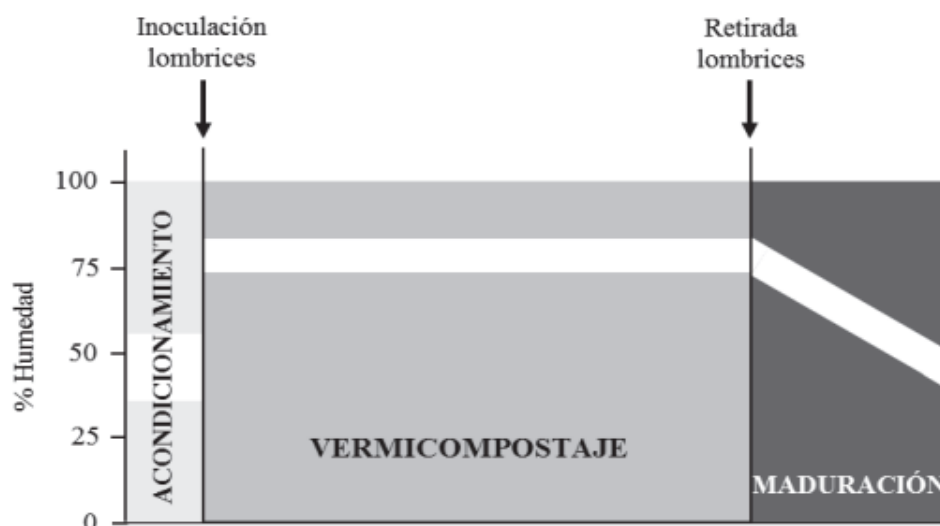
Al respecto Sánchez, (2018) nos señala que la preparación del sustrato debe realizarse a través de la fermentación aeróbica, que resulta de la acción de diversos microorganismos. Las duraciones de las fermentaciones dependen del factor como el pH, la humedad, la temperatura y los tipos de sustratos (p.8).

Las mismas formas, Álvarez et al., (2019) señala que el estiércol no debe estar demasiado envejecido, ya que afecta la calidad del compost, pero si son demasiados frescos, perjudicarían a la lombriz debido a los calores generados y a los pHs inadecuados. Por ello, es necesario realizar un precompostaje, humedeciéndolo y aireándolo antes de que esté apto para su uso como alimento. (P.12)

2.2.6.2. ETAPAS DEL PROCESO DE VERMICOMPOSTAJE

Figura 2

Etapa de un proceso de vermicompostaje. Las franjas blancas indican los rangos de humedad adecuados de los residuos en cada etapa



Nota. Díaz (2014). El proceso de vermicompostaje consta de tres etapas basadas en la actividad de las lombrices. Las franjas blancas indican el rango de humedad adecuado de los residuos en cada una de estas etapas.

- a) **Etapas de acondicionamientos:** los propósitos de preparar el residuo orgánico es hacerlo adecuado como alimentos para la lombriz y, si son posibles, aumentar las biomasas microbianas. los preacondicionamientos no siempre son necesarios, ya que muchas lombrices pueden consumir residuos orgánicos sin pretratamiento. Algunos métodos de preacondicionamiento incluyen los lavados, macerados, mezcla de diferente tipo de residuo orgánico y los precompostajes. Estos últimos son obligatorios cuando se usan residuo orgánico de área urbana, ya que puede contener microorganismo patógeno para el humano.
- b) **Etapas de vermicompostajes en sentido estricto:** Es el intervalo de tiempo que transcurre desde la inoculación de las lombrices hasta su retiro del sustrato orgánico. La duración de este periodo varía según los tipos y las características de residuo orgánico, las densidades de la lombriz inoculada y otros factores.

c) Etapa de maduración: Después de retirar la lombriz, son recomendables, e incluso necesarios, dejarlos que los sustratos orgánicos maduren para mejorar sus estabildades, madurez y calidad, y reducir sus contenidos de agua a niveles adecuados para su comercialización. Estas etapas son pasivas, generalmente no se añaden agua, y solo participan microorganismos que completan las descomposiciones de los residuos orgánicos procesado previamente.

• **Factores que condicionan los procesos de los Vermicompost**

Somarriba y Guzmán, (2004), señalan que los factores que condicionan los procesos de los vermicompostajes son:

a) Humedad: debe mantenerse entre el 75% y el 80%; niveles por debajo del 70% son desfavorables, y debajo del 55% pueden ser letales. Generalmente, los aportes diarios de los restos húmedos de la cocina ayudan a mantener esta humedad. Sin embargo, si el vermicompostador está excesivamente húmedo, pueden dificultar la respiración de la lombriz y causar problemas.

b) Temperatura: la temperatura ideal para la producción de vermicompost está entre 15°C y 24°C. A muy altas temperaturas, muchos microorganismos son atraídos por los procesos que eliminan, mientras que lo demás no puede continuar debido a la procesión de huevos.

c) pH: las lombrices pueden crecer de manera apropiada cuando el Ph que estas entre 5.0 y 8.0.

d) Aireación: las lombrices requieren aire para sus procesos vitales, por lo tanto, son necesarios removerlos con rastrillos.

e) Oxígeno: los compostajes son procesos aeróbicos, por lo que la disponibilidad de oxígeno es crucial. La cantidad de oxígeno

requerida variará según el tipo de material, su textura, el nivel de humedad, la frecuencia de mezcla y si hay ventilación forzada o no.

- f) La superficie.** debe ser casi nivelada, y se deben hacer zanjas asegurando las adecuadas disponibilidades de agua.
- g)** La presencia del metal pesado en el residuo orgánico puede interferir con los metabolismos de la lombriz, lo que afectaría la calidad del vermicompost producido
- h)** El nitrógeno es crucial porque los residuos que procesan juegan un papel fundamental en la capacidad de las lombrices para colonizar y desarrollarse. En general, es importante destacar los niveles de los nutrientes son los residuos, ya que los contenidos de nitrógeno y fósforo son esenciales para el crecimiento y desarrollo tanto de la lombriz como del microorganismo eficiente que participan en el proceso de vermicompostaje. Estos nutrientes son fundamentales para mantener un ambiente favorable, permitiendo que las lombrices y los microorganismos descompongan los residuos orgánicos de manera eficiente y produzcan un compost de alta calidad.

2.2.6.3. PRODUCCIÓN

Los vermicomposts poseen 04 veces más nitrógeno, 25 veces más fósforo y 02 veces y media más potasio en comparación a los mismos pesos de estiércol bovino. El humus de lombrices es de color negro, con una texturas granuladas y homogéneas, y tiene un olor agradable similar al del mantillo de bosque. El humus de lombriz tiene un color negro, una textura granulada y uniforme, y un olor agradable similar a los del mantillo de los bosques. Contienen altos porcentajes de ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales no se generan directamente por los procesos digestivos de las lombrices, sino por las actividades microbianas que ocurren durante los períodos de reposo en los lechos. los humus de las lombrices previenen y combate la clorosis férrica, mejora la eficacia de las

labores mecánicas en los campos, aumentan las resistencias a las heladas y promueven las formaciones de micorrizas. Sus efectos residuales pueden perdurar en los suelos hasta cinco años. Con un pH neutro, no presentan problemas de la dosificación ni de fitotoxicidad, incluso cuando se aplica en su forma pura.(Velasquez, 2019)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Vermicompost**

El vermicompostaje es un proceso biotecnológico que facilita la biodegradación y estabilización de residuos bajo condiciones aeróbicas y mesófilas, mediante la acción de ciertas especies de lombrices de tierra. Esta lombriz se alimenta de los residuos, acelerando así su degradación microbiana.(Romero, 2018)

- **Eisenia fétida**

Son una especie de lombrices de tierra del género Eisenia, pertenecientes a las familias Lumbricidae, del orden de los haplotáxidos, pertenecientes a su vez a las subclases de los oligoquetos. (Romero, 2018)

- **Cavia porcellus**

Conocido por varios nombres como cuy, cuye, cuyo, cobaya, cobayo, acure, güimo o conejillo de Indias, son especies domésticas de roedores histricomorfo pertenecientes a la familia Caviidae.

- **Sustrato**

La primera capa del lecho, en la que se añaden las lombrices, está compuesta por un sustrato formado con sustancias orgánicas y estiércoles.(Ochoa y Panduro, 2014)

- **Humus**

Es el fertilizante orgánico por excelencia, obtenido de los tubos digestivos de las lombrices. Este producto, son de color oscuro y con un olores agradables, incrementan y mejoran la disponibilidad del nitrógeno, fósforo y potasio, liberándolos de manera gradual..(Del Castillo & Díaz, 2021)

- **Estiércol**

Los reconoces como fertilizantes orgánicos aquellos que resultan de las fermentaciones, en mayor o menor medida, de unas mezclas de excrementos animales sólidos y líquidos con material vegetal. Este fertilizante, cuando se extiende sobre los suelos del establo, se usan como camas para los ganados.(Guzmán et al., 2020)

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

El potencial de Hidrogeno son óptimos cuando es 7, o sea un pH neutro, ya que no favorecen la presencia de acidez o alcalinidad.(Santos, 2017)

- **Nitrógeno**

El nitrógeno los fertilizantes pueden encontrarse en forma nítrica, amoniacal o ureica, según la materia prima empleada en su producción.(*Abonos compuestos NPK*, 2013)

- **Humedad**

Las cantidades de vapor de agua presente en el aire, o, en términos generales, la cantidades de vapores de cualquier sustancia en un gas que se encuentran por debajo de los límites de saturación, más allá del cual comienza a condensarse.(Gutiérrez, 2017)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es eficaz en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (*Cavia porcellus*) en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.

H0: La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) no es eficaz en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (*Cavia porcellus*) en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Producción de vermicompost

2.5.3. VARIABLE INDEPENDIENTE

Eficacia de la Esenia fétida.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
V. Independiente Evaluación de la Eisenia fétida.	Anélidos invertebrados que tienen sus sistemas musculares muy desarrollados lo que les facilitan sus movimientos y la degradación de materia orgánica convirtiéndolos en humus o compost (Avilés, 2011)	Se evaluará la acción de las lombrices (Eisenia fétida) para la producción de vermicompost a partir del estiércol de cuy.	lombrices Eisenia fétida	Cantidad de lombrices	Observación
				Tiempo de tratamiento	Días calendarios
V. Dependiente Producción de vermicompost.	Son técnicas que consisten en procesos de estabilización de las materias orgánicas, mediados por las acciones combinadas de la lombriz de tierra y microorganismos, del que se obtienen productos finales estabilizados, homogéneos y de granulometría fina (Nogales, 1999)	El producto obtenido aplicado del estiércol de cuy, será evaluado, en proporción, además de las características físicas y químicas	Características Físicas	Temperatura (C°)	Termómetro digital
				Características Químicas	pH (1:1)
Humedad					
Relación C: N	Laboratorio				
Materia orgánica					
Nitrógeno					
Fósforo					

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo aplicada porque será hipotético deductivo y estará enfocada directamente de los resultados y descubrimientos que se puede encontrar de ella, ya que estar apoyada en el análisis y la búsqueda de soluciones para los problemas frente a la contaminación de los suelos.(Hernandez, 2018)

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque de esta investigación fue de tipo cuantitativo, ya que se seguirá un proceso secuencial para observar el efecto de la *Eisenia fétida* en la producción de vermicompost a partir de estiércol de Cavia, se analizarán todas las muestras obtenidas sin detallar los pasos de cada fase, para interpretar los datos recolectados en el campo y realizar los cálculos estadísticos necesarios, así como para llegar a las conclusiones de la investigación. (Hernandez, 2018)

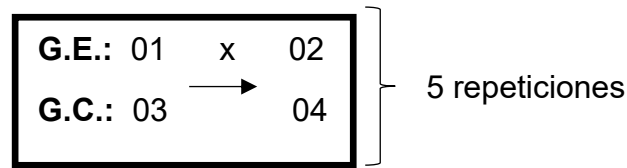
3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel de investigación fue de tipo explicativo, enfocado en determinar cómo las prácticas sostenibles afectan la acción de *Eisenia fétida* en la producción de vermicompost a partir de estiércol de Cavia. Se buscó comprender el porqué de los fenómenos mediante la relación causa-efecto. Por lo tanto, los estudios explicativos se encargan de identificar tanto las causas como los efectos.. (Hernandez, 2018)

3.1.3. DISEÑO

Para el estudio, se tuvo en cuenta el diseño experimental, de corte transversal, prospectivo. Según Hernández, (2018) el experimento se llevará a cabo aplicando estímulos de la variable independiente para observar sus efectos sobre la variable dependiente en un entorno controlado.

Dicho esquema es el siguiente:



G.E.: Grupo con muestra experimental.

G.C.: Grupo con muestra de control (sin estímulo alguno)

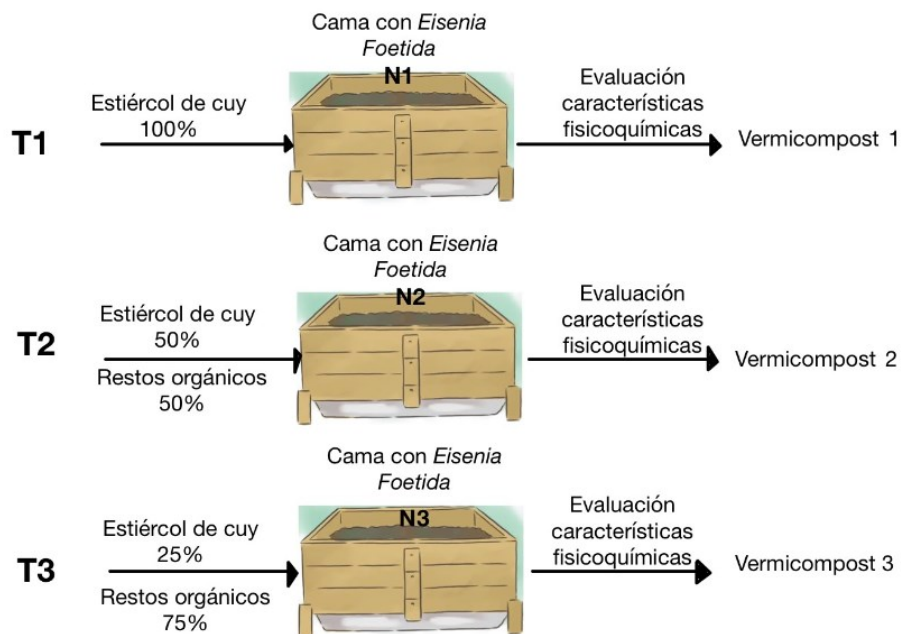
01; 03: Pre test del grupo experimental

02; 04: Post test del grupo experimental

X: intervención de *Eisenia fétida*.

Figura 3

Esquema experimental del proyecto



3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estuvo constituida por la producción total de del estiércol de cuy, en este caso con unidades de peso, a la que se van a inocular las lombrices para la generación de Vermicompost Se considera

las viviendas que se dedican a la crianza de cuy en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

La muestra fue tomada en unidades de peso, por el grupo experimental fueron 5 repeticiones con 0,5 kg por cada unidad experimental.

3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICAS

La técnica usada en la investigación fue la: Observación ya que con ello se pudo evaluar las características y el comportamiento de la *Eisenia fétida* para la elaboración de vermicompost.

3.3.2. INSTRUMENTOS

Para recopilar la información utilizada en la investigación, se emplearon herramientas como las Fichas de resultados y las Fichas de registros de campo, que facilitarán la elaboración de matrices para determinar el resultado de análisis de laboratorio. También se usaron equipos como termohigrómetro, y multiparámetro para poder medir la temperatura, el pH y la conductividad eléctrica del sustrato.

3.3.3. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Vilca (2016), describe los procesos y análisis de datos:

- **Protocolo de recolección de datos**

Los procesos para las evaluaciones de viabilidad de la aplicación de la Lombriz roja californiana al estiércol de cuy se describen a continuación:

- **Preparación del terreno** Estos suelen ser el primer paso a realizar, en el que se prepara el área eliminando maleza, rama, piedra y otros

elementos presentes para evitar que interfieran o estén afectando negativamente el proceso de compostaje.

- **Recolección de material para el compostaje** Se recopiló material para compostaje proveniente de viviendas dedicadas a la crianza de cuyes en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco, y sus alrededores. Estos materiales incluyeron estiércol de cuy, alfalfa, panca de maíz, madera, follaje y paja de trigo.
- **Depósito de desechos orgánicos** Se sucedió a apilar el desecho orgánico antes para que se evaporaran a temperatura ambiente y con la ayuda de la brisa.
- **Formación de cama de compostaje** Se constituyó la cantidad de material con sus respectivos sustratos y la aplicación de la lombriz a cada tratamiento.
- **Aplicación de las lombrices rojas californianas** Paralelamente al proceso de formación, se aplicaron lombrices rojas californianas a cada tratamiento.
- **Mezclas de las muestras totales** Se efectuó mezclas iniciales de todas las muestras para garantizar la uniformidad en la adición del material durante el proceso de descomposición del vermicompost. Para esta tarea, se emplearon una pala y un pico.
- **Cernido** Se llevó a cabo el tamizado de las muestras para clasificar por calidades y obtener información detallada sobre cuáles son las mejores producciones de vermicompost.
- **Pesada de muestra** Se llevó a cabo la pesada de las muestras correspondientes a las tres calidades, las cuales ya habían sido convertidas en vermicompost. i. Se completó el proceso de compostaje con el objetivo de evaluar cuál de los procesos de vermicompost es más eficiente para obtener un abono natural de alta calidad.

- **Resultado de la muestra** Al concluir el proceso de vermicompostaje, se recolectaron muestras representativas para evaluar la eficiencia del vermicompost.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. TABULACIÓN DE DATOS

Para la tabulación de los resultados se utilizó una laptop Hp Core para luego ser digitalizado en un programa estadístico IBM SPSS V: 26.0

3.4.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

- Para examinar la variable de estudio, se empleó la estadística descriptiva, representada en tablas de frecuencia y gráficos.
- Para la contratación de la hipótesis se utilizó la estadística inferencial no paramétrica del chi.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Tabla 1

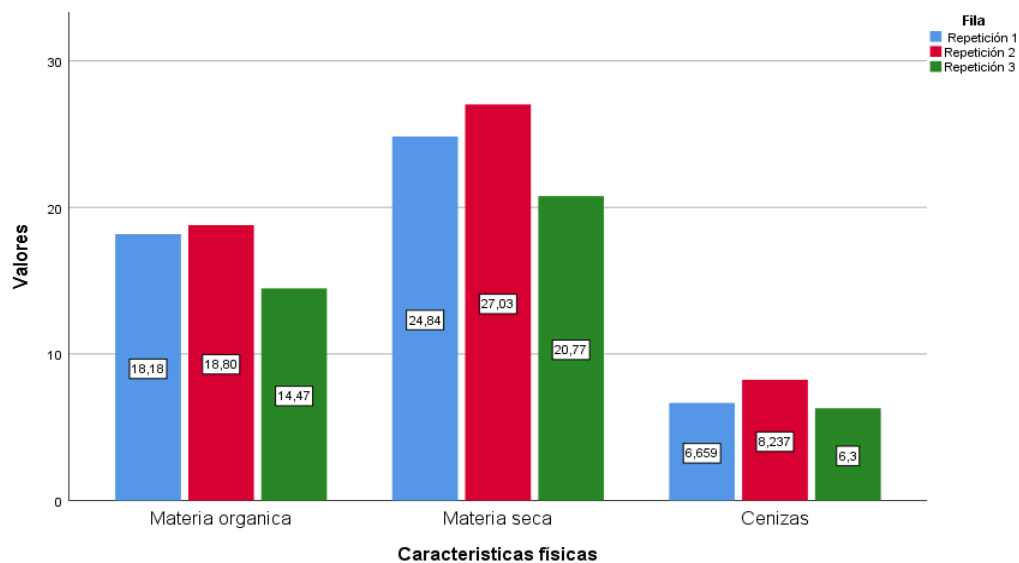
*Características físicas del vermicompost a partir de 100% de estiércol del *Cavia Porcellus* en el Distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023*

		pH	CE (uS/m)	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Materia orgánica (%)	Cenizas (%)
Tratamiento a 100%	T1	8,5	3190	75,159	24,84	18,18	6,66
	T2	8,6	3030	72,968	27,03	18,80	8,24
	T3	8,6	3020	79,228	20,77	14,47	6,30

Nota. En la tabla 1 se describe las características físicas del vermicompost al 100% observando el pH con un máximo de 8,6 en la T2 y T3; la conductividad eléctrica con un máximo de 3190 uS/m en la T1; humedad con un máximo de 79,228 % en la T3; materia seca con un máximo de 27,03 % en la T2; materia orgánica con 18,80% en la T2 y cenizas con 8,24 en T2. Siendo que no necesitan muchas repeticiones para alcanzar el valor máximo.

Figura 4

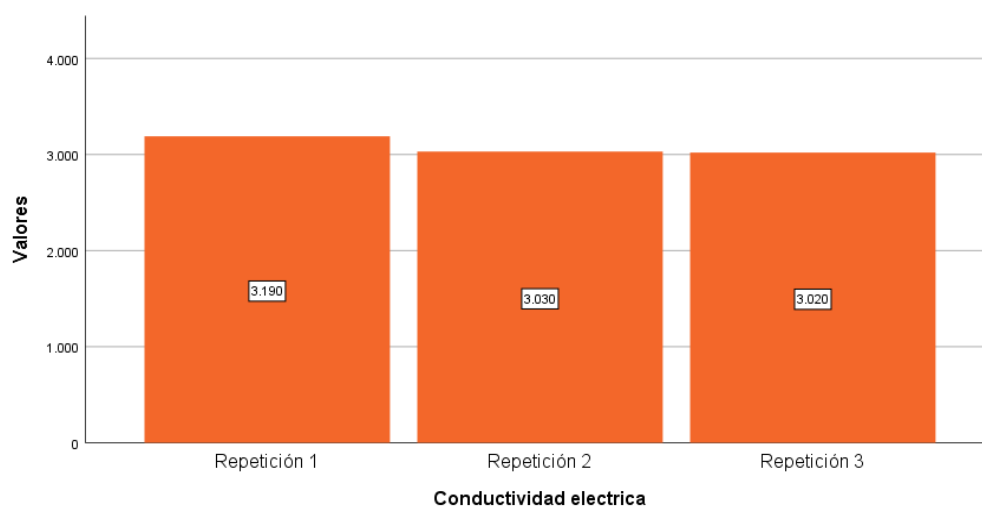
Características físicas del vermicompost a partir de 100% de estiércol del Cavia Porcellus en el Distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023



Nota. En la figura 4 se observa las características físicas del vermicompost al 100% observando la materia orgánica con 18.18% en el T1; materia seca con un máximo de 27,03 % en la T2 y cenizas con 8,24 en el T2.

Figura 5

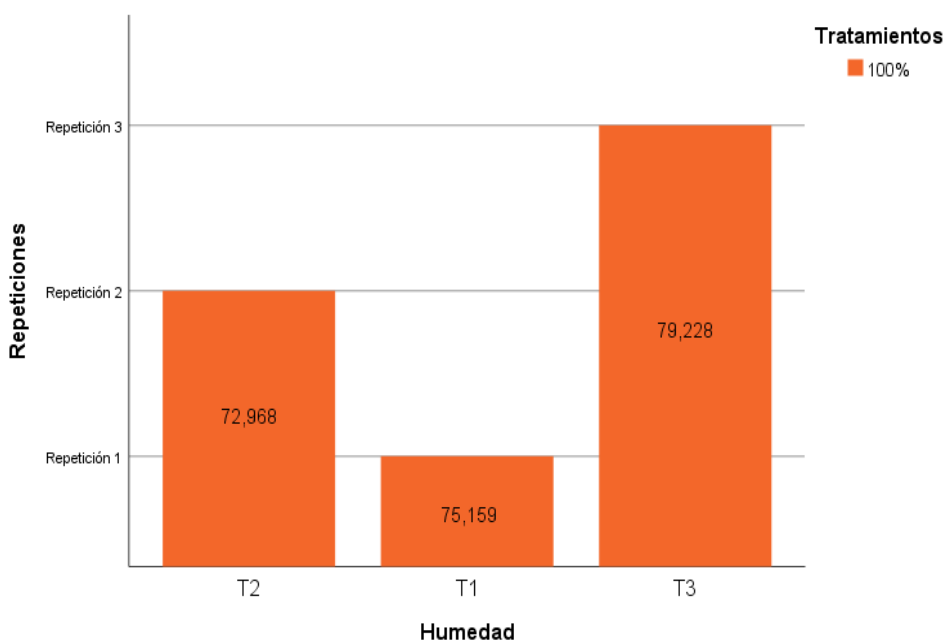
Conductividad eléctrica del vermicompost a partir de 100% de estiércol del Cavia Porcellus en el Distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023



Nota. La conductividad eléctrica con un máximo de 3190 uS/m en la T1

Figura 6

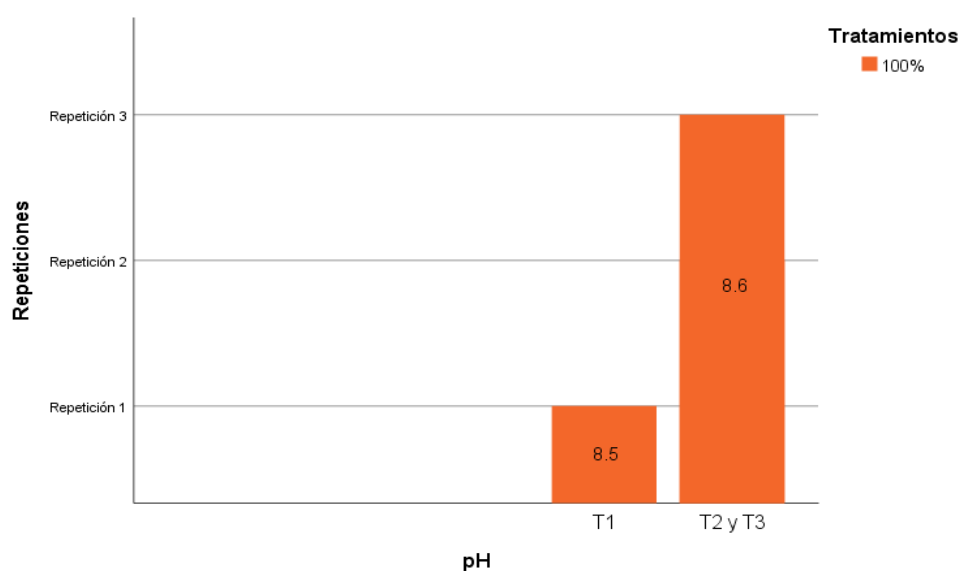
Humedad del vermicompost a partir de 100% de estiércol del Cavia Porcellus en el Distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023



Nota. La humedad con un máximo de 79,228 % en la T3

Figura 7

pH del vermicompost a partir de 100% de estiércol del Cavia Porcellus en el Distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023



Nota. El pH con un máximo de 8,6 en la T2 y T3

Tabla 2

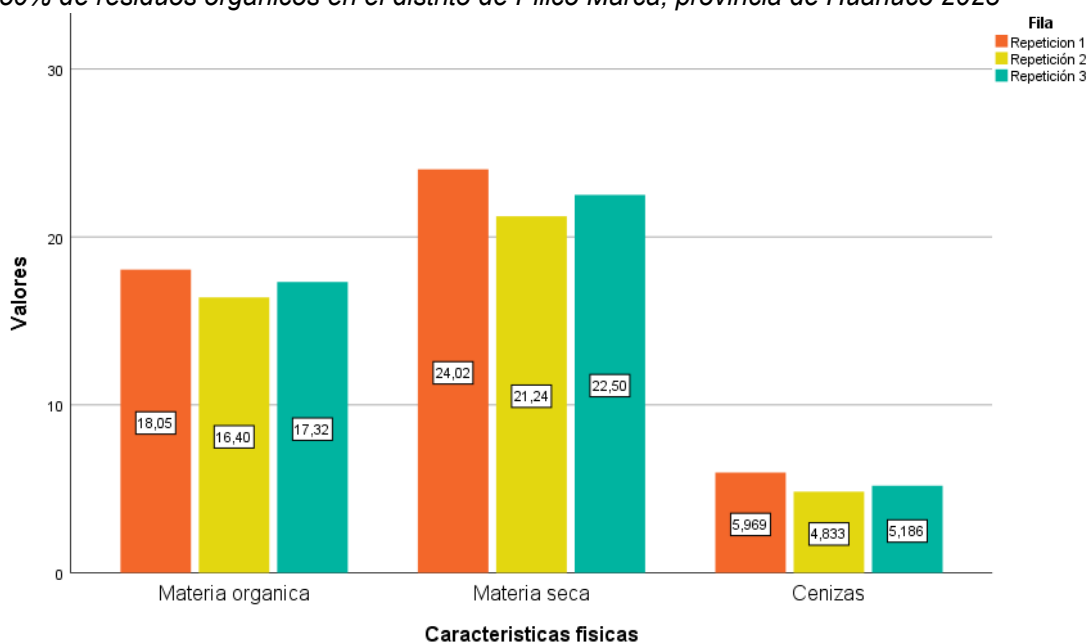
Características físicas del vermicompost a partir de 50% de estiércol del Cavia Porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023

		pH	CE (uS/m)	Humeda d (%)	Materia Seca (%)	Materia orgánica (%)	Ceni zas (%)
Tratamiento al 50%	T1	8,3	3221	75,977	24,02	18,05	5,97
	T2	8,3	3730	78,765	21,24	16,40	4,83
	T3	8,3	3450	77,497	22,50	17,32	5,19

Nota. En la tabla 2 se describe las características físicas en el tratamiento al 50% de estiércol observando que en el Ph no hubo cambios significativos con un valor de 8,3 en el T1, T2 y T3; en la conductividad eléctrica con un valor máximo de 3730 en el T2; en la humedad con 78,765 en el T2; en materia seca con 24,02 en el T1; en materia orgánica con 18,05 en T1 y cenizas con 5,97 en T1. Siendo que no necesita las repeticiones para obtener el valor máximo.

Figura 8

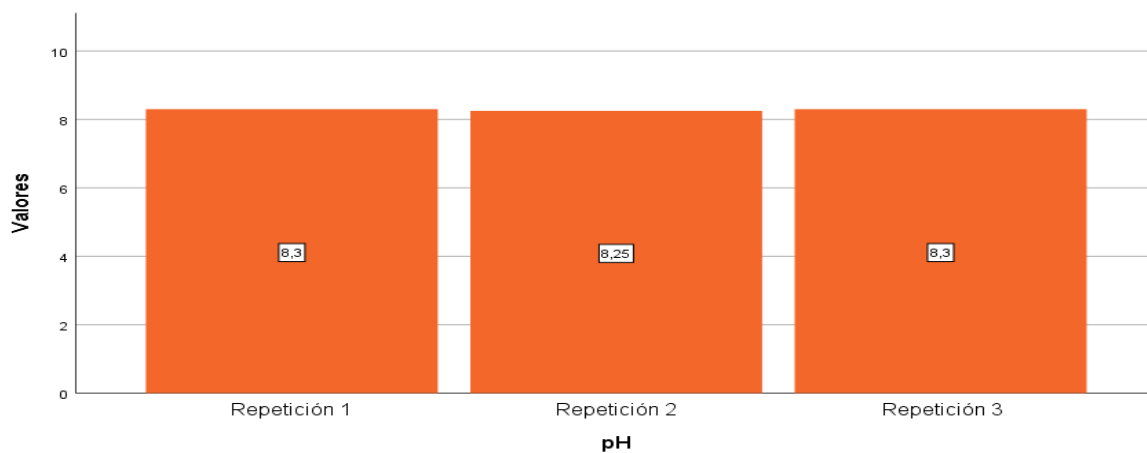
Características físicas del vermicompost a partir de 50% de estiércol del Cavia Porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023



Nota. Se observa las características físicas en el tratamiento al 50% de estiércol observando que en el Ph no hubo cambios significativos con un valor de 8,3 en el T1, T2 y T3; en la conductividad eléctrica con un valor máximo de 3730 en el T2; en la humedad con 78,765 en el T2; en materia seca con 24,02 en el T1; en materia orgánica con 18,05 en T1 y cenizas con 5,97 en T1. Siendo que no necesita las repeticiones para obtener el valor máximo.

Figura 9

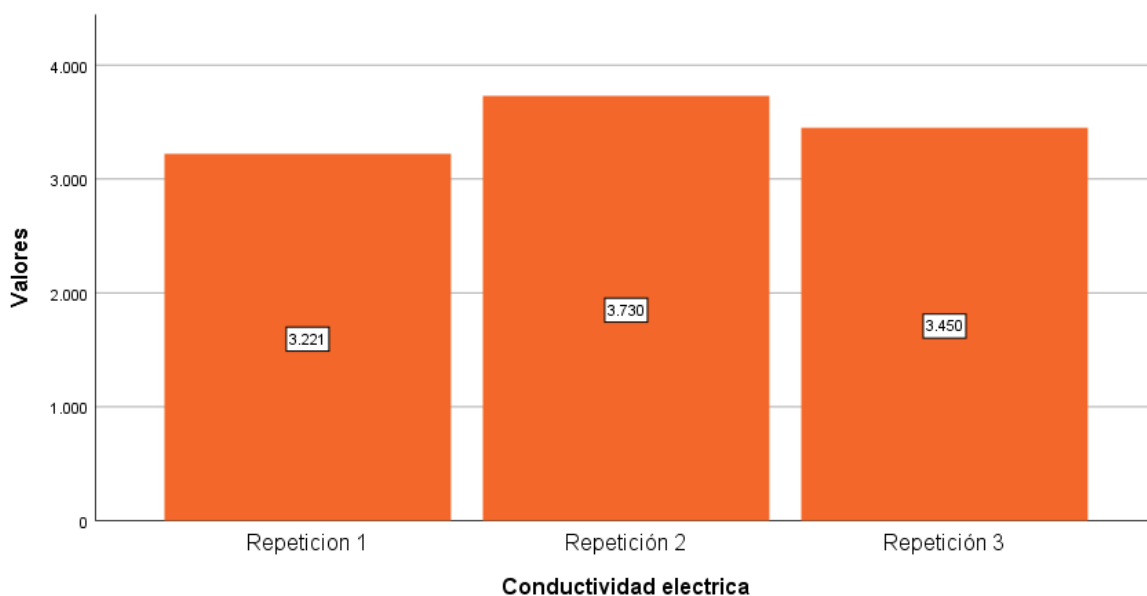
pH del vermicompost a partir de 50% de estiércol del Cavia Porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023



Nota. El Ph no hubo cambios significativos con un valor de 8,3 en el T1, T2 y T3.

Figura 10

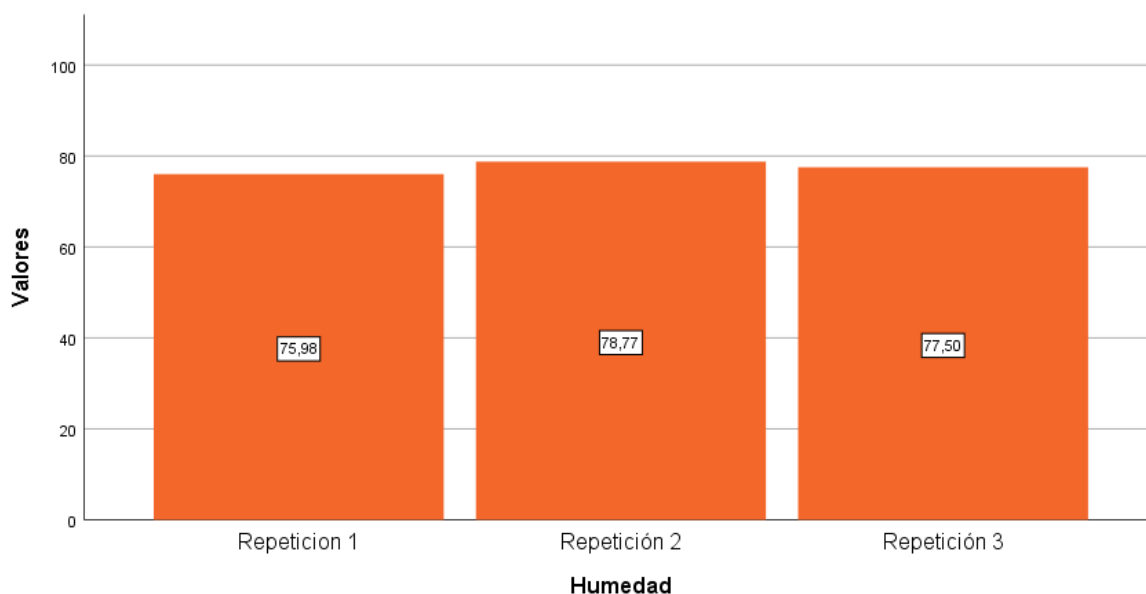
Conductividad eléctrica del vermicompost a partir de 50% de estiércol del Cavia Porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023



Nota. La conductividad eléctrica con un valor máximo de 3730 en el T2.

Figura 11

Humedad del vermicompost a partir de 50% de estiércol del Cavia Porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023



Nota. La humedad del vermicompost con 78,765 en el T2.

Tabla 3

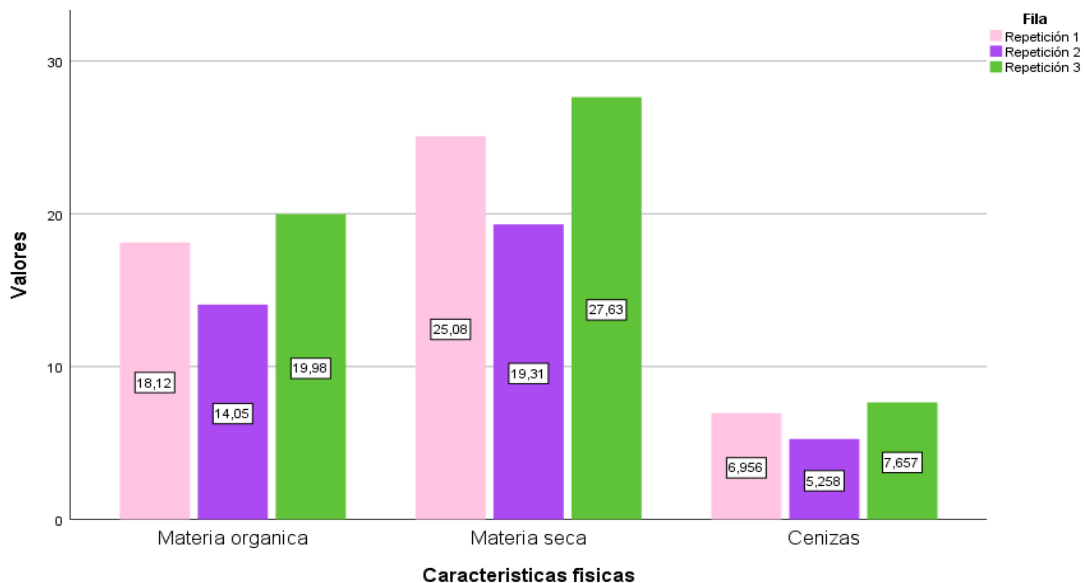
Características físicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del Cavia Porcellus y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023

		pH	CE (uS/m)	Humed ad (%)	Materia Seca (%)	Materia orgánica (%)	Ceni zas (%)
Tratam iento al 25%	T1	8,5	2920	74,924	25,08	18,12	6,96
	T2	8,4	2950	80,690	19,31	14,05	5,26
	T3	8,7	2974	72,368	27,63	19,98	7,66

Nota. En la tabla 3 se describe las características físicas del tratamiento al 25% de estiércol observando el pH con un valor máximo de 8,7 en el T3; conductividad eléctrica con 2974 en el T3; humedad con 80,690 en el T2; materia seca con 27,63 en el T3; materia orgánica con 19,98 en el T3 y cenizas con 7,66 en el T3. Siendo que se necesita realizar las repeticiones para obtener el valor máximo.

Figura 12

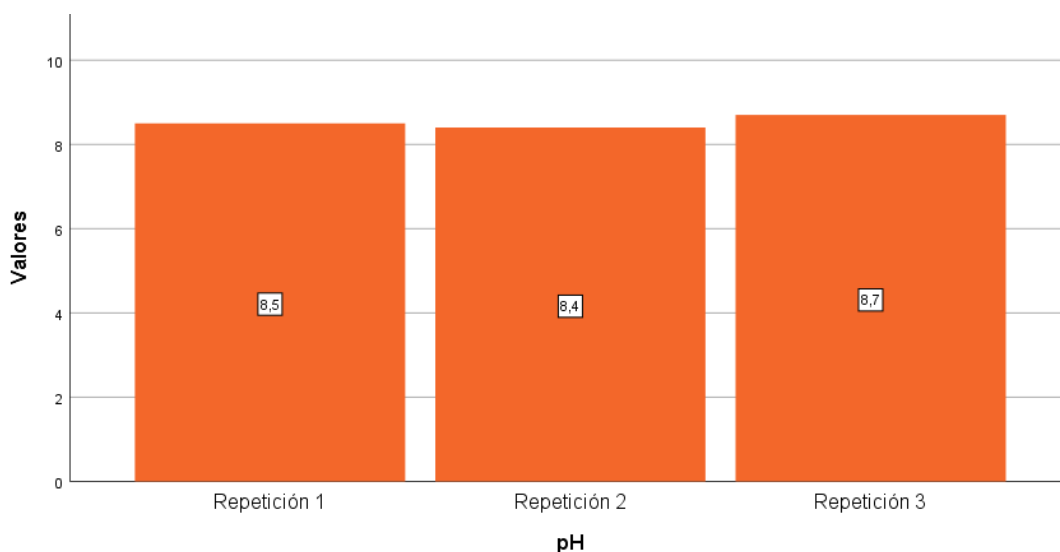
*Características físicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del *Cavia Porcellus* y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023*



Nota. En la figura 12 se observa las características físicas del tratamiento al 25% de estiércol observando el pH con un valor máximo de 8,7 en el T3; conductividad eléctrica con 2974 en el T3; humedad con 80,690 en el T2; materia seca con 27,63 en el T3; materia orgánica con 19,98 en el T3 y cenizas con 7,66 en el T3. Siendo que se necesita realizar las repeticiones para obtener el valor máximo.

Figura 13

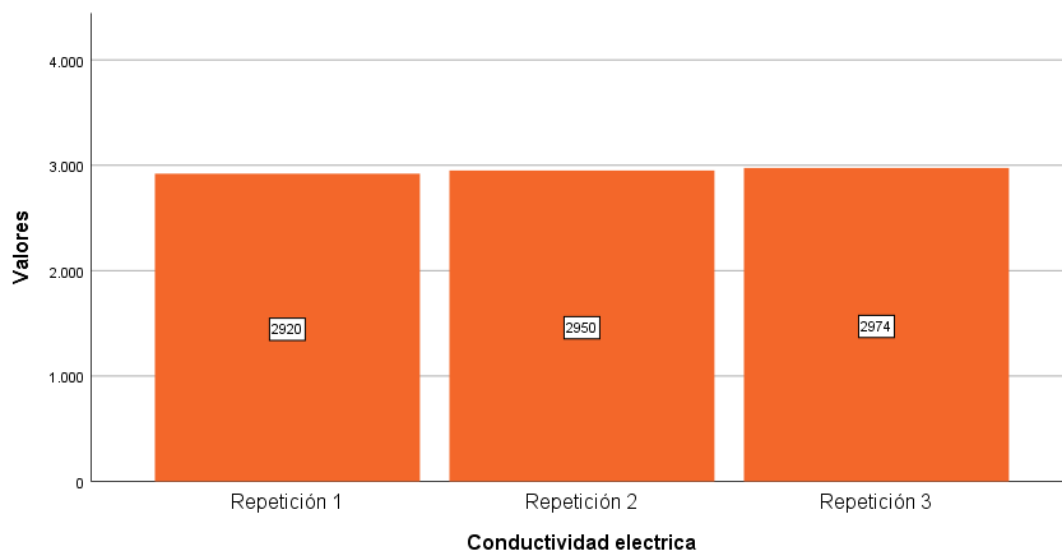
*pH del vermicompost a partir de 25% estiércol del *Cavia Porcellus* y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023*



Nota. El pH con un valor máximo de 8,7 en el T3.

Figura 14

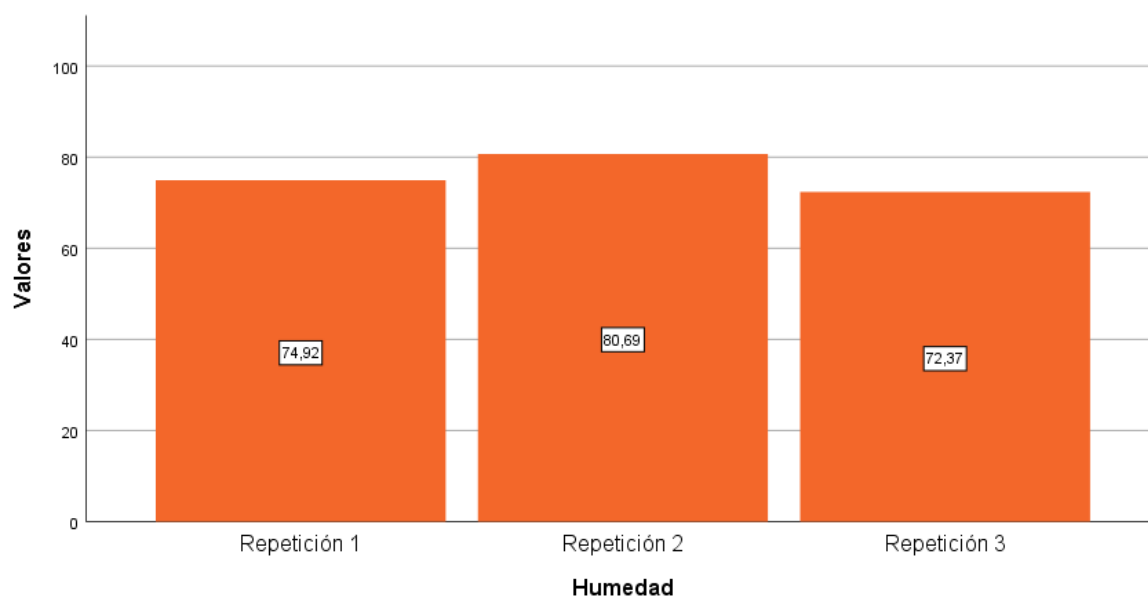
*Conductividad eléctrica del vermicompost a partir de 25% estiércol del *Cavia Porcellus* y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023*



Nota. La conductividad eléctrica con 2974 en el T3

Figura 15

*Humedad del vermicompost a partir de 25% estiércol del *Cavia Porcellus* y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023*



Nota. La humedad con 80,690 en el T2.

Tabla 4

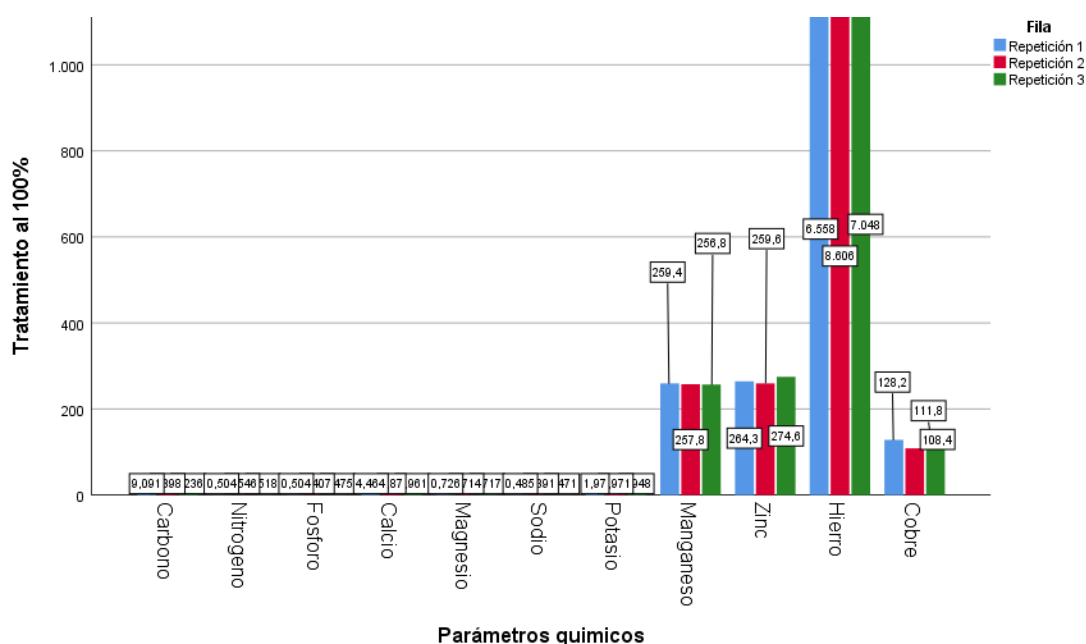
Características químicas del vermicompost a partir de 100% estiércol del Cavia porcellus en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023

	C	N	P	Ca	Mg	Na	K	Mn	Z	Fe	Cu
Tratamiento T1	9,09	,50	,50	4,46	,73	,49	1,97	259,37	264,30	6558,19	128,21
Tratamiento T2	9,40	,55	,41	4,87	,71	,39	1,97	257,79	259,61	8606,30	108,40
Tratamiento T3	7,24	,52	,48	4,96	,72	,47	1,95	256,81	274,60	7048,36	111,84

Nota. En la tabla 4 se analiza las características químicas al 100% de estiércol observando el carbono con un valor máximo en el T2; el nitrógeno con 0,55 en el T2; fósforo con 0,50 en el T1; calcio con 4,96 en el T3; magnesio con 0,73 en el T1; sodio con 0,49 en el T1; manganeso con 259,37 en el T1; zinc con 274,6 en el T3; hierro con 8606,3 en el T2 y el cobre con 128,21 en el T1.

Figura 16

Características químicas del vermicompost a partir de 100% estiércol del Cavia porcellus en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023



Nota. En la figura 16 se observa las características químicas al 100% de estiércol observando el carbono con un valor máximo en el T2; el nitrógeno con 0,55 en el T2; fósforo con 0,50 en el T1; calcio con 4,96 en el T3; magnesio con 0,73 en el T1; sodio con 0,49 en el T1; manganeso con 259,37 en el T1; zinc con 274,6 en el T3; hierro con 8606,3 en el T2 y el cobre con 128,21 en el T1.

Tabla 5

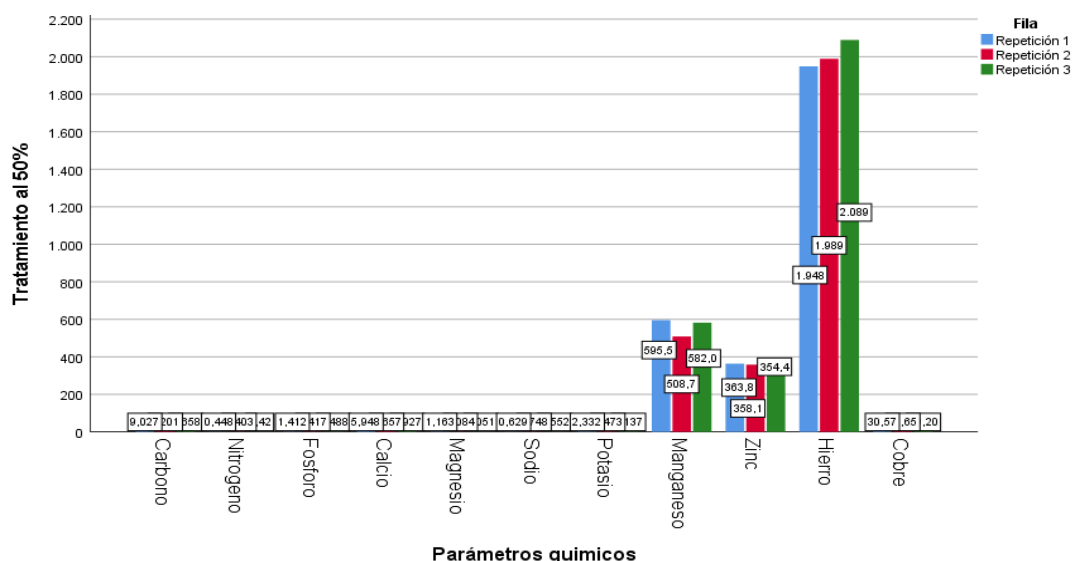
Características químicas del vermicompost a partir de 50% estiércol del Cavia porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023

	C	N	P	Ca	Mg	Na	K	Mn	Z	Fe	Cu
	%	%	%	%	%	%	%	PPM	PPM	PPM	PPM
Tratamiento T1	9,03	,45	1,41	5,95	1,16	,63	2,33	595,54	363,83	1948,33	30,57
Tratamiento T2	8,20	,40	1,42	5,66	1,08	,75	2,47	508,74	358,12	1988,62	28,65
Tratamiento T3	8,66	,42	1,49	5,93	1,05	,55	2,14	581,96	354,41	2089,21	29,20

Nota. En la tabla 5 se describe las características químicas al 50% de estiércol observando el carbono con 9,03 en el T1; nitrógeno con 0,45 en el T1; fósforo con 1,49 en el T3; calcio con 5,95 en el T1; magnesio con 1,16 en el T1; sodio con 0,75 en el T2; potasio con 2,47 en el T2; manganeso con 595,54 en el T1; zinc con 363,83 en el T1; hierro con 2089,21 en el T3 y cobre con 30,57 en el T1.

Figura 17

Características químicas del vermicompost a partir de 50% estiércol del Cavia porcellus y 50% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023



Nota. En la figura 17 se observa las características químicas al 50% de estiércol observando el carbono con 9,03 en el T1; nitrógeno con 0,45 en el T1; fósforo con 1,49 en el T3; calcio con 5,95 en el T1; magnesio con 1,16 en el T1; sodio con 0,75 en el T2; potasio con 2,47 en el T2; manganeso con 595,54 en el T1; zinc con 363,83 en el T1; hierro con 2089,21 en el T3 y cobre con 30,57 en el T1.

Tabla 6

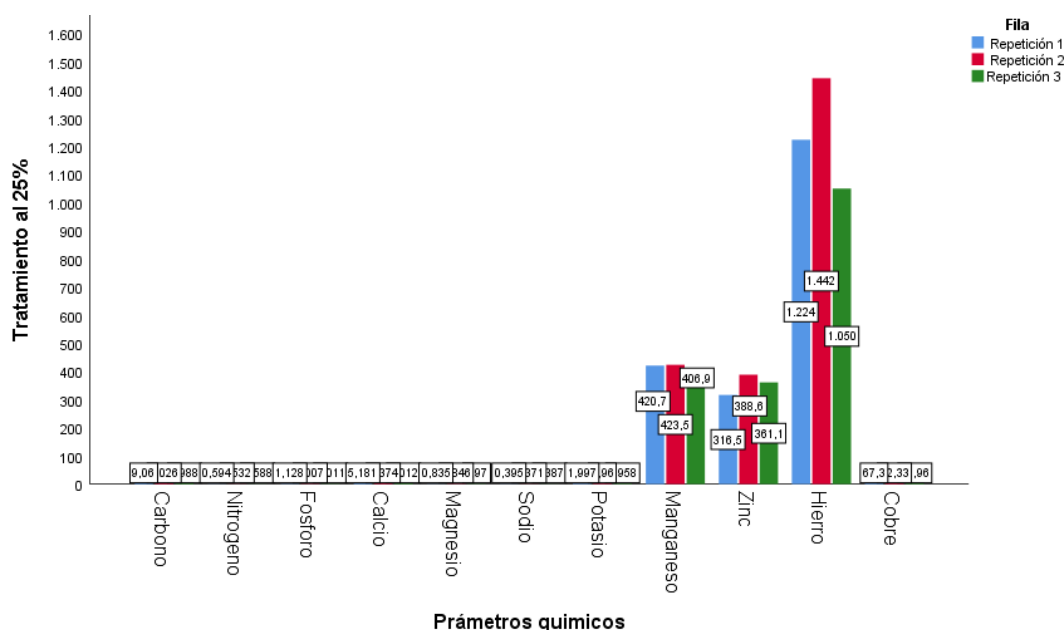
Características químicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del Cavia porcellus y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023

		C	N	P	Ca	Mg	Na	K	Mn	Z	Fe	Cu
		%	%	%	%	%	%	%	PPM	PPM	PPM	PPM
Tratamiento al 25%	T1	9,06	,59	1,13	5,18	,84	,40	2,00	420,74	316,49	1223,59	67,30
	T2	7,03	,53	1,01	5,37	,85	,37	1,96	423,54	388,64	1442,07	62,33
	T3	9,99	,59	1,01	5,01	,97	,39	1,96	406,94	361,07	1049,68	62,96

Nota. En la tabla 6 se describen la característica química al 25% de estiércol observando el carbono con 9,99 en el T3; nitrógeno con 0,59 en el T1 y T3; fosforo con 1,13 con T1; calcio con 5,37 en el T2; magnesio con 0,97 en el T3; sodio con 0,40 en el T1; potasio con 2 en el T1; manganeso con 423,54 en el T2; zinc con 388,64 en el T2; hierro con 1442,07 en el T2 y cobre con 67,3 en el T1.

Figura 18

Características químicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del Cavia porcellus y 75% de residuos orgánicos en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023



Nota. En la tabla 18 se observa las características químicas al 25% de estiércol observando el carbono con 9,99 en el T3; nitrógeno con 0,59 en el T1 y T3; fosforo con 1,13 con T1; calcio con 5,37 en el T2; magnesio con 0,97 en el T3; sodio con 0,40 en el T1; potasio con 2 en el T1; manganeso con 423,54 en el T2; zinc con 388,64 en el T2; hierro con 1442,07 en el T2 y cobre con 67,3 en el T1.

4.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

Tabla 7

Comparación de medias de características físicas del vermicompost a partir de estiércol de cuy en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023

Características físicas		Suma	de	F	Sig.
		cuadrados	gl		
pH	Entre grupos	,134	2	7,531	,023
	Dentro de grupos	,053	6		
	Total	,187	8		
CE	Entre grupos	436554,000	2	8,752	,017
	Dentro de grupos	149638,000	6		
	Total	586192,000	8		
Humedad	Entre grupos	4,708	2	,234	,798
	Dentro de grupos	60,424	6		
	Total	65,131	8		
Materia seca	Entre grupos	4,708	2	,234	,798
	Dentro de grupos	60,424	6		
	Total	65,131	8		
Materia organica	Entre grupos	,081	2	,008	,992
	Dentro de grupos	30,671	6		
	Total	30,753	8		
Cenizas	Entre grupos	4,884	2	2,508	,162
	Dentro de grupos	5,843	6		
	Total	10,727	8		

Nota. En la tabla 7 se realizan las comparaciones de las medias de los parámetros físicos observando significancia en el pH con $p < 0,05$ (0,023) y la conductividad eléctrica con $p < 0,05$ (0,017) siendo que hubo cambios en las repeticiones realizadas. Siendo la lombriz roja californiana eficaz en la producción de vermicompost.

Tabla 8

Comparación de medias de características químicas del vermicompost a partir de estiércol de cuy en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023

		Suma de cuadrados	gl	F	Sig.
Carbono	Entre grupos	,020	2	,008	,992
	Dentro de grupos	7,670	6		
	Total	7,690	8		
Nitrogeno	Entre grupos	,034	2	23,781	,001
	Dentro de grupos	,004	6		
	Total	,038	8		
Fosforo	Entre grupos	1,451	2	241,567	,000
	Dentro de grupos	,018	6		
	Total	1,469	8		
Calcio	Entre grupos	1,773	2	20,590	,002
	Dentro de grupos	,258	6		
	Total	2,031	8		
Magnesio	Entre grupos	,218	2	36,495	,000
	Dentro de grupos	,018	6		
	Total	,236	8		
Sodio	Entre grupos	,109	2	13,076	,006
	Dentro de grupos	,025	6		
	Total	,134	8		
Potasio	Entre grupos	,240	2	12,387	,007
	Dentro de grupos	,058	6		
	Total	,299	8		
Manganeso	Entre grupos	138806,927	2	92,107	,000
	Dentro de grupos	4521,062	6		
	Total	143327,989	8		
Zinc	Entre grupos	16552,050	2	17,645	,003
	Dentro de grupos	2814,221	6		
	Total	19366,271	8		
Hierro	Entre grupos	67722966,487	2	85,535	,000
	Dentro de grupos	2375258,925	6		
	Total	70098225,412	8		
Cobre	Entre grupos	11417,599	2	142,375	,000
	Dentro de grupos	240,582	6		
	Total	11658,182	8		

Nota. En la tabla 8 se describen las comparaciones de las medias del parámetro químico observando significancia en los valores de nitrógeno, fosforo, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, zinc, hierro y cobre con un $p < 0,05$. Siendo que hubo variaciones significativas en las repeticiones. Siendo la lombriz roja californiana eficaz en la producción de vermicompost.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio tuvo como objetivo evaluar a las lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) para la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (*Cavia porcellus*); según Canales et al., (2021) los aprovechamientos del residuo orgánico son una opción ambientalmente viables, ya que la lombriz facilita un proceso rápido de descomposición.

Según Rincones et al., (2023) los procesos de lumbriculturas son una de las técnicas más sostenibles y más rentables en la valorización de residuos orgánicos, ya que ayuda a reducir la contaminación, disminuir los volúmenes del residuo y eliminan los microorganismos patógenos. Además, los compost producidos mejoran la calidad y fertilidad de los suelos, esencialmente en contextos agrícolas.

Del mismo modo, Paco et al., (2011), menciona que es una actividad alternativa en la producción de lombrices para el tratamiento de residuos orgánicos. Las lombrices de tierra son preferidas para esta tarea, ya que se consideran el componente principal del ecosistema del suelo y representan un factor de gran importancia para el medio ambiente.(Fernández y Guggeri, 2019)

De la investigación se obtuvo como resultado en los parametros físicos una significancia en el pH (0,023) y la conductividad eléctrica (0,017), siendo que hubo cambios en las repeticiones realizadas.

Según la FAO, (2013) la producción de lombriz pueden verse afectadas por factores ambientales y factores químicos y físicos, como el pH, la humedad y la temperatura. Además, la variación en la calidad del sustrato, sus composiciones químicas y las mezclas de los residuos empleados en el compostaje puede influenciar en la tasa de reproducción y mortalidad de la lombriz.

Asimismo, Chávez et al., (2019) señala que el pH de los sustratos son factores cruciales para la presencia o ausencia de la lombriz. Según Garrido (2014), El pH debe mantenerse entre 5.5 y 8.0, aunque los especialistas sugieren que el rango ideal debería estar entre 6.8 y 7.2. La acidez del sustrato afecta directamente la alimentación y reproducción de la lombriz.

Diversos autores coinciden en que las temperaturas son factores cruciales en el sistema biodegradativo, ya que determina el microorganismo y el complejo enzimático que interviene en el sustrato, facilitando mayores deterioros con los aumentos de las temperaturas, hasta alcanzar valores límites. La mayoría de los microorganismos y sistemas enzimáticos se inactivan cuando las temperaturas superan los 55°C..(Guzmán et al., 2020)

En cuanto a los parámetros químicos se observa significancia en el valor de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, zinc, hierro y cobre con un $p < 0,05$. Siendo que hubo variaciones significativas en las repeticiones.

De acuerdo a Fernández y Guggeri, (2019) La lombriz de tierra optimiza la propiedad química del suelo al participar en los ciclos de nutrientes. Al fragmentar y digerir los restos secos, aceleran las descomposiciones de las materias orgánicas y las mineralizaciones del nitrógeno. Estos, a su vez, incrementan las disponibilidades de estos nutrientes al modificar el pH del suelo a través de sus excretas.

El beneficio que la lombriz aporta a la propiedad física, química y biológica del suelo es crucial para los crecimientos de las plantas. Se ha observado unos impactos positivos e indirectos en las productividades y salud de las plantas, concluyendo que las lombrices aumentan los rendimientos y la biomasa aérea de las vegetaciones en un 25% y 23%, respectivamente.(Jorge, 2018)

En el estudio de Romero et al., (2018) el comportamiento de *Eisenia foetida* está estrechamente vinculado a los tipos de sustratos en los que se desarrollan. Las combinaciones de deyecciones de ganado bovino con

cáscaras de cacahuete demostraron ser adecuadas para las producciones de la lombriz.

Del mismo modo, Del Castillo y Díaz, (2021) menciona que la característica de los estados nutricionales en el compostaje, se observa que las materias orgánicas representa el 31.25 %, el nitrógeno total es del 2.12 %, el fósforo es del 0.56 %, el potasio del 0.86 %, el calcio del 4.56 % y el magnesio del 0.36 %. Además, el hierro está presente en 2569.5 ppm, el zinc en 165.36 ppm y el manganeso en 321.05 ppm. Estos valores indican que los sustratos poseen unas buenas composiciones químicas para ser utilizados como alimentos para la lombriz.

En la investigación se observa que no se necesita muchas repeticiones cuando se trabaja con 100% de estiércol o 50/50 de estiércol y materia orgánica concordando con Apaico y Santisteban, (2020) quienes mencionan que durante los periodos de evaluaciones de las diferentes investigaciones se observaron que las dosis óptimas fueron del 50 % lodo y 50 % materia orgánica, con respecto a la calidad nutricional.

Al evaluar la calidad de la producción de vermicompost se observa que fue mayor utilizando lombrices rojas californianas que las producidas a partir de estiércoles de vacunos con microorganismos eficientes (13.36 % superior).(Reynoso, 2021).

Deduciendo que la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) fue efectivo en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy, en los parámetros físicos y químicos.

CONCLUSIONES

Del presente estudio se concluye lo siguiente:

- Las características físicas del vermicompost al 100% y 50% de estiércol se observa que no necesitan muchas repeticiones para alcanzar el valor máximo. Lo contrario al 25% de estiércol que necesita realizar las repeticiones para obtener el valor máximo.
- Las características químicas al 100% de estiércol se observa el carbono con un valor máximo en el T2; el nitrógeno con 0,55 en el T2; fósforo con 0,50 en el T1; calcio con 4,96 en el T3; magnesio con 0,73 en el T1; sodio con 0,49 en el T1; manganeso con 259,37 en el T1; zinc con 274,6 en el T3; hierro con 8606,3 en el T2 y el cobre con 128,21 en el T1.
- Las características químicas al 50% de estiércol observando el carbono con 9,03 en el T1; nitrógeno con 0,45 en el T1; fósforo con 1,49 en el T3; calcio con 5,95 en el T1; magnesio con 1,16 en el T1; sodio con 0,75 en el T2; potasio con 2,47 en el T2; manganeso con 595,54 en el T1; zinc con 363,83 en el T1; hierro con 2089,21 en el T3 y cobre con 30,57 en el T1.
- Las características químicas al 25% de estiércol observando el carbono con 9,99 en el T3; nitrógeno con 0,59 en el T1 y T3; fósforo con 1,13 con T1; calcio con 5,37 en el T2; magnesio con 0,97 en el T3; sodio con 0,40 en el T1; potasio con 2 en el T1; manganeso con 423,54 en el T2; zinc con 388,64 en el T2; hierro con 1442,07 en el T2 y cobre con 67,3 en el T1.
- Las comparaciones de medias de los parámetros físicos se observan significancia en el pH con $p < 0,05$ (0,023) y la conductividad eléctrica con $p < 0,05$ (0,017). Y de los parámetros químicos hubo significancia en los valores de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, zinc, hierro y cobre con un $p < 0,05$. Siendo la lombriz roja californiana es eficaz en la producción de vermicompost.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda probar el uso de una dosis diferente de lombrices o mezclándolo con otro tipo de EM para ver la variación de los indicadores de temperatura y humedad.
- Se recomienda hacer estudios sobre la aplicación de otros microorganismos eficientes para poder seguir investigando que optimice el proceso de producción de compostaje.
- Impulsar las aplicaciones de estas tecnologías, en nuestra región y zona rural, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas y reducir el nivel de contaminación en el medio ambiente.
- Evaluación de la viabilidad técnica y económica de la producción a gran escala de abonos orgánicos a partir de restos de desecho del cuy.
- Evaluar la eficacia de los aditivos antifúngicos naturales para prolongar la vida útil del vermicompost procedente del estiércol del cuy.
- Se recomienda almacenar la muestra en ambientes donde las temperaturas permanezcan constante de día y de noche para evitar grandes fluctuaciones de temperatura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abonos compuestos NPK. (2013). <https://www.tecnicoagricola.es/abonos-compuestos-npk/>
- Alvarez-Vera^{1, 2}, Largo, A., Iglesias-Abad, S., & Castillo, J. (2019). Calidad de compost obtenido a partir de estiércol de gallina, con aplicación de microorganismos benéficos. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 353-361. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.05>
- Apaico Romero, A., & Santisteban Tineo, E. N. (2020). Vermicompostaje con *Eisenia foetida* para el tratamiento de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales. [Tesis de bachiller en Ingeniería Ambiental, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54364>
- Aranda Delgado, E. (1988). La utilización de lombrices en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico Documento—ACUEDI. *Acta zool*, 27. <https://azm.ojs.inecol.mx/index.php/azm/article/view/2679>
- Avilés Sacoto, E. C. (2011). Determinación de la efectividad del proceso de lombricultura como tratamiento para la estabilización de lodos residuales provenientes de una planta de tratamiento de aguas [Bachelor Thesis, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1511>
- Briceño Alemán, A. A., & Pérez Reyes, A. C. (2017). Utilización del humus Lombriz Roja Californiana (*EISENIA FOETIDA*) como alternativa amigable al medio ambiente para el cultivo del café, finca Santa Dolores, Municipio el Crucero, enero junio 2016 Autores [Other, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/3795/>
- Canales Gutiérrez, A., Solís Ramos, B. J., Panca Castañeda, R. J., & Quispe Cáceres, B. L. (2020). Crianza de *Eisenia foetida* (Lombriz Roja) en diferentes sustratos de desarrollo biológico. *Ecología Aplicada*, 19(2), 87-92. <https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1559>

- Canales-Gutiérrez, Á., Mestas-Gutierrez, N. I., Chambi-Alarcon, M. S. (2021). Crecimiento y producción de cocones de la *Eisenia foetida* (lombriz roja) en cuatro sustratos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(5). <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.19843>
- Chávez, V. M. C., Guadalupe, A. L. G., & Mas, E. C. (2019). Evaluación de diferentes sustratos en la alimentación de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a efectos de mejorar su producción. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.25127/aps.20192.490>
- Del Castillo Gonzales, R., & Díaz Reátegui, U. E. (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 Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61168>
- Doria Serrano, Ma. del C. (2009). Química verde: Un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente. *Educación Química*, 20(4). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000400004
- FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina. En F218m 5049. FAO. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/25737>
- Fernández Muzio, S., & Guggeri Solaro, I. (2019). Efecto de seis adyuvantes en el crecimiento, reproducción y comportamiento de *Eisenia foetida* [Tesis de título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de la República]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/29339>
- Ferruzzi, C. (s. f.). Manual de lombricultura (1986.^a ed.). Recuperado 16 de agosto de 2023, de <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788471141613/manual-de-lombricultura->

- Gutiérrez, A. C., Ramos, B. J. S., Castañed, R. J. P., & Cáceres, B. L. Q. (2020). Crianza de *Eisenia foetida* (LOMBRIZ ROJA) en diferentes sustratos de desarrollo biológico. *Ecología Aplicada*, 19(2), 87-92. <https://www.redalyc.org/journal/341/34165034005/html/>
- Gutierrez Vargas, F. 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]. <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/4720>
- Guzmán Armenteros, T. M., Pérez Chamorro, O., & Valdés Pérez, O. (2020). Biodegradación de residuos sólidos urbanos utilizando cultivos microbianos y biofiltro estático de *Eisenia foetida*. *Tecnología Química*, 40(1), 81-92. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852020000100081&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Hernández, J., Mavarez, L., Romero, E., Ruíz, J., & Contreras, C. (2003). Altura del cantero en el comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia ssp*); bajo condiciones cálidas. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 20(3), 320-327. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0378-78182003000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Hernandez Sampieri, R. (2018). Metodología de la investigación—6ta edición (6.^a ed.). <https://www.uncuyo.edu.ar/ices/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion>
- Huata Correa, J. E. (2018). Determinación de la relación de pre compost utilizada como alimento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y cantidad de humus [Título de Ingeniero Ambiental, Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/986;jsessionid=16C501A3E4DE61B655D322FAE5A29C71>
- Jorge Escudero, G. (2018). Potencial aporte de las lombrices en el control

biológico de *Fusarium graminearum* en agroecosistemas uruguayos [Universidad de la República].
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/29437>

López Correa, D. E. (2019). Efecto de la alimentación con estiércol animal en la densidad poblacional, peso y longitud de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*) en el distrito de Huacrachuco – Huánuco 2018 [Universidad Hermilio Valdizán].
<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5247>

Loro Ocampos, A. C. (2018). Evaluación de la eficiencia del tratamiento secundario de aguas residuales domésticas utilizando un biofiltro con *Eisenia foetida* y un biofiltro convencional [Tesis de Ingeniero Ambiental, Universidad Científica del Sur].
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/567>

Maciel Mata, C. A., Manríquez Morán, N., Octavio Aguilar, P., & Sanchez Rojas, G. (2015). El área de distribución de las especies: Revisión del concepto. *Acta universitaria*, 25(2).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662015000200001

MINAM. (2014). Informe Nacional sobre el Estado del Medio Ambiente.
<https://sinia.minam.gob.pe/inea/informe/estado-y-los-impactos/>

Moreno-Reséndez, A. (2005). Origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales.
https://www.researchgate.net/publication/266338267_Origen_importancia_y_aplicacion_de_vermicomposta_para_el_desarrollo_de_especies_hortícolas_y_ornamentales

Nogales, R., Elvira, C., Benítez, E., Thompson, R., & Gómez, M. (1999). Feasibility of vermicomposting dairy biosolids using a modified system to avoid earthworm mortality. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 34(1), 151-169.
<https://doi.org/10.1080/03601239909373189>

- Ochoa Torres, J. B., & Panduro Pisco, G. (2014). Producción de humus de lombriz de tierra (*Eisenia foétida*), a partir de escobajo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) y vacaza, en el sector Neshuya-Curimanà, provincia de padre abad, región Ucayali; 2014. Universidad Nacional de Ucayali. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3915>
- Paco, G., Loza-Murguía, M., Mamani, F., & Sainz, H. (2011). Efecto de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 2(2), 24-39. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2072-92942011000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Reynoso Peña, J. D. (2021). Elaboración de vermicompost con estiércol de vacuno utilizando la lombriz roja californiana (*eisenia foétida*) y microorganismos eficientes en la granja ecológica linderos, Tomayquichua, Ambo, Huánuco 2020 [Tesis de Ingeniero Ambiental, Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2807>
- Rincones, P. A., Zapata, J. E., Figueroa, O. A., Parra, C., Rincones, P. A., Zapata, J. E., Figueroa, O. A., & Parra, C. (2023). Evaluación de sustratos sobre los parámetros productivos de la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*). *Información tecnológica*, 34(2), 11-20. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642023000200011>
- Romero Romano, C. O., Ocampo Mendoza, J., Sandoval Castro, E., Tobar Reyes, J. R., Romero Romano, C. O., Ocampo Mendoza, J., Sandoval Castro, E., & Tobar Reyes, J. R. (2018). Evaluación de sustratos para la producción de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*). *Centro Agrícola*, 45(4), 68-74. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852018000400068&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Sanchez Mendoza, J. J. (2018). Evaluación del proceso de elaboración de vermicompost con dos especies de lombriz, *Eisenia foetida* y *Lumbricus sp.*, en la provincia de Arequipa.
- Santos Alberto, C. F. (2017). Eficiencia de tres sustratos orgánicos para la obtención de humus de Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) en San Juan de Lurigancho, 2017 [Universidad Cesar Vallejo]. <https://docplayer.es/115967493-Facultad-de-ingenieria.html>
- Somarriba Reyes, R. J., & Guzmán Guillén, F. (2004). Guía de Lombricultura. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2409/>
- Valdivia Espiritu, D. K. (2022). Producción de vermicompost mediante el aprovechamiento eficiente del cartón generados como residuos sólidos en la ciudad de Huánuco; 2020—2021 [Tesis de Ingeniero Ambiental, Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3323>
- Velasquez Cayetano, H. C. (2019). Producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del pre compost organico, 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]. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2103>
- Villegas-Cornelio, V. M., & Canepa, J. R. L. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(2), 393-406. <https://www.redalyc.org/journal/2631/263150548012/html/>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Hilario Calderón, J. (2024). *Evaluación de la lombriz roja californiana (eisenia foetida) en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (cavia porcellus) en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “EVALUACIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) EN LA PRODUCCIÓN DE VERMICOMPOST A PARTIR DE ESTIÉRCOL DE CUY (*Cavia porcellus*) EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2023”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el resultado de evaluar a la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (<i>Cavia porcellus</i>) en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023? 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar a la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (<i>Cavia porcellus</i>) en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023. 	<p>Hi: La lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) es eficaz en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (<i>Cavia porcellus</i>) en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.</p>	<p>Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la <i>Eisenia fétida</i> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de estiércol degradado 	<p>Tipo de investigación: El estudio es de tipo experimental.</p> <p>Enfoque Cuantitativo, se seguirá un proceso secuencial</p> <p>Diseño de la investigación Experimental, de corte transversal, prospectivo.</p> <p>Población</p> <p>Muestra: La muestra no será considerada en esta investigación.</p> <p>Técnicas: La técnica a utilizar en la investigación será la:</p> <p>Observación para evaluar las características y el comportamiento de la <i>Eisenia Foetida</i> en la producción de vermicompost</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 100% estiércol del <i>Cavia porcellus</i>? • ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 50% estiércol del <i>Cavia porcellus</i> y 50% de residuos orgánicos? • ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del <i>Cavia porcellus</i> y 75% de residuos orgánicos? 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 100% estiércol del <i>Cavia porcellus</i>. • Evaluar las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 50% estiércol del <i>Cavia porcellus</i> y 50% de residuos orgánicos. • Evaluar las características fisicoquímicas del vermicompost a partir de 25% estiércol del <i>Cavia porcellus</i> y 75% de residuos orgánicos. 	<p>Hi: La lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) no es eficaz en la producción de vermicompost a partir de estiércol de cuy (<i>Cavia porcellus</i>) en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco 2023.</p>	<p>Variable Dependiente Producción de Vermicompost.</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de producción de Vermicompost 	

ANEXO 3

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL LABORATORIO DE LA UNAS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JENNY HILARIO CADERON				PROCEDENCIA: HUANUCO							MUESTRA: HUMUS DE LOMBRIZ								
DATOS DE LA MUESTRA				RESULTADOS							RESULTADOS EN BASE SECA								
Código	Referencia	PH	CE uS/m	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	C (%)	N (%)	C/N	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Mn ppm	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm
E0076-1	T1 R1	8.50	3190	75.159	24.841	18.182	6.669	9.091	0.504	18.038	0.504	4.484	0.728	0.485	1.970	259.369	264.300	6588.185	128.205
E0076-2	T1 R2	8.60	3030	72.968	27.032	18.796	8.237	9.398	0.546	17.212	0.407	4.870	0.714	0.391	1.971	257.788	259.610	8606.304	108.399
E0076-3	T1 R3	8.55	3020	79.228	20.772	14.472	6.300	7.236	0.518	13.970	0.475	4.981	0.717	0.471	1.948	266.809	274.597	7048.360	111.840
E0076-4	T2 R1	8.30	3221	75.977	24.023	18.054	5.969	9.027	0.448	20.150	1.412	5.948	1.163	0.629	2.332	595.543	363.834	1948.334	30.586
E0076-5	T2 R2	8.25	3730	78.765	21.235	16.401	4.833	8.201	0.403	20.339	1.417	5.667	1.084	0.748	2.473	508.742	358.121	1988.624	28.650
E0076-6	T2 R3	8.30	3460	77.497	22.503	17.317	5.186	8.668	0.420	20.615	1.488	5.927	1.051	0.552	2.137	581.967	354.410	2089.207	29.199
E0076-7	T3 R1	8.50	2920	74.924	25.076	18.120	6.956	9.060	0.594	15.263	1.128	5.181	0.836	0.396	1.967	420.739	316.485	1223.587	67.300
E0076-8	T3 R2	8.40	2950	80.690	19.310	14.052	5.258	7.026	0.532	13.207	1.007	5.374	0.846	0.371	1.960	423.535	388.642	1442.085	62.327
E0076-9	T3 R3	8.70	2974	72.368	27.632	19.975	7.657	9.988	0.588	16.985	1.011	5.012	0.970	0.387	1.958	406.938	361.074	1049.683	62.959

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 RECIBO N° 23013888
 Fecha de Análisis: 26/05/2023
 Tingo María 31 de mayo del 2023

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras analizadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.
 Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo María

 Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUFANQUE
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANEXO 4

PANEL FOTOGRÁFICO

Para la elaboración de las vermicomposteras, se utilizó 6 cajas de madera de medidas de 40 cm de largo, 30 cm de ancho y 40 cm de alto. Cada una de las cajas fueron forradas con un plástico de polipropileno negro al cual se le hizo pequeños agujeros en la base.



Se colocó el rotulado del tipo de tratamiento (T1, T2 y T3) a cada una de las vermicomposteras, así mismo se colocó $\frac{1}{2}$ kg de lombrices rojas californiana en cada una de las vermicomposteras.

T1 100% estiércol de cuy (4 kilos de estiércol de cuy)

T2 50% de estiércol de cuy + 50% de materia orgánica (2 kilos de estiércol de cuy + 2 kilos de materia orgánica).

T3 25% de estiércol de cuy + 75% de materia orgánica (1 kilo de estiércol de cuy + 3 kilos de materia orgánica).



Recojo y pesado del vermicompost obtenido. Asimismo, se envió las muestras de 1 kg de vermicompost de cada uno de los tratamientos al laboratorio de la UNAS para determinar los parámetros físicos y químicos.



La visita in situ del asesor Mg. Milton Edwin Morales Aquino, para observar y asesorar sobre el desarrollo de la investigación.

