

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Comparación de la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco – 2023”**

---

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

**AUTORA: Villagomez Yabar, Melanie Marleny**

**ASESOR: Cámara Llanos, Frank Erick**

**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:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geológica

# D

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero(a) ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72363214

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44287920

Grado/Título: Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria

Código ORCID: 0000-0001-9180-7405

# H

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Zacarias Ventura, Héctor Raúl	Doctor en ciencias de la educación	22515329	0000-0002-7210-5675
2	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofia	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714



# 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 17:30 horas del día 09 del mes de febrero 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:

- Dr. Héctor Raúl Zacarias Ventura (Presidente)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 0021-2024-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: "**COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA APLICACIÓN DEL BIOABONO PRODUCIDO POR LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) A PARTIR DEL ESTIÉRCOL DE CUY Y GANADO EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL SUELO PROVENIENTE DE MONOCULTIVO, HUÁNUCO - 2023**", presentado por el (la) Bach. **VILLAGOMEZ YABAR, MELANIE MARLENY**, 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 17 y cualitativo de MUY BUENO (Art. 47)

Siendo las 18:26 horas del día 09 del mes de FEBRERO del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Dr. Héctor Raúl Zacarias Ventura  
DNI: 22515329  
ORCID: 0000-0002-7210-5675  
Presidente

Mg. Milton Edwin Morales Aquino  
DNI: 44342697  
ORCID: 0000-0002-2250-3288  
Secretario

Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel  
DNI: 43616954  
ORCID: 0000-0002-7194-3714  
Vocal



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

## **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**

Yo, **FRANK ERICK CAMARA LLANOS**, asesor(a) del PA. de **INGENIERIA** y designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN No 1761-2022-D-FI-UDH del 8 de SETIEMBRE del 2022**; de la Bachiller **VILLAGÓMEZ YÁBAR Melanie Marleny**, de la investigación titulada; “COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA APLICACIÓN DEL BIOABONO PRODUCIDO POR LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) A PARTIR DEL ESTIÉRCOL DE CUY Y GANADO EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL SUELO PROVENIENTE DE MONOCULTIVO, HUÁNUCO - 2023”

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del **20%** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio 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, 21 de FEBRERO del 2024



Mg. Frank E. Cámara Llanos  
MÉDICO VETERINARIO  
CMV. 7188

---

Apellidos y Nombres

Código Orcid: 0000-0001-9180-7405

DNI: 44287920

## informe final

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>20%</b>	<b>19%</b>	<b>5%</b>	<b>9%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.untels.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unsa.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>1library.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>cnagro.cl</b> Fuente de Internet	

  
Mg. Frank E. Cámara Llanos  
MÉDICO VETERINARIO  
CMV. 7188

Apellidos y Nombres

Código Orcid: 0000-0001-9180-7405

DNI: 44287920

## DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mi madre por haberme forjado; por su apoyo incondicional, su amor y paciencia, todo lo que soy hoy y muchos de mis logros es gracias a ella.

A mi abuela materna, quien, a pesar de haberla perdido, ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo.

A mis tíos, Cesar y Antonio, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracteriza, por estar presentes en cada etapa de mi vida, y ser como un segundo padre.

A mis hermanos, Patricia, Harool y Melissa, que siempre han estado junto a mi brindándome su apoyo, muchas veces poniéndose en el papel de padre o madre.

A mis sobrinos, que son lo mejor y lo más valioso que Dios me ha dado y poder llegar a ser un ejemplo para ellos.

## **AGRADECIMIENTOS**

El principal Agradecimiento a Dios quien me ha guiado, protegido y me ha dado fortaleza y salud para seguir adelante.

A mi madre, por su amor infinito, por ser mi motivación e inspiración para poder superarme cada día y así poder lograr mis metas, mi padre, por haberme dado la vida, por su comprensión y estímulo constante a lo largo de mis estudios y mi familia, por sus enseñanzas, su apoyo incondicional y siempre apoyarme en cada etapa académica y profesional.

A mis docentes, por el tiempo y esfuerzo que dedicaron a compartir sus conocimientos, que lo aprendido sea utilizado en la vida y por el apoyo brindado y mi asesor el Mg. Frank Erick Cámara Llanos, por su apoyo a lo largo del desarrollo de todo este proyecto de tesis.

A mi amigo, Erick Elías, por su exigencia y su ayuda fundamental para la culminación de mi tesis, y demás amigos, por su apoyo incondicional, por compartir sus conocimientos y siempre estar en cada uno de mis logros.

Y todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en cada etapa para la realización de este trabajo.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	VIII
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	13
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	15
1.3. OBJETIVOS .....	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO .....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
2.1.1. ANTECEDENTE A NIVEL INTERNACIONAL.....	18
2.1.2. ANTECEDENTE A NIVEL NACIONAL.....	20
2.1.3. ANTECEDENTE A NIVEL LOCAL .....	22
2.2. BASES TEÓRICAS .....	23
2.2.1. BIOABONO.....	23
2.2.2. LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (EISENIA FOETIDA).....	24
2.2.3. BIOABONO DE ESTIÉRCOL .....	26

2.2.4. SUELO.....	28
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	36
2.4. HIPÓTESIS .....	37
2.5. VARIABLES.....	37
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	37
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	37
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	38
CAPÍTULO III.....	39
MARCO METODOLÓGICO .....	39
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.1.1. ENFOQUE .....	39
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	39
3.1.3. DISEÑO .....	39
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	40
3.2.1. POBLACIÓN.....	40
3.2.2. MUESTRA .....	40
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 41	
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	41
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	49
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	49
CAPÍTULO IV.....	50
RESULTADOS .....	50
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	50
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....	55
CAPÍTULO V.....	59
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	59
CONCLUSIONES .....	62
RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
ANEXOS .....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cantidad relativa (%) de nutrientes en estiércol de animales y mejora mediante composta tradicional y lombricomposta .....	28
Tabla 2 Tamaño de las partículas del suelo.....	32
Tabla 3 Clasificación de acides y basicidad del suelo .....	33
Tabla 4 Rango de materia orgánica del suelo.....	33
Tabla 5 Valores de la capacidad de intercambio catiónico .....	34
Tabla 6 Interpretación del rango de macronutrientes .....	35
Tabla 7 Bases cambiables del suelo.....	35
Tabla 8 Coordenadas de ubicación de población de estudio .....	40
Tabla 9 Análisis pre experimental del suelo.....	50
Tabla 10 Análisis post experimento del suelo con bioabono de estiércol de cuy .....	50
Tabla 11 Análisis post experimento del suelo con bioabono de estiércol de ganado.....	51
Tabla 12 Calidad del bioabono.....	51
Tabla 13 Análisis mecánico del suelo .....	52
Tabla 14 Análisis fisicoquímico del suelo.....	53
Tabla 15 Análisis de los cambiables del suelo.....	54
Tabla 16 Prueba de normalidad de los datos.....	55
Tabla 17 Prueba estadística t de Student para muestras independientes ...	56
Tabla 18 Interpretación del efecto sobre las propiedades mecánicas del suelo .....	57
Tabla 19 Interpretación del efecto sobre las propiedades químicas del suelo .....	57
Tabla 20 Interpretación del efecto sobre los cambiables del suelo .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Taxonomía de la lombriz roja californiana .....	25
Figura 2 Triangulo textural del suelo .....	31
Figura 3 Proceso del experimento.....	42
Figura 4 Análisis mecánico del suelo .....	52

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Armado de cajones para la crianza de lombrices rojas californianas.....	76
Fotografía 2 Armado de cajones para la crianza de lombrices rojas californianas.....	76
Fotografía 3 Armado e instalación del área a trabajar el proyecto de investigación .....	77
Fotografía 4 Armado e instalación del área a trabajar el proyecto de investigación .....	77
Fotografía 5 Colocación de un porcentaje de guano de ganado, lombrices y residuos orgánicos.....	78
Fotografía 6 Colocación de un porcentaje de guano de cuy, lombrices y residuos orgánicos.....	78
Fotografía 7 Lombrices Rojas Californianas (Eisenia foetida) .....	79
Fotografía 8 Visita a campo por parte del Magister Frank Cámara Llanos ..	79
Fotografía 9 Visita a campo por parte del Magister Milton Morales.....	80
Fotografía 10 Cosecha de bioabono de cuy .....	80
Fotografía 11 Cosecha de bioabono de ganado .....	81
Fotografía 12 Homogenización y sectorización del suelo agrícola con el bioabono de ganado .....	81
Fotografía 13 Muestra de suelo – pre experimento .....	82
Fotografía 14 Muestras de suelo – post experimento.....	82

## RESUMEN

La presente tesis titulada; “Comparación de la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco”, cuyo objetivo fue comparar la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo. Para lo cual la metodología de tipo experimental con 2 grupos experimentales, el primero fue lombriz roja californiana (LRC) + estiércol de ganado, y segunda lombriz roja californiana (LRC) + estiércol de cuy, se hizo la observación en 60 días realizando un pre y post análisis del suelo. Cuyos resultados muestran que el tipo textural no varía en la aplicación de ambos abonos, se tienen diferencias en el pH, Conductividad Eléctrica, Materia Orgánica, Nitrógeno, Carbono, Fósforo disponible, CIC, Calcio y Potasio. Las tablas descriptivas nos indican que con la LRC con estiércol de cuy se logró un mayor incremento del pH. Asimismo, se dio el mayor incremento de la Conductividad Eléctrica con la LCR de estiércol de cuy. Lo mismo ocurrió con el Potasio. Por otro lado, con la LCR con estiércol de ganado se dio un mayor incremento en la materia orgánica, el Nitrógeno, el carbono y el fósforo. Concluyendo que La aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado tiene gran eficacia en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo considerando que es un abono con un pH básico, alto contenido de materia orgánica, nitrógeno, potasio y fosforo, muy útil para la fertilidad de los suelos.

**Palabras claves:** suelo, bioabono, *Eisenia foetida*, lombricomposta y fertilidad del suelo.

## ABSTRACT

This thesis entitled; "Comparison of the effectiveness of the application of the biofertilizer produced by the Californian red worm (*Eisenia foetida*) from guinea pig and cattle manure in the improvement of the quality of the soil from monoculture, Huánuco", whose objective was to compare the effectiveness of the application of the biofertilizer produced by the Californian red worm (*Eisenia foetida*) from guinea pig and cattle manure to improve the quality of soil from monoculture. For which the experimental methodology with 2 experimental groups, the first was Californian red worm (LRC) + cattle manure, and second Californian red worm (LRC) + manure, the observation was made in 60 days by performing a pre-post soil analysis. The results show that the textural type does not vary in the application of both fertilizers, there are differences in pH, Electrical Conductivity, Organic Matter, Nitrogen, Carbon, Available Phosphorus, CEC, Calcium and Potassium. The descriptive tables indicate that with the LRC with guinea pig manure, a greater increase in pH was achieved. Likewise, there was the greatest increase in Electrical Conductivity with CSF and guinea pig manure. The same thing happened with potassium. On the other hand, with CSF with cattle manure, there was a greater increase in organic matter, nitrogen, carbon and phosphorus. Concluding that the application of the biofertilizer produced by the Californian red worm (*Eisenia foetida*) from guinea pig and cattle manure has great efficacy in improving the quality of the soil from monoculture, considering that it is a fertilizer with a basic pH, high content of organic matter, nitrogen, potassium and phosphorus, very useful for soil fertility.

**Keywords:** soil, biofertilizer, *Eisenia foetida*, vermicompost and soil fertility.

## INTRODUCCIÓN

El suelo al ser un recurso natural que requiere periodo prolongado de tiempo para ser formado, esta característica hace que se le conosca como un recurso natural no renovable. El suelo en su estado de madurez está también equilibrado en sus factores ambientales con lo que por lo general adquiere las condiciones óptimas para brindar una producción biológica. Cuando este equilibrio se rompe, el suelo tiene modificaciones y desarrolla diferentes procesos que lo llevan a los cambios de la calidad del suelo y por consecuencia a ser degradado.

La degradación de los suelos afecta a grandes extensiones dado que este fenómeno se manifiesta en la pérdida de la cobertura vegetal o en la pérdida de la producción agrícola que se asocian con variaciones importantes en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, los cuales incrementan la vulnerabilidad ante otros agentes de erosión.

Ante estos problemas de degradación de los suelos es necesario crear estrategias que ayuden a minimizar los efectos producidos en la degradación de los suelos, con ello las soluciones ecológicas son más factibles ante este problema, por lo cual los abonos o enmiendas orgánicas se hace muy relevantes y favorables, además que hacen uso de residuos orgánicos que lo general no se usa.

Es por ello que en esta investigación se propuso el uso de la lombriz roja californiana como agente de producción de abonos orgánicos a partir de estiércol de cuy y ganado. Considerando que la lombriz roja californiana (*Eisenita foétida*) tiene gran voracidad y por su capacidad de digestión de la materia orgánica (estiércol) en las primeras fases de descomposición, por lo que el abono que resulta de su trabajo tiene buena calidad excelente y muy favorable para el suelo.

La presente investigación se desarrolla en 5 capítulos, comprendido en distintos aspectos como se muestra a continuación:

El Capítulo I: se desarrolla la descripción y formulación del problema donde se enmarca la necesidad de investigar desarrollar lombricomposta de estiércol con el fin recuperar suelo degradado por monocultivo.

En el capítulo II: se desarrolla de los antecedentes tanto a nivel internacional, nacional y local, esto nos ayudan a tener una visión más amplia respecto al tema, asimismo, el desarrollo de las bases teóricas que están relacionadas con nuestras variables, las definiciones conceptuales, así como la hipótesis y la operacionalización de las variables.

En el Capítulo III: comprendido por la metodología usada, así como el tipo de investigación, el enfoque, el diseño, y la metodología para el procesamiento de los datos.

En el Capítulo IV: contiene los resultados obtenidos durante la etapa de investigación, asimismo comprende la interpretación y procesamiento de los datos de los análisis y la contrastación de la prueba de hipótesis

En el Capítulo V: se muestran la discusión de los resultados, y finalmente la investigación se sustenta en bibliografías relacionadas al tema de investigación, así mismo se adjuntan los anexos que respaldan la investigación.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El suelo es un recurso natural no renovable, cada vez más escaso, debido a constantes procesos de degradación, que además de ser una fuente física de alimento y fibra, también es crucial para el mantenimiento de la calidad del aire, el almacenamiento de humedad, la nutrición de las plantas, la eliminación del polen y la remediación ambiental. En condiciones naturales, el suelo tiende a estar en un estado de equilibrio, donde está rodeado de vegetación que paulatinamente le aporta materia orgánica y nutrientes, ayudando a su mantenimiento y valorización, además de protegerlo de la erosión. Sin embargo, este equilibrio se puede ver perturbado por diferentes acciones naturales (agua y viento) y por la acción del hombre al usar los recursos naturales de forma inadecuada produciendo la erosión del suelo (López et al., 2015).

En la agricultura intensiva, los insumos intensivos incluyen riego, fertilizantes químicos, pesticidas, híbridos de alto rendimiento (rendimiento higiénico), mecanización, sistemas de producción y sistemas de rotación para un rendimiento óptimo, pero además del sistema de rotación, a menudo se recurre al monocultivo (López et al., 2015). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (conocida como FAO) menciona que la degradación La eliminación de la capa de suelo más fértil, conocida como capa más superior (suelo), también se denomina eliminación de suelo. La degradación de los ecosistemas tradicionales suele deberse a la deposición de minerales y nutrientes del suelo en otras zonas. Además, los sedimentos pueden acumularse en embalses o inundar ríos y arroyos, lo que provoca la pérdida de recursos y energía de los que depende la gente (Pan-Montojo, 2021).

En el Perú la degradación del suelo es uno de los problemas que más afecta a las regiones alto-andina con ello se reducen la productividad, la

presión sobre las mismas y sobre el ambiente en general, la gestión de los recursos naturales y las prácticas agrícolas son cruciales para el desarrollo del Perú como nación en desarrollo. Ambos grupos contribuyen a la agricultura. Los principales beneficiarios de esta actividad son los pequeños y medianos agricultores, considerados uno de los grupos más susceptibles al cambio climático (MINAGRI, 2015).

En la región Huánuco existe una utilización inadecuada de la tierra limita el rendimiento potencial de la producción agrícola y pone en riesgo la competitividad y la seguridad alimentaria del país. El impacto del cambio climático sobre la degradación, la variación natural o la actividad humana contribuye a este problema. La utilización de los suelos independientemente de su trabajo natural o potencial, es uno de los factores más graves que contribuyen a la degradación y la reducción de la producción, así como a los bajos rendimientos, la competitividad y una disminución gradual de los ingresos de los agricultores. La degradación de los suelos es causada principalmente por actividades humanas como el pastoreo excesivo, la agricultura inadecuada y la deforestación.

Es necesario buscar nuevas formas de transformar nuestros sistemas agroalimentarios, que sean innovadoras y más eficientes, más inclusivos, más resilientes y más sostenibles, es por ello que en esta investigación se pretende contribuir con ello sumando al conocimiento de recuperación del suelo degradado con la aplicación del bioabono.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cuál es el resultado de comparar de la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado?
- ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado?
- ¿Cuáles son los valores de los cambiables del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Comparar la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco – 2023.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las propiedades mecánicas del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado.

- Describir las propiedades fisicoquímicas del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado.
- Describir los valores cambiables del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Los suelos en la actualidad están sometidos a diversas presiones, las cuales en su mayoría son para satisfacer las necesidades antrópicas, sin embargo, existe poca retribución para su cuidado y su conservación en el tiempo. Uno de los problemas a la que se enfrentan los suelos son a la presión por monocultivo, que al final terminan causando su degradación. Afectando a la flora y fauna que dependen de su calidad, con ello al medio ambiente en general.

Es por eso que es importante encontrar soluciones posibles, optimas que sean amigables con el medioambiente, económico y de aplicación fácil. Por ello en la investigación se propone una estrategia en la que se aprovechan residuos que normalmente son desechados, para convertirlos en bioabonos que ayuden a conservar el suelo.

En la presente investigación se tiene el propósito del aporte al conocimiento que existe en temas de conservación ecológica del suelo con la utilización de enmiendas orgánicas como en el bioabono, los resultados obtenidos podrán ser sistematizados en nuevas propuestas, que se incorporen al desarrollo de mejores técnicas para el cuidado de los suelos.

La investigación se desarrolla por la necesidad existente de mejorar las estrategias ecológicas con las que retribuimos a los componentes del ambiente, para preservarlos, específicamente en este caso al suelo. Además, con generar valor a lo que generalmente tiene una disposición final no aprovechado. En la experimentación aplicando bioabono sobre el suelo

degradado siguiendo el método científico se tendrán situaciones que podrán ser indagadas por la ciencia, una vez que sean demostrados su validez y confiabilidad podrán ser utilizados en futuras investigación que se desarrollen.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- La investigación se limita al uso solamente del tipo de lombriz *Eisenia foetida*. Conocida como lombriz roja californiana.
- Se trabaja únicamente en 2 tipos de estiércol (cuy y ganado).
- Los costos de análisis del suelo son de costos elevados, por lo que se trabaja solamente con ciertos parámetros.
- El suelo degradado por monocultivo al que se realizan los estudios es de la siembra de camote.

### **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Los criterios desarrollados en la viabilidad de la presente investigación fueron las siguientes:

- La incorporación de abonos orgánicos favorece al suelo y su conservación, evitando abandonar áreas degradadas por presiones de cultivos, así no repercutir en otras áreas ambientales.
- La investigación es operativa puesto que en su desarrollo se contó con los diversos recursos que van desde la movilidad, personal, el área de trabajo y materiales que son requeridos.
- La investigación se vuelve técnicamente viable gracias a la orientación de docentes universitarios conocedores y especializados en el tema.
- La investigación tiene viabilidad económica, puesto que todos los requerimientos, y la financiación serán asumidos por la investigadora.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTE A NIVEL INTERNACIONAL

Flores et al. (2021) en su artículo titulado; “*Crecimiento de la lombriz roja californiana (Eisenia foetida) en vermicompostaje de suelo contaminado con diésel*” Revista de ciencia y tecnología de América – México. Tuvo por **objetivo** determinar el crecimiento y adaptación de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en un suelo contaminado con diésel y estudiar la eficiencia de degradación del hidrocarburo en el proceso de vermicompostaje. **Metodología**; Se examinaron seis concentraciones de diésel: 1, 5, 10, 15, 20 y 25%. Se utilizaron tres etapas para examinar las características fisicoquímicas del suelo, que incluyeron la mezcla con materia orgánica antes del Diesel y su adición al proceso de vermicompost, así como el análisis final. En el proceso se midió la evolución de la población de lombriz y la remoción del contaminante. **Resultados** Con una concentración del 20% de hidrocarburo, el bioensayo produjo el 97% de la remoción total. Se ha descubierto que mediante el uso de lombriz roja californiana el proceso de vermicompost biorremedia eficientemente el suelo contaminado con hidrocarburos. **Concluyendo** que en el bioensayo con una concentración del 20% (200 ml de diésel añadido) tuvo la mayor eliminación de TPH (97%), seguido por el bioensayo con una concentración del 15% (150ml) con una eliminación del 95% y el bioensayo con el 1% (10ml). El nivel de eliminación más bajo (59%) fue alcanzado por el bioensayo con una concentración del 5% (50ml). (50 ml). añadidos).

Ramos et al. (2019) en su artículo titulado; “*Lombricomposta en la recuperación de la fertilidad de suelo franco arenoso y el rendimiento de cacahuete (Arachis hypogaea L.)*” Terra Latinoamericana – México. Tuvo por **objetivo** evaluar el efecto de la incorporación de lombricomposta

para mejorar las propiedades del suelo y el rendimiento del cacahuate (*Arachis hypogaea* L.), en condiciones de campo. **Metodología;** En una parcela de fortalecimiento de maní convencional, la investigación se realizó (2016) en ciclos alternos. La lombricomposta se produjo a partir de desechos agrícolas de la región, como estiércol, hoja de maíz y maní”. Compararon dosis de lombricomposta de 300, 225, 150 y 75 gramos, además de emplear métodos de manejo agroecológico que evitan insumos químicos y utilizan el desmalezado manual. entre hileras como cobertura muerta, como tratamientos control se utilizaron suelos con manejo intensivo o manejo agro-ecológico. **Resultados;** Las características físicas, como la capacidad de campo, la densidad real y los espacios porosos, se alteraron con la adición de vermicompost. Desde el punto de vista químico, se mejoraron estas propiedades (fósforo, potasio, hierro, manganeso) y el pH. Las mayores emisiones de CO<sub>2</sub> se atribuyeron a la actividad microbiana. El desarrollo de las plantas y su floración tomó menos tiempo con la introducción del vermicompost. A pesar de la presencia de lombricomposta, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento del cultivo causadas por lo que se añadió. **Concluyendo** que el uso de lombricomposta puede contribuir a las propiedades biológicas del suelo al crear cadenas tróficas que regulan el reciclaje de nutrientes, mejorando la fertilidad del suelo y aumentando el rendimiento del maní. Esto es posible.

Gallegos & Segura (2019) en su artículo con título; *“Uso de *eisenia foetida* (oligoquetos: lumbricidae) en la producción de bioabono”* Revista de Investigación Agraria y Ambiental – Colombia. Tuvieron por **objetivo** evaluar el proceso de obtención de Bioabono a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el barrio Álamos de Bogotá. El desarrollo de la **metodología** se dio Para lograr el objetivo de implementar políticas nacionales de gestión de residuos, trabajaremos junto con la comunidad para proyectar el rendimiento potencial de este sector. **Resultados;** Los residuos orgánicos representan el 30% de los residuos producidos en la agricultura. Para lograrlo, se construyeron tres camas de lombricomposta utilizando diferentes sustratos, cultivando el mayor

rendimiento de desechos de yuca y papa (60%) junto con compost. Con lo que se **concluyó** que, Entre las tres camas examinadas, el fertilizante obtenido tuvo un nivel de calidad similar que indicó un exceso de humedad más allá de lo prescrito en la norma NTC 5167, indicando que el producto obtenido requiere sanitización antes de su venta.

### **2.1.2. ANTECEDENTE A NIVEL NACIONAL**

Febres (2019) en su tesis con título; *“Remediación del suelo contaminado con plomo (Pb) empleando el girasol (*Helianthus annuus*) y estiércol de lombriz roja (*Eisenia foetida*) en condiciones controladas”* Universidad Nacional San Agustín - Arequipa. Teniendo por **objetivo** determinar el tratamiento más efectivo en la remediación de suelo contaminado con plomo (Pb); precisando el comportamiento de la planta de girasol en el proceso de remediación. **Metodología;** Se analizaron cuatro tratamientos: Tratamiento 1: Suelo contaminado con Pb + estiércol de lombriz + girasol, Tratamiento 2: Suelo contaminado con Pb + con lombricomposta, tratamiento 3 Suelos contaminados con Pb en combinación con girasol; y finalmente, suelo que está contaminado. **Resultados;** muestran que el tratamiento T2 pudo remover el Pb del suelo contaminado hasta en un 81,21 %. teniendo diferencias estadísticas significativas en relación a los tratamientos T1; T4 y T3. Pero todos los tratamientos redujeron el plomo (Pb) por debajo del ECA nacional (70 ppm Pb). El T2 pudo remediar el nivel inicial de Pb de 121,05 ppm hasta 22,75 ppm es decir una remoción de 98,30 ppm; además, incrementó el contenido de la materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, pH y los niveles de N, P y K del suelo sometido al proceso de remediación. Considerando el factor de traslocación de plomo (FT), el girasol en presencia de estiércol de lombriz (tratamiento 1) se comportó como planta exclusora ( $FT < 1$ ) lo que favoreció el mecanismo de estabilización de Pb; pero, en ausencia de estiércol de lombriz (tratamiento 3) se comporta como planta acumuladora ( $FT > 1$ ) lo que favorece el mecanismo de fitoextracción de plomo (Pb). **Concluyendo** La utilización de estiércol de girasoles y lombrices rojas puede evitar que el Pb ingrese al suelo ya sea por absorción o

acumulación en las raíces, además de permitir que los nutrientes migren alrededor de la rizosfera. Esto ayuda a minimizar la propagación de contaminantes al agua subterránea.

Dávila & Vílchez (2019) en su tesis con título; *“Utilización de lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) para la reducción de la concentración de DDT en suelos del Centro Poblado Las Malvinas”* Universidad César Vallejo – Moyobamba. Tuvo por **objetivo** evaluar la utilización de lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) para la reducción de la concentración de DDT en suelos. Para lo cual la **metodología**; se usó el método cuantitativo es un tipo de aplicación que incluye tanto un nivel experimental como un diseño preexperimental. El estudio muestra el análisis de documentos y la observación como métodos, al mismo tiempo que presenta resultados de laboratorio y registro de datos como instrumentos. La población elegida para un muestreo aleatorio de 1 hectárea fue el predio agrícola del casco urbano de Malvinas. **Resultados**; se redujo la concentración de DDT medido en diferentes tiempos (10, 20, y 30 días) y se utilizaron diferentes concentraciones de lombrices (5, 10 y 15Kg), considerando 3 repeticiones por tratamiento; se usó un diseño factorial doble, con medidas repetidas en un factor se asoció una prueba post hoc permitiendo comparar los 3 tipos de tratamientos que se emplearon en el estudio. **Concluyendo** que la mayor reducción en concentraciones de DDT sobre suelos se dio al aplicar 15 Kg de lombriz de tierra dando una reducción de 0,626mg/kg DDT en un periodo de 30 días.

Panduro (2018) en su tesis con título; *“Concentraciones de *Eisenia foetida* más estiércol de vacuno y su efecto en las características nutricionales del pasto de maralfalfa”* Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – Iquitos. Tuvo como **objetivo** determinar la mejor concentración de lombricompost más estiércol de vacunos y su efecto sobre las características bromatológicas del pasto *Pennisetum sp* (Maralfalfa). **Metodología**; se usó un diseño experimental DBCA con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, se evaluaron en la octava

semana en parcelas de 1 metro cuadrado en un suelo ultisol, las variables que se estudiaron responden a una época húmeda, prolongando: Proteínas; Grasas; fibras; potasio; Fosforo y Magnesio. **Resultados;** que el tratamiento T4 (2000 lombrices/m<sup>2</sup>) resultó con mayor promisorio para todas las variables con valores de proteína de (16,3%); grasa (2,78 mg/100g); fibra (42,25%); potasio (311,83 mg/100g); fosforo (291,83 mg/100g) y magnesio (85,55 mg/100g), por lo que se **concluye** que los niveles de concentración de la *Eisenia foetida* (2000 lombrices/m<sup>2</sup>) influyen de manera significativa sobre la calidad bromatológica del pasto.

### 2.1.3. ANTECEDENTE A NIVEL LOCAL

Cuyubamba (2021) en su tesis con título; “*Evaluación de la influencia del cadmio y plomo disponible en el suelo sobre la densidad del bioindicador (Eisenia foetida) en los cultivos de cacao (Theobroma cacao), Huamalies*” Universidad de Huánuco. En la **metodología** realizó de cinco calicatas de 1m x 1m con profundidad de 30 cm para el muestreo de suelo superficial, tomando 5 muestras de suelo cada una de ellas de 1 kg y lombrices de tierra (*Eisenia foetida*). Se hizo análisis de la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) por medio de un análisis especial realizado en un laboratorio de análisis de suelo, agua y ecotoxicología de la facultad de agronomía de la UNAS. **Resultados:** Se encontró que, en promedio, la lombriz de tierra posee en su organismo 0.08 ppm de Cd y 1.74 ppm de Pb, el Fe 745,33 ppm y Mn 113,9 ppm. Y de Zinc (54,09 ppm), por lo que se **concluyó** la existencia de las lombrices de tierra, como las que contienen cadmio y plomo, pueden absorber metales pesados. El Cadmio y el Plomo no afectan la concentración de cada uno, a pesar de sus diferencias en densidad de población, lo que lleva a observar una cantidad mínima en el análisis.

Velásquez (2019) en su tesis con título; “*Producción de humus de lombriz roja californiana (Eisenia foetida) con pre compost orgánico, para la mejora de un suelo degradado y su verificación en el cultivo de rabanito (Raphanus sativus)*” Universidad de Huánuco. Cuyo **objetivo**

fue evaluar la eficiencia del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) aplicandolo como una tecnología limpia para la mejora el suelo degradado; retribuyendo y mejorando los aspectos fisicoquímicos y biológicos. En la **metodología** Este estudio emplea un enfoque mixto y técnica experimental, con bloques aleatorios de 4 tratamientos, incluyendo control y repetición. La eficacia de los tratamientos se evaluó junto con experimentos de campo sobre el cultivo de rábanos que obtuvieron datos de campo para su verificación. **Resultados** el tipo textural pasó de franco arcilloso a franca o equilibrada, el incremento de la retribuir la materia orgánica sobre el suelo degradado a diferencia del testigo (MS01 (0 Tn/Ha)) que presentó 1.48 % de M.O que es <2, es igual a bajo, en cambio los tratamientos 20, 40, 60 Tn/Ha presentó 2.35, 2.96, 3.63 % M.O quedando dentro de 2 - 4 indicando igual a medio. En la que **concluyó** Al utilizar humus de lombriz roja californiana como fertilizante orgánico, se pueden mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo degradado, gracias a su composición única.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. BIOABONO

Según Suasaca et al. (2009) el bioabono o abono orgánico es el que proviene de todo tipo de residuo orgánico (plantas o animales) que al pasar por el proceso de descomposición (podrirse), abonan los suelo con diferentes nutrientes que son aprovechados por las plantas, además pueden mejorar las condiciones físicas (textura, estructura, color) y químicas (pH, Humedad) de los suelo.

De acuerdo con García & Félix (2014) el abono orgánico o bioabono es un material de origen natural con propiedades de fertilización o apto para mejorar el suelo, que no se obtiene por acciones químicas. La agricultura orgánica beneficia tanto a las plantas como al medio ambiente al proporcionar numerosos beneficios a nivel físico, químico (elementos), microbiológico y orgánico. Por eso se promueve en la agricultura orgánica. Uno de sus inconvenientes es que no produce

resultados inmediatos ni a corto plazo, mientras que a largo plazo establece un equilibrio en los nutrientes del suelo, mejorando su fertilidad sin requerir sustancias externas.

### **2.2.2. LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (EISENIA FOETIDA)**

La lombriz es un Anélido que pertenece a la clase de los Oligoquetos y del género de los Lombricidas, que comprende una decena de especies, todas de hábitos terrestres. Los Oligoquetos, con numerosas especies, entre las que se cuenta la lombriz, constituyen la organización más desarrollada de los Anélidos (Compagnoni & Putzolu, 2018).

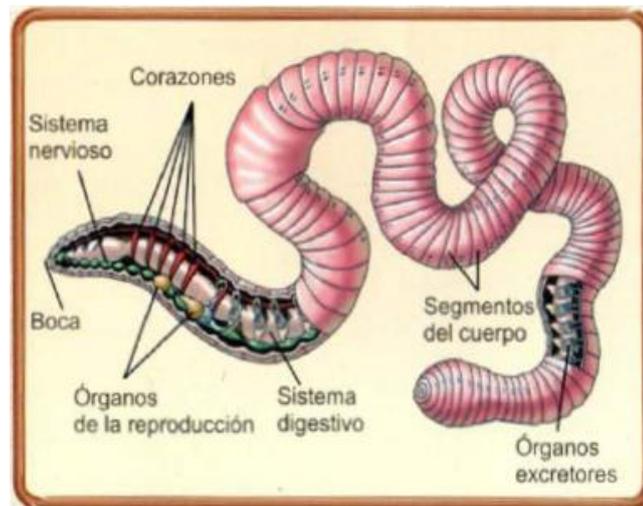
De las múltiples especies de lombrices que hay, la especie *Eisenia foetida*, es un anélido cuyas características de adaptación son muy amplias, puesto que tiene respuesta a las diferentes condiciones climáticas. Esta especie puede desarrollarse en cautiverio en poblaciones de hasta 50 mil por metro cuadrado, su madurez sexual entre el segundo y tercer mes de vida, se aparean y depositan entre siete y diez días una capsula conteniendo de 2 a 20 huevos que a su vez eclosionan pasando los 21 días. Así la lombriz adulta tiene capacidad de producir en un solo año hasta 1500 crías. Estas lombrices son capaces de vivir hasta 16 años, alcanzando un peso de un gramo y el tamaño que alcanzan es de entre 6 a 10 centímetros (Suasaca et al., 2009).

#### **2.2.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA LOMBRIS**

Algunos científicos subdividen las lombrices en dos grupos, las de color rojo y las de color gris. De las más de 8.000 especies de lombrices, son pocas las que por sus cualidades tienen interés. La lombriz de tierra europea (*Lumbricus terrestris*) está muy extendida en la actualidad por los lugares de clima templada en todo el mundo. En la figura que sigue podemos observar su morfología (Compagnoni & Putzolu, 2018).

**Figura 1**

*Taxonomía de la lombriz roja californiana*



Nota. La *Eisenia foetida*, tiene 5 corazones, 6 riñones y 182 conductos excretores, su respiración es a través de la piel (Suasaca et al., 2009, p. 14).

#### **2.2.2.2. REPRODUCCIÓN DE LA LOMBRIZ**

Las lombrices son hermafroditas, por lo que, se dotan de órganos sexuales masculinos (testículos) y femeninos (ovarios); pero no tienen la capacidad de auto fecundarse, y su reproducción es recíproca por fecundación cruzada. Cuando la temperatura es la adecuada, los gusanos pueden reproducirse conectando sus cuerpos en posición invertida y manteniendo las superficies ventrales en contacto con las secreciones del clitelo. Durante el apareamiento, el esperma se intercambia y no fertiliza los óvulos inmediatamente, sino que permanece en gruesas envolturas dentro del "clitelo" del cuerpo, que mide un tercio de su longitud (Compagnoni & Putzolu, 2018).

#### **2.2.2.3. ALIMENTACIÓN DE LA LOMBRIZ**

La lombriz se alimenta con rapidez de todo tipo de residuo orgánico, estos pueden ser; estiércol, residuos de cosecha, malezas, suelos, etc. Dependiendo de su peso. Tienen un aparato digestivo espectacular, generalmente expulsan el 60% de materia después de la digestión, la habilidad transformadora de la lombriz ha sido medida en diversos experimentos, lo que resulta es que

una población de cien mil lombrices, que ocupan 2m<sup>2</sup> tienen habilidades de producir 2 kg de humus al día (Suasaca et al., 2009).

### **2.2.3. BIOABONO DE ESTIÉRCOL**

Los abonos orgánicos o bioabonos pueden obtenerse en forma líquida o sólida (estiércol fermentado, compost y humus de lombriz). El bioabono de estiércol resulta de guardar los excrementos de los ganados y que serán incorporados al suelo previa fermentación, con la finalidad de mejorar los cultivos. Puesto que no es conveniente la aplicación fresca del estiércol, ya que pueden aportar malezas y diversos parásitos, además pueden quemar a la planta o semilla (Suasaca et al., 2009).

La aplicación correcta y oportuna del estiércol (por ejemplo, bioabono con participación de lombrices) lo cual implica manejo y mejorar sus propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo.

#### **2.2.3.1. MANEJO DEL ESTIÉRCOL ( DE ORIGEN ANIMAL)**

Para un buen manejo se necesita realizar los siguientes pasos:

- Recolección del estiércol fresco del corral de ganado o cuy.
- Crear montículos sobre el suelo, sobre rastrojos o en posos bajo tierra.
- Cubrir con tierra o rastrojos dándole protección de la lluvia o insolación.
- Dejar fermentar durante 30 días y proceder a voltear
- En 2 o tres meses tendrá suficiente fermentación, y estará listo para incorporarlo al suelo.

#### **2.2.3.2. VENTAJAS DEL ESTIÉRCOL**

La principal ventaja que se puede lograr al incorporar el estiércol sobre los suelos, La inclusión de nutrientes mejora para retener humedad y aumenta la actividad biológica, lo que resulta en un incremento de su productividad (Suasaca et al., 2009).

### **2.2.3.3. APLICACIÓN DEL BIOABONO DE ESTIÉRCOL**

Las cantidades que se apliquen van a depender del tipo de suelo:

- Para suelo compactado o arcilloso se recomienda emplear altas dosis (> a 30 t/ha).
- Para suelos arenosos también es recomendable el uso de altas dosis. (> a 30 t/ha).
- Para suelos francos la dosificación debe ser media (10 a 15 t/ha)
- Para suelos que presentan acides debe tenerse ciertos cuidados, prefiriendo aplicar dosis fraccionadas.

### **2.2.3.4. BENEFICIOS PARA EL SUELO DEL BIOABONO PRODUCIDO POR LOMBRICES**

El bioabono al ser un componente orgánico tienen beneficios sobre Los suelos forman la matriz coloidal que facilita los cambios bioquímicos necesarios para el complejo entorno de laboratorio conocido como suelo. Los suelos fértiles se caracterizan por un alto nivel de materia orgánica, y las normas de la FAO sugieren que, si el suelo es fértil, debe contener entre un 2 y un 6 % de materia orgánica. (Schuldt, 2006), considerándose que la fertilidad de un suelo es controlable siempre que la materia orgánica no sobrepase el 30%.

El proceso de humificación es lento en la naturaleza, tal es así que un estiércol puede requerir muchos años para ser transformado en humus (bioabono) si no se toman recaudos para acelerar la transformación. Para ello, comúnmente, se recurre al compostaje, ya sea natural o bien adicionando enzimas a la pila de materia orgánica para incrementar el ritmo del reciclado. Otra modalidad consiste en acondicionar un sustrato (orgánico en general, estiércol, etc.), posibilitar su maduración y posteriormente proceder a la siembra del mismo con lombrices rojas (*Eisenia fetida*), con lo cual se obtiene un humus de inmejorable calidad en

un lapso de 6 a 9 meses. Se trata de un humus neutro, Un ambiente de pH neutro (pH 6,8 7,4) con importante efecto tampón, junto con elementos fitoestimulantes y bacterias beneficiosas a nivel de los pelos radiculares, que no están presentes o son suficientes en el compostaje sin lombrices. Además, se ha descubierto que estos elementos son importantes para el crecimiento de las plantas (Schuldt, 2006).

**Tabla 1**

*Cantidad relativa (%) de nutrientes en estiércol de animales y mejora mediante composta tradicional y lombricomposta*

Tipo de estiércol	Materia a seca	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	Contenido orgánico estándar
Equino	33	0.67	0.25	0.55	0.20
Bovino	18	0.60	0.15	0.45	0.15
Gallina	45	1.00	0.80	0.40	0.00
Composta tradicional	35	0.95	0.50	0.72	
lombricomposta	30-50	2.42	3.14	1.10	2.47

*Nota.* La lombricomposta contiene una amplia gama de ventajas diferentes a otros abonos, dado que aporta macronutrientes (calcio, potasio, nitrógeno, fósforo, magnesio) y micronutrientes (cobre, manganeso, boro, zinc, hierro, y otros) (Schuldt, 2006).

#### **2.2.4. SUELO**

Según menciona Porta et al. (2014) el suelo es la parte que se constituye de una cubierta delgada en la superficie terrestre, de unos pocos centímetros a varios metros. Está constituido por una apertura que permite la comunicación entre la litosfera, la biosfera y el medio ambiente circundante. El proceso de enraizamiento en el suelo permite a las plantas adquirir agua, oxígeno y nutrientes. A través de la fotosíntesis, las plantas producen alimentos y sustancias forrajeras como fibras, masas forestales y energía renovable debido a la influencia de la luz solar y el suelo. La existencia de suelos en la Tierra es la base de todos los ecosistemas terrestres, lo que los hace esenciales para la vida. Los suelos son además un componente crítico de la biosfera.

Y en la opinión de Navarro & Navarro (2013) el suelo sirve como estructura natural, material a nivel del suelo, estructura estructural y manto transmisor de agua, componente del ecosistema y modelo holístico de la geoderma y componente autoorganizado de los sistemas superficiales terrestres. Su función, independientemente de su origen, es proporcionar alimento y desarrollar a las plantas proporcionándoles las condiciones necesarias.

#### **2.2.4.1. SUELO DEGRADADO**

La degradación del suelo puede atribuirse a la competencia entre diferentes tipos de usos o explotación, donde una función puede ser sobre explotada a costa o riesgo de otras. Las principales razones y mecanismos detrás de la degradación del suelo se atribuyen a las diferentes formas de competencia entre los diversos tipos de uso de la tierra. Una diferencia en las funciones del suelo puede conducir a su degradación física, química y biológica, así como a su devastación total. (López, 2002).

La calidad de vida de todas las personas se afecta por la degradación del suelo. El suelo del país es un recurso natural valioso, descrito con precisión como el intermediario entre la vida y la muerte. La composición se compone de material rocoso erosionado y descompuesto, agua, aire, materia orgánica procedente de deposiciones vegetales y animales, y numerosos microorganismos e insectos (Encina & Ibarra, 2003).

#### **Importancia de los suelos**

- Los suelos sanos son importantes para la producción de alimentos.
- Los suelos son la base de la vegetación cultivada o gestionada para producir alimentos, fibras, combustibles o medicinas.
- El suelo sostiene la biodiversidad del planeta, albergando una cuarta parte.

- Los suelos combaten y se adaptan al cambio climático por su labor en el ciclo del carbono.
- El suelo almacena y filtra agua lo cual mejora la resiliencia frente a inundaciones y sequías.
- El suelo es un recurso no renovable, es esencial su conservación para un futuro sostenible.

#### **2.2.4.2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO**

Las propiedades físicas del suelo también son importantes en el control de calidad. Calificaciones de suelo como indicadore. (Navarro & Navarro, 2013).

##### **a) Color**

El color del suelo es una medida muy valiosa, ya que es una de las muchas características más obvias cuando se observa la superficie o curva de un terreno inclinado y también describe cómo reacciona a la radiación electromagnética del espectro visible. Al examinar el color del suelo, se puede determinar si tiene más o menos materia orgánica, contenido de hierro, eficiencia de drenaje, temperatura y otros factores. Sin embargo, el color es un factor clave en muchos aspectos de la clasificación del suelo (Navarro & Navarro, 2013). Los componentes cromáticos de intensidad, tono, matiz y saturación se emplean en el sistema de especificación de Münsell para describir el color del suelo.

##### **b) Humedad**

Los suelos tienen distintos niveles de agua según su textura y estructura. La capacidad de almacenamiento de agua más alta suele denominarse “capacidad de campo” (CC) y la más baja, conocida como PMP (punto de marchitamiento permanente). Después de que un evento de riego o lluvia ha saturado el suelo, una parte del agua de ese suelo es arrastrada hacia abajo por la gravedad. La pérdida de humedad es continua en el suelo durante el drenaje'. Se establece una conexión entre la tasa de drenaje y la conductividad hidráulica del suelo. Los suelos arenosos tienen una

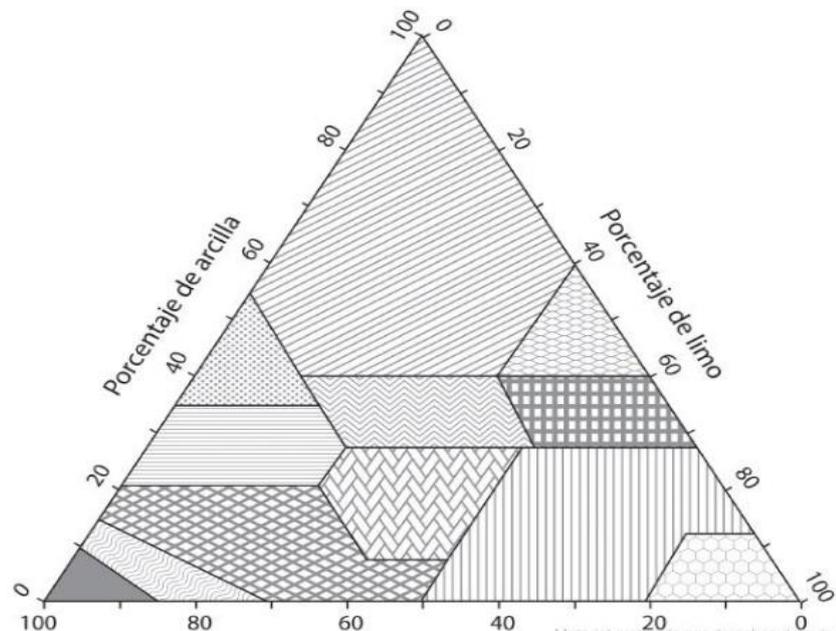
tasa de drenaje más rápida que los suelos arcillosos (Zotarelli et al., 2013).

### c) Textura

La textura del suelo se refiere a la composición de granulos, al evaluar su contenido de los principales constituyentes: arena, limo y arcillas (Lozano, 2018). Tal análisis se hace con muestras de suelos finos, sin los contenidos de gravas.

**Figura 2**

*Triangulo textural del suelo*



Nota. La manera gráfica del diagrama triangular de texturas, esto representa cada valor en los que se presentan cada una de las tres fracciones (Lozano, 2018).

Las condiciones físicas del suelo, incluida la textura, estructura, porosidad y color, están determinadas por el tamaño de las partículas minerales que lo componen. La textura del suelo puede diferenciar entre arena, arcilla y limo. El nivel de permeabilidad de un suelo está determinado por su textura, que también afecta las tasas de penetración del agua, el aire y el agua.

**Tabla 2**

*Tamaño de las partículas del suelo*

<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>
Arcilla	< 2 micrones
Limo	2 a 20 micrones
Arena (fina)	20 a 200 micrones
Arena Gruesa	200 a 2000 micrones
Gravillas y gravas	> 2000 micrones

*Nota.* Cuando hay grandes cantidades de partículas de arena, el suelo es de textura arenoso, mientras que si tiene más arcilla es arcilloso y si son limosos son de textura limosa. Una textura franca es el término utilizado para un suelo que ha incorporado los tres componentes (Osorio et al., 2022).

### **2.2.4.3. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO**

La composición química de los suelos está determinada en gran medida por la materia orgánica y las arcillas, que son las principales fuentes de nutrientes. (Guillermo, 2011).

#### **a) pH**

El pH es la medida de la acidez en muestras de suelo, pero no necesariamente de la acidificación total de todo el suelo. El pH tiene impacto en el crecimiento de las plantas y la fauna del suelo, así como en el ritmo y calidad de los procesos de humificación y mineralización, además del estado de determinados nutrientes. La existencia de iones de hidrógeno dentro del complejo de intercambio de los suelos conduce al desarrollo de dos tipos principales de acidez, ácidos activos y de reserva. Estas formas se encuentran tanto en soluciones como en ambientes adsorbidos. Ambos están en equilibrio dinámico. Si se eliminan H<sup>+</sup> de la solución son liberados otros tantos H<sup>+</sup> adsorbidos (Guillermo, 2011). La capacidad de amortiguación del suelo se debe a su fuerte resistencia a cualquier alteración del pH.

**Tabla 3***Clasificación de acides y basicidad del suelo*

<b>pH de solución del suelo</b>	<b>Categoría</b>
< 4	extremadamente ácido
4.5 a 5.0	muy fuertemente ácidos
5.1 a 5.5	fuertemente ácidos
5.6 a 6.0	medianamente ácidos
6.1 a 6.5	ligeramente ácidos
6.6 a 7.3	neutros
7.4 a 7.8	medianamente básicos
7.9 a 8.4	moderadamente básicos
8.5 a 9.0	fuertemente básicos
> 9.1	muy fuertemente básicos

*Nota.* Un pH neutro es la mejor condición de las propiedades químicas de los suelos (Guillermo, 2011).

### **b) Materia Orgánica**

La materia orgánica que forma el suelo deriva de los restos de plantas y animales que quedan en la superficie, los cuales luego son procesados por diversos medios. Normalmente, las capas de H y O que forman el suelo están compuestas de material orgánico fresco, que analizaremos con mayor detalle a continuación. Inicialmente, la materia orgánica se descompone debido a la participación de sus propias enzimas (Guillermo, 2011).

**Tabla 4***Rango de materia orgánica del suelo*

<b>Materia orgánica</b>	<b>Rango (%)</b>
Bajo	<2
Medio	2-4
Alto	>4

*Nota.* La materia orgánica mejora muchas propiedades químicas, físicas y microbiológicas. Los suelos en menores de 2% de materia orgánica tienen bajo contenido, y de 2 a 4% es un contenido medio, siendo óptimo mayor a 4% (Porta et al., 2014, p. 221).

Dependiendo de las condiciones de manejo, microclima y material en descomposición, la diversidad y abundancia de organismos faunísticos del suelo colonizan la zona (Guillermo, 2011).

### c) Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

El cambio iónico se define como la liberación de iones de la fase acuosa por parte de partículas sólidas del suelo, lo que crea un equilibrio entre ambas fases mediante la absorción. Los desequilibrios eléctricos en las partículas del suelo son responsables del inicio del intercambio iónico. Los iones se utilizan para neutralizar las cargas absorbiéndolas y adhiriendo a las partículas, neutralizando así las cargas. La solución del suelo puede intercambiarlos con partículas débilmente retenidas en el suelo (Guillermo, 2011). La Capacidad de Intercambio de Cationes (CIC) es la más importante, y más conocida.

**Tabla 5**

*Valores de la capacidad de intercambio catiónico*

<b>C.I.C. total cmol (+) /kg</b>	<b>Nivel</b>	<b>Observaciones del suelo</b>
0-10	Muy bajo	muy pobre; necesita aporte importante de materia orgánica para elevar C.I.C
10-20	Bajo	Pobre; necesita aporte de materia orgánica
20-35	Medio	Medio
35-45	Medio alto	Rico
> a 45	Alto	Muy rico

*Nota.* El valor general del suelo va desde rangos de 0 a 10 cmol (+) /kg para suelos con bajo contenido en arena y materia orgánica a superiores a 45 cmol (+) /kg (Porta et al., 2014, P. 123).

### d) Macronutrientes (N; C; P y K)

La deposición de excrementos por parte de las lombrices aumenta el fósforo, el potasio y el magnesio disponibles en el suelo de tres a once veces, al tiempo que eleva el nivel de nitratos y calcio de cinco a diez veces. Esto ayuda a reducir la acidez de un pH del suelo que de otro modo sería saludable. (Guillermo, 2011).

**Tabla 6***Interpretación del rango de macronutrientes*

<b>Macronutriente</b>	<b>Rango</b>	<b>Categoría</b>
Nitrógeno (%)	<0.1	Bajo
	0.1-0.2	Medio
Carbono (%)	<0.2	Alto
	<1	Bajo
	1-5	Medio
	5-15	Alto
Fosforo (ppm)	<15	Muy alto
	<0.7	Bajo
	7-14	Medio
Potasio (ppm)	<14	Alto
	<100	Bajo
	100-240	Medio
	<240	Alto

*Nota.* Los macronutrientes participan en la transferencia de energía y son componentes de las proteínas, la clorofila y los ácidos nucleicos. (Mendoza & Espinoza, 2017).

### e) Bases cambiables del suelo

También son conocido como micronutrientes, El estado nutricional del suelo se puede determinar mediante un proceso dinámico que cambia según el cultivo, la superficie, el historial de manejo, la zona geográfica y el tipo de suelo, así como la pendiente. Esto permite determinar la fertilidad en distintos momentos.

**Tabla 7***Bases cambiables del suelo*

<b>Bases cambiables</b>	<b>Rango</b>
Calcio (Ca)	7 a 12 cmol kg
Magnesio (M)	1 a 2 cmol kg
Potasio (K)	0,4 a 0,6 cmol kg
Sodio (Na)	menor a 1 cmol kg

*Nota.* La suma de bases debe ser > a 10 cmol kg. Las 4 bases de intercambio de los suelos son el Calcio (Ca<sup>+2</sup>), el Magnesio (Mg<sup>+2</sup>), el Potasio (K<sup>+</sup>) y el Sodio (Na<sup>+</sup>), 3 de ellas son nutrientes esenciales para los cultivos (Ca, Mg y K), éstos son cationes esenciales son Macronutrientes, porque las plantas las requieren en grandes cantidades (Mendoza & Espinoza, 2017). De ellos 3, es el K es el que se requiere en mayor cantidad, luego el Ca y Mg. (Navarro & Navarro, 2013)

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Cadena de custodia**

“Los procedimientos documentados para la obtención de muestras, su transporte, su conservación en el laboratorio y su difusión para pruebas de análisis físico químicos por parte del personal responsable”.

- **Degradación**

“Toda transformación o alteración negativa, o con efecto negativo, que sufre cualquier los suelo, estos pueden ser de manera natural o artificial” (Encina Rojas & Ibarra, 2003, p. 8)

- **Humus**

“Se conoce como humus a los excrementos producidos por las lombrices, las cuales transforman residuos orgánicos de mejora calidad, porque el humus de lombriz favorece al suelo en sus propiedades fisicoquímicas y biológicas, además favorece el crecimiento de las plantas” (Suasaca et al., 2009. p. 13).

- **Sustrato**

“Un recipiente, ya sea puro o mixto, que contenga sustancias sólidas distintas al suelo natural, como minerales, materia orgánica o materiales residuales, puede anclar el sistema radicular y servir como soporte para las plantas. No se sabe si las sustancias interferirán con el proceso de digestión de minerales de la planta” (Masaguer et al., 2015, p. 18).

- **Vermicompost**

“Los gusanos crean un producto valioso alimentándose de restos de comida, estiércol, plantas y otros materiales orgánicos. Este material, que se compone de materia de desecho y presenta distintas tonalidades de marrón y negro, puede utilizarse en macetas o jardines, así como en huertas para cultivos” (Alonso, 2014, p. 14).

## **2.4. HIPÓTESIS**

**H1:** El bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado tienen diferente eficacia en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco – 2023.

**H0:** El bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado tienen igual eficacia en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco – 2023.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Aplicación de bioabono producido por lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado.

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

- Calidad de suelo

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Título:** “Comparación de la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco - 2023”

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medida	Tipo de variable
<b>V. Independiente:</b> Aplicación de Bioabono	El bioabono es la descomposición que proviene de los residuos orgánicos esto pasa por el proceso de descomposición y fermentación lo cual es un gran sustento para el suelo (Suasaca et al., 2009)	Se evaluará la Efectividad en la remediación del suelo degradado, verificando los cambios que ocurran sean o no favorables en su recuperación.	Bioabono de estiércol de cuy	Cantidad	Kilogramo (Kg)	Numérica discreta
				Tiempo	Días calendarios	
			Bioabono de estiércol de cuy	Cantidad	Kilogramo (Kg)	
				Tiempo	Días calendarios	
<b>V. Dependiente:</b> Calidad de suelo	Las funciones desequilibradas del suelo pueden provocar degradación física, química y biológica, así como una destrucción completa. (López, 2002).	Se caracterizará el suelo, y se verificarán los cambios después de la aplicación del bioabono producido por la <i>Eisenia foetida</i> .	Parámetros físicos	Textura	escala Munsell % (% limo, arcilla y limo)	Numérica continua
				Parámetros Químicos	pH	
			CE		dS/m	
			Materia Orgánica		%	
			N; C		ppm	
			P; K		ppm	
			C.I.C	Meq/100g		
Ca, M, K, Na	Cmol (+)/kg					

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Por los contextos de campo y laboratorio que se realizarán, la investigación es de tipo experimental, puesto que se realizará intencionalmente la manipulación de la variable dependiente y además se compararán grupos para mayor control y validez (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

##### **3.1.1. ENFOQUE**

Por la necesidad de obtener una perspectiva amplia y profunda de lo que se estudia y la cantidad de observaciones el estudio contempló un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) pretendiendo producir datos más ricos y variados, potenciando la creatividad teórica, apoyado con más solidez a las inferencias científicas y lo que permitió mejor exploración y explotación de los datos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

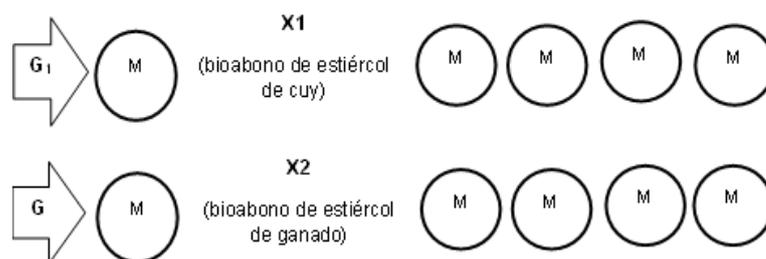
##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

Por el sentido de entender los fenómenos que suscitan la investigación contemplo un alcance explicativo, además se ha pretendido establecer relación de causalidad entre la variable independiente y dependiente y explicar por qué ocurren ciertos eventos o fenómenos en la experimentación (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

##### **3.1.3. DISEÑO**

La investigación se basò en un diseño experimental, en la que se realizaron una prueba inicial y varias pruebas finales. Con 2 grupos experimentales uno al que se aplicó el bioabono del estiércol de cuy y otro al que se aplicó el bioabono de estiércol de ganado, los abonos

fueron generados por la *Eisenia foetida* o lombriz roja californiana, el diseño sigue el siguiente diagrama:



**Donde:**

**G1:** Grupo de experimento uno usando bioabono de estiércol de cuy (X1).

**G2:** Grupo de experimento dos usando bioabono de estiércol de ganado (X1).

**M:** Número de mediciones.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

La población para la investigación estuvo conformada por un área de terreno agrícola en la que se siembra camote como único cultivo, en la localidad de Yanag, Pillco Marca, Huánuco. El área general de la población tuvo una dimensión de 100 m<sup>2</sup> (metros cuadrados).

**Tabla 8**

*Coordenadas de ubicación de población de estudio*

<b>Coordenadas UTM de la población en estudio</b>	
Zona	18 L
Este:	362972.01
Norte.	8895334.96

### 3.2.2. MUESTRA

La muestra fue por conveniencia a escala de laboratorio, tomando como referencia la Guía para muestreo de suelo, considerando 10 puntos de muestreo (2 m<sup>2</sup> por cada punto) haciendo un total de 20 m<sup>2</sup> de la que se tomaron 4 kilos para los análisis iniciales, y se sometieron 120 kilos al experimento, distribuidos en 2 grupos (60 kilos por grupo).

- **Criterio de inclusión**
  - suelo con raíces
  - suelo con algún tipo de residuo
  - suelo sin tamizaje
  - suelo superficial
- **Criterios de exclusión**
  - suelo tamizado
  - suelo repartido por el método del cuarteo
  - suelo sin raíces o residuos

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

##### **a) Técnica**

La técnica para recolectar datos estará basada en lo que establece Guía para el Muestreo de Suelos / Ministerio del Ambiente. Dirección General de Calidad Ambiental (2014) considerando:

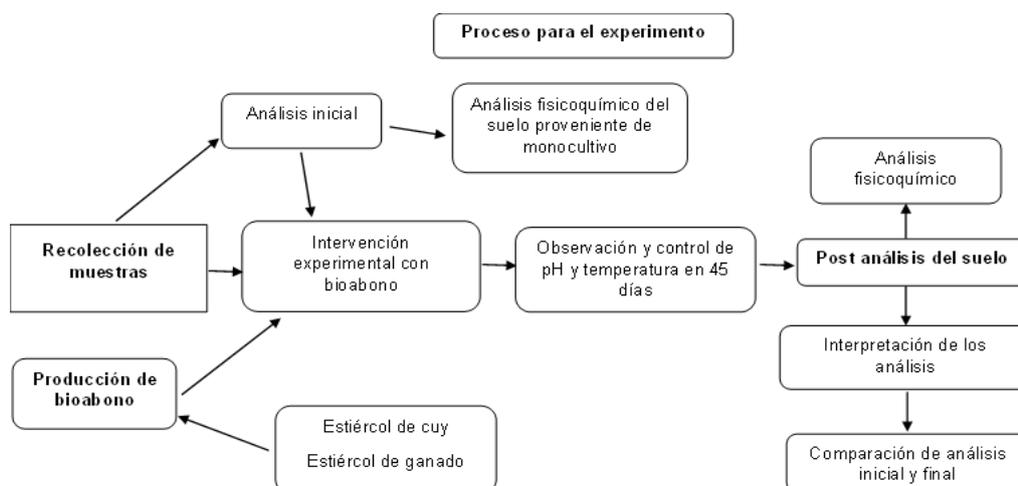
- Tipo de muestreo.
- Profundidad del muestreo.
- Tipo de textura del suelo.

##### **b) Instrumentos**

- Cadena de custodia.
- Rótulos.
- Espectrofotómetro.
- Libreta de campo.

**Figura 3**

*Proceso del experimento*



Nota. Para el experimento se estable un proceso que comienza desde la recolección de las muestras, análisis de laboratorio inicial y final.

### **c) Procedimiento (Trabajo en Campo)**

Se elaboró el bioabono teniendo en cuentas las siguientes consideraciones:

- **Selección del lugar**

- Área plana y espaciosa, con techado, para que no haya problemas en época de lluvias.
- Proteger el área de fuertes vientos, acondicionarlo con costalillos y mallas para evitar el ingreso y/o acceso de animales (gallinas, cerdos, perros, pájaros), otros factores que vayan a intervenir en la elaboración del bioabono.
- Hacer canales para el lixiviado que emita los cajones con el bioabono, producto del riego.

- **Ubicación de las composteras (cajones)**

- Se deben ubicar en zonas con bastante sombra, para que el sol le llegue en lo más mínimo, en el transcurso del día.

- **Dimensión de las composteras (cajones)**

- Se recomienda construir cajones y no ubicar directamente a la superficie del suelo, para evitar la pérdida de lombrices (no

podrán escapar por debajo, ni por los costados), con dimensiones: Largo 2.00 metros; Ancho: 80 cm y Alto: 40cm.

- Es recomendable trabajar las dimensiones de acuerdo al volumen de material (guano de cuy, guano de ganado, lombrices y residuos orgánicos) a usar.
- Así mismo realizar pequeños hoyos en la base de los cajones para que pueda drenar el agua producto del riego.

- **Condiciones del material**

- Es de mucha importancia que el guano de cuy o ganado no sea fresco, se recomienda que pase un pre – proceso de secado o remojado, por unos 5 a 7, para eliminar la acidez que presenta el guano, en un estado fresco (del día).
- Es de mucha importancia que los residuos orgánicos que se va ingresar a los cajones para que sirva de alimento a las lombrices, se triture o se pique, ya que esto ayuda para que el producto se descomponga con mayor facilidad y rapidez, para ayudar en la alimentación a las lombrices.
- Es recomendable no utilizar productos orgánicos ácidos (cascaras de limón, naranjas, otros) para evitar la muerte de las lombrices.

- **Herramientas (techado y cajones)**

- Puntales de madera.
- Mallas Rachell.
- SERRUCHO.
- Clavos.
- Rafia.
- Pico.
- Costalillos.
- Tablones o bloques de madera.
- Clavos.
- Martillo.
- Pala.

- Plástico.
- Triplay.
- Aguja arriero.
- Balde de plástico de 20 litros.
- Tubo de desagüe.
- Mallas para zarandeo.

- **Materiales**

- Residuos orgánicos del mercado (cascaras de frutas, vegetales, bagazo, otros).
- Guano de cuy.
- Guano de Ganado.
- Lombrices californianas.

**d) Procedimientos para construir una compostera**

Acondicionamiento del espacio para trabajar el proyecto:

- Colocar puntales en las 04 esquinas del área de trabajo, cada uno con 2.5 metros de distancia, posterior colocar los costalillos para cercar el área y pasar a coser con rafia el costal adherido a los puntales.
- Colocar puntales al techo, posteriormente colocar la malla Rachell y coserlo para evitar que se vuele.

- **Construcción e instalación de los cajones**

- Mandar a cortar los tablonces de madera de las siguientes dimensiones: 2.00mt de largo x 80cm de ancho x 40cm de alto.
- Armar los cajones con la ayuda de martillos y clavos.
- Así mismo realizar pequeños hoyos en la base de los cajones para que pueda drenar el agua producto del riego.
- Instalar los cajones en el área de trabajo, con una pendiente mínima que ayude la salida del agua durante el riego, ya que el estancamiento de agua mata a las lombrices.

- **Drenaje de los lixiviados**

- Colocar plásticos de dimensiones 3metros de largo x 1.5metros de ancho, debajo de los cajones, para evitar que filtre directamente al suelo el lixiviado que se emana producto del riego del bioabono.
- Colocar un tubo de desagüe para que nos sirva de canaleta en el intermedio de los cajones, para que drene el lixiviado a un recipiente (balde de plástico de 20litros).

**e) Procedimiento para la elaboración del bioabono de cuy**

Una vez acondicionado el área de trabajo e instalado los cajones, se realiza la adquisición de lombrices rojas californianas en su fase adulta y la obtención de estiércol o guano de cuy.

- En primer lugar, se debe colocar un 50kg de sustrato (abono de cuy) en la base del cajón, usar aproximadamente 50 litros de agua para el pre lavado del sustrato, echando agua por la mañana y tarde, por un periodo de 5 a 7 días seguidos y dándole vuelta con la pala para que el sustrato quede uniforme.
- Posterior a ello una vez que el sustrato haya pasado por un pre tratamiento, se realiza la siembra de las lombrices en los cajones. La densidad poblacional que se usó para la siembra fue de 5kg de lombrices rojas californianas por 50kg de sustrato.
- Como tercer paso el riego de los cajones se realizó cada 03-04 días con una regadera, usando 4.80 galones por 1.60m<sup>2</sup> (dimensión del cajón). Teniendo en cuenta que las lombrices succionan los alimentos, es importante que los sustratos se encuentren bastante húmedos entre un 75 y 80% de humedad.
- En cuarto lugar, El alimento se le suministró cada 15 días, aproximadamente 10 kg de alimento orgánico, o cada vez que han consumido todo el alimento distribuido, realizar el picado o triturado de residuos inorgánicos antes de colocar a los cajones, evitar colocar alimentos ácidos.

- Por último, el proceso de cosecha se realizó cada mes, obteniendo 10kg de bioabono de cuy por mes. Se dejó por 3 días a las lombrices sin alimento, luego se le colocó una porción de alimentos en una esquina del cajón, ellas irán rápidamente en búsqueda del alimento en 24 o 48 horas. Cuando estén apiñadas se las retiran y se las colocan en un lugar con oscuridad o sombra. No, obstante, quedan capullos, huevecillos y las pequeñas lombrices que se retiraron a mano en el proceso de zarandeo.
- En términos de 3 meses, se ha obtenido bioabono de cuy, se procede a zarandear con una malla fina, se seca y se coloca en sacos para darle mejor presentación, para que posteriormente se use en el mejoramiento de suelos dañados por monocultivo.

**f) Procedimiento para la elaboración del bioabono de ganado**

Una vez acondicionado el área de trabajo e instalado los cajones, se realiza la adquisición de lombrices rojas californianas en su fase adulta y la obtención de estiércol o guano de ganado.

- Primero debe Colocar un 50kg de sustrato (abono de ganado) en la base del cajón, usar aproximadamente 50 litros de agua para el pre lavado del sustrato, echando agua por la mañana y tarde, por un periodo de 5 a 7 días seguidos y dándole vuelta con la pala para que el sustrato quede uniforme.
- Como segundo punto una vez que el sustrato haya pasado por un pre tratamiento, se realiza la siembra de las lombrices en los cajones. La densidad poblacional que se usó para la siembra fue de 5kg de lombrices rojas californianas por 50kg de sustrato.
- Posterior a ello El riego de los cajones se realizó cada 03-04 días con una regadera, usando 4.80 galones por 1.60m<sup>2</sup> (dimensión del cajón). Teniendo en cuenta que las lombrices succionan los alimentos, es importante que los sustratos se encuentren bastante húmedos entre un 75 y 80% de humedad.
- Como cuarto paso el alimento se le suministró cada 15 días, aproximadamente 10 kg de alimento orgánico, o cada vez que han

consumido todo el alimento distribuido, realizar el picado o triturado de residuos inorgánicos antes de colocar a los cajones, evitar colocar alimentos ácidos.

- Por último, El proceso de cosecha se realizó cada mes, obteniendo 10kg de bioabono de ganado por mes. Se dejó por 3 días a las lombrices sin alimento, luego se le colocó una porción de alimentos en una esquina del cajón, ellas irán rápidamente en búsqueda del alimento en 24 o 48 horas. Cuando estén apiñadas se las retiran y se las colocan en un lugar con oscuridad o sombra. No, obstante, quedan capullos, huevecillos y las pequeñas lombrices que se retiraron a mano en el proceso de zarandeo.
- En términos de 3 meses, se ha obtenido bioabono de cuy, se procede a zarandear con una malla fina, se seca y se coloca en sacos para darle mejor presentación, para que posteriormente se use en el mejoramiento de suelos dañados por monocultivo.

#### **g) Elección del terreno**

El terreno que se eligió, fue un terreno con antecedentes de siembra de camote y fertilizado con abonos químicos. Posteriormente se realizó la toma de muestra inicial para mandarlo analizar al laboratorio.

- **Pre estudio**

- **Muestreo de suelo:** Este proceso se llevó a cabo para sacar las muestras iniciales, la profundidad requerida fue de 0.30m, tomando 3 puntos, usando el método del zigzag para tener una muestra compuesta de 1kg, estas muestras fueron llevados al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) para los análisis fisicoquímicos. Esta actividad se desarrolló siguiendo el Guía para Muestreo de Suelos (D.S. N° 002-2013-MINAM). Posteriormente, se sacó 120kg de muestras, estas fueron homogenizadas para formar una sola muestra compuesta, posterior a ello, sectorizarlo y mezclarlo con el bioabono de cuy y el bioabono de ganado.

- **Post estudio**
  - **Muestras finales:** Pasado los 60 días, procedimos a sacar las muestras finales, de cada cajón sectorizado en 5 divisiones, se sacaron 5 muestras de 1kg, haciendo un total de 10 muestras, para luego ser llevadas y analizadas llevados al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) para el análisis fisicoquímico requerido.
  - **Manejo de las muestras:** Para el adecuado manejo de las muestras se sigue una serie de procedimientos desde la toma hasta su entrega al laboratorio.
  
- **Materiales para el manejo y transporte de las muestras**
  - El recipiente que se usó para trasladar las muestras fueron unas bolsas con cierre hermético que son más resistentes.
  - No se usó ningún tipo de preservante.
  - Cada muestra contenía 1 kg.
  - Las muestras fueron trasladadas en una caja de Tecnopor para así poder mantener sus características físico – químicas.
  
- **Etiquetado**
  - La etiqueta fue colocada en la parte superior de la muestra.
  - Cada etiqueta de la muestra contaba con información necesaria como: nombre del muestreador, lugar del muestreo, fecha y hora.
  
- **Ficha de muestreo**
  - Documento donde se detalla los procedimientos del muestreo.
  
- **Cadena de custodia**
  - Coordenadas UTM para la identificación de la zona de muestreo.
  - Fecha y hora muestreo.
  - Nombre del muestreador.

- Nombre del laboratorio donde se realizará el análisis.
- El tipo de análisis que se va a realizar.
- Numero de muestras enviadas, codificados.

- **Condiciones para el transporte de las muestras**

- Las muestras fueron trasladadas en una caja de Tecnopor que va ayudar a mantener la temperatura y un mejor almacenamiento durante el transporte.
- Las muestras fueron enviadas dentro de las 24 horas.

### **3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Los datos serán presentados a través de tablas descriptivas, detalladas con propiedad, además se presentarán gráficos estadísticos para la comparación de datos entre grupos.

### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Los datos fueron procesados mediante el análisis descriptivo y la estadística inferencial a través del paquete estadístico IBM SPSS en su versión 26, con la que se realizarán las medidas de tendencia central, la prueba de normalidad, además el contraste y prueba de la hipótesis para su verificación.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

**Tabla 9**

*Análisis pre experimental del suelo*

N°	Análisis mecánico				Clase Textural	pH 1:1	CE dS/m 1:1	M.O. %	N %	C %	P K		CIC	Ca	Mg	K	Na
	Arena	Arcilla	Limo	disponible													
	%	%	%	ppm							ppm						
1	42	28	30		Franco Arcilloso	6.41	0.686	1.665	0.081	0.986	7.289	171.524	17.29	12.748	1.604	0.309	0.106
2	40	31	29		Franco Arcilloso	6.37	0.565	1.780	0.087	1.029	7.456	174.323	14.310	10.291	1.514	0.333	0.110
3	40	30	30		Franco Arcilloso	6.33	0.717	1.722	0.084	0.889	7.219	173.951	14.230	11.286	1.562	0.324	0.106

*Nota.* De la tabla 9 se aprecia que el análisis realizado fue a un tipo de suelo degradado por monocultivo, en la que se aprecia una textura franco arcilloso y un pH ligeramente ácido, con materia orgánica pobre, lo cual no es viable para el cultivo en los suelos.

**Tabla 10**

*Análisis post experimento del suelo con bioabono de estiércol de cuy*

N°	Datos Referencia	Análisis mecánico				Clase Textural	pH 1:1	Ce dS/m 1:1	M.O. %	N %	C %	P K		CIC	Ca	Mg	K	Na
		Arena	Arcilla	Limo	disponible													
		%	%	%	ppm							ppm						
1	VCS1	64	10	27	Franco Arenoso	7.81	6.250	3.262	0.163	1.892	73.942	219.504	11.02	7.497	1.209	1.794	0.520	
2	VCS2	64	12	25	Franco Arenoso	7.90	6.550	3.538	0.177	2.052	71.733	220.303	10.989	7.503	1.249	1.757	0.480	
3	VCS3	64	12	25	Franco Arenoso	7.85	5.490	3.759	0.188	2.181	75.267	219.704	10.982	7.415	1.262	1.787	0.519	
4	VCS4	62	12	27	Franco Arenoso	7.73	6.120	3.538	0.177	2.052	80.125	214.006	10.728	7.445	1.093	1.683	0.508	
5	VCS5	66	10	25	Franco Arenoso	7.63	7.480	3.704	0.185	2.148	83.216	208.059	10.959	7.471	1.265	1.720	0.503	

*Nota.* De la tabla 10, con la dosificación con el bioabono de estiércol de cuy (observación por 60 días) con 5 unidades experimentales, se aprecia una textura franco arenoso y un pH más estable, con materia orgánica alto, viable para el cultivo en los suelos, es decir efectos favorables con el experimento.

**Tabla 11**

*Análisis post experimento del suelo con bioabono de estiércol de ganado*

N°	Datos Referencia	Análisis mecánico			Clase Textural	pH 1:1	Ce dS/m 1:1	M.O. %	N %	C %	P K		CIC	Ca	Mg	K	Na
		Arena	Arcilla	Limo							disponible						
		%	%	%							ppm	ppm					
1	VGS1	62	12	27	Franco Arenoso	7.64	3.45	3.815	0.191	2.213	93.816	201.162	10.949	7.586	1.193	1.619	0.550
2	VGS2	62	12	27	Franco Arenoso	7.65	4.410	4.257	0.213	2.469	93.021	215.705	10.677	7.314	1.182	1.646	0.536
3	VGS3	62	14	25	Franco Arenoso	7.61	4.580	4.146	0.207	2.405	86.087	201.312	10.796	7.578	1.097	1.627	0.494
4	VGS4	56	16	29	Franco Arenoso	7.50	5.280	4.202	0.210	2.437	92.491	219.054	11.039	7.575	1.247	1.655	0.562
5	VGS5	64	14	23	Franco Arenoso	7.48	4.250	3.870	0.193	2.245	85.203	208.509	10.997	7.553	1.281	1.623	0.540

*Nota.* En la tabla 11 se muestra la dosificación con el bioabono de estiércol de ganado tuvo un tiempo de observación por 60 días con 5 unidades experimentales. Se aprecia también una textura franco arenoso y un pH más estable, con materia orgánica alto, viable para el cultivo en los suelos, es decir efectos favorables con el experimento.

**Tabla 12**

*Calidad del bioabono*

Tipo	RESULTADOS EN BASE HUMEDA										RESULTADOS EN BASE SECA									
	PH	CE uS/cm	Hd (%)	Materia Seca (%)	M.O. (%)	Cenizas (%)	C (%)	N (%)	C/N	M.O. (%)	Cenizas (%)	P2O (%)	C (%)	Kg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm
BEC*	8.46	8220	36.43	63.57	14.52	49.05	7.26	0.62	11.78	22.84	77.16	0.80	1.87	1.52	0.03	2.80	154.90	8274.10	18.86	504.66
BEG <sup>1</sup>	9.43	11380	25.12	74.89	27.45	47.43	13.73	1.12	12.26	36.66	63.34	1.21	1.98	1.40	0.06	3.97	168.71	8073.68	25.18	553.25

*Nota.* De la tabla 12 se considera; **BEC\*** = bioabono producido de estiércol de cuy. **BEG<sup>1</sup>** = bioabono producido de estiércol de ganado. A los procesos de producción de abono (lombricomposta) fueron por la acción biológica de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). En la que se muestra un pH alcalino con abundante materia orgánica y macronutrientes (C y N).

**Tabla 13**

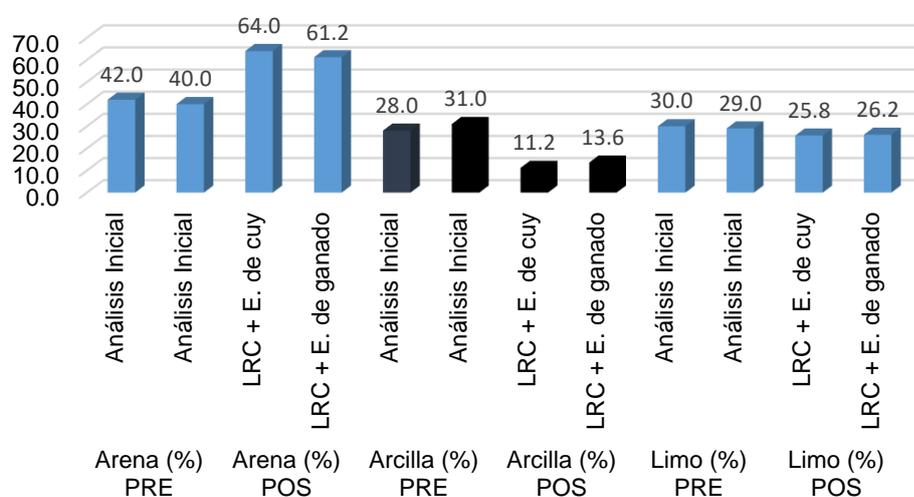
*Análisis mecánico del suelo*

Parámetro	Tipo de análisis	N	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
Arena (%)	Análisis Inicial	5	42	0	42	42
PRE	Análisis Inicial	5	40	0	40	40
Arena (%)	<b>LRC + E. de cuy</b>	<b>5</b>	<b>64</b>	0.632	62.244	65.756
POS	LRC + E. de ganado	5	61.2	1.35647	57.4338	64.9662
Arcilla (%)	Análisis Inicial	5	28	0	28	28
PRE	Análisis Inicial	5	31	0	31	31
Arcilla (%)	LRC + E. de cuy	5	11.2	0.4899	9.8398	12.5602
POS	<b>LRC + E. de ganado</b>	<b>5</b>	<b>13.6</b>	0.74833	11.5223	15.6777
Limo (%)	Análisis Inicial	5	30	0	30	30
PRE	Análisis Inicial	5	29	0	29	29
Limo (%)	<b>LRC + E. de cuy</b>	<b>5</b>	<b>25.8</b>	0.4899	24.4398	27.1602
POS	LRC + E. de ganado	5	26.2	1.0198	23.3686	29.0314

*Nota.* En la tabla 13 se presenta el suelo analizado es de monocultivo, se evalúa el antes y después de la aplicación de bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado.

**Figura 4**

*Análisis mecánico del suelo*



*Nota.* En la figura 4, del suelo analizado se aprecia que hubo un mayor incremento en el porcentaje de arena con la aplicación de lombriz roja californiana con estiércol de cuy, decreció más en la arcilla con el estiércol de ganado y decreció más en el limo con el estiércol de cuy.

**Tabla 14**

*Análisis fisicoquímico del suelo*

Parámetro	Tipo de análisis	N	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
pH (1:1)	Análisis Inicial	5	6.4100	0.00000	6.4100	6.4100
	Análisis Inicial	5	6.3700	0.00000	6.3700	6.3700
pH (1:1)	<b>LRC + E. de cuy</b>	5	<b>7.7840</b>	0.04750	7.6521	7.9159
	LRC + E. de ganado	5	7.5760	0.03586	7.4764	7.6756
Conductividad Eléctrica	Análisis Inicial	5	0.6860	0.00000	0.6860	0.6860
	Análisis Inicial	5	0.5650	0.00000	0.5650	0.5650
Conductividad Eléctrica	<b>LRC + E. de cuy</b>	5	<b>6.3780</b>	0.32523	5.4750	7.2810
	LRC + E. de ganado	5	4.3940	0.29425	3.5770	5.2110
Materia Orgánica (%)	Análisis Inicial	5	1.6650	0.00000	1.6650	1.6650
	Análisis Inicial	5	1.7800	0.00000	1.7800	1.7800
Materia Orgánica (%)	LRC + E. de cuy	5	3.5602	0.08663	3.3197	3.8007
	<b>LRC + E. de ganado</b>	5	<b>4.0580</b>	0.09013	3.8078	4.3082
Nitrógeno (%)	Análisis Inicial	5	0.0810	0.00000	0.0810	0.0810
	Análisis Inicial	5	0.0870	0.00000	0.0870	0.0870
Nitrógeno (%)	LRC + E. de cuy	5	0.1780	0.00434	0.1660	0.1900
	<b>LRC + E. de ganado</b>	5	<b>0.2028</b>	0.00452	0.1902	0.2154
Carbono (%)	Análisis Inicial	5	0.9860	0.00000	0.9860	0.9860
	Análisis Inicial	5	1.0290	0.00000	1.0290	1.0290
Carbono (%)	LRC + E. de cuy	5	2.0650	0.05031	1.9253	2.2047
	<b>LRC + E. de ganado</b>	5	<b>2.3538</b>	0.05219	2.2089	2.4987
Fósforo (ppm)	Análisis Inicial	5	7.2890	0.00000	7.2890	7.2890
	Análisis Inicial	5	7.4560	0.00000	7.4560	7.4560
Fósforo (ppm)	LRC + E. de cuy	5	76.8566	2.10235	71.0195	82.6937
	<b>LRC + E. de ganado</b>	5	<b>90.1236</b>	1.84580	84.9988	95.2484
Potasio (ppm)	Análisis Inicial	5	171.5240	0.00000	171.5240	171.5240
	Análisis Inicial	5	174.3230	0.00000	174.3230	174.3230
Potasio (ppm)	<b>LRC + E. de cuy</b>	5	<b>216.3152</b>	2.35640	209.7728	222.8576
	LRC + E. de ganado	5	209.1484	3.65178	199.0094	219.2874
CIC	Análisis Inicial	5	17.2900	0.00000	17.2900	17.2900
	Análisis Inicial	5	14.3100	0.00000	14.3100	14.3100
CIC	<b>LRC + E. de cuy</b>	5	<b>10.9356</b>	0.05281	10.7890	11.0822
	LRC + E. de ganado	5	10.8916	0.06757	10.7040	11.0792

*Nota.* En la tabla 14 se muestra, los datos del suelo proveniente de monocultivo la cual fue analizado antes y después de la aplicación de bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado de la que se aprecia que con la aplicación de la lombriz roja californiana unido al estiércol de cuy se dio mayores modificaciones en el pH, Conductividad eléctrica, Potasio y CIC.

**Tabla 15***Análisis de los cambiables del suelo*

Parámetro	Tipo de análisis	N	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
Calcio (CMol (+) /Kg)	Análisis Inicial	5	12.7480	0.00000	12.7480	12.7480
Calcio (CMol (+) /Kg)	Análisis Inicial	5	10.2910	0.00000	10.2910	10.2910
Calcio (CMol (+) /Kg)	<b>LRC + E. de cuy</b>	5	<b>7.4662</b>	0.01643	7.4206	7.5118
Magnesio (CMol (+) /Kg)	LRC + E. de ganado	5	7.5212	0.05209	7.3766	7.6658
Magnesio (CMol (+) /Kg)	Análisis Inicial	5	1.6040	0.00000	1.6040	1.6040
Magnesio (CMol (+) /Kg)	Análisis Inicial	5	1.5140	0.00000	1.5140	1.5140
Magnesio (CMol (+) /Kg)	<b>LRC + E. de cuy</b>	5	<b>1.2156</b>	0.03224	1.1261	1.3051
Magnesio (CMol (+) /Kg)	LRC + E. de ganado	5	1.2000	0.03143	1.1127	1.2873
Potasio (CMol (+) /Kg)	Análisis Inicial	5	0.3090	0.00000	0.3090	0.3090
Potasio (CMol (+) /Kg)	Análisis Inicial	5	0.3330	0.00000	0.3330	0.3330
Potasio (CMol (+) /Kg)	<b>LRC + E. de cuy</b>	5	<b>1.7482</b>	0.02089	1.6902	1.8062
Potasio (CMol (+) /Kg)	LRC + E. de ganado	5	1.6911	0.02168	1.6421	1.7401
Sodio (CMol (+) /Kg)	Análisis Inicial	5	0.1060	0.00000	0.1060	0.1060
Sodio (CMol (+) /Kg)	Análisis Inicial	5	0.1100	0.00000	0.1100	0.1100
Sodio (CMol (+) /Kg)	LRC + E. de cuy	5	0.5060	0.00726	0.4858	0.5262
Sodio (CMol (+) /Kg)	<b>LRC + E. de ganado</b>	5	<b>0.5364</b>	0.01151	0.5044	0.5684

*Nota.* En la tabla 15 se muestra, el suelo proveniente de monocultivo fue analizado antes y después de la aplicación de bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado. Se aprecia que hubo mayores modificaciones en los valores del Calcio, Magnesio y Potasio, cuando se aplicó las lombrices rojas californianas junto a estiércol de cuy. Para el caso del Sodio, la mayor modificación se dio al usarse lombriz roja californiana y estiércol de ganado.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la prueba de hipótesis es necesario realizar la prueba de normalidad, con la que se determina si se usará un estadístico paramétrico o no paramétrico tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 16**

*Prueba de normalidad de los datos*

Parámetro	Grupo	Kolmogorov-Smirnov		
		Estadístico	gl	Sig.
Arena_DIF	LRC + E. de cuy	0.300	5	<b>0.161</b>
	LRC + E. de ganado	0.404	5	<b>0.08</b>
Arcilla_DIF	LRC + E. de cuy	0.367	5	<b>0.026</b>
	LRC + E. de ganado	0.231	5	<b>0,200*</b>
Limo_DIF	LRC + E. de cuy	0.367	5	<b>0.26</b>
	LRC + E. de ganado	0.237	5	<b>0,200*</b>
pH_DIF	LRC + E. de cuy	0.197	5	<b>0,200*</b>
	LRC + E. de ganado	0.264	5	<b>0,200*</b>
CE_DIF	LRC + E. de cuy	0.207	5	<b>0,200*</b>
	LRC + E. de ganado	0.213	5	<b>0,200*</b>
MO_DIF	LRC + E. de cuy	0.254	5	<b>0,200*</b>
	LRC + E. de ganado	0.269	5	<b>0,200*</b>
N_DIF	LRC + E. de cuy	0.259	5	<b>0,200*</b>
	LRC + E. de ganado	0.261	5	<b>0,200*</b>
C_DIF	LRC + E. de cuy	0.254	5	<b>0,200*</b>
	LRC + E. de ganado	0.270	5	<b>0,200*</b>
P_disponible_DIF	LRC + E. de cuy	0.232	5	<b>0,200*</b>
	LRC + E. de ganado	0.317	5	<b>0.112</b>
K_disponible_DIF	LRC + E. de cuy	0.327	5	<b>0.085</b>
	LRC + E. de ganado	0.231	5	<b>0,200*</b>
CIC_DIF	LRC + E. de cuy	0.379	5	<b>0.180</b>
	LRC + E. de ganado	0.248	5	<b>0,200*</b>
Ca_DIF	LRC + E. de cuy	0.199	5	<b>0,200*</b>
	LRC + E. de ganado	0.408	5	<b>0.067</b>
Mg_DIF	LRC + E. de cuy	0.278	5	<b>0,200*</b>
	LRC + E. de ganado	0.199	5	<b>0,200*</b>
K_DIF	LRC + E. de cuy	0.197	5	<b>0,200*</b>
	LRC + E. de ganado	0.273	5	<b>0,200*</b>
Na_DIF	LRC + E. de cuy	0.227	5	<b>0,200*</b>
	LRC + E. de ganado	0.294	5	<b>0.183</b>

*Nota.* En la tabla 16 se aprecia de la prueba de normalidad, considerando que se obtuvo valores de la significancia bilateral (p-valor) que superan el 5% (0.05), se procedió a utilizar un procedimiento estadístico paramétrico, tal como la t de Student para muestras independientes.

El presente estudio plantea la contrastación de la siguiente hipótesis:

**H<sub>1</sub>:** El bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado tienen diferente eficacia en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco – 2023.

**H<sub>0</sub>:** El bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado no tienen diferente eficacia en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco – 2023.

El nivel de significancia establecido fue el convencional (5%). La prueba estadística usada fue t de Student para muestras independientes. Y el cálculo del p-valor por medio de la prueba estadística. La que permitió determinar las diferencias existentes en los resultados con los tratamientos.

**Tabla 17**

*Prueba estadística t de Student para muestras independientes*

	Prueba de Levene		Prueba t de Student para muestras independientes						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bil)	Dif. de medias	Dif. de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Arena	1.64	0.24	0.53	8.0	0.61	0.80	1.50	-2.65	4.25
Arcilla	0.64	0.45	0.67	8.0	0.52	0.60	0.89	-1.46	2.66
Limo	2.33	0.17	-1.24	8.0	0.25	-1.40	1.13	-4.01	1.21
pH	0.33	0.58	2.82	8.0	<b>0.02</b>	0.17	0.06	0.03	0.31
CE	0.07	0.80	4.25	8.0	<b>0.00</b>	1.86	0.44	0.85	2.87
MO	0.36	0.57	-3.06	8.0	<b>0.02</b>	-0.38	0.13	-0.67	-0.09
N	0.38	0.56	-3.00	8.0	<b>0.02</b>	-0.02	0.01	-0.03	0.00
C	0.35	0.57	-3.39	8.0	<b>0.01</b>	-0.25	0.07	-0.41	-0.08
P dis.	0.08	0.79	-4.68	8.0	<b>0.00</b>	-13.10	2.80	-19.55	-6.65
K dis.	1.55	0.25	2.29	8.0	0.05	9.97	4.35	-0.06	19.99
CIC	0.95	0.36	-34.23	8.0	<b>0.00</b>	-2.94	0.09	-3.13	-2.74
Ca	2.75	0.14	-45.99	8.0	<b>0.00</b>	-2.51	0.05	-2.64	-2.39
Mg	0.00	0.99	-1.65	8.0	0.14	-0.07	0.05	-0.18	0.03
K	6.29	0.04	6.27	8.0	<b>0.00</b>	0.14	0.02	0.09	0.19
Na	0.39	0.55	-1.94	8.0	0.09	-0.03	0.01	-0.06	0.00

*Nota.* En la tabla 17 habiéndose obtenido un p-valor (significancia) menor a 5% (0.05), se aprecia que, tras la intervención, en la post prueba se tienen diferencias en el pH, Conductividad Eléctrica, Materia Orgánica, Nitrógeno, Carbono, Fósforo disponible, CIC, Calcio y Potasio. Las tablas descriptivas nos indican que con la LRC con estiércol de cuy se logró un mayor incremento del pH. Asimismo, se dio el mayor incremento de la Conductividad Eléctrica con la LCR y estiércol de cuy. Lo mismo ocurrió con el Potasio. Por otro lado, con la LCR con estiércol de ganado se dio un mayor incremento en la materia orgánica, el Nitrógeno, el carbono y el fósforo.

Por lo anterior, se observa que, de los quince indicadores evaluados en el presente estudio, diez de ellos si tuvieron diferencia significativa entre los valores de la pre y post prueba.

**Tabla 18**

*Interpretación del efecto sobre las propiedades mecánicas del suelo*

Indicador mecánico	Rango	Pre test		Interpretación	Post test		Interpretación
		T1	T2		T1	T2	
Arena	23–52	42	40	Suelo Franco	64	61.2	Suelo Franco
Arcilla	7–27	28	31	arcilloso	11.2	13.6	arenoso
Limo	32–50	30	29		25.8	26.2	

*Nota.* En la tabla 18 se muestra que no se apreciaron cambios significativos en las propiedades mecánicas del suelo (arcilla, arena y limo), dado que se mantiene en Franco arcilloso

**Tabla 19**

*Interpretación del efecto sobre las propiedades químicas del suelo*

Indicador	Rango	Pre test		Interpretación	Post test		Interpretación
		T1	T2		T1	T2	
<b>pH</b>	6,6-7,3	6.41	6.37	El suelo es ligeramente ácido.	7.78	7.58	Cumple dado ambos suelos llegan a neutro de 6.5 a 8.5.
<b>CE</b>	4-8	0.69	0.57	El suelo no es salino	6.39	4.39	Ambos grupos cumplen con el rango: ligeramente salino
<b>M.O. %</b>	2 - 4	1.67	1.78	El suelo presenta M.O. Baja.	3.56	4.06	El primer grupo cumple con M.O. Media, el segundo grupo no cumple: M.O. Alto.
<b>N %</b>	0.1–0.2	0.08	0.09	No cumple ningún grupo de estudio, el suelo presenta n. Bajo.	0.18	0.20	El primer grupo cumple con en rango N. Medio, el segundo grupo no cumple con el rango con N. Alto.
<b>C %</b>	1–5	0.97	1.03	Se aprecia C. Bajo y C. Medio.	2.07	2.35	Ambos grupos cumplen con en rango, presentan C. Medio.
<b>P ppm</b>	7–14	7.30	7.46	Presentan P. Medio.	76.86	90.12	Ningún grupo cumple con el rango, presentan p. Alto.
<b>K ppm</b>	100–240	171.5	174.3	Presentan K. Medio.	216.32	209.15	Ambos grupos cumplen con el rango, presentan K. Medio
<b>*CIC Meq/100g</b>	20–35	17.3	14.3	Se aprecia CIC. Bajo.	10.94	10.89	Ningún grupo cumple con el rango, presentan CIC. Bajo.

*Nota.* En la tabla 19 se muestra que los datos interpretado con referencias de la Guía de Muestreo de suelos de Mendoza & Espinoza (2017) “P. 43-45”, la interpretación del **\*CIC** basado en el libro “Edafología: Uso y protección de Suelos (Porta et al., 2014, P. 123).

**Tabla 20***Interpretación del efecto sobre los cambiables del suelo*

Cambiables	Rango	Pre test		Interpretación	Post test		Interpretación
		T1	T2		T1	T2	
Ca	6.01–11.00 Cmol(+)/kg (Medio)	12.75	10.3	No cumple la sumatoria presenta bases cambiables alta.	7.47	7.52	Cumplen con el rango, la sumatoria presenta bases cambiables media.
Mg		1.60	1.51		1.22	1.20	
K		0.31	0.33		1.75	1.69	
Na		0.11	0.11		0.51	0.54	

*Nota.* En la tabla 20 se muestra que la clasificación de los micronutrientes (bases cambiables) tuvieron cambios que cumplen con los rangos establecidos según análisis del suelo, para lo cual se tuvo como referencia el libro Guía Muestreo de Suelos de (Mendoza & Espinoza, 2017).

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**Del objetivo general;** Comparar la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, se aprecia que los bioabonos presentan un pH moderadamente alcalino en la que los rangos tuvieron 8.46 para bioabono producido de estiércol de cuy por acción de la lombriz roja californiana y 9.43 bioabono producido de estiércol de ganado por acción de la lombriz roja californiana, además alta cantidad de materia orgánica y los macronutrientes Carbono, Nitrógeno, fósforo y potasio haciendo favorable para el desarrollo vegetal, siendo estos últimos los que produjeron mayores cambios en el suelo así como lo manifiesta Ramos et al. (2019) en su investigación en las que las propiedades químicas tuvieron resultados positivos en la disponibilidad de fósforo, potasio, hierro y manganeso, así como la estabilidad del pH. La misma idea sostenida por Velásquez (2019) de su investigación mencionando que las propiedades biológicas y químicas del estiércol de lombriz roja de California (lombricomposta) lo convierten en una excelente opción como fertilizante orgánico, ya que tienen la capacidad de mejorar la calidad física, química y biológica del suelo degradado.

Por la cantidad de nutrientes de la lombricomposta los efectos son más favorables sobre el suelo, más allá del tipo de estiércol del cual se parte como materia prima, estos agregados además pueden generar mayor porosidad del suelo haciendo más suelto para la soltura de las raíces de las plantas, además el rápido desarrollo y reproducción de estas lombrices lo hace aún más sustentable, esto lo confirma Cuyubamba (2021) en su tesis, en la que evaluó el tiempo de desarrollo de esta especie. Sin embargo, este tipo de abono va requerir un análisis de sanidad para las ventajas económicas que se puedan dar de ella, así como sostiene Gallegos & Segura (2019) en su artículo en la que indica que la lombricomposta que se obtiene requiere sanitización antes de su venta.

**Del objetivo específico 1:** De determinar la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado sobre el tipo textural tuvo una variación pasando de ser franco arcilloso a ser franco arenoso esto debido a la incorporación en forma de tierra del bioabono, este efecto es igual para ambos abonos producidos, relacionado porque el abono es poroso, coincidiendo con lo menciona Velásquez (2019) de su investigación en la que la textura pasó de franco arcilloso a una textura franca o equilibrada.

**Del objetivo específico 2:** Respecto a la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado sobre los parámetros químicos es notorio el incremento en la materia orgánica, dado que ambos abonos tiene carga orgánica (MO) alta lo que los hace favorables en la recuperación de los suelos degradados, este concepto los sostiene también Velásquez (2019) dado que demostró un aumento de la retribución de la materia orgánica hacia el suelo degradado. Además, se favorece en el suelo porque bioabono producido por la lombriz logra inmovilizar tóxicos permitiendo la recuperación y el equilibrio de los parámetros físicos a esta idea refuerza Febres (2019) en la menciona que el estiércol de lombriz roja permitió inmovilizar el Pb en los suelos por medio de la absorción y acumulación en sus raíces o bien, por percolación en la capa de la rizosfera, con ello redujo la movilidad de los contaminantes y su esparcimiento hacía las aguas del sub suelo”.

**Del objetivo específico 1:** comparar los cambios producidos los parámetros físicos y químicos antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado, considerando que la lombriz usada para la producción del bioabono tiene la capacidad de depurar elementos tóxicos, así como lo menciona Cuyubamba (2021) de su investigación sosteniendo que existen absorción de metales pesados por parte de las lombrices de tierra como cadmio, plomo, entre otros, esto lo vuelve favorable en la recuperación de los suelo. Además, las lombrices son capaces de mitigar otras sustancias que pueden encontrarse en el estiércol como pesticidas y restos de medicinas que

se dan a los animales esto lo sostiene Dávila & Vílchez (2019) considerando que a mayor población de lombrices mayor es la reducción de pesticidas.

Por otro lado, al producir bioabono de estiércol de cuy se tiene un pH de 8.46, materia orgánica 14.52%, y macronutrientes (NPCK) en menor proporción al bioabono producido a partir de estiércol de ganado dado que se tiene un pH de 9.43, materia orgánica 27.45% y reflejado también en los macronutrientes, lo cual hace que bioabono de estiércol de ganado sea más favorable para suelos degradados bajos en materia orgánica y con pH ácidos.

## CONCLUSIONES

Se concluye que la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado tiene gran eficacia en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo considerando que es un abono con un pH básico, alto contenido de materia orgánica, nitrógeno, potasio y fósforo, muy útil para la fertilidad de los suelos.

Se concluye que la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy no produjo cambios en el parámetro físico textura del suelo dado que se partió de franco arcilloso y se mantuvo en el mismo con la aplicación del abono y en los parámetros químicos neutraliza el pH (7.78), respecto a la MO se muestra un incremento de bajo a medio.

Se concluye que determinar la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de ganado no produjo cambios en el parámetro físico textura del suelo dado que se partió de franco arcilloso y se mantuvo en el mismo con la aplicación del abono y en los parámetros químicos neutraliza el pH (7.58), respecto a la MO se muestra un incremento de bajo a alto.

Se concluye que los cambios producidos sobre los parámetros físicos y químicos antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado, se aprecia similares efectos, sin embargo, el bioabono de estiércol de cuy neutraliza el pH del suelo de mejor manera.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- a) Realizar estudios que impliquen la aplicación de la lombricomposta frente a otras fuentes orgánicas de abono permitiendo conocer la eficacia de los abonos en recuperar los suelos degradados.
- b) Para el desarrollo normal de las lombrices es necesario un balance de alimentos con restos de frutas y verduras frescas. Considerando que la reproducción de las lombrices es rápida.
- c) El uso de los estiércoles debe tener un pre secado para evitar la pérdida de la población de lombrices, ya que los estiércoles tienen alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y otras sustancias que pueden ser nocivas.
- d) En la descomposición de la materia orgánica y acción degradativa de las lombrices considerar mantener cubiertos el área de trabajo evitando proliferación de otros insectos, como también acciones biológicas de aves.
- e) Antes de aplicar la lombricomposta es necesario realizar un análisis de laboratorio que nos asegure la cantidad de materia orgánica que contiene además según su pH será útil para suelos alcalinos o ácidos.
- f) A la municipalidad de Ambo, consideran en su programa de valorización de residuos orgánicos la lombricomposta, dado que es de fácil manejo y con costos sustentables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, J. R. (2014). Compost de lombrices. Editorial Mundi-Presa.
- Compagnoni, L., & Putzolu, G. (2018). Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus. Editorial De Vecchi, S. A.
- Cuyubamba, J. D. (2021). Evaluación de la influencia del cadmio y plomo disponible en el suelo sobre la densidad del bioindicador (*Eisenia foetida*) en los cultivos de cacao (*Teobroma cacao*), Huamalies. [Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2998>
- Dávila, P. V., & Vilchez, H. (2019). Utilización de lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) para la reducción de la concentración de DDT en suelos del Centro Poblado Las Malvinas, Moyobamba [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43695>
- Encina, A., & Ibarra, J. (2003). La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5654360.pdf>
- Febres, S. E. (2019). Remediación de suelos contaminados con plomo (Pb) mediante el empleo de girasol (*Helianthus annuus*) y estiércol de lombriz roja (*Eisenia foetida*) en condiciones controladas [Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12074>
- Flores, F. de J. R., Núñez, C. M. N., Díaz, L. A. O., Álvarez, C. Á., & Montoya, A. R. (2021). Crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en el proceso de vermicompostaje de suelo contaminado con diesel. *Revista de ciencia y tecnología de América*, 46(9–10), 383–387.
- Gallegos, P. A. R., & Segura, A. V. Y. (2019). Uso de *Eisenia foetida* (oligoquetos: Lumbricidae) para la producción de bioabono. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.22490/21456453.2334>

- García, C., & Félix, J. A. (2014). Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales (Primera edición). Fundación Produce Sinaloa, A.C.
- Guillermo, L. (2011). Edafología 1 (Primera edición). <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la Investigación, las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta. Mc Graw Hill Education.
- López, R. (2002). Degradación del Suelo; causas procesos, evaluación e investigación (Segunda edición). CIDIAT.
- Lozano, W. (2018). Suelos: Guía de prácticas simplificadas en campo y laboratorio. Universidad Piloto de Colombia.
- Masaguer, A., López, A., Carmona, E., Fonés, F., Ordovás, J., Gómez, M. Á., & Moreno, M. T. (2015). Uso del compost como componente de sustratos para cultivo en contenedor III.2. Editorial Paraninfo.
- Mendoza, R. B., & Espinoza, A. (2017). Guía Muestreo de Suelos (1a ed.). Universidad Nacional Agraria.
- MINAGRI. (2015). Acrónimos y el Glosario de términos. <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/pnapes/glosario141015.pdf>
- Navarro, G., & Navarro, S. (2013). Química agrícola: Química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas (Tercera Edición). Mundi-Prensa Libros.
- Osorio, M. Á., Haro, J. P., Carrillo, W. E., & Negrete, J. H. (2022). Suelos: Caracterización e importancia (1a ed.). Puerto Madero. <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2023-01-18-140934-L2022-031.pdf>

- Panduro, R. (2018). Concentraciones de *Eisenia foetida* más estiércol de vacuno y su efecto en las características nutricionales del pasto de marafalfa en Zungarococha [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].  
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6204>
- Pan-Montojo, N. (2021). La salinización de suelos amenaza la despensa del mundo. EL ÁGORA DIARIO. <https://www.elagoradiario.com/desarrollo-sostenible/agricultura/salinizacion-suelos-amenaza-alimentacion/>
- Porta, J., López, M., & Poch, R. (2014). Edafología: Uso y Protección de Suelos (Tercera Edición). Mundi-Prensa Libros.
- Ramos, C. A., Castro, A. E., León, N. S., Álvarez, J. D., & Huerta, E. (2019). Lombricomposta para recuperar la fertilidad de suelo franco arenoso y el rendimiento de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.). *Terra Latinoamericana*, 37(1), 45–55. <https://doi.org/10.28940/tl.v37i1.331>
- Residuos orgánicos y agricultura intensiva III.1. (2015). Editorial Paraninfo.
- Schuldt, M. (2006). Lombricultura. Teoría y práctica: Teoría y práctica. Mundi-Prensa Libros.
- Suasaca, A., Camapasa, C., & Huanacuni, T. (2009). Producción, Manejo y Aplicación de Abonos Orgánico (p. 25). AGROPUNO.
- Velásquez, H. C. (2019). Producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del pre compost orgánico, para la mejora de un suelo degradado y su verificación en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus*) en la localidad de La Esperanza – Huánuco [Universidad de Huánuco].  
<http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2103>
- Zotarelli, L., Dukes, M. D., & Morgan, K. T. (2013). Interpretación del contenido de la humedad del suelo para determinar capacidad de campo y evitar riego excesivo en suelos arenosos utilizando sensores de humedad. *EDIS*, 2013(2). <https://doi.org/10.32473/edis-ae496-2013>

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Villagomez Yabar, M. (2024). *Comparación de la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (eisenia foetida) a partir del estiércol de cuy y ganado en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco - 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

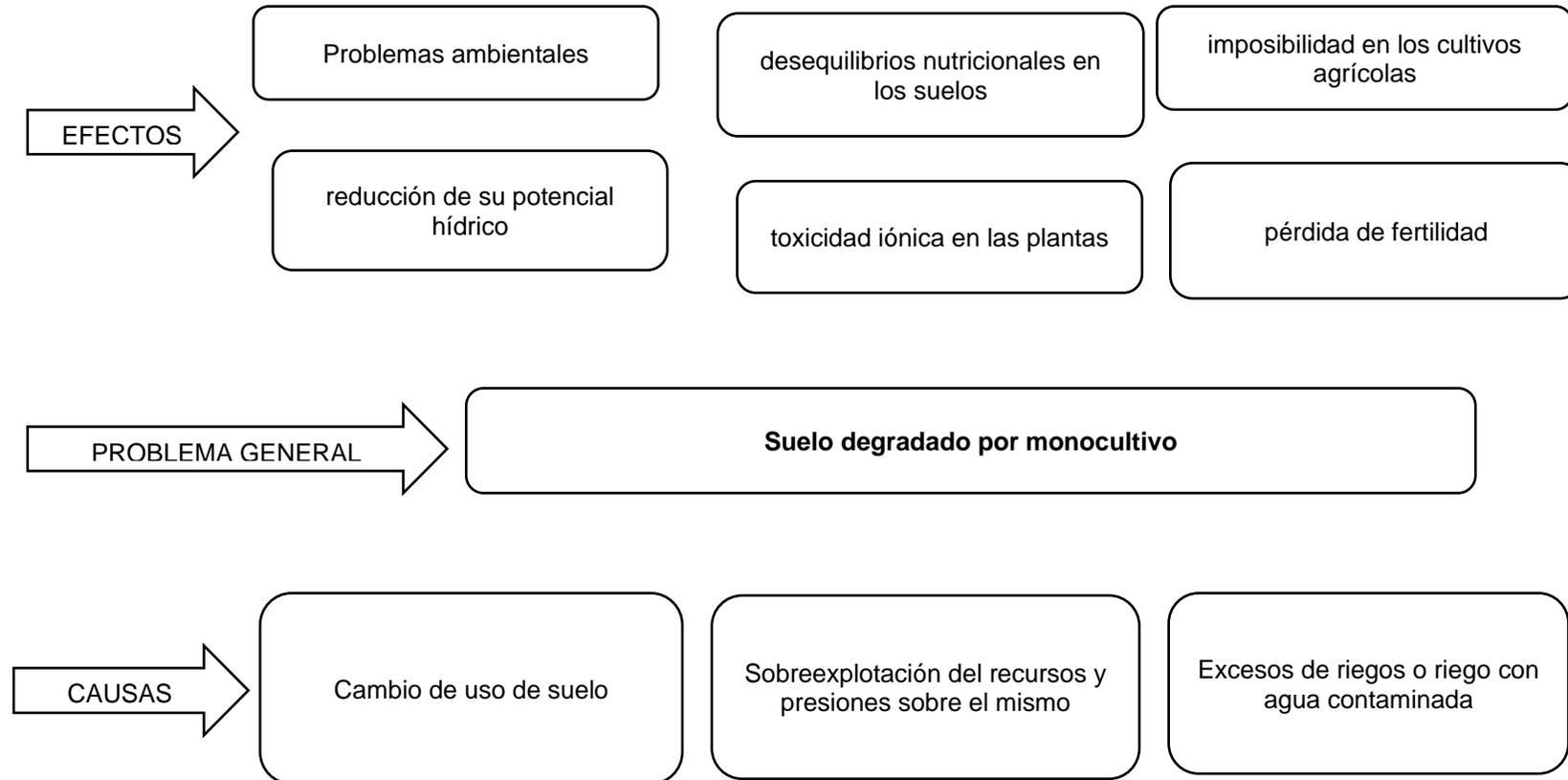
## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

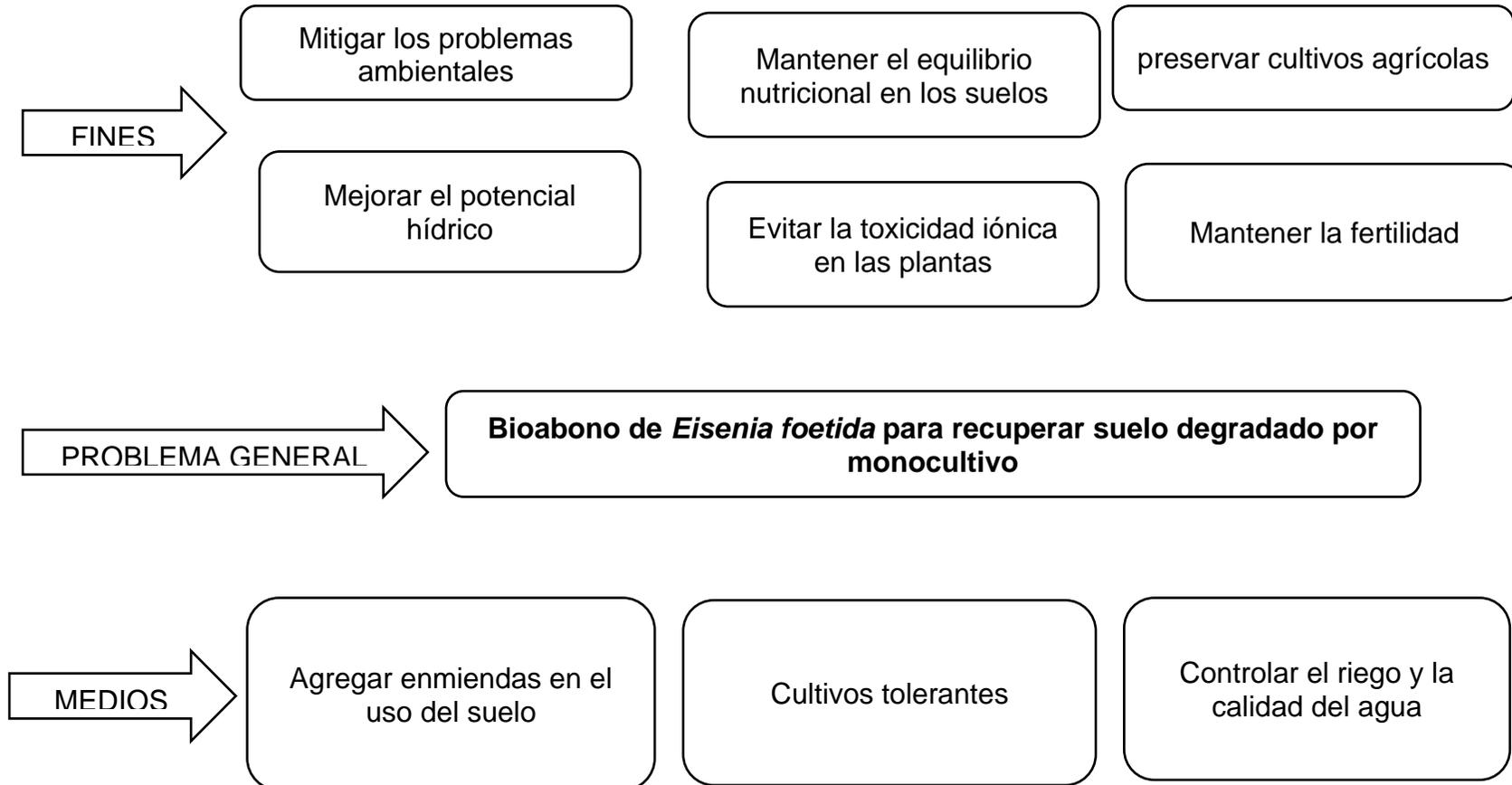
**Título:** “Comparación de la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del estiércol de cuy y ganado en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco - 2023”

Problema general	Objetivo General	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el resultado de comparar de la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) a partir del estiércol de cuy y ganado en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar de la eficacia de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) a partir del estiércol de cuy y ganado en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco – 2023.</li> </ul>	<p><b>H1:</b> El bioabono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) a partir del estiércol de cuy y ganado tienen diferente eficacia en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco – 2023.</p> <p><b>H0:</b> El bioabono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) a partir del estiércol de cuy y ganado tienen igual eficacia en la mejora de la calidad del suelo proveniente de monocultivo, Huánuco – 2023.</p>	<p><b>V. Independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de bioabono producido por lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) <ul style="list-style-type: none"> <li>Bioabono de estiércol de cuy</li> <li></li> <li></li> <li>Bioabono de estiércol de cuy</li> </ul> </li> </ul> <p><b>V. Dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad de suelo proveniente de monocultivo de <ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades mecánicas</li> <li>Propiedades fisicoquímicas</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Tipo:</b> Experimental con manipulación de variables.</p> <p><b>Enfoque:</b> Mixto</p> <p><b>Alcance:</b> Explicativo, por la relación de causalidad entre variables.</p> <p><b>Diseño:</b> experimental con 2 grupos experimentales y un grupo control.</p> <p><b>Población:</b> La población para la investigación estará conformada por un área de terreno agrícola en la que se siembra camote como único cultivo, en la localidad de Yanag, Pillco Marca, Huánuco. El área general de la población tendrá una dimensión de 100 m2 (metros cuadrados).</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos			
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son las propiedades mecánicas del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) a partir del estiércol de cuy y ganado?</li> <li>¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) a partir del estiércol de cuy y ganado?</li> <li>¿Cuáles son los valores de los cambiables del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) a partir del estiércol de cuy y ganado?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir las propiedades mecánicas del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) a partir del estiércol de cuy y ganado.</li> <li>Describir las propiedades fisicoquímicas del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) a partir del estiércol de cuy y ganado.</li> <li>Describir los valores cambiables del suelo proveniente de monocultivo antes y después de la aplicación del bioabono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) a partir del estiércol de cuy y ganado.</li> </ul>			

## ANEXO 2 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTOS



**ANEXO 3**  
**DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES**



## ANEXO 4 ANÁLISIS DE SUELO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Carretera central Km 1.21 – Tingo María – CELULAR 944407537

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

[analisisdesueosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesueosunas@hotmail.com)



### ANÁLISIS DE SUELOS

#### 1. DATOS

SOLICITANTE:	MELANIE MARLENY VILLAGÓMEZ YÁBAR	MUESTREADO POR:	MELANIE MARLENY VILLAGÓMEZ YÁBAR
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	22/05/2023
PROVINCIA:	AMBO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	23/05/2023
DISTRITO:	AMBO	FECHA DE REPORTE:	30/05/2023
SECTOR:	...	RECIBO O FACTURA:	23006786
CULTIVO:	...	OBSERVACIÓN:	...

#### 2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS CODIGO DEL LAB.	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CE dS/cm	M.O. %	N %	C %	P ppm	K ppm	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	CAMBIABLES		Saturación de aluminio %
		Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural																Bases %	Ácidos %	
		Cambiabiles																			Cmol(+)/kg		
1	S0122	42	28	30	Franco Arcilloso	6.41	0.686	1.665	0.081	0.986	7.289	171.524	17.29	12.748	1.604	0.309	0.106	0.00	0.00	...	100.000	0.000	0.000
2	S0123	40	31	29	Franco Arcilloso	6.37	0.565	1.780	0.087	1.029	7.456	174.323	14.31	10.291	1.514	0.333	0.110	0.00	0.00	...	100.000	0.000	0.000
3	S0124	40	30	30	Franco Arcilloso	6.33	0.717	1.722	0.084	0.889	7.219	173.951	14.23	111.286	1.562	0.324	0.106	0.00	0.00	...	100.000	0.000	0.000

Los Resultados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. 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 certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

Ing. GILBERTO MILTON NEIRA TRUJILLO  
Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

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



# ANALISIS DE SUELOS



1. DATOS

SOLICITANTE:	MELANIE MARLENY VILLAGOMEZ YABAR	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	3/10/2023
PROVINCIA:	HUANUCO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	3/10/2023
DISTRITO:	AMBO	FECHA DE REPORTE:	12/10/2023
SECTOR:	PORVENIR	RECIBO O FACTURA:	25768
CULTIVO:	----	OBSERVACION:	POST EXPERIMENTO

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CE		M.O.	N	C	P	K	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables	Ácidos Cambiables	Saturación de Aluminio
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural		dS/m	%				%	%									disponible	ppm	ppm
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	%	%	%	1:1	1:1	%	%	%	ppm	ppm	CAMBIABLES Cmol(+)/kg					%	%	%					
1	S1305-1	VCS1	64	10	27	Franco Arenoso	7.81	6.250	3.262	0.163	1.892	73.942	219.504	11.020	7.497	1.209	1.794	0.520	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000	
2	S1305-2	VCS2	64	12	25	Franco Arenoso	7.90	6.550	3.538	0.177	2.052	71.733	220.303	10.989	7.503	1.248	1.757	0.480	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000	
3	S1305-3	VCS3	64	12	25	Franco Arenoso	7.85	6.490	3.739	0.188	2.181	75.267	219.704	10.982	7.416	1.262	1.787	0.519	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000	
4	S1305-4	VCS4	62	12	27	Franco Arenoso	7.73	6.120	3.538	0.177	2.052	86.125	214.006	10.728	7.446	1.093	1.683	0.508	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000	
5	S1305-5	VCS5	66	10	25	Franco Arenoso	7.63	7.480	3.704	0.185	2.148	83.216	208.099	10.959	7.471	1.265	1.720	0.503	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000	
6	S1305-6	VGS1	62	12	27	Franco Arenoso	7.64	3.480	3.818	0.191	2.213	93.816	201.162	10.949	7.588	1.193	1.619	0.590	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000	
7	S1305-7	VGS2	62	12	27	Franco Arenoso	7.65	4.410	4.267	0.213	2.469	93.021	215.705	10.877	7.314	1.182	1.646	0.536	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000	
8	S1305-8	VGS3	62	14	26	Franco Arenoso	7.61	4.580	4.146	0.207	2.405	86.087	201.312	10.796	7.578	1.097	1.627	0.494	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000	
9	S1305-9	VGS4	56	16	29	Franco Arenoso	7.50	5.260	4.202	0.210	2.437	92.491	219.054	11.038	7.575	1.247	1.655	0.562	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000	
10	S1305-10	VGS5	64	14	23	Franco Arenoso	7.48	4.250	3.870	0.193	2.346	85.203	208.509	10.997	7.553	1.281	1.623	0.540	0.000	0.000	—	100.000	0.000	0.000	

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. 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 certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
  
ING. LUIS GERMAN MANUELLE BENAYA  
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531



## ANEXO 5

### ANÁLISIS DEL BIOABONO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**      Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



# ANÁLISIS ESPECIAL



**1. DATOS**

SOLICITANTE:	MELANIE M. VILLAGOMEZ YABAR	MUESTREADO POR:	MELANIE M. VILLAGOMEZ YABAR
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	3/07/2023
PROVINCIA:	HUANUCO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	3/07/2023
DISTRITO:	AMBO	FECHA DE REPORTE:	10/07/2023
LOCALIDAD:	PORVENIR	RECIBO O FACTURA:	18089
MUESTRA:	BIOABONO	OBSERVACION:	---

**2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO**

DATOS DE LA MUESTRA				RESULTADOS EN BASE HUMEDA							RESULTADOS EN BASE SECA										
Código	Referencia	PH	CE uS/cm	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	C (%)	N (%)	C/N	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm
E0098	BIOABONO DE GANADO	8.46	8220	36.434	63.566	14.518	49.048	7.259	0.616	11.784	22.839	77.161	0.801	1.870	1.516	0.034	2.797	154.897	8274.096	18.858	504.656
E0099	BIOABONO DE CUY	9.43	11380	25.115	74.885	27.454	47.431	13.727	1.120	12.256	36.661	63.339	1.212	1.983	1.398	0.062	3.965	168.710	8073.679	25.175	553.249

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. 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 certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE AGRICULTURA



DR. OSCAR MAGUILLA HINAYA  
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



an@lredvivosos.com

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

## ANEXO 6

### MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

#### Mapa de ubicación



#### Ubicación Nacional



#### Ubicación Regional



<b>UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>P. A. P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL</b>	
<b>"COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA APLICACIÓN DEL BIOABONO PRODUCIDO POR LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (Eisenia foetida) A PARTIR DEL ESTIERCOL DE CUY Y GANADO EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL SUELO PROVENIENTE DE MONOCULTIVO, HUÁNUCO - 2022"</b>	
<b>MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>	
ESCALA:	1:2000
FUENTE:	MINAM - ESRI
ESTE	NORTE
362972.01	8895334.96
LÁMINA:	01
ALTITUD:	1970

## ANEXO 7

### PANEL FOTOGRÁFICO

#### Fotografía 1

*Armado de cajones para la crianza de lombrices rojas californianas*



#### Fotografía 2

*Armado de cajones para la crianza de lombrices rojas californianas*



**Fotografía 3**

*Armado e instalación del área a trabajar el proyecto de investigación*



**Fotografía 4**

*Armado e instalación del área a trabajar el proyecto de investigación*



**Fotografía 5**

*Colocación de un porcentaje de guano de ganado, lombrices y residuos orgánicos*



**Fotografía 6**

*Colocación de un porcentaje de guano de cuy, lombrices y residuos orgánicos*



**Fotografía 7**

*Lombrices Rojas Californianas (Eisenia feotida)*



**Fotografía 8**

*Visita a campo por parte del Magister Frank Cámara Llanos*



**Fotografía 9**

*Visita a campo por parte del Magister Milton Morales*



**Fotografía 10**

*Cosecha de bioabono de cuy*



**Fotografía 11**

Cosecha de bioabono de ganado



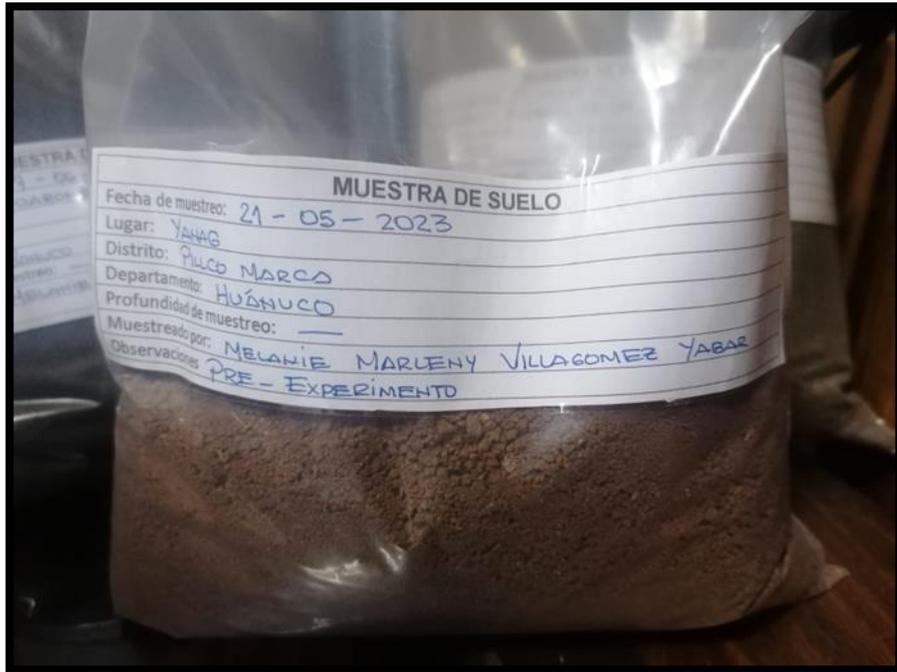
**Fotografía 12**

*Homogenización y sectorización del suelo agrícola con el bioabono de ganado*



### Fotografía 13

Muestra de suelo – pre experimento



### Fotografía 14

Muestras de suelo – post experimento

