

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

“Comparación del efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024”

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

AUTORA: Carlos Vasquez, Cyntia Milena

ASESOR: Calixto Vargas, Simeón Edmundo

HUÁNUCO – PERÚ

2025

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

DATOS DEL PROGRAMA:

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

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70578165

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22471306

Grado/Título: Maestro en administración de la educación

Código ORCID: 0000-0002-5114-4114

DATOS DE LOS JURADOS:

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



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 16 del mes de julio del año 2025, 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. Hector Raul Zacarias Ventura (Presidente)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Secretario)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1429-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024"**, presentado por el (la) Bach. **CARLOS VASQUEZ CYNTIA MILENA**; 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) **APROBADA** Por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **1.5** y cualitativo de **BUENO** (Art. 47)

Siendo las **18:40** horas del día **16** del mes de **JULIO** del año **2025**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Dr. Hector Raul Zacarias Ventura
DNI: 22515329
ORCID: 0000-0002-7210-5675
Presidente

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

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



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: **CYNTIA MILENA CARLOS VASQUEZ**, de la investigación titulada "COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024", con asesor(a) **SIMEON EDMUNDO CALIXTO VARGAS**, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1154-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 14 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 26 de junio de 2025



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



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

197. Carlos Vasquez Cyntia Milena.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1%
5	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%



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



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A Dios, por darme vida, salud, y sabiduría, permitiéndome contribuir con una investigación destacada para la Universidad de Huánuco.

A mis Padres y hermano por el respaldo tanto emocional cómo económico durante mi vida universitaria y la realización de mi proyecto, haciéndome sentir acompañada en todo momento a pesar de las adversidades.

Y, finalmente a mis colegas, que creyeron en mí y me motivaron a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Ing. Simeón Calixto Vargas por aconsejarme y estar pendiente de mi avance y a los jurados, al Mg. Frank Cámara Llanos, Ing Hector Zacarias Ventura, Ing. Milton Morales Aquino, quienes me brindaron la orientación durante la realización de mi proyecto como también por haberse dado el tiempo de visitar mi proyecto en campo.

A mis Padres y hermano por apoyarme en mi proceso de ejecución y ser quienes me motivaron a realizar este trabajo sin desistir.

A mi mejor amiga Heydi y colegas, por su compañía, sus consejos y sus charlas de apoyo moral con críticas constructivas.

Y a mí, porque me impulse con el apoyo de los presentes, para cerrar esta etapa con orgullo, sabiendo que estoy más cerca de alcanzar mi grado satisfactoriamente.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL.....	16
1.2.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS.....	16
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.5. LIMITACIONES INVESTIGACIÓN.....	19
1.6. VIABILIDAD INVESTIGACIÓN	19
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	22
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	25
2.2. BASES TEÓRICAS	33
2.2.1. CONTAMINACIÓN AL AMBIENTE	33

2.2.2.	CONTAMINACIÓN DE ORIGEN AGRÍCOLA	33
2.2.3.	CONSECUENCIAS AMBIENTALES POR FERTILIZANTES QUÍMICOS	33
2.2.4.	RESIDUOS GANADEROS	34
2.2.5.	ABONOS ORGÁNICOS	37
2.2.6.	TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS.....	37
2.2.7.	MICROORGANISMOS DE MONTAÑA	37
2.2.8.	BIODIGESTOR.....	46
2.2.9.	BIOL	50
2.2.10.	BIOSOL	56
2.2.11.	SECADO DEL BIOSOL	57
2.2.12.	DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA	57
2.2.13.	TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA	60
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	61
2.4.	HIPÓTESIS	65
2.5.	VARIABLES.....	65
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	66
CAPÍTULO III.....		67
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		67
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	67
3.1.1.	ENFOQUE.....	67
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL	67
3.1.3.	DISEÑO.....	68
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	69
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS... ..	70
CAPÍTULO IV.....		80
RESULTADOS.....		80

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	80
4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	86
CAPÍTULO V.....	89
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	89
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación del área del proyecto – San Sebastián de Quera.....	20
Tabla 2 Ubicación del área de recolección de Microorganismo de Montaña Salvia	20
Tabla 3 Diseño de grupos.....	69
Tabla 4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	71
Tabla 5 Insumos o ingredientes antes de la ejecución del proyecto	72
Tabla 6 Pautas, pasos o procedimientos durante la ejecución del proyecto.	73
Tabla 7 Procedimientos durante la etapa final del proyecto	75
Tabla 8 Etapa y Técnica del proyecto.....	79
Tabla 9 Parámetros físicos en el biol	80
Tabla 10 Indicadores nutricionales en el biol	81
Tabla 11 Parámetros químicos en el biol.....	83
Tabla 12 Cantidad de biol y biosol.....	84
Tabla 13 Prueba de normalidad de los datos	86
Tabla 14 Prueba de hipótesis	87
Tabla 15 Comparaciones múltiples con Tukey	88
Tabla 16 Concepto del valor de p.....	92
Tabla 17 Temperatura inicial de bioles	161
Tabla 18 pH inicial de bioles	162
Tabla 19 CE inicial de bioles.....	164
Tabla 20 T final de bioles.....	165
Tabla 21 pH final de bioles	166
Tabla 22 CE final de bioles	167
Tabla 23 Humedad (%).....	168
Tabla 24 Materia Seca (%)	168

Tabla 25 Densidad (g/cm ³).....	169
Tabla 26 N (Nitrógeno – g/L)	169
Tabla 27 P ₂ O ₅ (Fósforo - g/L)	170
Tabla 28 K (Potasio - g/L)	171
Tabla 29 Materia Orgánica (%).....	172
Tabla 30 Cenizas (%)	172
Tabla 31 Biol (Lt).....	173
Tabla 32 Biosol (Kg)	174

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Imagen satelital de la ubicación del proyecto	21
Figura 2 Nitratos	34
Figura 3 Microorganismo de montaña recolectados	39
Figura 4 Forma y color de micelios en hojarasca.....	39
Figura 5 Prueba de puño para humedad	42
Figura 6 Formación de MML.....	44
Figura 7 Proceso de biodigestión anaeróbica.....	47
Figura 8 Vista general de un suelo	51
Figura 9 Proceso de decantación	59
Figura 10 Trayectoria de los elementos clave de las materias primas.....	60
Figura 11 Procesamiento de datos	78
Figura 12 Parámetros físicos en el biol.....	80
Figura 13 Indicadores nutricionales en el biol.....	82
Figura 14 Parámetros químicos en el biol.....	83
Figura 15 Cantidad de biol y biosol.....	85
Figura 16 Temperatura inicial de bioles.....	162
Figura 17 Ph inicial de bioles.....	163
Figura 18 CE inicial de bioles.....	164
Figura 19 T final de bioles.....	165
Figura 20 pH final de bioles	166
Figura 21 CE final de bioles.....	167
Figura 22 N (Nitrógeno – g/L)	170
Figura 23 P2 O5 (Fósforo - g/L).....	170
Figura 24 K (Potasio - g/L).....	171
Figura 25 Biol (Lt)	173
Figura 26 Biosol (Kg)	174

RESUMEN

Esta investigación llevó por **título** “Comparación del efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024” que tuvo por **objetivo**, comparar el efecto degradativo que ejercen los microorganismos de montaña en la descomposición de tres tipos de estiércol animal, Huánuco, 2024. Además, la **metodología** empleada fue prospectiva, con nivel explicativa, de enfoque cuantitativo y diseño experimental, organizando tres grupos según las muestras seleccionadas: 8 Lt de microorganismo de montaña con excretas de gallina, 10 Lt con excretas de cuy, y 15 Lt con excretas de cordero. Los datos fueron recopilados en fichas de campo y se analizaron en laboratorio, utilizando estadística descriptiva e inferencial a través de Excel y SPSS versión 27. Los **resultados** permitieron definir que los parámetros físicos del biol, la media de la conductividad eléctrica es relativamente elevado, por lo que puede utilizarse en suelos de baja salinidad o favorecer el crecimiento foliar de las plantas como hortalizas (brócoli, col, coliflor, lechuga, tomate); ahora sobre los indicadores nutricionales sobre el P₂O₅ (g/L) posee mayores valores que el N(g/l) y el K (g/l), mientras que los parámetros químicos posee la media de los valores de pH en el cordero es de 6.00, en la gallina es 6.01, y en el cuy es 5.58, siendo moderadamente ácido el de cuy mientras que gallina y cordero son considerados base. Y por último, en la comparación de la cantidad de biol si existe diferencia obtenido a partir del estiércol de cordero pero en las comparaciones de las cantidades de biosol no existe diferencia, ello en virtud de que ninguno de los p-valor obtenidos es inferior a 0.05; se **concluye** que existe diferencia en el efecto degradativo que ejercen los microorganismos de montaña en la descomposición de tres tipos de estiércol animal, respecto a que se presenta diferencias significativas en las cantidades de los bioles pero no se presenta diferencias en el biosol.

Palabras clave: Biol, calidad, biodigestor batch, abono foliar, microorganismo de montaña sólido y líquido.

ABSTRACT

This research was entitled "Comparison of the degradative effect of mountain microorganisms on the decomposition of the three types of animal manure, Huánuco, 2024" which had as its objective, to compare the degradative effect exerted by mountain microorganisms on the decomposition of three types of animal manure, Huánuco, 2024. Furthermore, the methodology used was prospective, with an explanatory level, a quantitative approach and an experimental design, organizing three groups according to the selected samples: 8 L of mountain microorganisms with chicken droppings, 10 L with guinea pig droppings, and 15 L with lamb droppings. The data were collected in field cards and analyzed in the laboratory, using descriptive and inferential statistics through Excel and SPSS version 27. The results allowed us to define that the physical parameters of the biol, the average electrical conductivity is relatively high, so it can be used in low salinity soils or to promote the foliar growth of plants such as vegetables (broccoli, cabbage, cauliflower, lettuce, tomato); now on the nutritional indicators on P2O5 (g/L) it has higher values than N(g/l) and K (g/l), while the chemical parameters have the average pH values in lamb is 6.00, in chicken it is 6.01, and in guinea pig it is 5.58, being moderately acidic that of guinea pig while chicken and lamb are considered base. And finally, in the comparison of the amount of biol there is a difference obtained from lamb manure but in the comparisons of the quantities of biosol there is no difference, this because none of the p-value obtained is less than 0.05. It is concluded that there is a difference in the degradative effect exerted by mountain microorganisms on the decomposition of three types of animal manure, in that there are significant differences in the quantities of the biosols but no differences in the biosol.

Keywords: Biol, quality, batch biodigester, foliar fertilizer, solid and liquid mountain microorganism.

INTRODUCCIÓN

En Perú, el desarrollo agrícola ha dependido del uso intensivo de fertilizantes químicos, pero su manejo inadecuado, especialmente de residuos como envases y bolsas, ha generado preocupaciones ambientales. Aunque mejoran la producción de cultivos, su impacto desfavorable sobre el entorno natural suele ser ignorados.

El uso del abono foliar conocido como biof es fundamental para fomentar el crecimiento de las hojas de las plantas y/o cultivos en floración, reduciendo así su vulnerabilidad a las plagas. Además, la agricultura orgánica promueve la recuperación del suelo mediante el uso eficiente de recursos locales accesibles. Sin embargo, el uso intensivo de fertilizantes químicos ha incrementado los gastos de producción, degradación ambiental y riesgos para la salud humana.

En el área de estudio, según una encuesta diagnóstica que realicé en la localidad de San Sebastián de Quera, Santa María del Valle, Huánuco, reveló la existencia de recursos para la elaboración de biof. No obstante, los agricultores no los preparan por falta de interés, tiempo y conocimiento sobre el uso de materiales del campo para optimizar el crecimiento foliar de las plantas.

Esta investigación comparó biof de cordero, cuy y gallina, elaborados con insumos locales usando microorganismo de montaña como ingrediente autóctono en biodigestores de sistema batch.

Un valor añadido de esta investigación fue la obtención de datos primarios, ya que no existen estudios previos que comparen el efecto degradativo que ejercen los microorganismos de montaña en la descomposición de los tres tipos de estiércol de animal. Sin embargo, se comprobaron diferencias significativas entre los biof obtenidos a partir del estiércol de cordero, seguido de gallina y por último de cuy. Por otro lado, no existe diferencias significativas entre las cantidades de biosol obtenidos de las mismas muestras de estiércol.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Según la OCDE (2022), la ganadería representa aproximadamente dos tercios de las emisiones agrícolas de gases de efecto invernadero y, junto con la silvicultura y el uso del suelo, contribuye al 22 % de las emisiones antropogénicas. Según un informe basado en datos de 48 países miembros y once economías emergentes, el metano producido por la fermentación digestiva de los rumiantes constituye el 42 % de dichas emisiones. A esto se suma un 8 % generado por el estiércol, debido a la liberación de metano y óxido nitroso, además del impacto ambiental asociado a su disposición en el suelo.

Uno de los problemas más importantes que ha producido el desarrollo industrial ya que ha generado una elevada cantidad de residuos, convirtiéndose en uno de los problemas más significativos. Las explotaciones ganaderas de cría intensiva, como parte de esta industria, producen grandes volúmenes de residuos. Sin embargo, desde hace siglos, estos residuos han sido aplicados a la tierra como parte de un sistema de reciclaje natural que ha beneficiado tanto al entorno ecológico como a las comunidades que dependen de él. (Sánchez et al, 2016, p.23)

La capacidad contaminante de los residuos ganaderos está condicionada por varios factores, entre ellos el contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y metales pesados, destacando el cobre. Asimismo, estos residuos contienen comunidades microbianas con potencial dañino para la salud humana y animal, lo que implica un riesgo que requiere ser detectado y controlado. Entre estos microorganismos se encuentran bacterias, virus y hongos. Rodríguez (2002).

Además, desde hace varios años, la industrialización y la alta densidad urbana han impulsado la expansión hacia zonas rurales, reduciendo significativamente el suelo disponible para la actividad agroganadera.

Este fenómeno ha llevado a la instalación de numerosas explotaciones en áreas pequeñas y específicas, lo que ha generado la acumulación y concentración de grandes volúmenes de residuos sin suficiente espacio cercano para integrarlos en los suelos. Además, el uso de agua a presión en la limpieza de los establos diluye estos residuos, aumentando el volumen final y dando lugar a un material semilíquido denominado purín, cuya acumulación representa un desafío adicional (Sánchez et al, 2016, p.23).

Como consecuencia de todo ello, la percepción sobre algunos residuos animales ha evolucionado, y en muchas ocasiones se consideran más como desechos que como productos aprovechables (Sánchez et al, 2016, p. 24). Por lo tanto, no hay que olvidar que la agricultura orgánica se inicia con acciones orientadas a recuperar la fertilidad del suelo, utilizando eficientemente insumos locales de bajo costo; no obstante, el uso intensivo de agroquímicos ha elevado los costos y contribuido al deterioro ambiental, así como efectos perjudiciales en la salud humana (CENTA, 2020).

Por tanto, el aprovechamiento y reciclaje de estos materiales orgánicos residuales no solo incrementa la producción vegetal, sino que también reduce la generación de desechos, contribuyendo al control de la contaminación y a la protección del medio ambiente (Sánchez et al, 2016, p. 15).

Estas dificultades contrastan con las ventajas comparativas de Perú, uno de los principales centros de biodiversidad a nivel mundial, al contar con diferencias altitudinales que resultan en climas y condiciones ecológicas múltiples, con conocimiento específico en su gente, desarrollado a lo largo de muchísimos años. Se suele afirmar que la agricultura ecológica prospera en zonas vulnerables, donde, por su enfoque tradicional, requiere menos insumos externos, aprovecha la mano de obra disponible y se orienta al autoconsumo familiar.

No obstante, en Huánuco casi no se dispone de tecnología para agricultura sostenible, y la falta de voluntad tanto de las entidades como de la población dificulta la solución del urgente problema de la polución del entorno natural.

Ante este escenario, se hace evidente la urgencia de que la sociedad adopte nuevas tecnologías naturales y que se encuentren al alcance, para no solo reducir la carga de emisiones que provocan el efecto invernadero, sino también de las aguas contaminadas, suelos y del medioambiente.

En Huánuco, si se ha realizado preparaciones de bioles de acuerdo con la realidad de cada problemática existente en los pueblos rurales, y se ha visibilizado la efectividad de usos de biol en las plantas y suelo respectivo.

Además, en la localidad de San Sebastián de Quera, se viene realizando el proyecto “familias bioproductivas”, financiada por Transmantaro Isa Rep con apoyo de la empresa de Tereo Sac, donde se viene ejecutando la producción de biol y biogás, debido a la desinformación sobre la elaboración de bioles orgánicos ya que el uso de fertilizantes y bioles químicos genera contaminación en los suelos, en este centro poblado. Siendo así, este proyecto, una iniciativa que sirve para concientizar de manera más clara sobre la importancia de los bioles.

Asimismo, Rodríguez (2019) indican que los microorganismos de montaña comprenden micorrizas, hongos, bacterias, levaduras, algas y otros seres beneficiosos que conforman la fracción viva del suelo, además, es responsable de transformar los nutrientes en formas aprovechables por las plantas. Dónde su replicación tiene como objetivo recuperar las comunidades microbianas deterioradas por el uso de agroquímico o el manejo inadecuado del suelo.

Por lo que la presente investigación, presenta una alternativa para la funcionalidad de la variedad de estiércoles, recuperación de los suelos, y para diversificar la agricultura de la zona, que se realizará en la localidad de San Sebastián de Quera, situada en el distrito de Santa María del Valle, provincia y región de Huánuco.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cuál es el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024?

1.2.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS

¿Cuáles son los parámetros físicos en el biol debido a la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña?

¿Cuáles son los indicadores nutricionales en el biol producidos tras la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña?

¿Cuáles son los parámetros químicos en el biol producidos tras la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña?

¿Cuál es la cantidad de biol y biosol que se produce al descomponer los tres tipos de estiércol mediante los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir los parámetros físicos en el biol debido a la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña

Describir los indicadores nutricionales en el biol producidos tras la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña

Describir los parámetros químicos en el biol producidos tras la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña

Describir la cantidad de biol y biosol que se produce al descomponer los tres tipos de estiércol mediante los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Ambiental: Este proyecto contribuyó a realizar el manejo y gestión de residuos mediante el reciclaje del estiércol de animales (excremento cordero, cuy y gallina), siendo su objetivo general comparar las cantidades de la descomposición del estiércol a través de la generación de bioles mediante la intervención de los microorganismos de montaña, proveniente de bosques vírgenes o lugar que no ha tenido intervención de la mano del hombre durante mucho tiempo.

Considerando así a este microorganismo, como autóctono, sostenible y ecológicamente seguro para el uso de abonos sólidos y líquidos. Que se convierte en una alternativa eco amigable con el medio ambiente porque se realiza el reciclaje del estiércol de animales para poder descomponerlo más rápido mediante la intervención del microorganismo de montaña donde facilita el control de la expansión de vectores y enfermedades, lo que a su vez ayuda

a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, como el metano y el dióxido de carbono, dando como resultado el beneficio de poseer suelos más nutritivos mediante el uso de abono sólido y el uso de abono líquido para el crecimiento foliar de las plantas, donde se garantiza una calidad de vida siendo más duradera, disminuyendo uso de productos químicos y alcanzando así la sostenibilidad.

Económica: Esta investigación representa una opción innovadora para los agricultores, ya que optimiza el uso del estiércol animal para producir abonos orgánicos como biol y biosol, a través del uso de microorganismos de montaña a menor costo, siendo de buena calidad y eficiente para los cultivos y suelos agrícolas.

Social: La presente investigación permitió dar a conocer a la localidad de San Sebastián de Quera, demás zonas rurales de todo nuestro territorio, a la sociedad en general y a los diferentes órganos de gobierno, los beneficios que posee realizar el análisis comparativo de bioles usando microorganismos de montaña para determinar cuáles de los 3 tipos de estiércol (cuy, cordero, gallina), se ha descompuesto más rápido y cuál de ellos ha tendido un mejor comportamiento respecto a los nutrientes que deben poseer en sus respectivas cantidades para que sea óptimo para su uso y aplicación. Siendo así un aporte para futuros estudios de investigación sobre la identificación real del tipo de microorganismo de montaña encontrado en esta zona para saber que propiedades fisicoquímicas posee y así se pueda realizar posibles injertos y réplicas en otros lugares.

Por consiguiente, frente al uso de los mismos recursos que se tiene en campo y las soluciones que se brinda sobre la disposición final, aprovechamiento y reciclaje del estiércol de animales de manera eficiente y sostenible. Se puede afirmar, el incremento de la economía familiar, el beneficio de la salud humana y de sus generaciones futuras ya que al realizar un diagnóstico previo a como era antes la agricultura y al cómo es ahora, se comprueba que la educación ambiental es imprescindible en este sector

porque mediante ello se puede transmitir el conocimiento hacia esta población sobre cómo se puede utilizar los recursos naturales que poseen a su alcance.

Tecnológico: La aplicación de biotecnología, mediante la intervención de microorganismos de montaña en el reciclaje del estiércol animal, tuvo un rol fundamental en acelerar la descomposición de los residuos. Como resultado, se obtuvo abono orgánico líquido llamado biol y sólido llamado biosol en menos tiempo que con el sistema tradicional, optimizando el proceso de acuerdo con las condiciones climáticas de la zona.

1.5. LIMITACIONES INVESTIGACIÓN

Existe una carencia de información sobre sobre los insumos locales disponibles para la elaboración de biol, tales como los microorganismos de montaña y el reciclaje del estiércol animal para la obtención de abonos líquidos y sólidos. Esto ha favorecido, el uso frecuente de fertilizantes químicos como los bioles químicos foliares.

Además, la ubicación alejada del lugar de origen de los microorganismos de montaña requiere estar acompañado de una persona de la zona. Y la disponibilidad limitada de tiempo para realizar viajes frecuentes, esenciales para la investigación, se ve afectada por el costo ida y vuelta de cada viaje ubicado en el paradero del Jr. san martín y alameda.

1.6. VIABILIDAD INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue posible gracias a las siguientes razones:

Viabilidad económica: La aplicación de microorganismos de montaña para producir biol y reciclar estiércol animal es económicamente viable, gracias al acceso de materiales e insumos de la zona y tecnologías de bajo costo, lo que facilita su adopción en diversas zonas rurales. Además, se implementó un espacio para el desarrollo del proyecto, en la vivienda de un agricultor local, comprobando su viabilidad doméstica y posibles réplicas por otros agricultores de la zona.

Viabilidad ambiental: Este proyecto plantea una alternativa para disminuir el uso de fertilizantes líquidos foliares químicos en las plantas debido a que el biol tradicional es considerado un fertilizante fácil de preparar y de bajo costo, recomendado por su mínimo impacto ambiental negativo. Además, se tuvo asesoramiento profesional de docentes de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental y de técnicos en el área ambiental.

Viabilidad social: Esta investigación propone una solución local en el centro poblado de San Sebastián de Quera y demás zonas rurales, para descomponer excremento animal mediante biodigestores tradicionales enriquecidos con microorganismos de montaña, destacando sus múltiples beneficios como insumo natural autóctono para mejorar plantas y suelos.

Asimismo, se muestra la ubicación del área con las coordenadas UTM, WGS - 84:

Tabla 1

Ubicación del área del proyecto – San Sebastián de Quera

Coordenadas UTM	Altitud
Latitud: -9.851610° Longitud: -76.272875°	2.059 m.s.n.m
Sur: 9°51'5.88" Oeste: 76°16'22.87"	

Nota. Información recolectada del buscador de internet: Google Earth (2024) y de la aplicación UTM GEO MAP 3.9.1

Tabla 2

Ubicación del área de recolección de Microorganismo de Montaña - Salvia

Coordenadas UTM	Altitud
Latitud: -9.851610° Longitud: -76.272875°	2.624 m.s.n.m
Sur: 9°48'39.95" Oeste: 76°16'3.97"	

Nota. Información recolectada del buscador de internet: Google Earth (2024) y de la aplicación UTM GEO MAP 3.9.1

Figura 1

Imagen satelital de la ubicación del proyecto



Nota. Información recolectada del buscador de internet: Google Earth (2024), en donde se visualiza la ubicación del área del proyecto (San Sebastián de Quera) y la ubicación del área de recolección de microorganismo de montaña (Santa Rosa de Salvia).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

López et al (2023). Caracterización química de biofertilizantes inoculados con microorganismos de montaña, en el Departamento de Copán, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Tipo de estudio: Experimental, **Objetivo:** Analizar las características químicas de biofertilizantes con microorganismos de montaña (MM) en medio líquido contenido de sustratos orgánicos (estiércol bovino, porcino, gallinaza y un grupo de control sin inoculación de MM). **Metodología:** Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), conformado por cuatro tratamientos: T1: MM + estiércol bovino; T2: MM + estiércol porcino; T3: MM + gallinaza; C: MM sin adición de estiércol (control). Cada tratamiento se replicó tres veces, totalizando 12 unidades experimentales. La composición química fue evaluada en cinco momentos del tiempo de fermentación (TF): a los 15, 30, 45, 60 y 75 días, analizando pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO) y macronutrientes (NPK). **Resultados:** Se observaron variaciones químicas durante la fermentación: el pH tuvo una media de 6.10, con pico a los 45 días (6.76) y descenso a 5.99 a los 75 días. La conductividad eléctrica (CE) inició en 73.13 mS/cm, bajando gradualmente a 65.31 mS/cm, siendo T3 (gallinaza) el tratamiento con el valor más alto. La materia orgánica (MO) se mantuvo estable (media de 3.13 %), sin diferencias significativas entre tratamientos. En cuanto a macronutrientes, el nitrógeno promedió 1 %, con T3 mostrando el mayor valor (1.17 %). El fósforo aumentó progresivamente (0.44 % a 0.53 %), aunque T3 tuvo el valor más bajo (0.36 %). El potasio disminuyó con el tiempo, pero T3 destacó con el nivel más alto (1.60 %).

Conclusión: Los biofertilizantes con microorganismos de montaña, aunque no presentaron diferencias microbianas ni altos niveles de NPK, demostraron estabilidad química y se consolidan como alternativa orgánica sostenible frente a fertilizantes químicos.

Santacruz (2019), Elaboración de Biofertilizante a base de microorganismos de montaña activado, en estado sólido, Universidad técnica de babahoyo, Ecuador.

Tipo de estudio: Se emplearon tanto el método deductivo como el inductivo, **Objetivo:** Elaborar biofertilizante orgánico elaborado con microorganismos de montaña activados en estado sólido. **Metodología:** Primer paso: Recolección de microorganismos benéficos directamente en el campo, Segundo paso: Preparación del biofertilizante con microorganismos de montaña activado, Tercer paso: Colocación del material en tanque para reproducción microorganismos.

Resultados: Mediante observación directa, se determinó que los microorganismos de montaña pueden capturarse con trampas artesanales. Además, en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTB se identificaron nichos adecuados para colocar cebos, facilitando su captura y activación. Una vez convertidos en solución madre, pueden aplicarse en suelos, cultivos y abonos orgánicos. **Conclusión:** Se producen microorganismos de montaña activados en estado sólido mediante una técnica específica de activación, que debe realizarse una vez obtenida la base sólida de los MM. Estos microorganismos requieren al menos 30 días de reproducción anaeróbica en tanques de plástico. Los microorganismos de montaña activados (MMA) son una combinación de bacterias, hongos, levaduras y otros microorganismos benéficos, listos para su aplicación en el suelo, abonos orgánicos y como solución efectiva para el control de plagas y enfermedades en diversos cultivos.

Vallejos (2021), Análisis sobre la eficiencia de los microorganismos de montaña en el fortalecimiento de la diversidad biológica de los suelos agrícolas, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.

Tipo de estudio: Descriptiva, exploratoria, cuali-cuantitativa, **Objetivo:** Desarrollar una investigación basada en una revisión bibliográfica documental sobre la eficiencia del uso de Microorganismos de Montaña (MM) como estrategia para promover la diversidad biológica en suelos agrícolas. **Metodología:** La investigación se desarrolló en varias fases. En la primera fase, la búsqueda tuvo como objetivo definir el alcance del estudio mediante palabras clave y expresiones relevantes sobre el tema. Para ello, se aplicaron criterios de selectividad, centrándose en los términos "microorganismos eficientes" (ME), "microorganismos" (MO) y "microorganismos de montaña" (MM), Segunda fase: En esta fase se organizó la información de manera sistemática de toda la documentación encontrada, esta se hizo de dos formas manual, donde el autor especificó minuciosamente los descriptores requeridos para la adecuada catalogación de los documentos dentro del archivo, el cual fue sistematizado mediante carpetas y hojas de cálculo. Además, la clasificación se realizó con el apoyo de gestores bibliográficos: JabRef, Zotero, Mendeley, Endnote y Reference manager, Tercera fase: Los documentos seleccionados fueron objeto de un análisis riguroso y detallado, mediante el cual se corroboraron las ideas expuestas en la formulación del problema, así como las propuestas para su posible solución. **Resultados:** Los Microorganismos de Montaña (MM) desempeñan un papel fundamental en la mejora de los suelos agrícolas, al optimizar su estructura, la composición fisicoquímica, el contenido de materia orgánica, el desarrollo de la rizosfera, así como el rendimiento productivo y la fitosanidad de los cultivos.

La eficiencia de estos microorganismos está determinada por diversos factores, tales como las condiciones edafoclimáticas del entorno de aplicación, su origen y la calidad del proceso de elaboración.

Por ello, se recomienda su aplicación tanto en la fase sólida como líquida, ya que esta estrategia favorece su coexistencia, mejora su tasa de supervivencia y facilita su establecimiento en el suelo. A largo plazo, este proceso permitirá la formación de un nuevo complejo microbiológico benéfico, promoviendo suelos más saludables y productivos.

Conclusión: La eficiencia del uso de Microorganismos de Montaña (MM) en el fortalecimiento de la diversidad biológica de los suelos agrícolas abarca múltiples dimensiones, lo cual hace necesario delimitar el análisis a aspectos específicos. La revisión de diversos estudios señala que tanto los Microorganismos Eficientes (ME) como los de Montaña (MM) generan beneficios significativos en el suelo y en las plantas, al favorecer el desarrollo del complejo microbiológico y optimizar las condiciones de la rizosfera.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Leon et al (2019), Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo, Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad, Perú.

Tipo de estudio: Descriptivo, **Objetivo:** Evaluar si existe diferencias entre ambos componentes (biol y biosol), en donde los efluentes se prepararon a partir de estiércol fresco siendo depositados en un biodigestor, **Metodología:** se tomó 1 muestra el día cero, la 2, 3 y 4 se tomó en un intervalo de 15, 30, y 45 días, utilizando el Método de Kjeldahl se determinó Nitrógeno (N), Espectrofotometría atómica para determinar Potasio (K) y el Método de OLSEN para Fósforo (P). **Resultados:** En el biol obtenido del estiércol vacuno se observaron las siguientes variaciones, el Nitrógeno (N): disminuyó de 13.7 g/L (13700 mg/L) a 10.2 g/L (10200 mg/L) entre los días 0 y 45; Fósforo (P): descendió de 0.55672 g/L (556.72 mg/L) a 0.08656 g/L (86.56 mg/L); Potasio (K): disminuyó de 2.5048 g/L (2504.8 mg/L) a 1.1038 g/L (1103.8 mg/L).

Conclusión: El análisis estadístico mediante prueba T de Student evidenció que no existen diferencias significativas entre la concentración de nutrientes en los componentes biol y biosol, lo que permite concluir que ambos presentan la misma concentración, respecto al estiércol de ganado vacuno.

Gonzales (2021), Compostaje del estiércol proveniente del camal municipal mediante la utilización de aserrín, cascarilla de arroz y Microorganismos Descomponedores de Montaña, Lamas, 2021. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, sede Tarapoto.

Tipo de estudio: Explicativo, **Objetivo:** Realizar el compostaje de estiércol porcino del camal municipal mediante el uso de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021. **Metodología:** El estudio tiene un enfoque experimental, en el cual se incorporaron sobre las pilas composteras los siguientes sustratos: aserrín, cascarilla de arroz, Microorganismos de Montaña (MM) en estado líquido y estiércol. Detalladas, a continuación:

- T1: 60% estiércol + 40% cascarilla de arroz + MM
- T2: 60% estiércol + 40% aserrín + MM
- T3: 60% estiércol + 20% cascarilla de arroz + 20% de aserrín + MM
- T4: 100% estiércol + MM

Resultados: En primer lugar, el valor del pH del compost fue más alto en el T2, alcanzando 8.43, seguido por el T3 con 8.26. En contraste, el valor más bajo se registró en T1 con 8.04, seguido por el T4 con 8.03.

En segundo lugar, la conductividad eléctrica del compost fue mayor en el T1 con un valor de 3.11 mS/cm, seguido por el T4 con 2.85 mS/cm. Por otro lado, la menor conductividad eléctrica se registró en el T3 con 2.50 mS/cm, seguido por el T2 con 2.40 mS/cm.

En tercer lugar, el contenido de nitrógeno fue más alto en el T3 con 1.25%, seguido por el T4 con 1.12%. En cambio, el menor contenido de nitrógeno se observó en el T2 con 0.92%, seguido por el T1 con 0.86%.

Finalmente, el contenido de fósforo fue más elevado en el T3 con 0.78%, seguido por el T4 con 0.68%. Por el contrario, el menor contenido de fósforo se registró en el T1 con 0.65%, seguido por el T2 con 0.53%. **Conclusión:** Por medio del microorganismo de montaña, el compostaje del estiércol porcino representa una alternativa sostenible que ayuda a mitigar la contaminación del suelo, del agua y del aire. Además, Se respaldaron las características nutricionales de los diferentes compost de estiércol de cerdo del camal municipal, Lamas, 2021. Destacando el tratamiento 3 (estiércol (60%), cascarilla (20%), aserrín (20%) y MM), como el óptimo por su equilibrio de pH, conductividad eléctrica y contenido de macronutrientes (N, P, K).

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Mendoza (2021), Eficiencia de la biotecnología de microorganismos de montaña y eficaces en el tratamiento de residuos orgánicos municipales para la producción de compost y biol en la provincia de Ambo, Huánuco, 2020. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental, sede Cerro de Pasco, Perú.

Tipo de estudio: Cuasi – experimental, **Objetivo:** Determinar la eficiencia de la biotecnología de microorganismos de montaña y eficaces en el tratamiento de residuos orgánicos municipales, para producir compost y biol en la provincia de Ambo – Huánuco - 2020 , **Metodología:** Población: 16 pilas de compostaje con carga diaria de 500 kg de residuos orgánicos, Muestra: 7 pilas seleccionadas, con tres tratamientos experimentales: MM (microorganismos de montaña), ME (microorganismos eficaces), Control sin tratamiento; y cada tratamiento se aplicó con 3 repeticiones, utilizando 800 kg de materia orgánica por pila.

Además, para la producción de biol se utilizaron biodigestores cargados con 70 litros de lixiviado de compost, donde se realizó el monitoreo de pH, temperatura y humedad; y análisis de laboratorio en las muestras B1 (MM) y B2(EM), **Resultados:** Análisis químico de biol

según tratamiento revela que el biol tipo B1 presenta concentraciones más altas de nitrógeno (15.28 g/L), fósforo (2.91 g/L), potasio (2.11 g/L), magnesio, hierro, manganeso y cobre, mientras que el biol B2 destaca ligeramente en calcio (1.86 g/L) y zinc (2.45 mg/L) y a pesar de estas diferencias puntuales, el análisis estadístico demuestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos con microorganismos de montaña y microorganismos eficaces, lo que indica que sus composiciones nutricionales están estadísticamente relacionadas. Sin embargo, en la producción de biol, los microorganismos de montaña demostraron mayor eficiencia que los eficaces, con mejor capacidad de transformación química y estabilización del sustrato líquido en el tratamiento de lixiviados de residuos orgánicos. **Conclusión:** La biotecnología basada en microorganismos de montaña (MM) ofrece ventajas comparativas significativas en la producción de biol frente a los microorganismos eficaces (EM). Aunque ambos tratamientos son funcionales en la degradación de residuos sólidos, los microorganismos de montaña muestran una mayor eficacia en entornos líquidos destinados a la producción de biol, lo que respalda su aplicación en estrategias agroecológicas sostenibles y optimización de biotecnología rural.

Aguirre (2022), evaluación de la calidad del Biol producido mediante un sistema de biodigestión semicontinua a partir de estiércol de cuy y hojas de plátano, Huánuco, 2021.

Tipo de estudio: Experimental, **Objetivo:** Evaluación de la calidad del biol generado a partir de estiércol de cuy (*Cavia porcellus*) y hojas de plátano (*Musa x paradisiaca*) mediante un biodigestor semicontinuo, en el distrito de Amarilis, provincia y región Huánuco (2019).

Metodología: fue un estudio prospectivo, de nivel aplicativo y enfoque cuantitativo, diseñado experimentalmente con tres grupos.

Se evaluaron tres formulaciones de biol: Biol X (12.5% excretas animales + 12.5% residuos de plátano), Biol Y (16.6% excretas animales + 8.3% residuos de plátano) y Biol Z (8.3% excretas animales + 16.6% residuos de plátano). Los datos fueron recopilados en fichas técnicas en intervalos de 30, 60 y 90 días, y analizados mediante estadística descriptiva e inferencial con Excel y SPSS v23. **Resultados:** Se observó una relación directa entre el tiempo y las concentraciones de pH y conductividad eléctrica, mientras que la humedad mostró una relación inversa, con una significancia aproximada de 0.1. En cuanto a los parámetros químicos N, P y K, se identificó una relación directa con el tiempo de biodigestión. A los 90 días, los parámetros físicos fueron, Biol X con 11,94 (PH); 23,54 (CE) y 94,58 (Humedad); Biol Y con 11,89 (PH); 22,14 (CE); y 96,21 (Humedad), Biol Z con 11,74 (PH); 12,57 (CE); y 97,72 (Humedad). Y los parámetros químicos fueron, Biol X con 3,68 (N); 0,28 (P₂O₅); y 3,71 (K). Biol Y con 3,39 (N); 0,19 (P₂O₅); y 3,49 (K). Biol Z con 3,04 (N); 0,15 (P₂O₅); y 2,84 (K). Estos resultados evidencian que los tres bioles alcanzaron parámetros fisicoquímicos con contenidos elevados, lo que respalda su potencial como insumo productivo para el mejoramiento de cultivos. **Conclusión:** La producción de biol se presenta como una alternativa sostenible para generar abonos orgánicos, permitiendo el aprovechamiento controlado de los residuos generados en la ciudad de Huánuco.

Elguera (2020), "Efecto de la aplicación de bioles elaborados a partir de estiércol de cuy, cerdo y vacuno en el cultivo de papaya (Carica papaya) ubicado en Santa Rosa de Pata, distrito y provincia de Puerto Inca, Huánuco, 2019"

Tipo de estudio: Experimental, **Objetivo:** Evaluar el efecto de la aplicación de los bioles elaborados a partir de estiércoles de cuy, vacuno y cerdo sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de papaya (Carica papaya) en la localidad de Santa Rosa de Pata.

Metodología: Se empleó una proporción de mezcla 1:3, añadiendo tres litros de insumo líquido por cada kilogramo de insumo sólido.

La formulación se mantuvo constante para los tres tipos de biol, diferenciándose únicamente en la fuente del estiércol utilizado: vacuno, cuy y cerdo. La composición de los insumos fue la siguiente: **Insumo sólido:** 15 kg de estiércol + 2.5 kg de kudzu + 0.9 kg de ceniza + 0.2 kg de levadura = 18.6 kg. **Insumo líquido:** 57 litros de agua + 1.65 litros de melaza + 1.3 litros de leche + 0.3 litros de EM = 60.25 litros.

Resultados: Se encontró una diferencia significativa en los valores físicos del proceso. En cuanto a los valores nutricionales, se interpretaron directamente sin aplicar análisis estadístico. Se observó un efecto significativo de los bioles en el crecimiento y rendimiento de la papaya, evidenciando diferencias notables entre los tratamientos aplicados. Además, los tres bioles mantuvieron temperaturas dentro del rango mesófilo y presentaron un pH entre 5.33 (B1), 6.25(B2) y 6.95(B3) y una C.E entre 1113.71×10 us/cm (B1), 1235.43×10 us/cm (B2) y 1046.00×10 us/cm (B3). Además, mejorar este texto: Elaborar una investigación de revisión bibliográfica documental sobre la eficiencia del uso de Microorganismos de Montaña (MM), para potenciar la diversidad biológica de los suelos agrícolas. En la variable de crecimiento, se registraron diferencias estadísticamente significativas en la altura de inserción de la primera flor y del primer fruto, lo que indica que los tratamientos con bioles favorecieron un desarrollo más acelerado de la planta. Por el contrario, no se observaron diferencias significativas en el número de hojas ni en el diámetro basal del tallo, aunque ambos parámetros se mantuvieron dentro de los rangos considerados normales para un crecimiento adecuado. En cuanto a la variable de rendimiento, no se evidenciaron diferencias significativas en el número de frutos por planta ni en el peso total de los frutos obtenidos. Sin embargo, los resultados mostraron variaciones entre los tratamientos: T0 alcanzó 9.58 unidades/planta, seguido de T2 con 8.75 unidades/planta, mientras que T1 registró 12.14 kg/planta, seguido de T0 con 11.97 kg/planta.

Asimismo, se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso individual del fruto, así como en sus dimensiones longitudinales (eje mayor) y transversales (eje menor), predominando en todas estas variables el tratamiento T1.

Conclusión: Se constató que, entre los valores físicos del proceso y los contenidos nutricionales de los bioles elaborados, el pH presentó diferencias estadísticamente significativas, mientras que la temperatura y la conductividad eléctrica no mostraron variaciones significativas entre los tratamientos. Debido a la ausencia de repeticiones, los valores nutricionales no fueron sometidos a análisis estadístico, optándose por una interpretación directa de los resultados de laboratorio.

Además, se confirmó que la aplicación de bioles influye positivamente en el crecimiento del cultivo de papaya. No obstante, en los cuatro tratamientos evaluados, tanto el número de hojas por planta como el diámetro basal del tallo se mantuvieron dentro de los rangos normales y no presentaron diferencias significativas, lo que sugiere que la aplicación de bioles y fertilizante mineral genera efectos similares en dichos parámetros.

Vincula (2020), determinación de microorganismos eficientes a partir de residuos de hojarasca en la montaña ubicada en la margen derecha del río Cozo, distrito de Quisqui, provincia y departamento de Huánuco. Universidad de Huánuco, 2019.

Tipo de estudio: Experimental, **Objetivo:** Determinar microorganismos eficientes a partir de desechos de hojarasca en la montaña ubicada en la margen derecha del río Cozo, distrito de Quisqui, provincia y departamento de Huánuco (2019). **Metodología:** Se aplicó un enfoque mixto, integrando elementos cualitativos y cuantitativos, bajo un Diseño Completo al Azar (DCA).

En el cuál, se trabajó con una única muestra de 1 mL proveniente de diferentes tubos de ensayo, la cual fue inoculada en placas Petri con medios de cultivo específicos, donde los resultados confirmaron la presencia de *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp., actinomicetos y *Pseudomonas* spp

Resultados:

- Primero: se recolectó la hojarasca seleccionada del bosque ubicado en la margen derecha del río Cozo, en la zona denominada Paccha. Cabe resaltar que el proceso de selección y recolección de hojarasca incluyó tres actividades diferenciadas y sistematizadas.
- Segundo: se preparó la mezcla para el cultivo de MEM a partir de dos sacos de hojarasca recolectada, siguiendo la metodología del CNEAO-INA.
- Tercero: Después de 30 días de reposo para el crecimiento de los MEM, se procedió al aislamiento de microorganismos mediante cultivos genéricos. Se identificaron cinco tipos de cultivos: Agar Sabouraud (levaduras), Agar Nutritivo (*Bacillus* spp.), Agar Avena (actinomicetos), Agar Cetrímide (*Pseudomonas* spp.) y Agar Rogosa (*Lactobacillus* spp.).
- Cuarto: Por último, Tras identificar las especies microbianas, se procedió a su caracterización *in vitro* de los MM aislados mediante la técnica de tinción de Gram.

Conclusión: Se identificaron microorganismos benéficos de montaña con relevancia biotecnológica.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CONTAMINACIÓN AL AMBIENTE

La contaminación ambiental es resultado de las actividades humanas, las cuales introducen contaminantes en el entorno, superando los niveles o concentraciones máximas permitidas. Además, es importante considerar que estos contaminantes tienen un carácter acumulativo en los ecosistemas, como lo señala el Ministerio del Ambiente (2016).

2.2.2. CONTAMINACIÓN DE ORIGEN AGRÍCOLA

La producción agropecuaria es una fuente significativa de contaminación ambiental, ya que introduce fosfatos, nitratos y plaguicidas en el agua. Además, genera gases de efecto invernadero como el metano y el óxido nitroso, los cuales contribuyen a la contaminación del aire y el agua. El uso de agroquímicos en la agricultura no solo provoca la degradación de los suelos y su salinización, sino que también representa un desafío para las futuras generaciones debido a su impacto ambiental acumulativo como lo señala la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015).

2.2.3. CONSECUENCIAS AMBIENTALES POR FERTILIZANTES QUÍMICOS

Según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2024), el uso intensivo de fertilizantes constituye un riesgo ambiental significativo, dado que el exceso de nutrientes puede provocar la contaminación de cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneos. La forma más frecuente de contaminación está asociada al nitrato, el cual se infiltra en el agua a través de procesos como la filtración y la escorrentía.

Además, European Commission (2024) menciona que como parte de los nitratos es la oxidación de amoníaco procedente de residuos animales, como se puede visualizar en la siguiente imagen.

Figura 2
Nitratos



Nota. La figura muestra el impacto de los nitratos, European Commission (2024)

2.2.4. RESIDUOS GANADEROS

Los residuos derivados del consumo de biomasa vegetal por parte de los animales se incluyen en la categoría de biomasa animal. Su origen puede estar asociado a animales vivos, generando purines y estiércoles, o a animales muertos, produciendo residuos de matadero (Morales, 2013).

En esta investigación se han considerado los residuos orgánicos provenientes de los animales, los cuales incluyen:

Estiércol de animal:

Según Ruiz (2012), menciona que dependientemente de su origen, el estiércol tiene condiciones bioquímicas inestables que pueden afectar los cultivos. Es más, puede que el nitrógeno amoniacal influye en el pH y la acidez del suelo, impactando su desarrollo. Ya que, una cantidad elevada de nitrógeno amoniacal en un cultivo puede llegar a quemar las raíces por el aumento de temperatura.

En consecuencia, se recomienda realizar la maduración o compostaje del estiércol en espacios alejados del huerto o área de cultivo, a fin de asegurar la estabilización adecuada de sus componentes orgánicos y químicos. Esto puede lograrse compostándolo junto con otros materiales o permitiendo su estabilización natural sin añadir otros compuestos. Aunque ambos procesos comparten ciertas etapas, la estabilización del estiércol y el compostaje son distintos, ya que este último involucra otros productos, como restos vegetales.

Según Cairo (2017), son residuos sólidos de la alimentación y digestión animal, conocidos como excretas. El estiércol bien descompuesto aporta materia orgánica y nutrientes esenciales al suelo.

a) Estiércol de gallina:

Debido a su riqueza en nutrientes, la gallinaza se utiliza ampliamente como fertilizante natural en suelos agrícolas y como complemento nutricional en la dieta del ganado.

Esto se explica porque las gallinas solo son capaces de asimilar entre el 30 % y el 40 % de los nutrientes contenidos en su dieta, dejando en su estiércol el 60% a 70% restante. Además, debido a la elevada concentración de nitrógeno, la gallinaza, es esencial para la asimilación de otros nutrientes, la formación de proteínas y la absorción de energía a nivel celular.

El carbono, presente en cantidad considerable, es esencial para la absorción del oxígeno y los procesos vitales celulares.

El fósforo y el potasio son nutrientes esenciales para la función celular, y la gallinaza se destaca como un fertilizante orgánico completo que enriquece el suelo con macronutrientes clave como nitrógeno, fósforo, potasio y carbono.

En promedio, para obtener buenos resultados, se recomienda aplicar entre 600 - 700 g/m² de cultivo.

Sin embargo, si el suelo presenta signos de empobrecimiento, la cantidad necesaria podría aumentar hasta 1 kg por metro cuadrado (Barrera, 2016, p. 26).

b) Estiércol de cuy:

Molina (2012) señala que el estiércol de cuy ofrece múltiples beneficios, especialmente en la producción de abonos orgánicos. Además, es uno de los mejores abonos orgánicos, junto con el estiércol de caballo, destacando por su presentación en polvo, ausencia de olores y su capacidad para no atraer moscas. Su uso en cultivos permite una fertilización limpia y sostenible sin afectar el entorno natural.

c) Estiércol de oveja:

Según Ruiz (2012), se considera un fertilizante equilibrado con beneficios para suelo y plantas; sin embargo, los estiércoles de oveja y cabra pueden contener muchas semillas adventicias provenientes de la vegetación que consumen mientras pastan en campos agrestes. Gran parte de estas semillas presentes en el estiércol de pequeños rumiantes conservan su capacidad de germinar tras pasar por su sistema digestivo.

Por lo general, se considera que los estiércoles de oveja y cabra son reconocidos entre los más beneficiosos, especialmente cuando los animales han pastado en zonas de monte, ya que en esos entornos ingieren una amplia diversidad de especies silvestres que enriquecen su valor agronómico.

Es decir, destacan por ser equilibrados y menos ácidos; incluso, suelen ser hasta básicos en comparación con otros, como el estiércol de caballo o vaca. Esto se debe a que contienen la menor cantidad de nitrógeno, lo que resulta en una baja relación C/N. En términos generales, presentan un valor de 15, cuando lo ideal suele situarse entre 20 y 25.

Gracias a su relación C/N más baja, es posible añadir una mayor dosis de abono sin riesgo de exceder los límites permitidos de nitrógeno.

Además, este tipo de fertilización aporta cantidades significativas de otros elementos clave, como potasio y fósforo, fundamentales para el desarrollo de las plantas.

2.2.5. ABONOS ORGÁNICOS

Los abonos orgánicos, según el INIA (2016), provienen de residuos vegetales o animales donde a través de su descomposición, enriquecen el suelo con nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, favorecen el equilibrio y la mejora integral del suelo a nivel biológico, químico y físico.

2.2.6. TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS

Los fertilizantes orgánicos se dividen en dos categorías principales: sólidos, que se aplican directamente al suelo, y líquidos, que pueden utilizarse tanto vía foliar como en aplicaciones al suelo. Entre los más utilizados en la agricultura destacan el compost, el bokashi, el humus de lombriz, los biofertilizantes, los bioles y diversos abonos foliares, como el súper magro, el té de compost o de guano, y los purines (INIA, 2016).

2.2.7. MICROORGANISMOS DE MONTAÑA

Según Suchini (2012), se trata principalmente de colonias de hongos, bacterias y levaduras beneficiosas que habitan de forma natural en distintos ecosistemas. En estos ambientes, la degradación de la materia orgánica libera nutrientes esenciales que favorecen el desarrollo de la flora, como ocurre en bosques mixtos y latifoliados, así como en plantaciones de café, bambú y otros ecosistemas.

Según la página web El Humedal, los MM tienen una consistencia acolchada, un color negro intenso y un aroma característico a tierra mojada. Estos microorganismos poseen una memoria geobiológica que les permite desarrollarse y evolucionar en armonía con los bosques naturales, adaptándose a las condiciones climáticas de la región (2019, párr. 2).

Según Suchini (2012), la identificación de los tipos de MM presentes en la hojarasca de montaña en descomposición se basa en el color de sus colonias, que pueden ser verdes, anaranjadas, blancas, entre otras. Estos colores se perciben con mayor claridad al inicio y al final de los periodos lluviosos.

Microorganismos de montaña sólido

Según la página web El Humedal, la recolección de MM se realiza preferiblemente en verano u otoño debido a su alto contenido de humedad. Para seleccionar el bosque natural adecuado, es fundamental elegir áreas con mínima o nula intervención humana, especialmente aquellas que no han sido tratadas con agroquímicos en al menos los últimos 3 a 5 años. Además, al recolectar los microorganismos de montaña, se debe procurar minimizar el impacto en el ecosistema, extrayendo el mantillo de manera dispersa (2019, párr. 3).

Según Suchini (2012), es recomendable recolectar los MM en bosques o plantaciones como las mencionadas anteriormente, preferiblemente en áreas con poca presencia humana. Esto ayuda a prevenir la propagación de bacterias y hongos dañinos para la salud humana y los cultivos.

Según ARPE (2009), el inóculo de microorganismos se puede encontrar en bosques naturales con áreas protegidas del sol, cierto nivel de humedad y sin intervención humana durante años. Para su identificación, se debe retirar la primera capa superficial de unos 2 cm formada por hojas y materiales recién caídos, aún sin descomposición. Posteriormente, se recoge la segunda capa, rica en microorganismos. Es importante descartar las muestras que contengan cepas de color oscuro.

Según ARPE (2009), los microorganismos desempeñan diversas funciones esenciales en el suelo y los ecosistemas:

- **Degradación de la materia orgánica**, convirtiéndola en nutrientes asimilables por las plantas.
- **Competencia con microorganismos dañinos**, reduciendo su presencia y favoreciendo el equilibrio biológico.
- **Reciclaje de nutrientes**, asegurando su disponibilidad para el desarrollo vegetal.
- **Fijación de nitrógeno en el suelo**, mejorando su fertilidad de manera natural.
- **Degradación de sustancias tóxicas**, como pesticidas, contribuyendo a la descontaminación del suelo.
- **Formación de componentes naturales**, que mejoran la textura y estructura del suelo

Identificación de Microorganismo de montaña sólido

Según CENTA (2020), los microorganismos de montaña comprenden hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y otros organismos benéficos. Se encuentran de manera natural en los suelos montañosos, bosques, cultivos de bambú y áreas sombreadas, especialmente en sitios libres de agroquímicos en al menos tres años.

Bajo la hojarasca del suelo, es común observar micelios blancos que permiten su fácil identificación, como se observa en las siguientes figuras:

Figura 3
Microorganismo de montaña recolectados



Figura 4
Forma y color de micelios en hojarasca



Nota. En el inciso a. se muestra MMS recolectados y en el inciso b. se muestra la forma y color del mantillo de MMS, (CENTA, 2020)

Materiales para la reproducción de Microorganismo de montaña sólido: Preparación de Microorganismo en medio sólido.

- 10 kilos de Microorganismos de Montaña Sólido (MMS)
- 10 kilos de afrecho / semolina de arroz
- 04 kilos de melaza
- 06 litros de agua de riego
- 01 bidón de plástico de 60 litros de capacidad con tapa y seguro hermético
- 01 pala
- 01 costal
- 01 mazo de madera
- 01 manguera

Recolección de Microorganismo de montaña sólido (MMS)

Según (CENTA, 2020), los microorganismos son más eficientes cuando se recolectan cerca del sitio de uso, ya que están mejor adaptados a esas condiciones, debido a que se adaptan a las condiciones ambientales locales, como el tipo de materia orgánica, la temperatura y la humedad.

Para su recolección, se aparta la capa superficial de hojas y se extrae la hojarasca en descomposición, rica en microorganismos benéficos, para posteriormente almacenarla en bolsas o sacos.

Agua de riego / regadío

Según Solen (2022), el agua utilizada para el riego agrícola puede provenir de diversas fuentes naturales, como la lluvia, ríos, lagos, lagunas, deshielos y vertientes subterráneas. Es fundamental que su uso se gestione de manera sostenible para preservar estos recursos y garantizar su disponibilidad a largo plazo.

Como también puede provenir de fuentes alternativas, como la reutilización de agua tratada en estaciones municipales y el agua residual de alcantarillado.

Cabe recalcar que, en esta presente investigación, el agua de regadío proviene de fuentes naturales, cómo se menciona en el primer párrafo, debido a que es recomendable para preparar abonos orgánicos sólidos o líquidos / folear, usar agua sin cloro.

Por ello, la página web AUDA (2023) menciona que; utilizar agua clorada para regar puede causar daños a cualquier planta, arbustos, flores, árboles e incluso el suelo. Afortunadamente, hay solución y esta viene a ser la forma más sencilla y económica que es utilizar el agua de lluvia recogida previamente en un colector de aguas pluviales o envase u otro. Debido a que el agua de lluvia no contiene cloro y es rica en nutrientes naturales para las plantas.

Afrecho

El afrecho o salvado de arroz está constituido por los tegumentos y el germen del grano separados del arroz al prepararlo para la alimentación humana. Este afrecho tiene una composición variable dependiendo de la cantidad de cáscara que viene incluida en el proceso de la molienda. Contiene como término medio de 10 a 12% de proteína, 68% TND, 13 a 14 % de grasa y 15 a 17 % de fibra.

Este subproducto es muy apetecido por los animales cuando está fresco, pero a veces se enrancia durante el almacenamiento (Castro, 1984).

Melaza

Según (Candelario, 1955), la melaza de caña de azúcar, utilizada en la alimentación del ganado, es un subproducto de la industria azucarera. Se trata del líquido residual que queda tras la cristalización de la mayor parte de los azúcares presentes en el jugo de la caña. En promedio, la industrialización de una tonelada de caña genera alrededor de 450 libras de melaza.

Es un alimento concentrado en hidrocarburos, destacándose por su alto contenido de azúcares, que representan aproximadamente el 60% de su composición y constituyen su principal valor nutricional.

Pasos del procedimiento:

Etapas de limpieza y fragmentación: eliminar elementos como piedras y ramas voluminosas, y proceder al desmenuzamiento manual del material para optimizar su posterior manejo.

Incorporación de afrecho: Agregar 10 kilogramos de afrecho al cultivo de microorganismos de montaña y mezclar cuidadosamente con pala. Repetir de 2 a 3 volteos para asegurar una distribución uniforme.

Disolver melaza con agua: Usar un balde de 4lt aproximadamente y agua de regadío

Agregar melaza a la mezcla: Añadir melaza hasta obtener la humedad óptima, aplicando la prueba del puño como método de referencia.

Figura 5
Prueba de puño para humedad

Para medir manualmente el contenido de humedad en el sustrato, se emplea la técnica del puño. Esta prueba consiste en tomar una porción del sustrato con una mano, apretarlo con firmeza y observar la cantidad de líquido que se desprende. Si se obtienen entre 8 y 10 gotas, la humedad se encuentra aproximadamente en un 80%.



Nota. Salinas et al (2018)

Colocación de la mezcla en el bidón: Formar capas de aproximadamente 15 cm y compactarlas con un mazo de madera para asegurar una adecuada densidad.

Al finalizar el llenado, es importante dejar un espacio vacío de unos 10 cm entre la tapa y el contenido compactado para permitir una correcta fermentación.

Sellado del bidón: Cerrar herméticamente el barril utilizando un aro metálico, hule o plástico para garantizar un adecuado aislamiento.

Dejar reposar entre 15 y 20 días en un lugar fresco y sombreado, lo que favorece la multiplicación de los microorganismos. Al abrir el bidón, debe percibirse un aroma agradable a fermentado, y el MMS debe presentar una tonalidad café claro.

Microorganismos de montaña líquido

El MM líquido corresponde a la fase activa de los microorganismos de montaña, compuestos por bacterias fotosintéticas, hongos benéficos, bacterias productoras de ácido láctico y levaduras, están listos para su aplicación directa en el campo. En contraste, el MM sólido es su fase de conservación, utilizada para mantener su viabilidad hasta el momento de su uso (Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible,2020). Y se divide en 4 procesos de formación, ARPE (2009).

- **Bacterias fotosintéticas:** Aprovechan la luz solar y el calor, en conjunto con compuestos exudados por las raíces, contribuyen a la síntesis de vitaminas y nutrientes. Al establecerse en el suelo, favorecen el crecimiento de microorganismos benéficos como fijadores de nitrógeno, actinomicetos y micorrizas, mejorando la fertilidad del ecosistema.
- **Actinomicetos:** Son microorganismos benéficos que regulan la proliferación de hongos y bacterias patógenas causantes de enfermedades. Además, fortalecen la resistencia de las plantas al interactuar con patógenos debilitados, contribuyendo a su protección y desarrollo saludable.
- **Bacterias productoras de ácido láctico:** El ácido láctico contribuye a regular el equilibrio de ciertos grupos de microorganismos, como el hongo *Fusarium*, ayudando a prevenir

su proliferación. Además, estas bacterias, al fermentar materia orgánica, generan nutrientes esenciales que favorecen el desarrollo vegetal.

- **Levaduras:** Se generan bacterias que aprovechan los compuestos liberados por las raíces y la materia orgánica para sintetizar vitaminas y estimular la actividad de otros microorganismos del suelo, favoreciendo su equilibrio y fertilidad.

Figura 6
Formación de MML



Nota. Recopilado de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible (2020)

Beneficios

- Reduce la dependencia de insumos químicos, lo que disminuye costos y mejora los ingresos del productor.
- Favorece la descomposición de materia orgánica, aumentando la disponibilidad de nutrientes y mejorando la calidad del suelo.
- Inhibe el desarrollo de microorganismos dañinos y contribuye a la degradación de sustancias tóxicas como plaguicidas.
- Estimula procesos hormonales en las plantas, favoreciendo el follaje, la floración, la fructificación y acelerando la germinación de semillas.

- Mejora la digestión en los animales al ser incorporado en agua y alimento.
- Reduce la degradación ambiental y la liberación de gases que contribuyen al efecto invernadero al sustituir fertilizantes químicos nitrogenados por insumos naturales.
- Promueve cultivos más saludables, lo que mejora la calidad de vida de quienes los consumen.
- El MM líquido es la base para la producción de biofermentos y biopesticidas, además de acelerar la descomposición del compost.

Reproducción de Microorganismo de Montaña Líquido (MML)

La reproducción de microorganismos de montaña en medio líquido permite incrementar la población de microorganismos benéficos previamente cultivados en medio sólido, optimizando su eficacia y disponibilidad.

Materiales para la reproducción de Microorganismo de montaña líquido:

- 3 kilos, 3 kilos y 4 kilos de Microorganismos de Montaña Sólido (MMS)
- 02 bidones de plástico de 60 litros y 01 bidón de plástico de 80 litros de capacidad con tapa y seguro hermético
- 1.2 kilos, 1.2 kilos, 1.6 kilos de melaza
- 40 litros, 40 litros y 60 litros de agua de riego es decir sin cloro
- 01 pala
- 01 saco o bolsa de tocuyo o tela de 50cm x 50cm
- 40 cm de Hilo de Nylon para cada bolsa de tela
- 01 manguera
- 01 balde de 4 litros

Pasos del procedimiento:

Colocar: Introducir 10 kilos de microorganismos de montaña sólidos (MMS) en una bolsa de tocuyo.

Mezclar: Disolver 1 balde de melaza (4 kilos) en 140 litros de agua sin cloro y remover con un palo de madera u otro utensilio adecuado.

Sumergir: Introducir la bolsa con los microorganismos sólidos dentro de los bidones, tal como una infusión de té.

Completar: Añadir agua sin cloro hasta alcanzar un total de 140 litros en los bidones.

Cerrar y sellar: Tapar el bidón herméticamente y dejarlo reposar en un lugar protegido de la luz, el sol y la lluvia. Mantenerlo en reposo durante al menos 15 días, tiempo en el que se produce levadura, para luego utilizarlo en el biodigestor.

2.2.8. BIODIGESTOR

El uso de biodigestores representa un ejemplo destacado de Tecnología Socialmente Apropriada (TSA), considerada una tecnología limpia y sustentable. Su implementación permite la producción de biogás para uso doméstico y comercial, junto con la generación de biofertilizantes en forma líquida y sólida (Viera et al., 2015). Además, según Flores (2003), es el producto de la degradación, mediante bacterias metanogénicas en recipientes sin oxígeno, y sus etapas más importantes de este proceso son:

a) **La hidrólisis:** Son las enzimas extracelulares de las bacterias hidrolizan los componentes complejos de las materias primas, como celulosa, proteínas y lípidos, transformándolos en compuestos solubles como azúcares, aminoácidos y grasas.

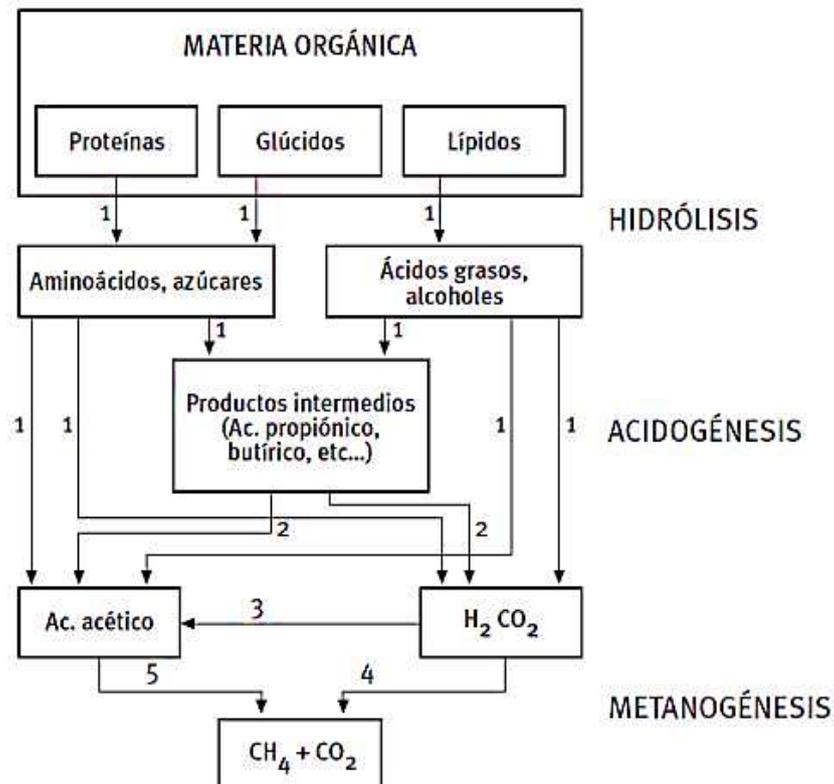
b) **La acidogénesis:** Los compuestos solubles se fermentan, dando lugar a ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico), alcoholes, hidrógeno y CO₂ en la etapa fermentativa.

c) **La acetanogénesis:** Sucede cuando Las bacterias acetogénicas oxidan el ácido propiónico y butírico, generando ácido acético e hidrógeno, esenciales para la generación de metano.

d) La generación de metano

Figura 7

Proceso de biodigestión anaeróbica



Nota. La figura muestra el flujograma del proceso de transformación de la materia orgánica, Biodisol (2010)

Tipo de Biodigestor

Discontinuo o sistema batch

Según Castro (2024), se trata de un tanque hermético que se llena completamente en una sola carga y no se vuelve a recargar hasta que ha dejado de producir biogás.

El gas producido se almacena en una manguera conectada, denominado gasómetro, ubicado en la parte superior del tanque.

Este tipo de biodigestor es ideal cuando la disponibilidad de desechos orgánicos es intermitente, debido a que este tipo de biodigestor se llena en una única carga y se descarga una vez finalizada la fermentación anaeróbica, es decir, cuando deja de producir gas. Cuenta con una única entrada para la carga y descarga del material digerido. El proceso de descomposición anaeróbica tiene una duración de entre 2 y 4 meses, dependiendo de las condiciones climáticas: cálido, templado o frío, porque la temperatura influye en la rapidez de reacción dentro del reactor (Arrieta, 2016).

Importancia del Biodigestor

Tratamiento y reciclaje de residuos orgánicos.

Los biodigestores representan una solución tecnológica eficiente en la reutilización y valorización de residuos orgánicos sólidos y líquidos, transformándolos como materia prima en su propio funcionamiento. Este proceso disminuye el impacto ambiental de los residuos y optimiza los costos de su gestión (Castro, 2024).

Generación de biogás y biofertilizantes.

La digestión anaeróbica transforma la materia orgánica en biogás y fertilizante orgánico mediante su descomposición en ausencia de oxígeno.

- **Biogás.** El biogás contiene aproximadamente un 60% de metano, un combustible de alto poder calórico, ideal para la producción de energía. Su uso abarca diversas aplicaciones, como cocinar, generar electricidad mediante turbinas a gas, mover motores y proporcionar calefacción.
- **Biofertilizantes.** Los biodigestores generan biofertilizantes en dos formas: biosol (sólido) y biol (líquido), ambos con elevados niveles de macro y micronutrientes esenciales.

Del biol se pueden extraer macronutrientes esenciales, como fósforo, nitrógeno y potasio, mediante técnicas avanzadas como ultrafiltración y ósmosis inversa. Además, el biol es rico en hormonas de crecimiento, como ácido indolacético, giberelinas y citoquininas, que favorecen el desarrollo vegetal (Castro, 2024).

Elaboración del biol

Según INIA (2016), en el biodigestor se debe agregar estiércol fresco, agua e insumos, mezclándolos hasta obtener una composición homogénea.

Luego, se añade agua hasta alcanzar 20 cm por debajo del nivel superior del biodigestor, asegurando un adecuado proceso de digestión anaeróbica.

Asimismo, el biodigestor se sella herméticamente y se instala una manguera cuyo extremo interior quede dentro del espacio vacío del biodigestor y el otro sumergido en el agua de una botella semillena para liberar el biogás. Además, se ubica en un lugar protegido para favorecer la fermentación. Y tras 2 a 3 meses, el proceso de fermentación anaeróbica finaliza donde finalmente se separa su fase líquida de la sólida mediante un filtro de malla delgada, que se almacena en recipientes cerrados en un ambiente fresco hasta su uso.

Los biodigestores son una solución eficaz a fin de mitigar el impacto ambiental de los residuos orgánicos, transformándolos en estiércol. Operan mediante procesos biológicos de descomposición anaeróbica, generando tres productos principales: biogás, empleado como fuente de energía; biol (digestato líquido) y biosol (digestato sólido), ambos utilizados en la mejora de la fertilidad del suelo, gracias a su elevada concentración de macro y micronutrientes (Mórtola et al., 2019).

2.2.9. BIOL

Según INIA (2016), se trata de un abono orgánico líquido de fabricación casera, adquirido a través de la fermentación anaeróbica de residuos orgánicos de origen animal (estiércol) y vegetal, potenciado con sales minerales. Está compuesto por nutrientes esenciales y hormonas de crecimiento, lo que lo hace ideal para tratamientos foliares en diversos cultivos, especialmente hortalizas.

El biol es el efluente líquido que se extrae periódicamente del digestor. Mediante filtración y floculación, se separan sus componentes, obteniendo una fracción líquida y otra sólida, listas para su aprovechamiento en aplicaciones agrícolas.

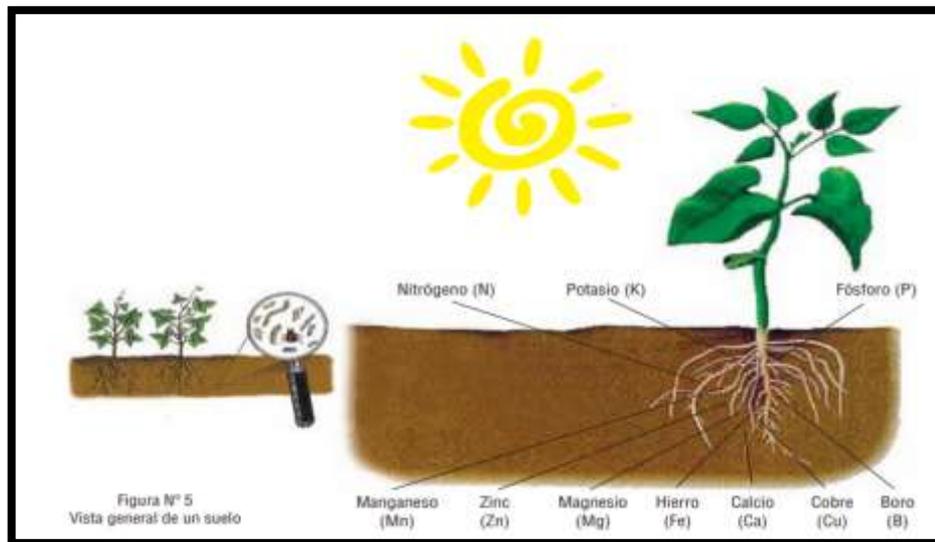
Es una especie de vida (bio), muy fértil (fertilizante), y la técnica empleada para obtener este fertilizante es a través de biodigestores. Este biofactor promueve el crecimiento de los vegetales y se puede aplicar a la semilla por medio de la imbibición (Viera et al, 2015).

Características

El biol contiene precursores hormonales y vitaminas que estimulan el crecimiento de las plantas. Numerosos estudios han confirmado que su aplicación ofrece los mejores resultados en suelos infértiles o de baja fertilidad. Debido a su naturaleza artesanal, su contenido nutricional varía según el material orgánico digerido durante el proceso (Gallegos, 2019).

El biol no solo aporta sustancias clave como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca), sino que también actúa como un fitorregulador de crecimiento. Su contenido de fitohormonas estimula el desarrollo del follaje, induce el desarrollo floral y Promueve una maduración más rápida, optimizando su rendimiento de los cultivos. Y sus características físicas, químicas y biológicas influyen de una u otra forma en lo que se conoce como fertilidad del suelo (Restrepo, 2014):

Figura 8
Vista general de un suelo



Nota. En la figura se muestra los nutrientes que posee el suelo, Restrepo (2014)

Parámetros de la calidad de biol

Fernández (2015) desarrollaron reactores anaeróbicos y determinaron que el rango óptimo de pH para la digestión anaeróbica usando estos sistemas se encuentra entre 6.8 y 7.5; aunque también puede llevarse a cabo de manera eficaz dentro de un intervalo de pH de 6.0 a 8.0, garantizando condiciones óptimas para la digestión anaeróbica.

El bioabono contiene, en promedio, 8.5% de materia orgánica, junto con 2.6% de nitrógeno (N), 1.5% de fósforo (P) y 1.0% de potasio (K) según Botero y Thomas (1987).

Según estudios, los efluentes líquidos de biol y biosol aportan macronutrientes esenciales, incluyendo nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Estos tres elementos, considerados esenciales o primarios, se encuentran siempre ya sea individualmente o en conjunto en cualquier fórmula de fertilizante (Espinoza, 1987).

Además, según Medina (2013), los abonos orgánicos contienen sustancias clave como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca)

y magnesio (Mg). El autor establece criterios nutricionales precisos para los biofertilizantes líquidos de producción artesanal:

- pH: 5,4 – 7,0
- Nitrógeno: > 700 mg/L = 0,7 gr/L
- Fósforo: > 170 mg/L = 0,17 gr/L
- Potasio: > 1300 mg/L = 1,3 gr/L

pH

En digestores que utilizan excremento de bovino, el rango óptimo de acción varía entre 6.7 y 7.5, mientras que los valores extremos pueden oscilar entre 6.5 y 8.0 (Soria, 2001). Además, se sabe que no existe una norma técnica específica para el biol como fertilizante líquido, pero pueden considerarse los rangos de pH establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA, 2017) para Agua del Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, según su uso agrícola, donde contempla que para aguas destinadas al riego agrícola (Categoría 3 del ECA), el rango de pH recomendado está entre 6.5 y 8.5.

Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) refleja la habilidad del suelo para transmitir corriente eléctrica, aprovechando la presencia de sales disueltas. Un valor elevado de CE refleja una alta acumulación de sales en el suelo, Y luego se mide comúnmente en dS/m (decisimens por metro), (Castellanos, 2000). También, según Estándares de Calidad Ambiental (ECA, 2017) para Agua del Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, para aguas destinadas al riego agrícola, contempla en la Categoría 3 del ECA, que el rango de conductividad recomendado es 2500 uS/cm (2.5 mS/cm).

Temperatura

Refleja el aumento del proceso microbiológico del abono, que comienza inmediatamente después de la combinación de sus ingredientes.

Potasio

El potasio es un nutriente esencial que contribuye al crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas. Algunas de las funciones del potasio en las plantas son (Núcleo, 2024).

- **Control de la apertura y cierre de las estomas:** Las estomas son microscópicas orificios ubicados sobre la superficie foliar de las plantas, esenciales para el intercambio gaseoso. A través de ellas, ingresan dióxido de carbono (CO_2) y se liberan oxígeno (O_2) y vapor de agua. El potasio ayuda a regular los orificios y cierre de las estomas, lo que a su vez ayuda a regular la liberación de vapor de agua y la captación de agua.
- **Activación de enzimas:** El potasio actúa como un cofactor para muchas enzimas involucradas en procesos clave del metabolismo vegetal.
- **Mejora de la resistencia a enfermedades:** El potasio contribuye a fortalecer la resistencia de las plantas contra enfermedades y plagas.
- **Promoción del crecimiento de las raíces:** El potasio puede ayudar a promover el crecimiento de las raíces y mejorar la absorción de nutrientes.
- **Mejora de la calidad de la fruta:** El potasio puede ayudar a mejorar la calidad de las frutas y verduras, incluyendo el sabor, el color y la textura.

Nitrógeno

El biol posee una capacidad de fertilización superior a la del estiércol fresco y compostado, debido a la transformación del nitrógeno en su composición, se convierte en amonio (NH_4) y luego en nitratos (Jiménez, 2012)

Fósforo

El fósforo en el suelo se presenta en formas orgánicas e inorgánicas, siendo estas últimas la fuente principal para que los cultivos lo absorban.

La transformación del fósforo (P) entre ambas formas está estrechamente relacionada, porque el fósforo inorgánico es esencial para microorganismos y plantas, y el fósforo orgánico mineralizado ayuda a reponer su disponibilidad en el suelo.

Ventajas y desventajas del biol

El biol, según el INIA (2016), es un abono orgánico natural y no tóxico que mejora la actividad microbiana del suelo, la productividad de los cultivos y la floración.

Tipos de bioles

Para la producción de biol, se pueden emplear diversas fuentes de estiércol y materiales vegetales, según la disponibilidad de insumos en cada región.

Tras el proceso de fermentación, se obtienen dos productos principales: Biol (fracción líquida) y biosol (fracción sólida), según Álvarez (2010).

Según Moreno (2015), entre 85% y 90% del producto fermentado que sale del biodigestor depende de los residuos orgánicos, agua y materiales utilizados en el proceso. De esta mezcla, cerca del 90 % se obtiene como biol, mientras que el 10 % restante corresponde al biosol. Sin embargo, estas proporciones pueden variar en función de la relación entre residuos y agua empleada, así como del método de separación utilizado.

Materiales utilizados en la elaboración de biol

- a. **Estiércol:** Según Moreno (2015), el estiércol es el principal abono en la elaboración del biol. Además, proporciona nutrientes que favorecen el crecimiento de las plantas y el suelo. El estiércol y los purines son mezclas compuestas por heces, orina y material de cama. Para lo cual, se muestran algunos ejemplos de estiércol:

- b. **Estiércol de vacuno (Bos Taurus):** Se trata de una mezcla compuesta por orina, heces y material de cama proveniente del ganado bovino. Tradicionalmente, los agricultores han empleado este material de forma directa como fertilizante para mejorar el rendimiento de los cultivos (Moreno, 2015).
- c. **Estiércol porcino (Sus scrofa domesticus):** La dieta del animal influye directamente por el tipo de alimentación del animal. Si el cerdo recibe una dieta mayormente acuosa, su estiércol tendrá una consistencia líquida. Por esta razón, se clasifica dentro de los abonos frescos. Sus nutrientes principales incluyen nitrógeno (N), potasio (K) y fósforo (P), según lo señalado por Moreno (2015).
- d. **Estiércol de cuy (Cavia porcellus):** Presenta una fácil manipulación y, además de contener heces y orina, puede incluir diversos componentes.

Entre ellos se encuentran materiales de cama, como paja, serrín, astillas de madera, papel de periódico y productos químicos, así como restos de alimentos del cuy y agua de los bebederos (Moreno, 2015).

- e. **Melaza:** Su contenido de carbohidratos simples, proporciona energía a los microorganismos, permitiendo su multiplicación y favoreciendo la degradación orgánica. Por consiguiente, los nutrientes se transforman en formas asimilables para la nutrición vegetal (Restrepo, 2014).
- f. **Leche o suero de leche:** La leche y la melaza actúan como bioactivadores, aportando aminoácidos, vitaminas y lípidos que estimulan el proceso fermentativo y crean condiciones óptimas para el desarrollo y multiplicación de los microorganismos (Restrepo, 2014).

- g. **Levadura:** Está compuesta por microorganismos activos que favorecen y aceleran la descomposición de la materia orgánica, favoreciendo la liberación de nutrientes esenciales. Además, generan hormonas y enzimas, que estimulan el desarrollo vegetal (Restrepo, 2014).
- h. **Agua:** Es un elemento clave que homogeniza los materiales utilizados, facilita su manejo y estimula la proliferación microbiana para la producción de hormonas vegetales (Restrepo, 2014).
- i. **Minerales:** La incorporación de minerales es opcional y debe adecuarse a cada cultivo, ya que optimiza su perfil nutricional y químico de los abonos líquidos. En caso de no utilizar minerales, estos pueden sustituirse por ceniza de leña o harina de rocas (Restrepo, 2014).
- j. **Envasado del biol:** Tras su recolección en la zona de descarga se debe filtrar con malla raschel, garantizando un producto libre de sólidos. Luego, se envasó en botellas de plástico de 500 ml y se almacenó bajo sombra, preservando sus propiedades y estabilidad.

2.2.10. BIOSOL

Es un biofertilizante de consistencia semisólida, con un nivel de humedad que oscila entre el 10 % y el 25 %, obtenido tras el proceso de filtración del lodo generado por la fermentación anaeróbica (Espíndola, 2018, p. 18). Su fórmula incluye macro y micronutrientes, vitaminas, ácidos húmicos, aminoácidos y fitohormonas, compuestos que promueven el desarrollo vegetal, incrementan el rendimiento productivo de los cultivos y fortalecen su resistencia frente a plagas y enfermedades (BioSae, 2018, párr. 4).

El biosol presenta una composición química caracterizada por un contenido cercano al 60 % de materia orgánica, un pH ligeramente salino y concentraciones relativas de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, azufre y boro. Por ello, su aplicación directa al suelo, similar a la del compost, se recomienda en dosis que oscilan entre 2 y 4 toneladas por hectárea (Espíndola, 2018, p. 19).

Aplicación

Según lo señalado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA (2023), el biosol (fase sólida) puede aplicarse directamente al pie de las plantas, incorporarse al proceso de compostaje o reutilizarse en el biodigestor como inóculo para futuras producciones.

2.2.11. SECADO DEL BIOSOL

Envasado del biosol: El biosol fue sometido a un proceso de secado a temperatura ambiente sobre una manta hasta alcanzar su humedad óptima. Luego fue triturado, tamizado y envasado en bolsas con una capacidad de 500 g (Barrena et al, 2019).

2.2.12. DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

Se presentan mediante el proceso de Mineralización, que se presenta cuando parte de la materia orgánica se descompone por acción de los microorganismos, por pequeños animales, por las condiciones ambientales (humedad, temperatura, pH, etc). Todos estos factores dan origen a productos como nitratos, fosfatos, sulfatos y algunos elementos menores como el cobre, el zinc y el hierro (Restrepo, 2024).

Además, la degradación de la materia orgánica es un proceso esencial que regula la interacción entre los ciclos biogeoquímicos de la vegetación y del suelo. Su regulación depende de diversos factores bióticos y abióticos, entre los cuales el clima juega un papel determinante.

Algunos autores destacan la temperatura como el componente predominante, sobre todo en ambientes húmedos. En cambio, otros consideran a la humedad como un elemento decisivo en este proceso. No obstante, es evidente que las tasas de descomposición en regiones templadas son inferiores a las observadas en zonas tropicales (Arias, 1991).

Por eso mismo, según SENAMHI (2024), en Huánuco, el mes más caluroso es mayo, con una temperatura de 26.9°C, en cambio, la temperatura mínima se presenta en el mes de julio, con un valor de 11,1 °C. Además, marzo se caracteriza por presentar el nivel más alto de lluvias durante el año, con un acumulado de 75.62 mm/mes.

En ese sentido, Huánuco presenta un clima templado, donde el periodo de ejecución de junio a noviembre del presente año se mantuvo dentro de los niveles de temperatura, por lo que también ayudó a la descomposición de estiércol.

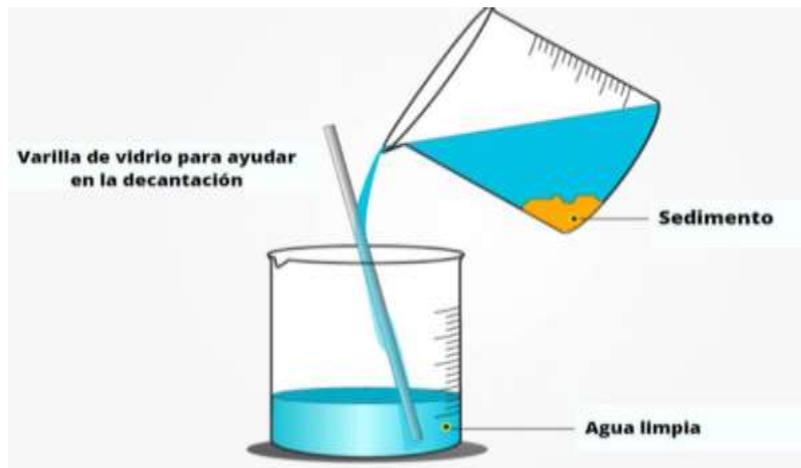
Según Castro (2024), la mezcla de biosol y biol se somete a un proceso de decantación para separar ambos componentes. El biosol puede utilizarse directamente o integrarse en un compostaje, optimizando su aplicación como fertilizante sólido. Por su parte, el biol se aplica como fertilizante foliar en forma líquida o disuelto en el sistema de riego, destacando por su eficacia en cultivos hidropónicos debido a su rápida disponibilidad de nutrientes.

Decantación

Es un procedimiento empleado para la separación de mezclas heterogéneas, principalmente aquellas de tipo sólido-líquido o líquido-líquido. Este proceso se debe a la diferencia de densidades entre los componentes, lo que ocasiona que la sustancia de menor densidad ascienda y se ubique en la parte superior del sistema, mientras que la más densa se ubique en el fondo.

Figura 9

Proceso de decantación para separar una mezcla heterogénea sólido-líquido.



La mezcla sólido-líquido ocurre cuando el sólido no se disuelve en el líquido, depositándose en la base del recipiente.

Su decantación ocurre gracias a la gravedad y se facilita al inclinar el recipiente con delicadeza, permitiendo que el fluido se desplace hacia afuera, manteniéndose el sólido fijado a las caras internas del recipiente.

En efecto, la decantación es un método de separación poco costoso, debido a que puede ser realizada manualmente como en la presente tesis utilizando al biol (líquido) separando del contenido del biosol (sólido), sin la necesidad de utilizar equipos.

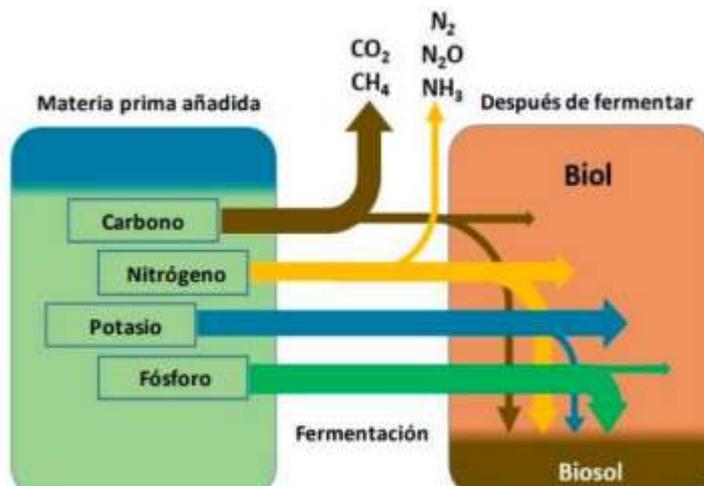
Indicador Biol (fertilizante líquido)

El biol es un abono orgánico líquido obtenido mediante la descomposición de materiales orgánicos, incluyendo estiércol animal, plantas verdes y frutos. Como resultado, el estiércol y el agua pasan por un proceso de fermentación anaeróbica, donde los residuos orgánicos se descomponen y experimentan transformaciones químicas. Al salir del biodigestor, el material pierde su olor y deja de atraer insectos, lo que lo hace apto para su aplicación en los suelos sin inconvenientes (Infoagronomo, 2021).

Indicador Biosol (fertilizante sólido)

Figura 10

Trayectoria de los elementos clave de las materias primas -carbono, nitrógeno, potasio y fósforo- durante y después de la fermentación.



Nota. La figura ilustra el espesor de las flechas que representa cantidades generalizadas de los destinos de cada elemento.

2.2.13. TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA

Según Rubio (2023), el principio de transformación de la materia se sustenta en la ley de conservación de la masa, donde se sostiene en un sistema cerrado, y la cantidad total de masa no varía. Esto significa que, en una reacción química, la masa inicial de los reactivos equivale a la masa final de los productos, lo que confirma que la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma. La teoría también se apoya en la ley de conservación de la energía, la cual menciona sobre un sistema cerrado, donde la energía total permanece constante.

Según (Lavoisier, 1785), la ley de conservación de la materia sostiene que la cantidad total de materia en un sistema no varía antes ni después de una transformación.

También se conoce como la ley de conservación de la masa o ley de Lomonósov-Lavoisier, porque fue enunciada por Lomonósov en 1748 y, posteriormente, confirmada experimentalmente por Antoine Lavoisier en 1785, más conocido con la famosa frase: la materia no se crea ni se destruye, únicamente se transforma.

Este enunciado plantea una reacción química, donde la masa se mantiene constante. Otra forma de enunciarlo es: en una reacción química, la materia no se crea ni se destruye, sino que se transforma, conservando su cantidad inicial.

Importancia

La ley de conservación de la materia es esencial porque permite recuperar componentes específicos o elementos puros de una materia prima sin perder el resto, ya que la materia no se destruye durante las transformaciones.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Estiércol:

Se trata de los residuos orgánicos generados por el ganado, los cuales pueden ser aprovechados con el fin de favorecer el desarrollo vegetal y potenciar la productividad agrícola. Además, estos residuos son fundamentales en la producción de biogás, siendo importante para las plantas (Flores, 2003).

Biodigestor:

Se trata de un tanque de plástico diseñado para el almacenamiento de materia fecal, cuyo objetivo es producir abono orgánico y gas metano. Su implementación responde en respuesta a reducir costos fijos, especialmente de energía eléctrica y agua, en sectores como la avicultura, porcicultura y ganadería.

Sin embargo, el uso indiscriminado de mangueras para la limpieza de corrales de cerdos y vacas incrementa significativamente el consumo de agua. La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo en el que residuos orgánicos, como los vegetales y animales, se descomponen en ausencia de oxígeno para generar biogás (CO_2 y CH_4), gracias a la acción de bacterias especializadas. Estas bacterias presentan sensibilidad al oxígeno y a sus precursores, así como a determinadas condiciones ambientales que pueden inhibir su metabolismo" (Amusquivar, 2015).

Biodigestor de tipo discontinuo o sistema batch

Según Arrieta (2016), el biodigestor de operación discontinua se considera el más básico, pues se basa en la carga única de residuos orgánicos en un tanque anaeróbico, donde permanecen hasta completar su proceso de descomposición. Se determina que el proceso ha finalizado cuando cesa la liberación de gases. En ese momento, se descarga el efluente, vaciando el biodigestor por completo, para luego añadir nuevo material y reiniciar el ciclo.

Biol

Según MAGAP (2017), el biol constituye un fitoestimulante orgánico producido mediante procesos anaeróbicos aplicados a residuos orgánicos de origen animal y vegetal, empleado para mejorar la nutrición y el rendimiento de los cultivos.

Digestión anaerobia o biometanización:

Es un proceso mesofílico de degradación anaeróbica de la materia orgánica, que culmina en la producción de biogás, una mezcla compuesta por aproximadamente 30% de dióxido de carbono y entre 50% y 60% de gas metano. Este biogás puede utilizarse como combustible o convertirse en energía térmica y/o eléctrica. Además, se genera un lodo residual que, tras un tratamiento de compostaje, adquiere valor como fertilizante rico en nutrientes (biol). El biogás se emplea en la generación de energía, mientras que sus subproductos se aprovechan como fertilizantes orgánicos, ya sea en forma sólida o líquida, con aplicaciones como fertilizante foliar, Gutierrez (2013).

Biodigestión:

Forma parte de un fenómeno natural que interviene en el ciclo anaerobio del carbono, impulsado por la acción de diferentes grupos bacterianos en ausencia total de oxígeno. Estas bacterias utilizan la materia orgánica como fuente de nutrición y reproducción. Durante la digestión anaeróbica, se generan dos tipos de bioabonos: el biol, un fertilizante líquido, y el biosol, un fertilizante sólido, ambos altamente beneficiosos para el suelo y los cultivos, (Viera et al, 2015).

Microorganismo de montaña sólido:

Según la página web El Humedal los microorganismos de montaña (MM), también conocidos como microorganismos nativos de montaña, son organismos microscópicos que habitan de manera natural en una delgada capa del suelo denominada "mantillo forestal" (El Humedal, 2019, párr. 1).

Mantillo:

Según la página web El Humedal menciona que el mantillo forestal es la capa más delicada, vulnerable y amenazada del suelo. Se trata de una superficie delgada que recubre el suelo verdadero y permanece expuesta, lo que la hace susceptible a diversos factores ambientales. En esta capa habita una población de seres microscópicos, conocidos como microorganismos de montaña, esenciales para el equilibrio ecológico y la fertilidad del suelo.

Es decir, el mantillo forestal es una hojarasca en descomposición, ubicada a menos de 7 cm de profundidad en suelos de bosques intactos, sin intervención humana (El Humedal, 2019, párr. 2).

Hojarasca:

El término hace alusión a las hojas desprendidas de los árboles que se acumulan de forma natural sobre el suelo, formando una capa orgánica. Esta cobertura vegetal contribuye a la fertilidad del bosque al descomponerse y generar humus y nutrientes, los cuales son reincorporados al ecosistema.

Además, facilita el reciclaje de bioelementos esenciales para mantener la productividad del suelo y sirve de sustento para diversos organismos que habitan en esa capa (EcuRed,2025).

Microorganismo de montaña líquido:

La fase líquida de los microorganismos de montaña se obtiene mediante la activación del MM sólido y constituyen la base para la producción de biofermentos y biopesticidas. Su aplicación en los cultivos optimiza procesos clave como la germinación, crecimiento, floración y fructificación, Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible (2020).

Biosol:

Según Espíndola (2018), en la pág. 18 menciona que el biosol corresponde a un biofertilizante semisólido, cuya humedad se sitúa entre el 10 % y el 25 %, obtenido mediante la separación del lodo generado durante la digestión anaeróbica.

Descomposición:

En biología, la descomposición es un proceso natural mediante el cual los restos de un organismo se transforman progresivamente en compuestos más simples, siendo esencial para el reciclaje de la materia finita en un bioma. Aunque cada organismo se descompone de manera única, todos atraviesan las mismas etapas secuenciales. Existen dos tipos principales: la descomposición abiótica, que implica la degradación de una sustancia por procesos físicos o químicos, como la hidrólisis, y la descomposición biótica, que consiste en la ruptura metabólica de materiales en componentes simples por acción de organismos vivos. En química, la descomposición es el proceso mediante el cual las moléculas complejas se fragmentan en compuestos más simples o en sus átomos constituyentes, fenómeno conocido como descomposición química (educalingo, 2023).

Materia:

Es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio y puede percibirse o medirse mediante diversos métodos (Euston, 2023).

Fermentación:

Se trata de un proceso de degradación anaeróbica de la materia orgánica, llevado a cabo por microorganismos que actúan en condiciones óptimas de humedad superior al 60 % y temperaturas comprendidas entre 25 y 30 °C. (Restrepo, 2024).

2.4. HIPÓTESIS

H1: Existe diferencia en el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024

H0: No existe diferencia en el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE (Y):

Y1: Descomposición de los tres tipos de estiércol de animales

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE (X):

X1: Degradación de los microorganismos de montaña

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Escala de medición
independiente				
Degradación de los microorganismos de montaña	Grupos de estudio de degradación de MM	Estiércol de cuy + MM Estiércol de cordero + MM Estiércol de gallina + MM	Kg / Lt Kg / Lt Kg / Lt	Nominal Politécnica
Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Escala de medición
Descomposición de los tres tipos de estiércol de animales	Producción de biol	Volumen	Lt o ml	Numérica Continua
	Propiedades físicas	Temperatura	Grados Celsius: 20 a 22 °C	Numérica Continua
		CE	Porcentaje: 8 a 23 ms/cm	Numérica Continua
		Humedad	Porcentaje: 95 a 96%	Numérica Continua
	Otras propiedades físicas	Materia Seca	Porcentaje: 1 a 3%	Numérica Continua
		Densidad	Porcentaje: 0.5 a 1.1 g/cm ³	Numérica Continua
		pH	Rango: 6 a 7.5	Numérica Continua
	Propiedades químicas	N (nitrógeno)	Porcentaje: 1 a 3 g/L	Numérica Continua
		P (fósforo)	Porcentaje: 0.5 a 2 g/L	Numérica Continua
		K (potasio)	Porcentaje: 1 a 3 g/L	Numérica Continua
Otras propiedades químicas	Materia Orgánica	Porcentaje: 1 a 3 %	Numérica Continua	
	Cenizas	Porcentaje: 1 a 2%	Numérica Continua	
Producción de biosol	Peso	Kg o gr	Numérica Continua	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según la planificación de las mediciones de la variable de estudio es prospectivo porque se utiliza datos primarios mediante el cual mi persona siendo el investigador, realicé cada medición para cada respectiva repetición de cada tratamiento del experimento.

Asimismo, según el número de mediciones de las variables es longitudinal porque el presente estudio posee más de una variable.

Por ende, según el número de variables analizadas, se clasifica como analítico, porque posee dos variables, la independiente y dependiente.

Por ello, según la participación del investigador, se clasifica como un estudio con intervención. Supo (2020)

3.1.1. ENFOQUE

Se emplea un enfoque cuantitativo sustentado en técnicas estadísticas para realizar mediciones numéricas, en el cual se usa el nivel de índices que nos brinda los resultados; identificando a los parámetros químicos, nutricionales y físicos del biol, además del peso que mide la cantidad de biosol generado. Supo (2014)

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El alcance o nivel es explicativo dado que estudió el efecto que resulta de una causa porque los estudios explicativos trascienden la descripción de conceptos o fenómenos y el establecimiento de relaciones entre ellos, profundizando en sus causas y efectos, es decir están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Hernández (2010).

Según lo descrito anteriormente en el presente estudio se establece las causas y efectos de la descomposición de estiércol de animales, así como también los sucesos de los fenómenos que ocurre durante la fase de uso del biol derivado de cultivos microbianos de montaña.

3.1.3. DISEÑO

Según Supo y Zacarías (2020), el diseño metodológico en la investigación científica se estructura en tres categorías: pre experimento, cuasiexperimento y experimento verdadero.

El diseño de la investigación corresponde a un experimento verdadero, ya que incluye dos o más grupos experimentales. En estos, se manipula intencionalmente la variable independiente para observar su efecto respecto a la variable dependiente, mientras que se aplica un seguimiento mediante fundamentos metodológicos y estadísticos, (Supo, 2014).

Según Supo (2014), el diseño metodológico busca adecuarse a la estructura de medición de la variable de interés, considerando tanto la cantidad de observaciones y variables involucradas como el grado de control ejercido por el investigador.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con distribución equilibrada, ya que cada tratamiento contó con el mismo número de repeticiones. Y el término, completamente al azar, utilizando la asignación aleatoria e independiente de las repeticiones experimentales, sin considerar otros factores de interés (Tirado, 2017).

En el cual la siguiente imagen representa el diseño que se sigue en este estudio:

GE1 → O1 ---- X1 --- O2

GE2 → O1 --- X2 ---- O2

GE3 → O1 --- X3 ---- O2

Tabla 3
Diseño de grupos

GE1, GE2, GE3: Grupo de estudio 1,2 y 3	
O1:	Observación de residuos de estiércol de animales antes de someter al biodigestor
X1:	Intervención con estiércol de cuy en el biodigestor con MM
X2:	Intervención con estiércol de cordero en el biodigestor con MM
X3:	Intervención con estiércol de gallina en el biodigestor con MM
O2:	Monitoreo del proceso de descomposición en el biodigestor.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población de esta investigación está constituida por los residuos ganaderos provenientes de la crianza en campo realizada por agricultores de la localidad de San Sebastián de Quera, perteneciente al distrito de Santa María del Valle, en la provincia y región de Huánuco, Perú. La muestra se localiza georreferenciada mediante coordenadas UTM (WGS84) Zona: 18-S, Este: 360 032 m.E, Oeste: 8 910 746 m.N, Proyecto de Ley 5932/2020-CR (2020).

La población de estudio que se considera está constituida por el uso de biol que tienen algunos agricultores de la zona y que fueron elegidos al AZAR, donde la suma de terrenos que poseen son equivalentes a media hectárea (0.5 ha) aproximadamente, pero el lugar donde se realizó el proyecto fue correspondiente a un terreno de un comunero más interesado del centro poblado San Sebastián de Quera, perteneciente al distrito de Santa María del Valle, en la provincia y región de Huánuco, donde mis unidades de estudio fueron el biol a partir de microorganismos de montaña (restos de hojarasca de monte virgen, residuos de animales y vegetales) y la descomposición de estiércol de animales.

La presente investigación se realizó en la localidad de San Sebastián de Quera, perteneciente al distrito de Santa María del Valle, en la provincia y región de Huánuco, Perú.

La localización geográfica de la localidad abarca altitudes que van desde los 2,200 msnm hasta sus cumbres más elevadas, superando los 5,700 msnm (Nevado Tarata, 5,723 msnm). Su posición geográfica presenta una diversidad de microclimas debido a la variación en pisos ecológicos. La morfología del terreno es irregular, abrupta e intensamente disectada en los flancos de sus laderas, caracterizada por pendientes fuertes y moderadas que generan profundos cañones y laderas disectadas. Además, el área está asentada sobre rocas plutónicas del Paleozoico, ampliamente distribuidas, Proyecto de Ley 5932/2020-CR (2020).

Su delimitación temporal es el desarrollo de la presente investigación que abarca desde el periodo comprendido entre julio 2024 hasta finales del presente año.

3.2.2. MUESTRA

La Muestra según el criterio de expertos como Martínez (2013) siendo un estudio explicativo experimental, el autor recomienda mínimo 5 repeticiones para cada tipo de experimento. O evaluar la posibilidad de otro criterio más apropiado a la situación. Pero, en este caso, se realizó 4 repeticiones debido al presupuesto económico de la presente tesis.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En el caso de mi estudio explicativo se aplicó la técnica de observación:

Tabla 4*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Variable	Técnica	Indicadores	Instrumento
Descomposición de los tres tipos de estiércol de animales	Observación	Producción de biol	Bidón
		Producción de biosol	Balanza analítica o balanza romana
		Temperatura	Multiparámetro
Producción de biol	Observación	CE	Multiparámetro
		pH	Laboratorio
		N, P, K	Laboratorio

3.3.1. Para el registro de información

a. Instrumentos de medición y recojo de MM: El recojo de microorganismos de montaña en estado sólido, empleó como material de medición:

- Bidón de 60lt
- Papel tornasol para medir (pH)

b. Instrumentos de medición y de recolección de datos biol: Para la recolección de datos de los tres bioles, se empleó como material de medición:

- El multiparámetro (pH, temperatura interna (°C) y conductividad eléctrica (ms/cm))
- Fichas técnicas (formatos)
- Laboratorio de análisis de suelos, agua y ecotoxicología – UNAS

c. Materiales de medición y registro de información de biol y biosol: Se emplearon los siguientes instrumentos de medición:

- Laboratorio de análisis de suelos, agua y ecotoxicología – UNAS
- Balde de plástico (Lt)
- Rumania (Kg)

3.3.2. Para el desarrollo de la información

a) Pasos – Etapa inicial:

Tabla 5

Insumos o ingredientes antes de la ejecución del proyecto

1. Microorganismo de montaña sólido: Se utiliza los siguientes ingredientes:	<ul style="list-style-type: none">- 1 Bidón azul de 60 lt- 10 kilos de microorganismo de montaña- 10 kilos de afrecho- 4 kilos o litros de melaza- 4 costales- Palo de base cuadrada para machacar
2. Microorganismo de montaña líquido: Se utiliza los siguientes ingredientes:	<ul style="list-style-type: none">- Bolsa de tocuyo o tela (Té filtro)- Pita o rafia- 2 bidones de plástico de 60lt y 1 de 80lt- Pala o paleta- Colador
3. Tres tipos de estiércol de animales	<ul style="list-style-type: none">- 10 kilos de estiércol de cuy- 10 kilos de estiércol de cordero- 10 kilos de estiércol de gallina
4. Biol	<ul style="list-style-type: none">- 4 bidones azules de 80 lt para el estiércol de cuy + MM- 4 bidones azules de 80 lt para el estiércol de cordero + MM- 4 bidones azules de 80 lt para el estiércol de gallina + MM- 48, 53, 55lt Agua de regadío- 1lt 25ml Leche- 1kg Ceniza vegetal- 0.65kg Alfalfa- 0.5 kg azúcar rubia- 8, 10, 15lt de MML- Calamina- Palos de eucalipto- Clavos- Tablas

	- Cadena de custodia
	- Stickers para muestras
	- Envase especializado para análisis
5. Análisis de biol	- Cooler de Tecnopor
	- Gel refrigerante
	- Botellas esterilizadas o nuevas de plástico de ½ lt
6. Biosol	- Colador
	- Envase limpio (galón, botella, bidón)
	- Costales

b) Procedimiento - Ejecución:

Tabla 6

Pautas, pasos o procedimientos durante la ejecución del proyecto

Insumo o ingrediente:	1. Microorganismo de montaña: (estado sólido)
Tiempo de duración:	1 mes

- Colocar el Bidón azul de 60 lt en un lugar donde no haya mucho calor ni lluvia en gran cantidad
- Recoger 10 kilos de microorganismo de montaña en un costal del monte virgen o un lugar húmedo lleno de hojarasca y mantillo del centro poblado de Quera (altura de Salvia)
- Separar las hojarasca y mantillo de palos, tallos, hojas muy verdes u otros restos que no sean mantillo
- Añadir, mezclar y revolotear los 10 kilos de afrecho en el contenido restante tras la selección de microorganismos de montaña
- Juntar agua de regadío en un balde de 4 litros
- Mezclar el agua de regadío con los 4 kilos o litros de melaza
- Colocar 4 costales en el piso de forma homogénea
- Echar la mezcla de melaza con agua a la combinación de afrecho y MM
- Mezclar y revolotear los tres últimos insumos
- Echar por partes homogéneas esta combinación en el bidón de 60 lt
- Con un palo de base cuadrada se empieza a machacar ni bien se echa cada parte de la combinación anterior
- Se cierra la tapa del bidón
- Tiempo de duración: 1 mes

Insumo o ingrediente:	2. Microorganismo de montaña: (estado líquido)
Tiempo de duración:	15 días a 30 días
<ul style="list-style-type: none"> - Abrir la tapa del bidón cerrado con contenido de MM sólido - Con una pequeña pala o paleta coger la parte de encima de cantidad aproximada de 3 kg y 4 kg - Echar este último contenido en una Bolsa de tocuyo y tela (té filtro) - Luego se amarra con una pita o rafia la bolsa de tela - Luego en otro recipiente (bidón) echar 4kg de melaza proporcional a la cantidad de agua de regadío para poder mezclarlo y removerlo - Finalmente colocar la bolsa de tocuyo o tela (té filtro – contenido de MMS) en la mezcla de melaza más agua en el bidón azul de 60lt, cerrando la tapa - Tiempo de duración: 15 días a más 	
Insumo o ingrediente:	3. Tres tipos de estiércol de animales:
Tiempo de duración:	1 Día
<ul style="list-style-type: none"> - Comprar o recoger 10 kilos de estiércol de cuy para cada bidón de 80 lt - Comprar o recoger 10 kilos de estiércol de cordero para cada bidón de 80 lt - Comprar o recoger 10 kilos de estiércol de gallina para cada bidón de 80 lt 	
Insumo o ingrediente:	4. Biol:
Tiempo de duración:	45 días - Análisis de laboratorio
<p>Se realizará 4 repeticiones de cada muestra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se colocará 4 bidones azules de 80 lt para 10 kg estiércol de cuy + 10 lt MML - Se colocará 4 bidones azules de 80 lt para 10 kg estiércol de cordero + 15 lt MML - Se colocará 4 bidones azules de 80 lt para 10 kg estiércol de gallina + 8 lt MML <p>Luego a cada muestra se le va a agregar en la misma proporción lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 48, 53, 55lt Agua de regadío - 1lt 25ml Leche - 1kg Ceniza vegetal - 0.65kg Alfalfa - 0.5 kg azúcar rubia - 8, 10, 15lt de MML 	

Próximamente cerrar cada bidón adecuadamente y dejarlo por un tiempo de duración de 1 mes. Y por ello para mantenerse en la misma temperatura de acuerdo con el clima, se procede a construir un techo de la siguiente manera:

- Cavar 6 huecos de 30 cm de hondo
 - Colocar los palos de eucalipto
 - Luego la calamina con los clavos que corresponden
 - Al final colocar tablas en la base para poder tener una base firme y sólida
- Terminando el periodo de duración de 45 días o más, se procede a enviar en envases especializados las cantidades de biol según corresponda.

Insumo o ingrediente: **5. Análisis de laboratorio de Biol:**

Tiempo de duración: Aproximadamente 15 días

-
- Comprar envases especializados para colocar las muestras de cada biol de cada muestra (Botellas esterilizadas o nuevas de plástico de ½ lt)
 - Elaborar una cadena de custodia para hacerlo firmar en Laboratorio
 - Elaborar stickeres para identificar cada muestra y pegarlo en la botella
 - Recoger el análisis de laboratorio y comparar según estándar los resultados

Insumo o ingrediente: **6. Cosecha de Biol y Biosol:**

Total: (MM sólido) 30 + (MM Líquido)

Tiempo de duración: 15 + (Biol + MM) 45 + (Laboratorio) 15
= 105 días [3 meses 15 días]

-
- Usar un colador para segregar la parte sólida u otros restos que no pertenecen al biosol del agua, debido a que se tendrá un aspecto físico de material parecido al lodo
 - Biol: Colocar en un envase limpio la sustancia o material seleccionado y dicha sustancia se puede echar a las plantas como abono o a una mochila fumigadora
 - Secado de Biosol: Usar costales, plástico o carretilla para escurrir el biosol y dejar secar por 1 mes aproximadamente para luego de ello pesar con balanza romana
-

c) Procedimiento - Etapa final:

Tabla 7

Procedimientos durante la etapa final del proyecto

Insumo o ingrediente: **7. Cantidad de Lt de los 3 tipos de Biol:**

Tiempo de duración:	Aproximadamente 1 a 2 días
<ul style="list-style-type: none"> - Comparar los resultados de cada repetición de los tres tipos de estiércol - Realizar los gráficos de los resultados en Excel 	
Insumo o ingrediente:	8. Cantidad de Kg de los 3 tipos de Biosol:
Tiempo de duración:	Aproximadamente 15 días
<ul style="list-style-type: none"> - Uso de costales y plástico azul para el secado de cada tipo de biol - Comparar los resultados de cada repetición de los tres tipos de estiércol - Realizar los gráficos de los resultados en Excel - Realizar la discusión de resultados 	

3.3.3. Para el análisis e interpretación de los datos

A continuación, se detalla las siguientes tácticas:

1. Fuente primaria:

Observación: Se realizó un diagnóstico previo al inicio de recolección de datos para observar, conocer que animales crían y como utilizan el estiércol en sus parcelas por parte de la comunidad.

Instrumentos utilizados: Ingredientes del biol, microorganismos de montaña, pico, fichas de muestreo, bolsas especializadas, plumón indeleble, cámara fotográfica, las cuales sirven como evidencia durante la realización de este proyecto.

Etapas del proceso de elaboración de microorganismos de montaña:

Identificación del sitio: Se escogió un sitio que se encuentra protegido de las lluvias (techo).

Selección: Se reunieron todos los materiales y residuos disponibles cerca del sitio seleccionado para la elaboración del abono. En caso de ser necesario, se deben desmenuzar cortándolos con machete.

Recolección: Se recogió las porciones de mantillo de puntos estratégicos del área de estudio para la selección de material útil de MMS.0

Procedimiento: Preparación de MM, en un biodigestor casero, echar 10 kilos de afrecho, 4lt de melaza, y 10 kilos de MM, y dejar fermentar un mes.

Activar: Convertir MM sólido a líquido, usando afrecho, melaza y agua sin cloro, ingresando una cantidad de MM sólido en una bolsa de tocuyo amarrada echada encima del contenido con los ingredientes anteriormente mencionados, tapar el bidón y abrirlo a partir de los 1 días, no antes.

Almacenamiento: Se evaluó las condiciones del MM líquido que se obtuvo de la activación para usarlo en los biodigestores con cada tipo de estiércol y almacenar en una zona de sombra el MM sólido para donar como abono de suelo.

Experimentar: El abono líquido de MM, se echó en los grupos de prueba de biol de cuy, cordero y gallina, para evaluar su efectividad en cada uno de ellos.

Medir: Medir la cantidad de biol obtenida en la recopilación de información.

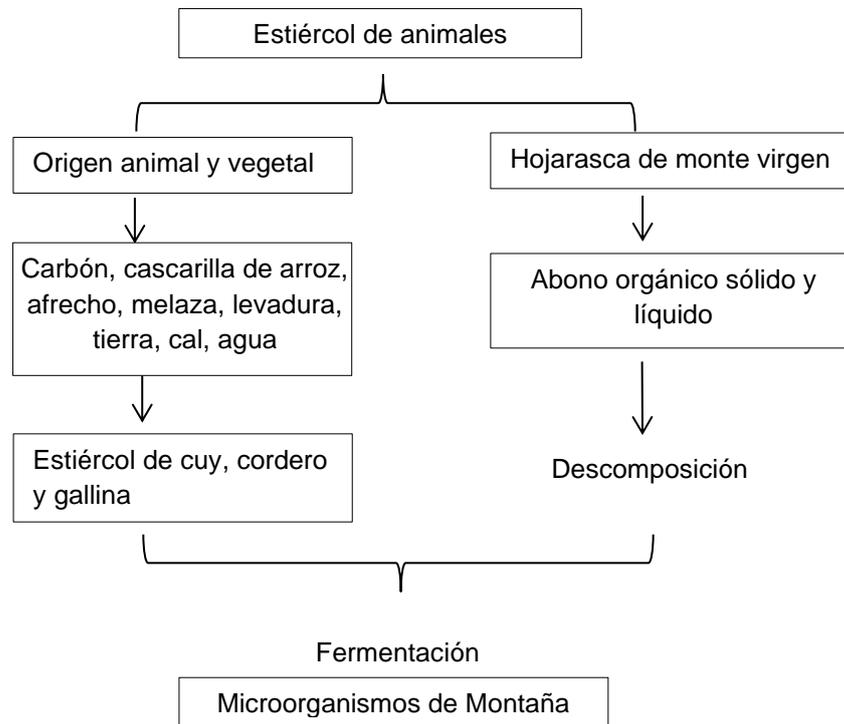
Pesado: Pesar la cantidad de biosol obtenida en la recopilación de información.

Análisis: Se tomó en consideración los parámetros a medir para su correcta comparación y discusión de resultados entre los grupos de prueba de biol de cuy, cordero y gallina + MM.

Y este procesamiento de datos se ve ilustrado en el siguiente flujograma:

Figura 11

Procesamiento de datos



2. Fuente secundaria:

La información se recopiló con datos del análisis especial de biol que se obtiene mediante conocimientos aprendidos contrastando con otros resultados de otros autores de tesis.

3. Técnica documental:

Se solicitó verbalmente permiso a un comunero para que preste su terreno en la localidad de san Sebastián de quera, respecto al desarrolló del proyecto en mención y de igual manera al culminar se realizó el estado de cierre del terreno dejándolo en el mismo estado como se encontró el terreno prestado en mención.

4. Técnica descriptiva:

Se realizó el análisis descriptivo de cada muestra de biol mediante el análisis de laboratorio, para proceder a realizar la comparación y discusión de resultados.

Análisis de información:

En los datos para experimentar se utilizó el software llamado SPSS versión 27 también el Microsoft Word y Microsoft Excel para ordenar y monitorear adecuadamente cada dato que se obtiene de cada tratamiento, mientras que para la redacción correcta de la información se utilizó el formato APA para las referencias correspondientes.

El análisis de información se realizó mediante el uso de tablas de frecuencia, prueba de hipótesis, medidas y barras estadísticas, ello se detalla en el cuadro a continuación:

Tabla 8
Etapa y Técnica del proyecto

Etapa	Técnica
Procesamiento	Registro de información en hojas de campo y análisis de los bioles en el laboratorio de la UNAS. Organización manual y digital de la información mediante cuadros, tablas y gráficos.
Análisis	Evaluación estadística usando el programa de SPSS versión 27, para la prueba de normalidad de los datos usando Kolmogorov-Smirnova y Shapiro-Wilk, posteriormente se siguió con el diseño estadístico del ANOVA, y finalmente con Tukey.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 9

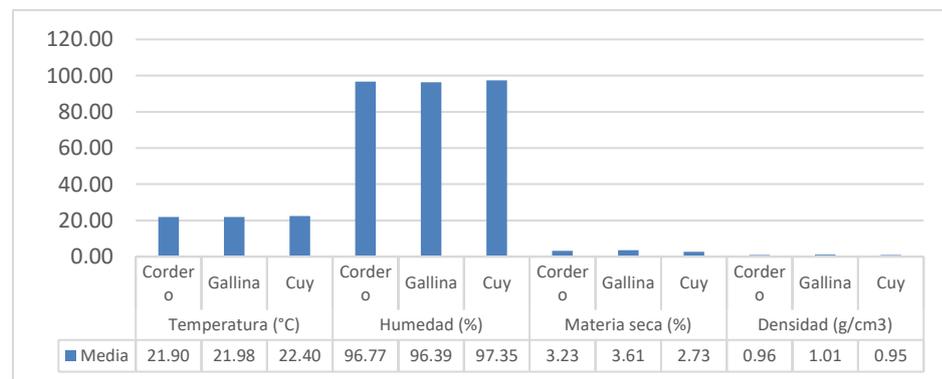
Parámetros físicos en el biol debido a la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña

	Grupo	Media	Error estándar	Límite inferior al 95% NC	Límite superior al 95% NC
Temperatura (°C)	Cordero	21.90	0.10	21.58	22.22
	Gallina	21.98	0.05	21.82	22.13
	Cuy	22.40	0.04	22.27	22.53
Humedad (%)	Cordero	96.77	0.24	96.02	97.52
	Gallina	96.39	0.09	96.11	96.67
	Cuy	97.35	0.12	96.96	97.73
Materia seca (%)	Cordero	3.23	0.24	2.48	3.98
	Gallina	3.61	0.09	3.33	3.89
	Cuy	2.73	0.06	2.53	2.93
Densidad (g/cm ³)	Cordero	0.96	0.03	0.87	1.05
	Gallina	1.01	0.01	0.98	1.03
	Cuy	0.95	0.01	0.91	0.99

Nota. Datos estadísticos obtenidos por SPSS versión 27 - Descriptivos de los parámetros físicos

Figura 12

Parámetros físicos en el biol obtenido de la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña



Nota. Descriptivos de los parámetros físicos.

Análisis e interpretación

En la tabla 09 y en la figura 11 presenta los valores promedio de los parámetros físicos registrados durante los pasos para preparar el biol, obtenido a partir de la degradación de tres tipos de estiércol de animal con microorganismos de montaña.

Se observa que el nivel de Temperatura (°C), el biol de cuy manifestó un valor mayor de 22.4 °C en comparación al biol de gallina y cordero con 21.98 °C y 21.90 °C respectivamente.

Se observa que el nivel de Humedad (%), el biol de cuy manifestó un valor mayor de 97.35 % en comparación al biol de cordero y gallina con 96.77 % y 96.39% respectivamente.

Se observa que el nivel de Materia Seca (%), el biol de gallina manifestó un valor mayor de 3.61 % en comparación al biol de cordero y cuy con 3.23 % y 2.73 % respectivamente.

Se observa que el nivel de Densidad (g/cm³), el biol de gallina manifestó un valor mayor de 1.01 g/cm³ en comparación al biol de cordero y cuy con 0.96 g/cm³ y 0.95 g/cm³ respectivamente.

Aun cuando se pueden apreciar diferencias entre los indicadores, estas son mínimas en cada uno de los indicadores.

Tabla 10

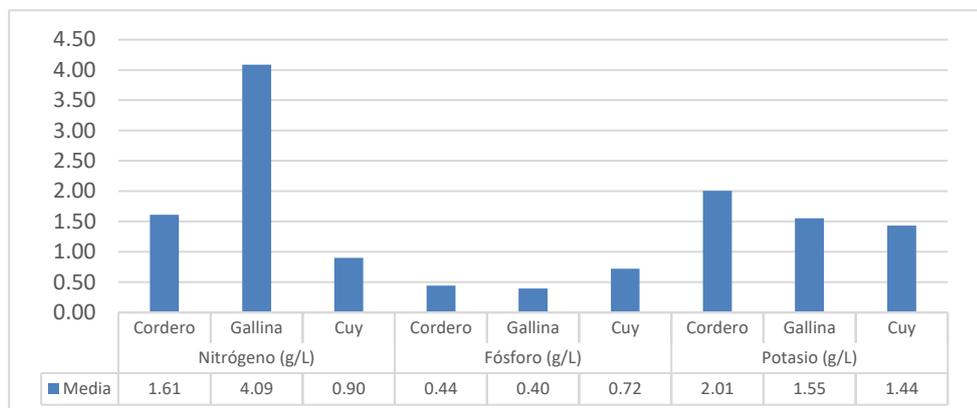
Indicadores nutricionales en el biol producidos tras la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña

	Grupo	Media	Error estándar	Límite inferior al 95% NC	Límite superior al 95% NC
Nitrógeno (g/L)	Cordero	1.61	0.40	0.35	2.88
	Gallina	4.09	0.49	2.54	5.63
	Cuy	0.90	0.35	-0.22	2.03
Fósforo (g/L)	Cordero	0.44	0.09	0.14	0.74
	Gallina	0.40	0.06	0.19	0.60
	Cuy	0.72	0.09	0.44	1.00
Potasio (g/L)	Cordero	2.01	0.32	0.98	3.04
	Gallina	1.55	0.28	0.66	2.44
	Cuy	1.44	0.05	1.27	1.60

Nota. SPSS versión 27 - Descriptivos de los indicadores nutricionales

Figura 13

Indicadores nutricionales en el biol producidos tras la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña



Nota. Descriptivos de los indicadores nutricionales

Análisis e interpretación

Los valores promedio se muestran en la tabla 10 y figura 12, sobre los indicadores nutricionales obtenidos durante la preparación del biol, obtenido de la degradación de tres tipos de estiércol de animal con microorganismos de montaña.

Se observa que los niveles de Nitrógeno (g/L), el biol de gallina manifestó un valor mayor 4.09 g/L en comparación al biol de cordero y cuy con 1.61 g/L y 0.90 g/L respectivamente.

Se observa que los niveles de Fósforo (g/L), el biol de cuy manifestó un valor mayor de 0.72 g/L en comparación al biol de cordero y gallina con 0.44 g/L y 0.40 g/L respectivamente.

Se observa que los niveles de Potasio (g/L), el biol de cordero manifestó un valor mayor de 2.01 g/L en comparación al biol de gallina y cuy con 1.55 g/L y 1.44 g/L respectivamente.

El uso del estiércol de gallina aporta una mayor concentración de nitrógeno, en cambio, el estiércol de cuy sobresale por su contenido de fósforo y el estiércol de cordero por su mayor cantidad de potasio.

Tabla 11

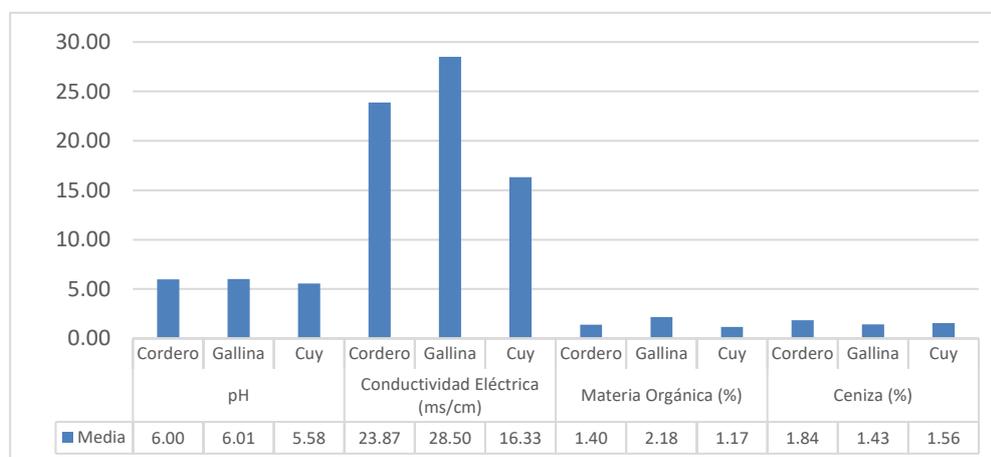
Parámetros químicos en el biol producidos tras la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña

	Grupo	Media	Error estándar	Límite inferior al 95% NC	Límite superior al 95% NC
pH	Cordero	6.00	0.13	5.58	6.41
	Gallina	6.01	0.09	5.73	6.29
	Cuy	5.58	0.08	5.32	5.84
Conductividad Eléctrica (ms/cm)	Cordero	23.87	1.53	18.99	28.75
	Gallina	28.50	0.63	26.48	30.52
	Cuy	16.33	0.22	15.63	17.03
Materia Orgánica (%)	Cordero	1.40	0.10	1.07	1.72
	Gallina	2.18	0.10	1.86	2.50
	Cuy	1.17	0.07	0.94	1.40
Ceniza (%)	Cordero	1.84	0.14	1.40	2.27
	Gallina	1.43	0.02	1.36	1.49
	Cuy	1.56	0.01	1.51	1.61

Nota. SPSS versión 27 - Descriptivos de los parámetros químicos

Figura 14

Parámetros químicos en el biol producidos tras la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña



Nota. Descriptivos de los parámetros químicos

Análisis e interpretación

En la tabla 11 y en la figura 13 presenta los valores promedio del resultado de los parámetros químicos a lo largo del proceso de elaboración del biol obtenido de la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña.

El pH promedio referente al biol de gallina fue de 6.01, en cambio, el biol de cordero y cuy registraron 6.00 y 5.58, respectivamente, con este último mostrando una ligera acidez.

La Conductividad Eléctrica (ms/cm), referente al biol de gallina manifestó un valor mayor de 28.50 ms/cm en comparación al biol de cordero y cuy con 23.87 ms/cm y 16.33 ms/cm respectivamente.

Los valores de la Materia Orgánica (%), en el biol de gallina revelaron el 2.18 % en comparación al biol de cordero y cuy con 1.40 % y 1.17 % respectivamente.

Se observa que los niveles de Ceniza (%), el biol de cordero manifestó un valor mayor de 1.84 % en comparación al biol de cuy y gallina con 1.56 % y 1.43 % respectivamente.

Con el uso del estiércol de gallina se tiene un mayor valor del pH, conductividad eléctrica y materia orgánica. Por otro lado, se tuvo un mayor porcentaje de ceniza al considerar el estiércol de cordero.

Tabla 12

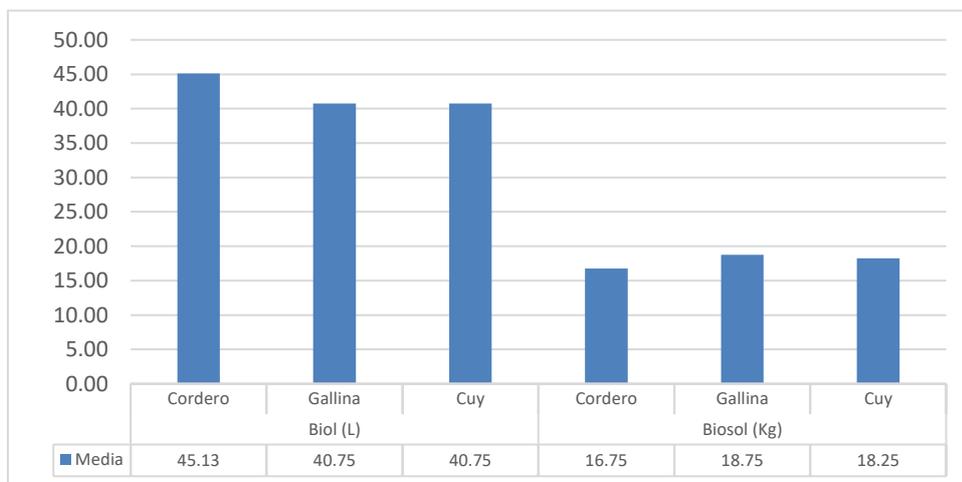
Cantidad de biol y biosol que se produce al descomponer los tres tipos de estiércol mediante los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024

	Grupo	Media	Error estándar	Límite inferior al 95% NC	Límite superior al 95% NC
Biol (L)	Cordero	45.13	1.16	41.43	48.82
	Gallina	40.75	0.48	39.23	42.27
	Cuy	40.75	1.55	35.82	45.68
Biosol (Kg)	Cordero	16.75	0.48	15.23	18.27
	Gallina	18.75	0.75	16.36	21.14
	Cuy	18.25	2.02	11.84	24.66

Nota. SPSS versión 27 - Descriptivos de las cantidades de biol y biosol

Figura 15

Cantidad de biol y biosol que se produce al descomponer los tres tipos de estiércol mediante los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024



Nota. Descriptivos de las cantidades de biol y biosol

Análisis e interpretación

La Tabla 12 y la Figura 14 muestran los valores promedio correspondientes al resultado sobre las cantidades de biol y biosol que se produce al descomponer los tres tipos de estiércol mediante los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024.

Se observa que las cantidades de biol de cordero manifestó un valor mayor de 45.13 Lt en comparación con las cantidades de biol de gallina y cuy que mostraron un valor promedio de 40.75 Lt.

Se observa que las cantidades de biosol de gallina manifestó un valor mayor de 18.75 Kg en comparación con las cantidades de biosol de cuy con 18.25 Kg y cordero con un valor de 16.75 Kg.

Es decir, con el uso de estiércol de cordero se tuvo una mayor producción de biol (45.13 Lt) que con el estiércol de gallina (40.75 L) y cuy (40.75 L). En cuanto al biosol, descriptivamente se tiene una mayor producción con el estiércol de gallina.

Tabla 13
Prueba de normalidad de los datos

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Biol (L)	0,191	12	0,200*	,930	12	0,380
Biosol (Kg)	0,214	12	0,137	,927	12	0,347

Nota. Prueba de normalidad realizada con dos estadísticos de prueba – Datos obtenidos por SPSS

Análisis e interpretación

Tras realizar la prueba de normalidad en la Tabla 13, se observa que el contraste de Shapiro-Wilk es adecuado para los datos del biol y del biosol cuando las muestras son pequeñas ($n < 50$). Y el p-valor (nivel de significancia convencional) obtenido ha sido mayor a 0.05 en cada estadístico de prueba (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk). Es decir, cuando el p-valor supera al nivel de significancia convencional establecido en 0.05, se dice que los datos provienen de una distribución normal o que su comportamiento se asemeja a dicha distribución.

Dado que se ha alcanzado esta conclusión, es viable emplear un procedimiento estadístico paramétrico para el análisis de los datos. Según la estructura del estudio, con tres grupos de análisis y una variable numérica que sigue una distribución normal, es apropiado aplicar un Análisis de Varianza con un factor inter sujetos, conocido como ANOVA de un factor.

4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis

La hipótesis para contrastar es la siguiente:

H1: Existe diferencia en el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024

Por otra parte, la hipótesis nula que rechaza la afirmación anterior es la siguiente:

H0: No existe diferencia en el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024

Estadístico de prueba: Análisis de Varianza con un factor Inter sujetos

Tabla 14
Prueba de hipótesis

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Biol (L)	Entre grupos	51,042	2	36,521	4,8	0,038
	Dentro de grupos	47,688	9	5,299	17	
	Total	98,729	1			
			1			
Biosol (Kg)	Entre grupos	8,667	2	4,333	,67	0,535
	Dentro de grupos	58,250	9	8,472	0	
	Total	66,917	1			
			1			

Nota. Prueba realizada con ANOVA de un factor

Análisis e interpretación

Realizado la prueba de ANOVA en la tabla 14 llevada a cabo, nos indica que, en el inciso de Biol (L), si existe diferencia en el nivel de significancia ($p < 0.05$) en el efecto degradativo de los microorganismos de montaña en la degradación de tres tipos de estiércol de animal, pero en cuanto al inciso de Biosol (Kg), no existe diferencia en el nivel de significancia.

Por ello, para poder evaluar en donde se encuentran esas diferencias identificadas en el indicador biol, es necesario que se presente un cuadro adicional llamado comparaciones múltiples.

Tabla 15
Comparaciones múltiples con Tukey

Variable dependiente	(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
Biol (L)	Cordero	Gallina	4,37500	1,62767	,005	-,1695	8,9195	
		Cuy	4,37500	1,62767	,005	-,1695	8,9195	
	Gallina	Cordero	-4,37500	1,62767	,005	-	,1695	
		Cuy	,00000	1,62767	1,000	-	4,5445	
	Cuy	Cordero	-4,37500	1,62767	,005	-	,1695	
		Gallina	,00000	1,62767	1,000	-	4,5445	
	Biosol (Kg)	Cordero	Gallina	-2,00000	1,79892	,531	-	3,0226
			Cuy	-1,50000	1,79892	,693	-	3,5226
Gallina		Cordero	2,00000	1,79892	,531	-	7,0226	
		Cuy	,50000	1,79892	,959	-	5,5226	
Cuy		Cordero	1,50000	1,79892	,693	-	6,5226	
		Gallina	-,50000	1,79892	,959	-	4,5226	

Nota. Prueba realizada con Tukey asumiendo varianzas iguales

Análisis e interpretación

En la tabla 15, se observa que para la cantidad de biol obtenida a partir del estiércol de cordero, esta es diferente a la obtenida a partir del estiércol de gallina. Asimismo, se observa una diferencia entre el biol obtenido del estiércol de cordero y el biol obtenido del estiércol de cuy.

Asimismo, podemos comprobar que no existe diferencia alguna entre el biosol obtenido a partir del estiércol de cordero, cuy y gallina, ello en virtud de que ninguno de los p-valor obtenidos es inferior a 0.05, el cual es el nivel de significancia convencional.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de este estudio fue comparar la capacidad degradativa de los microorganismos de montaña en el proceso de descomposición de tres tipos de estiércol animal, 2024. Para ello, se realizaron tres pruebas con diferentes composiciones, y, a lo largo del tiempo, se evidenciaron variaciones en las propiedades físicas y químicas. Con base en estos resultados, se formuló la siguiente hipótesis de investigación, sustentada en antecedentes: H1: Existe diferencia en el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024. Dónde los resultados indican que considerando como indicador las cantidades obtenidas de biol y biosol, se obtiene las cantidades de las medias correspondiente al biol y estos son: cordero (45.13 Lt), gallina (40.75 Lt), cuy (40.75 Lt), donde se confirma la existencia de diferencias entre el biol elaborado por estiércol de cordero y el biol producido a partir del estiércol de cuy, pero según las cantidades de las medias correspondiente al biosol: cordero (16.75 Kg), gallina (18.75 Kg), cuy (18.25 Kg), se puede mencionar que no existe diferencia alguna entre el biosol obtenido a partir del estiércol de cordero, cuy y gallina, ello en virtud de que ninguno de los p-valor obtenidos es inferior a 0.05, este es el nivel de significancia convencional.

Según los parámetros físicos en el biol debido a la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña, da como resultado que el biol posee la media de los siguientes valores de Temperatura (°C) donde el cordero resulta 21.90, gallina resulta 21.98, cuy resulta 22.40; comprobando así que las temperaturas se encuentran en el rango óptimo en especial con el estiércol de cuy, esto concuerda con Cano et al. (2016), quienes registraron valores de 22.4 y 23.13 °C en bioles de bovino y porcino, también la Humedad (%) donde el cordero resulta 96.77, gallina resulta 96.39, cuy resulta 97.35, se puede afirmar que están relacionados con Aguirre (2022) usando los residuos de plátano (*Musa x paradisiaca*) para producir en Biol (X) resulta 95.58, en Biol (Y) resulta 96.74, en Biol (Z) resulta 98.03, además la Materia seca (%) donde el cordero resulta 3.23, cuy resulta 2.73 y el mayor

valor es de gallina resulta 3.61, también la Densidad (g/cm³) tiene los siguientes valores: el cordero resulta 0.96, cuyo resultado es 0.95, donde la gallina tiene el mayor valor que resulta 1.01, ahora respecto a la Conductividad Eléctrica (ms/cm), donde resulta que en el cordero es de 23.87, en la gallina es 28.50, y en el cuy es 16.33, estos resultados están elevados ya que según Elguera (2020), para su investigación, utilizó biol proveniente del estiércol de ganado vacuno, obteniendo valores respecto a la conductividad resultando el $1113.71 \times 10 \mu\text{S/cm}$ (B1), $1235.43 \times 10 \mu\text{S/cm}$ (B2) y $1046.00 \times 10 \mu\text{S/cm}$ (B3); que equivale a 11.1371 ms/cm(B1), 12.3543 ms/cm(B2), 10.46 ms/cm(B3). Mientras que otro estudio realizado por Soria (2001) menciona que las concentraciones reducidas de conductividad eléctrica se vinculan con la absorción de compuestos solubles por parte de los microorganismos durante su fase de desarrollo acelerado.

Aunque el valor obtenido de conductividad eléctrica en la presente tesis es relativamente elevado al emplear microorganismos de montaña junto con estiércol, este biol puede utilizarse en suelos de baja salinidad o en el cultivo de ciertas plantas con resistencia a esta condición.

Según los indicadores nutricionales en el biol producidos tras la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña, da como resultado el biol que posee la media de los siguientes valores de nitrógeno - N (g/L) en el cordero es de 1.61, en la gallina es 4.09, y en el cuy es 0.90 siendo el de menor rango el de cuy mientras que gallina sobrepasa al cordero. Sin embargo, Lopez (2023), en el T3 (MM + gallinaza) presentó 1.17%, mientras que Leon (2019), obtuvo 10.2 g/L., donde cabe recalcar que en esta última no se usó MM y es proveniente de ganado vacuno. Además, el fósforo - P₂O₅ (g/L) en el cordero es de 0.44, en la gallina es 0.40, y en el cuy es 0.72, siendo el de menor rango el de gallina mientras que el cuy sobrepasa al cordero, esto sobrepasa a Lopez (2023), donde el P (fósforo) obtuvo 0.53 %, mientras que Leon (2019), obtuvo 0.08656 g/L, siendo el menor valor entre todos. Ahora, el potasio - K (g/L) en el cordero es de 2.01, en la gallina es 1.55, y en el cuy es 1.44, siendo el de menor rango el de cuy mientras que el cordero sobrepasa a la gallina, donde Lopez (2023), en el K (potasio): T1 (MM + bovino) tuvo el valor más bajo (1.43 %) y T3 (MM +

gallinaza) el más alto (1.60 %), mientras que Leon (2019), obtuvo 1.1038 g/L, siendo el menor valor entre todos. Sumado a ello, Soria et al. (2001), señala que el bioabono promedio compuesto por biol y biosol, presenta una concentración de 2.6 % de nitrógeno, 1.5 % de fósforo y 1.0 % de potasio. Al contrastar estos datos con los obtenidos previamente, se constató que las diferencias en los niveles de NPK en el biol tienen un papel decisivo.

Observándose que el potasio resulta ser el elemento predominante en los 3 tipos de estiércol y el Nitrógeno en la gallina correspondiente al valor de 4.09, tiene mayor proporción.

Según Aguirre (2022), señala que usando los residuos de plátano (*Musa x paradisiaca*) para producir biol en tres diferentes cantidades de proporciones (Biol X, Biol Y, Biol Z) de los residuos de plátano (*Musa x paradisiaca*) para producir biol, donde el resultados de las medias para el caso del N(g/L) resulta un valor de 3.37, 2.97, 2.54 respectivamente, además en el caso del P₂O₅ (g/L) resulta un valor de 0.23, 0.11, 0.09 respectivamente, en el caso del K(g/L) resulta un valor de 3.13, 2.96, 2.55 respectivamente, resultando el Biol X con valores más altos en los tres componentes, donde se puede mencionar que la presente tesis usando microorganismo de montaña más estiércol el porcentaje de N(g/L) posee menores valores que la tesis donde se usa residuos de plátano (*Musa x paradisiaca*), pero el P₂O₅ (g/L) posee mayores valores que la tesis mencionada anteriormente y el K(g/L) presenta menores valores en la misma, donde se deduce que de acuerdo a los nutrientes que necesite la planta o suelo se puede realizar una combinación de los residuos, para abastecer los nutrientes que necesita el agricultor respecto al suelo que posee.

Según los parámetros químicos en el biol producidos tras la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña, da como resultado que el biol posee la media de los siguientes valores de pH en el cordero es de 6.00, en la gallina es 6.01, y en el cuy es 5.58, siendo moderadamente ácido el de cuy mientras que gallina y cordero son considerados base, debido a que según Fernández (2015) se ha demostrado que el proceso puede desarrollarse eficientemente en condiciones

controladas de pH entre 6.0 y 8.0. Y a su vez tiene relación con Lopez (2023), porque el Ph incrementó a 6.76 a los 45 días y descendió a 5.99 a los 75 días. Por otro lado, la Materia Orgánica (%) en el cordero es de 1.40, en la gallina es 2.18, y en el cuy es 1.17; siendo el mayor valor el de gallina mientras que el cuy y cordero son considerados bajo, y a su vez tiene relación con Lopez (2023), la MO, obtuvo la media general de 3.13 %. En cuanto a la ceniza (%), los valores son de 1.84 en el estiércol de cordero, 1.43 en el de gallina y 1.56 en el de cuy, lo que coincide con lo reportado por Cano et al. (2016), quienes obtuvieron un promedio de 1.51 % de ceniza en en bioles de bovino y porcino.

Según la cantidad de biol y biosol que se produce al descomponer los tres tipos de estiércol mediante los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024, se puede describir mediante la prueba de Tukey, lo siguiente: Para el caso de la cantidad de biol obtenida a partir del estiércol de cordero, esta es diferente a la obtenida a partir del estiércol de gallina. A su vez, también existe diferencia entre el biol generado mediante la fermentación del estiércol de cordero y biol obtenido a partir del estiércol del cuy.

Adicionalmente, podemos comprobar a partir de esta misma tabla, que no existe diferencia alguna entre el biosol obtenido a partir del estiércol de cordero, cuy y gallina, ello en virtud de que ninguno de los p-valor obtenidos es inferior a 0.05, el cual es el nivel de significancia convencional.

Tabla 16
Concepto del valor de p

El valor de p significa la probabilidad de que la hipótesis nula sea cierta, es decir, si se da los siguientes casos:
Un valor de $p < 0,05$ significa que la hipótesis nula es falsa
Un valor de $p > 0,05$ significa que la hipótesis nula es cierta

Nota. Arias (2017)

La tabla anterior, evidencia que la comparación entre la cantidad de bioles indica que los p-valor obtenidos cumplen con el valor de 0.05 que significa que la hipótesis nula es falsa es decir que H_0 : No existe diferencia en el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024, por

lo que se comprueba que la hipótesis alternativa es verdadera, siendo esta la siguiente, H1: Existe diferencia en el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024. Pero no ocurre lo mismo con la comparación entre las cantidades de biosoles, debido a que los p-valor obtenidos no cumplen porque es mayor al valor 0.05 y eso indica que la hipótesis nula se mantiene válida, por lo tanto, se confirma la H0: hipótesis nula, y se rechaza la H1: Hipótesis alternativa. Además, no se dispone de antecedentes que hayan desarrollado esta comparación respecto al biosol, lo cual limita la existencia de referencias que orienten el análisis.

CONCLUSIONES

Se concluye que los microorganismos de montaña ejercen un efecto degradativo en la descomposición de tres tipos de estiércol de animal en Huánuco, 2024. Porque, se evidencia una diferencia en el efecto degradativo de estos microorganismos sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol en relación con las cantidades de biol, y reconociendo que el proceso de aceleración de la descomposición de materia fue realizado en 45 días, por lo que mostró una mejora significativa en comparación con otros bioles. Sin embargo, no se observa diferencia en el biosol obtenido del estiércol de cordero, cuy y gallina, ya que ninguno de los valores p (nivel de significancia convencional) obtenidos es inferior a 0.05. Esto se debe a que tanto el biol como el biosol son indicadores de la descomposición de estiércol de animales.

Asimismo, se concluye que los parámetros físicos respecto al biol mediante la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña, mostró parámetros en rangos óptimos. La temperatura se mantuvo estable, destacando el cuy con 22.40 °C, esto coincide con lo reportado por Cano et al. (2016), teniendo como valores desde 22.4 y 23.13 °C., también la Humedad fue alta en los casos, en especial en el cuy con 97.35%. que están relacionados con Aguirre (2022) mediante el valor de 98.03 usando los residuos de plátano (*Musa x paradisiaca*) para producir Biol, además los valores de la gallina, presentó la mayor Materia seca con 3.61% y Densidad con 1.01 g/cm³, ahora respecto a la Conductividad Eléctrica (ms/cm), fue elevada, especialmente con gallinaza (28.50 mS/cm), pero se considera aplicable en suelos de baja salinidad o cultivos tolerantes.

Por otro lado, los indicadores nutricionales del biol producido a partir de la degradación de tres tipos de estiércol de animales con microorganismos de montaña evidenció diferencias significativas según el tipo de estiércol: la gallina presentó el mayor contenido de nitrógeno (4.09 g/L), el cuy sobresalió en fósforo (0.72 g/L), y el cordero lideró en potasio (2.01 g/L). Estos valores superan o contrastan con investigaciones previas como las de López (2023), León (2019) y Soria et al. (2001), confirmando que las variaciones en NPK

tienen un impacto clave en la calidad del biol. Además, Aguirre (2022), menciona que el biol elaborado con residuos de plátano mostró mayores concentraciones de N, P y K en la proporción Biol X (12.5% excretas animales + 12.5% residuos de plátano). En comparación, con el biol de esta tesis producido con microorganismos de montaña y estiércol, presenta valores inferiores de nitrógeno y potasio, pero superiores en fósforo. Por ende, se sugiere que, según las necesidades nutricionales del cultivo o suelo puede optimizarse la mezcla de insumos para alcanzar una formulación más adecuada.

Por consiguiente, los parámetros químicos en el biol producidos tras la degradación de tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña, mostró valores de la media dentro de rangos funcionales: el pH fue óptimo en gallina (6.01) y cordero (6.00), mientras que el cuy presentó una acidez moderada (5.58), en concordancia con Fernández (2015) que indica que el rango de pH está entre 6.0 y 8.0. Por otro lado, La materia orgánica fue más alta en la gallina (2.18 %), aunque inferior al promedio reportado por López (2023). En cuanto a la ceniza (%), presentó valores cercanos al estándar 1.51 % de Cano et al. (2016), con mayor concentración en el cordero (1.84 %).

Por lo tanto, la cantidad de bioles y biosoles producidos durante la descomposición de los tres tipos de fertilizantes por microorganismos de montaña (Huánuco, 2024) se puede explicar de la siguiente manera mediante la prueba de Tukey: En el caso de la cantidad de biol obtenido del estiércol de cordero, ésta es diferente a la obtenida del estiércol de gallina. Al mismo tiempo, también existe una diferencia entre el biol obtenido del estiércol de cordero y el biol obtenido del estiércol de cuy, por lo que se demuestra que la hipótesis alternativa es cierta; H1: Existe diferencia en el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024. Sin embargo, para los biosoles los p-valor obtenidos ninguno es inferior a 0,05, lo que significa que la hipótesis nula es verdadera.

Es decir, se confirma H0: Hipótesis nula, y se rechaza la H1: Hipótesis alternativa, ello demuestra que no existe diferencia entre los biosoles obtenidos de estiércol de cordero, cuy y gallina.

Finalmente, a partir del análisis realizado, en comparación con los 3 tipos de estiércol, se concluye que, el estiércol de Gallina lidera en nutrición (nitrógeno) y química (pH, CE, MO), además del rendimiento en biosol, seguido del Cordero por su aporte del potasio, ceniza, y cantidad de biol producido; y, por último, el Cuy destaca en parámetros físicos y contenido de fósforo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar las investigaciones sobre los tipos de microorganismos de montaña, su aplicación, efecto y función en diferentes áreas de abonos orgánicos y determinar los parámetros microbiológicos presentes en los bioles.

Se sugiere replicar esta investigación añadiendo diferentes cantidades de litros de microorganismos de montaña en cada repetición y variando las proporciones de estiércol de cuy, cordero y gallina, preferiblemente en menor cantidad. Esto permitirá evaluar las variaciones temporales en las características fisicoquímicas de los bioles, así como la cantidad obtenida de biol y biosol.

Se recomienda aplicar el biol a base de Microorganismo de montaña líquido mediante la generación de materia orgánica resultante de una mezcla determinada de 10 kg de estiércol de cuy, cordero y gallina, en áreas de cultivos dónde exista carencia del crecimiento del fruto y desarrollo de la planta.

Se propone a los estudiantes interesados realizar prácticas en campo, especialmente en el curso de Educación Ambiental, con el fin de informar y concientizar a los agricultores sobre los beneficios de la aplicación de bioles en los procesos de cultivo, considerando su eficiencia, dado que constituyen una opción eficaz y ecológica.

Se recomienda que futuros tesis combinen estiércoles y microorganismos propios de su localidad para comparar el contenido nutricional del biol. Asimismo, se sugiere aplicar primero el biol y luego el biosol como estrategia sostenible para reducir el uso excesivo de fertilizantes químicos.

Se invita a realizar estudios profundos del origen de microorganismos de montaña, analizándolo en laboratorio, que permitan identificar su procedencia y caracterización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, L. (2022). Evaluación de la calidad del Biol a partir de estiércol de cuy y hojas de plátano mediante un biodigestor semicontinuo, Huánuco 2021 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. Disponible en:

<https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3926>

Álvarez, F. (2010). Manual preparación y uso del biol., Cusco – Perú. Disponible en:

<https://es.scribd.com/doc/65817533/Preparacion-y-uso-del-biol#content=query:biosol,pageNum:9,indexOnPage:0,bestMatch:false>

Amusquivar, C. (2015). Tesis: Evaluación de la producción de biogás, bioabono y biol en un Biodigestor Chino Mejorado, en zonas andinas, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. Disponible en: <https://repositorio.unjbg.edu.pe/items/bf5d39e7-e7ed-4fab-8324-f193a95c122a>

ARPE (2009). Reproducción de microorganismos de montaña - MM A2-02, 21, Ancash, Perú. Disponible en:

https://13451115570246386981.googlegroups.com/attach/225ab3c2371da7aa/A2-02_ficha_microorganismos_VFB_OK.pdf?part=0.1&vt=ANaJVrGQq01QbtEEvyzCD3V23YSWxePZ4vj4JRTzKNWGPh7WCFabEQnXsKlZWy0LIEpjbXcHHDYmNsPAN2jFFnuuSUUHxEbGNUmgly8PZ3s3WtVI56n6eQ

Arrieta, W. (2016). Biodigestor Doméstico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado. Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico – Eléctrico. Universidad de Piura, Piura, Perú. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/item/e869b480-44c0-4c2c-a897-3c753a8d1f5f>

Barrera, C. (2016). Cuatro dosis de materia orgánica (gallinaza de postura) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad "Grand Rapids Waldeman" S Strain", bajo condiciones agroclimáticas en la provincia de Lamas. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. Disponible en:

<https://repositorio.unsm.edu.pe/item/b63e2790-7771-4b39-96d8-3e1dbbc4c927>

Biodisol (2010). Disponible en: <https://www.biodisol.com/que-es-el-biogas-digestion-anaerobia-caracteristicas-y-usos-del-biogas/digestion-anaerobia-proceso-de-produccion-de-biogas-biocombustibles-energias-renovables/>

Bosleman, B. (2020). Uso de Microorganismos Eficientes y de Montaña en la producción de Compost, Universidad peruana unión facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Tarapoto. Disponible en:

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/4062/Brencia_Trabajo_Bachillerato_2020.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Cano, M. et al (2016). Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovina y porcinas. Colegio de postgraduados. Texcoco, México. Agrociencia, vol.50, pp. 471-479. Disponible en:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000400471

Cairo, P. (2017). Effect of manure on the soil and the soybean. Scielo. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n1/en_pyf05117.pdf

Carlos, L. et al (2023). Biofertilizante "biol": caracterización física, química y microbiológica, Disponible en:

<https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/273/695>

- Castellanos, R. (2000). Proain - tecnología agrícola, México, Disponible en:
https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/que-es-y-para-que-sirve-la-conductividad-electrica?srsId=AfmBOopSfHuzeMG39OXLGRm92qHZlqEQYpikNJhKPaDzxml_-kQjtnXn
- Coral, D. et al (2020). Tesis: Determinación de Riesgo en el Centro Poblado de San Sebastián de Quera, Distrito de Santa María del Valle, Huánuco 2020, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27539/Coral%20Benites%2C%20Diego%20Alfredo-Silva%20Villar%2C%20Dalila%20Haylys.pdf?sequence=7&isAllowed=n>
- Estándares de Calidad Ambiental (ECA, 2017) para Agua del Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, según su uso agrícola, aguas destinadas al riego agrícola (Categoría 3 del ECA). Disponible en:
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- EcuRed (2025). Hojarasca, Página web, Disponible en:
<https://www.ecured.cu/Hojarasca>
- Educalingo (2023). Disponible en: <https://educalingo.com/es/dic-es/descomposicion>
- Elguera, L. (2020). “Efecto de la aplicación de bioles (cuy, cerdo y vacuno) en el cultivo de papaya (Carica papaya) en la localidad de Santa Rosa de Pata, distrito y provincia de Puerto Inca – Huánuco, 2019”. Disponible en:
<https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2681>
- El Humedal (2019). ¿Qué son los microorganismos de montaña?, Página web de México. Disponible en:
<https://elhumedal.org/publicaciones.asp?t=-Que-son-los-microorganismos-de-montana-&c=13>

European Commission (2024). Nitrates - Protecting waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources, Directorate-General for Environment, Europe. Disponible en:

https://environment.ec.europa.eu/topics/water/nitrates_en

FAO (2015). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. Agricultura mundial, Italia. Disponible en: <https://www.fao.org/4/y3557s/y3557s11.htm>

Fernández, P. et al (2015). Diseño de Reactores (pg 23-47). Universidad Nacional de Salta. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1750>

Flores, D. (2003). Guía N° 2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. Quito, Ecuador. Disponible en:

<https://www.rfd.org.ec/biblioteca/pdfs/LG-056.pdf>

Gonzales, C. et al (2021). Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021, Universidad César Vallejo, facultad de ingeniería y arquitectura, escuela profesional de ingeniería ambiental, Tarapoto. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/82657/Gonzales_PCJ-Pinedo_TSA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Google Earth (2024), Imagen satelital de la ubicación del proyecto. Disponible en:

https://earth.google.com/web/@-9.83618576,-76.27492546,2872.54158051a,7546.47208144d,30y,0h,0t,0r/data=CgRCAGgBMikKJwolCiExZm10OWRPdE1FdVdHUmx1a2t2MDgtLVJXUWZQVVN1MVEgAToDCgEwQgIIAEoICPbA_OECEAE

Gutierrez, V. et al (2013). Guía para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos mediante compostaje y lombricultura, Bolivia. Disponible en:

<https://s4991ff22c06ab43d.jimcontent.com/download/version/1517449846/module/7425326963/name/Gu%C3%ADa%20para%20el%20Aprovechamiento%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20Org%C3%A1nicos.pdf>

InfoAgronomo (2025). Rango de pH de más de 100 cultivos agrícolas, México, Disponible en: Rango de pH de más de 100 cultivos agrícolas, InfoAgronomo.

INIA (2016). Instituto Nacional de Investigación Agraria. Folleto Preparación, uso y manejo de abonos orgánicos. Ayacucho. Pág. 13-16. Disponible en: <https://repositorio.inia.gob.pe/items/be987acb-43e1-47ad-bedd-56b0aa479af0>

Leon, C. et al (2019). Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo, Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad, Perú. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000300021

López, J. et al (2023). Caracterización química de biofertilizantes inoculados con microorganismos de montaña, en el Departamento de Copán, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. ResearchGate. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/377211711_Caracterizacion_microbiologica_de_biofertilizantes_inoculados_con_microorganismos_de_montana_en_el_departamento_de_Copan_Honduras

López, M. et al (2018). Los microorganismos como elementos clave de la bioeconomía. Publicaciones de Cajamar Caja Rural vol. 31, Universidad de Almería, España. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6648782.pdf>

MAGAP (2017). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos. Ecuador. Pág. 17. Disponible en:

<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Manual-de-elaboraci%C3%B3n-de-abonos-org%C3%A1nicos.pdf>

Mamilovich, L. (2018). efecto del biol y estiércol de ovino en las propiedades del suelo y crecimiento del cacao (theobroma cacao L.) en el vivero forestal de la facultad de R.N.R. UNAS, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco. Disponible en:

http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1525/LHMS_2018.pdf?sequence=1

Mapcarta (2023). Disponible en: <https://mapcarta.com/es/25686092>

Mendoza, N. (2021). Eficiencia de la biotecnología de microorganismos de montaña y eficaces en el tratamiento de residuos orgánicos municipales para la producción de compost y biol en la provincia de Ambo, Huánuco, 2020. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión facultad de ingeniería escuela de formación profesional de ingeniería ambiental, Cerro de Pasco, Perú, Disponible en:

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2378>

MINAM (2016). Entornos saludables en armonía con el ambiente. P 10, Disponible en:

<https://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-1.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-1-1.pdf>

MITECO (2024) Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, Vicepresidencia tercera del gobierno, Madrid, Gobierno de España: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/impacto-calidad->

- Restrepo, J. et al (2014). Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura, Colombia. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_CIAT/Residuos_Organicos_Agricultura_FIDAR.pdf?platform=hootsuite
- Rodríguez, C. (2002). Residuos Ganaderos, Cursos de Introducción a la producción animal, Facultad de agronomía y veterinaria, UNRC, Argentina. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/05-residuos_ganaderos.pdf
- Rodríguez, G. et al (2019). Microorganismos de montaña. Disponible en: https://www.cietta.com.sv/wp-content/uploads/2020/06/MICROORGANISMOS-DE-MONTAN%CC%83A-1_compressed.pdf
- Sánchez, M. et al (2016). De Recurso a Recurso, el camino hacia la sostenibilidad, I.2 Residuos Ganaderos (J. L. Moreno et al) (2º Edición). Editorial Mundi-Prensa, Disponible en: https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=FUhCDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA12&dq=residuos+ganaderos&ots=XIDAibbkt7&sig=h042GOlhNwfeF0BzWKhJgm_nFTQ#v=onepage&q=residuos%20ganaderos&f=false
- Sánchez, J. et al (2019). Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad-Perú. Disponible en: <a21v26n3.pdf>
- Santacruz, C. (2019). Elaboración de Biofertilizante a base de microorganismos de montaña activado, en estado sólido, Universidad técnica de babahoyo, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6017/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000132.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Soria, M. et al (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra Latinoamericana*; 19(4): 353-362. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319408.pdf>
- Suchini, J. (2012). Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. Disponible en:

<https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7790/118.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Supo, J. (2014). *Seminarios de Investigación Científica*. 2da edición. Editorial Bioestadístico. Arequipa. Perú. Disponible en:

<https://ecobiouvm.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/08/sipro-sinopsis-del-libro.pdf>
- Supo, J. & Zacarías, H. (2020). *Metodología de la Investigación Científica, Para Las Ciencias de la Salud y Las Ciencias Sociales*. Independently Published. Disponible en:

https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%8Da_de_la_Investigaci%C3%93n_Cient.html?id=WruXzQEACAAJ&redir_esc=y
- Tirado, D. (2017). *Tratado de Estadística Experimental*, Editorial Centro de estudios e investigaciones para el desarrollo docente. Guadalajara, Jalisco, México. Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Deli-Tirado-Gonzalez/publication/328430215_Tratado_de_Estadistica_Experimental/links/5bd707d64585150b2b8e6a2a/Tratado-de-Estadistica-Experimental.pdf
- Umaña, S. (2017). Efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas, Universidad de Costa Rica. Disponible en: <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2017/06/Tesis-SтивенUmana.pdf>

Vallejos, P. (2021). Análisis sobre la eficiencia del uso de microorganismos de montaña para potenciar la diversidad biológica de los suelos agrícolas, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador, Disponible en:

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7617/1/MUTC-000917.pdf>

Viera, M. et al (2015). Producción de Biofertilizante (biol) a Partir del Efluente de Biodigestión para Mejorar la Emergencia y Crecimiento de Plántulas de Interés Agronómicos, Universidad Nacional de Córdoba, Brazil. Disponible en:

<https://studylib.es/doc/2414982/producci%C3%B3n-de-biofertilizante--biol--a-partir-del>

Vincula, J. (2020). Determinación de microorganismos eficientes a partir de los desechos de hojarasca en la montaña de la margen derecha del río cozo, distrito de quisqui, provincia y departamento de Huánuco, 2019, Universidad de Huánuco. Disponible en:

<https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2455>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Carlos Vasquez, C. (2025). *Comparación del efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 3128-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 20 de diciembre de 2023

Visto, el Oficio N° 1070-2023-C-PAIA-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024", presentado por el (la) Bach. **Cyntia Milena CARLOS VASQUEZ**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1154-2023-D-FI-UDH, de fecha 19 de mayo de 2023, perteneciente al Bach. **Cyntia Milena CARLOS VASQUEZ** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1070-2023-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024", presentado por el (la) Bach. **Cyntia Milena CARLOS VASQUEZ**, integrado por los siguientes docentes: Dr. Hector Raul Zacarias Ventura (Presidente), Mg. Frank Erick Camara Llanos (Secretario) y Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024", presentado por el (la) Bach. **Cyntia Milena CARLOS VASQUEZ** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/mta.

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1154-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 19 de mayo de 2023

Visto, el Oficio N° 372-2023-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 411831-0000002074, de la Bach. **Cyntia Milena CARLOS VASQUEZ**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 411831-0000002074, presentado por el (la) Bach. **Cyntia Milena CARLOS VASQUEZ**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la Bach. **Cyntia Milena CARLOS VASQUEZ**, al Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas, docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE FACULTAD DE INGENIERIA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA- Asesor - Mat. y Reg. Acad. - Interesado - Archivo.
BCREMI/2023

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Investigación titulada: “Comparación del efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Hco, 2024”

Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis principal	Variables e indicadores	Metodología
<p>¿Cuál es el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024?</p>	<p>Comparar el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024.</p>	<p>H1: Existe diferencia en el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024</p>	<p>Variable independiente (X): Degradación de los microorganismos de montaña</p> <p>Indicadores: Estiércol de cuy + MM Estiércol de cordero + MM Estiércol de gallina + MM</p>	<p>Tipo de investigación: Según la planificación de las mediciones de la variable de estudio es prospectivo.</p>
<p>Problemas secundarios</p> <p>¿Cuáles son los parámetros físicos en el biol debido a la degradación de los tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024?</p> <p>¿Cuáles son los indicadores nutricionales en el biol debido a la degradación de los tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024?</p>	<p>Objetivos secundarios</p> <p>Describir los parámetros físicos en el biol producidos tras la degradación de los tres tipos de estiércol mediante los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024.</p> <p>Describir los indicadores nutricionales en el biol producidos tras la degradación de los tres tipos de estiércol mediante los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024.</p>	<p>H0: No existe diferencia en el efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la descomposición de los tres tipos de estiércol de animales, Huánuco, 2024</p>	<p>Variable dependiente (Y): Descomposición de los tres tipos de estiércol de animales</p> <p>Variable dependiente (Y): Descomposición de los tres tipos de estiércol de animales</p>	<p>Según el número de mediciones de la variable de estudio es longitudinal.</p> <p>Según el número de variables analíticas es analítico.</p> <p>Según la intervención del investigador es con intervención.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p>

¿Cuáles son los parámetros químicos en el biol debido a la degradación de los tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024?

¿Cuáles es la cantidad de biol y biosol que se produce al descomponer los tres tipos de estiércol de animales con los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024?

Describir los parámetros químicos en el biol producidos tras la degradación de los tres tipos de estiércol mediante los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024.

Describir la cantidad de biol y biosol que se produce al descomponer los tres tipos de estiércol mediante los microorganismos de montaña, Huánuco, 2024.

Indicadores:
Producción de biol,
Humedad,
temperatura, materia
seca, densidad, CE,
pH, N,P,K, materia
orgánica, cenizas,
Producción de biosol
(Peso)

Alcance o Nivel:
Explicativo

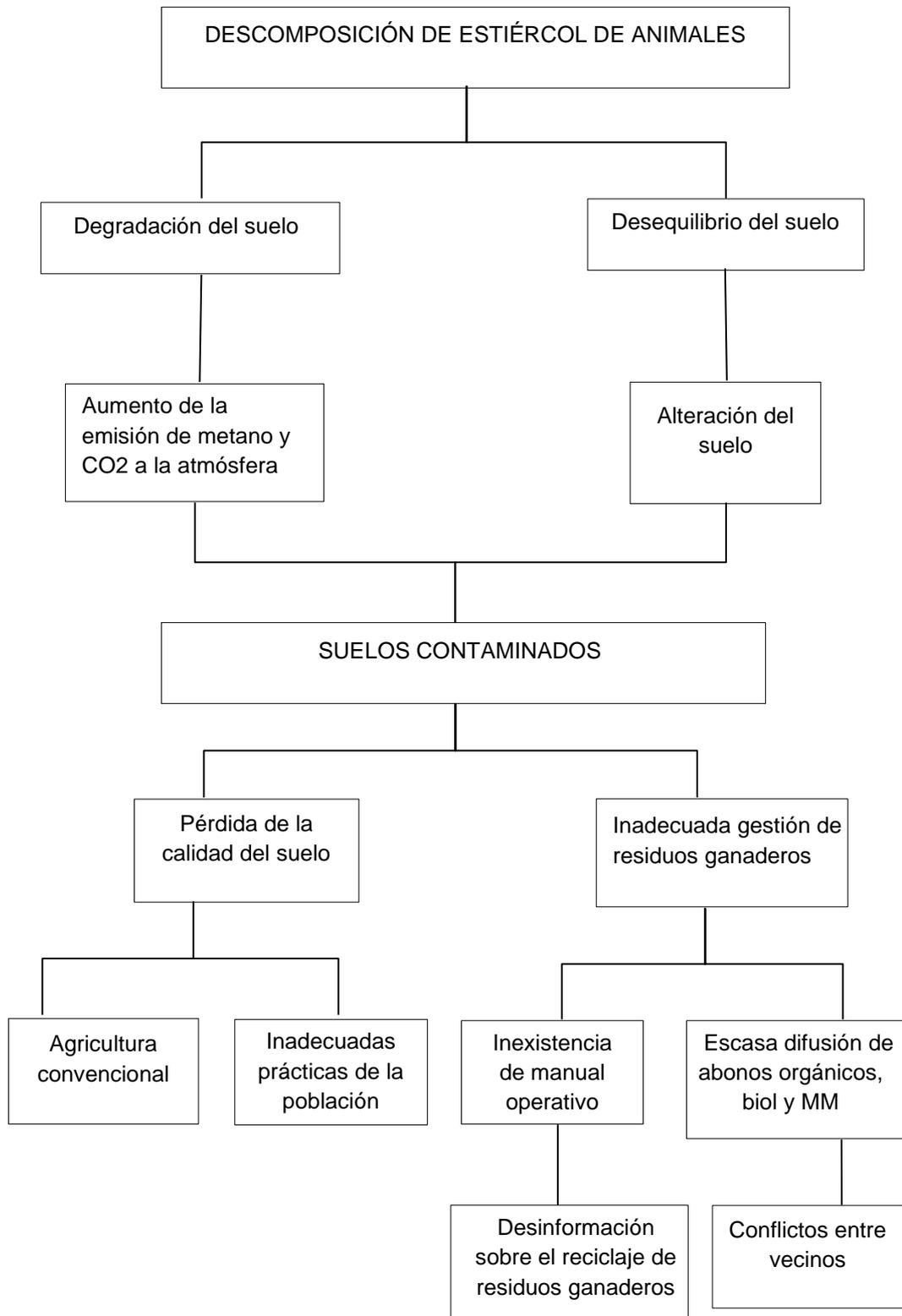
Diseño:
Experimental

Población: **0.5 ha**

Muestra: **4 repeticiones por cada grupo (GE1, GE2, GE3)**

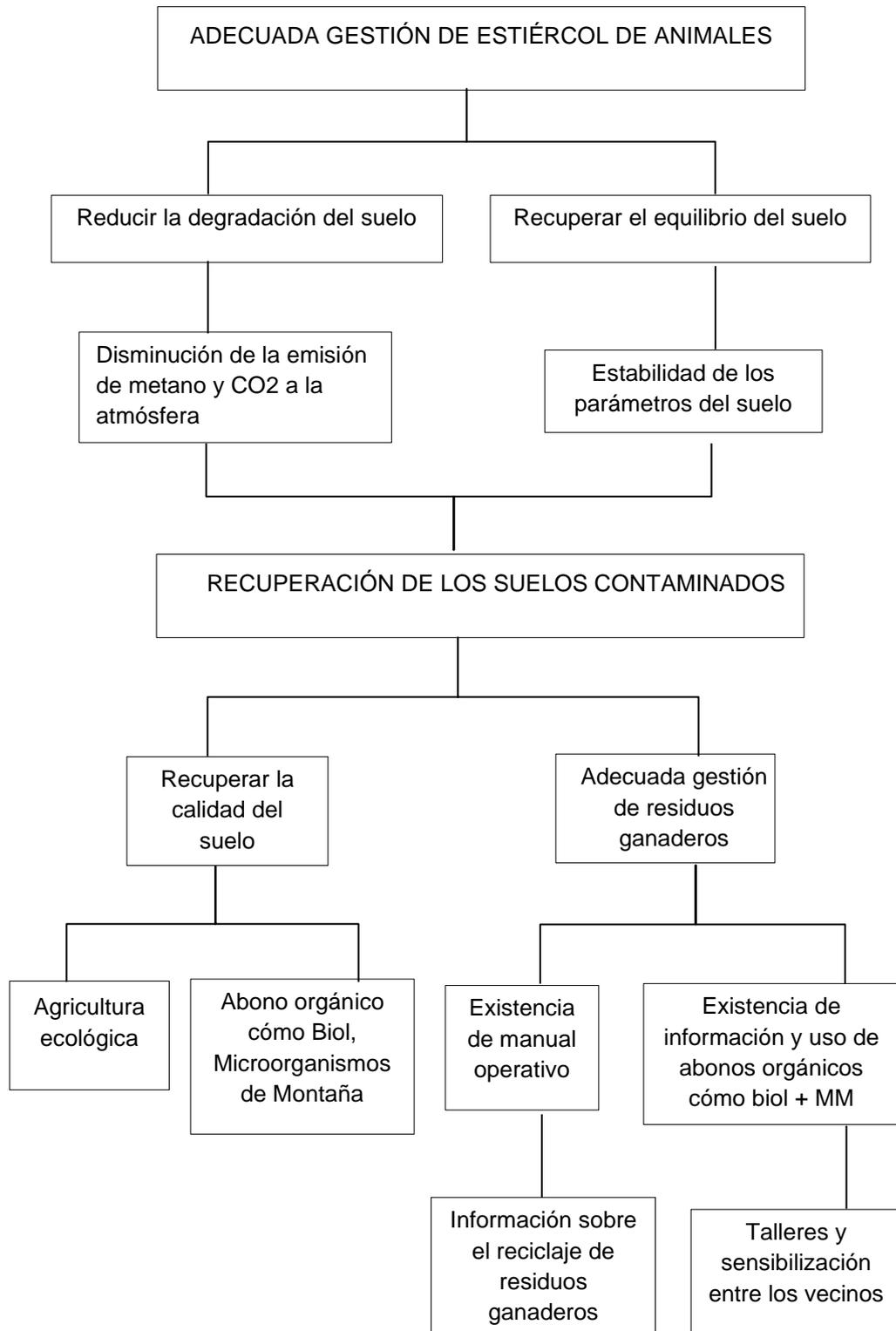
ANEXO 4

DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



ANEXO 5

DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 6

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

CENTRO POBLADO DE SAN SEBASTIAN DE QUERA

IDIOMA OFICIAL	Español y Quechua
ENTIDAD	Centro Poblado
PAÍS	Perú
DISTRITO	Santa María del Valle
DEPARTAMENTO	Huánuco
PROVINCIA	Huánuco
ALCALDE	Froilan Pablo Bacilio Condezo
FUNDACIÓN	Creación 10 de junio de 1688
ALTITUD	2, 063 m.s.n.m (6, 768 pies)
REGIÓN NATURAL	Sierra
SUPERFICIE TOTAL	77,86 Km ²
POBLACIÓN TOTAL (2017)	325 hab.

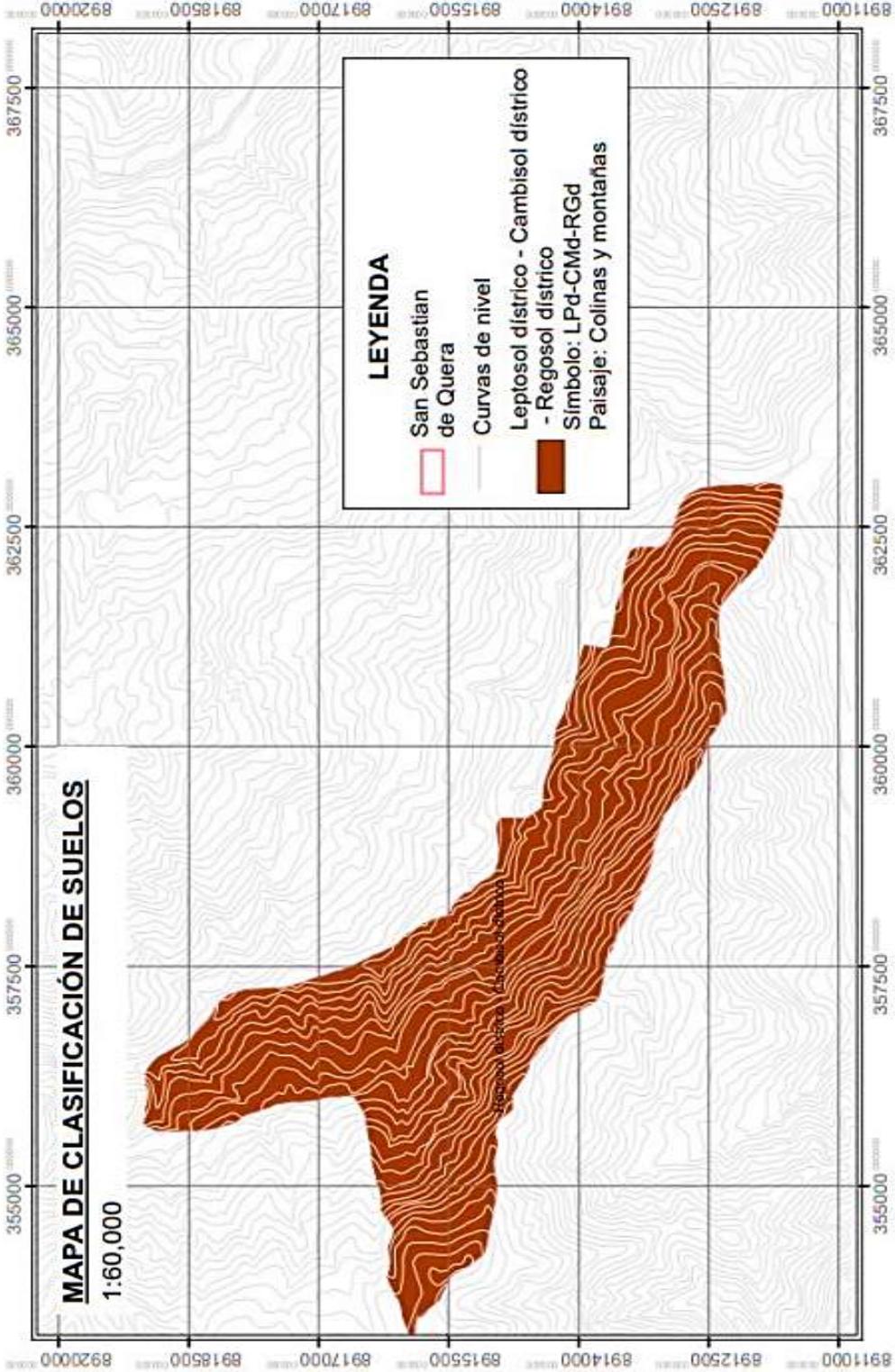
Nota. Mapcarta (2023), Censo Nacional de Población y Vivienda INEI (2017), Dictamen recaído en el Proyecto de Ley 5932/2020-CR (2020)

LÍMITES

- Por el NORESTE a 3 1/2km con el pueblo Pomacucho y a 4km con la aldea Huagracancha
- Por el OESTE a 3km con la aldea San Pedro Macha
- Por el NORTE a 4 1/2km con la aldea Santa Rosa de Salvia
- Por el SUR a 4km con la aldea Querococha, y con la aldea Huampar

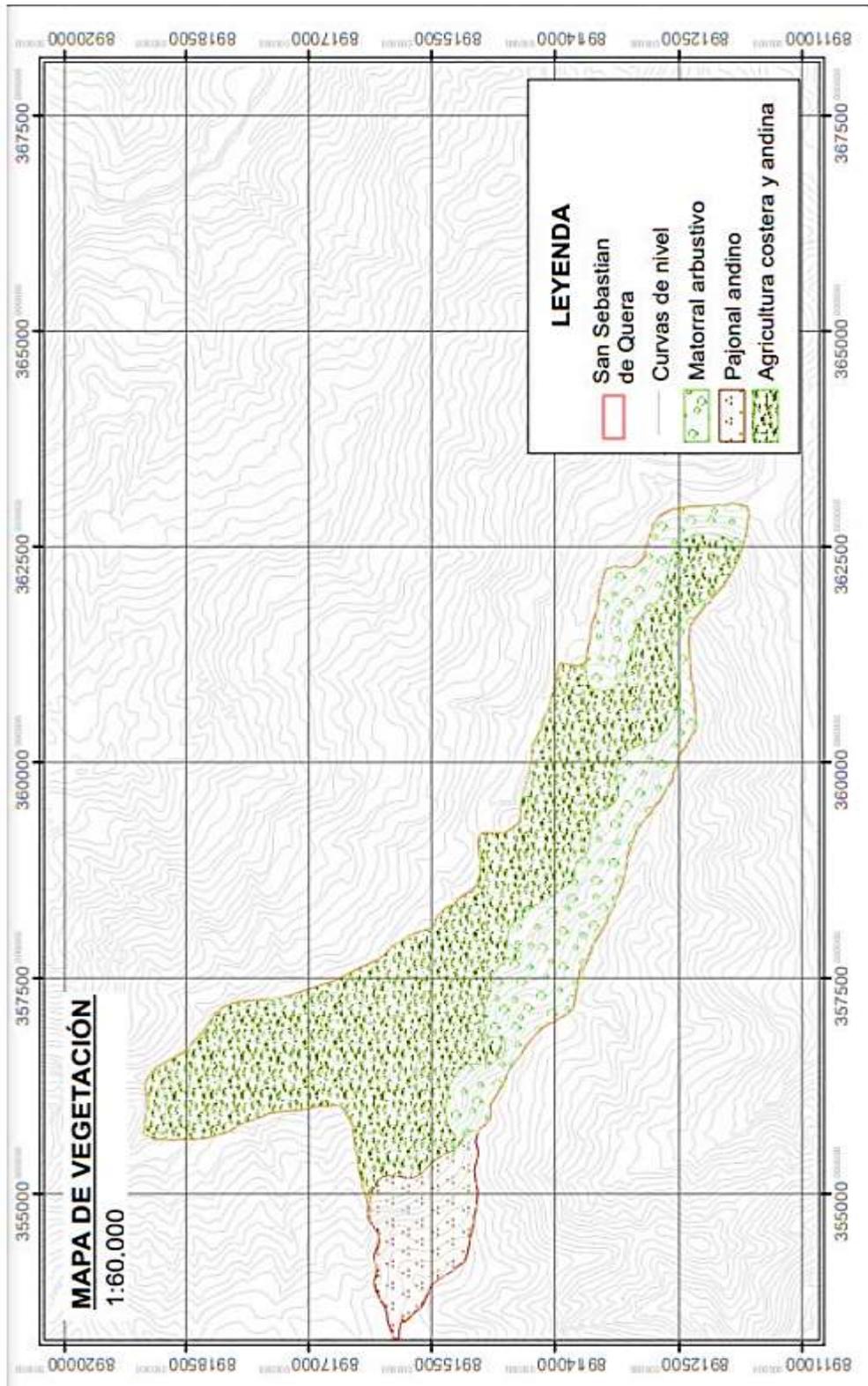
Nota. Mapcarta 2023

MAPA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS



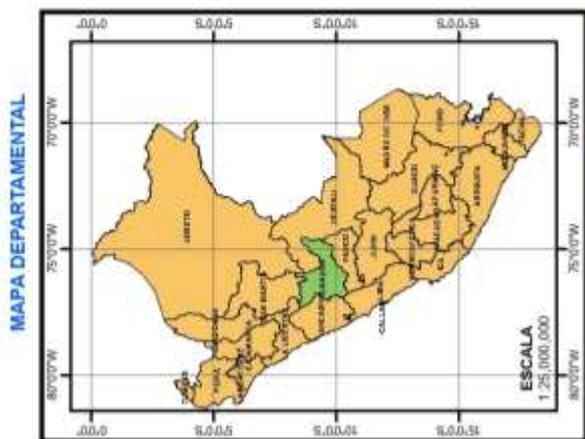
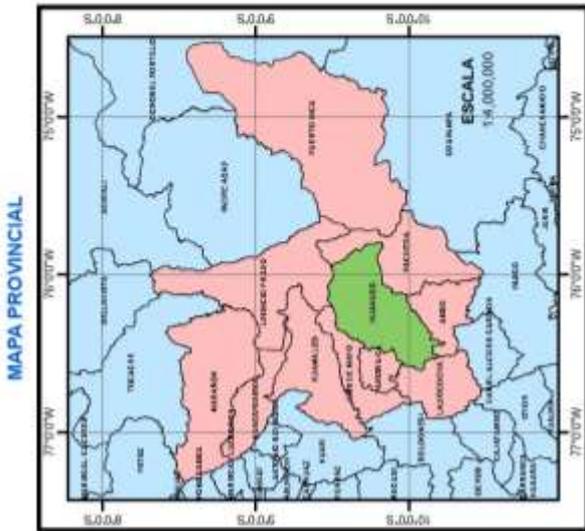
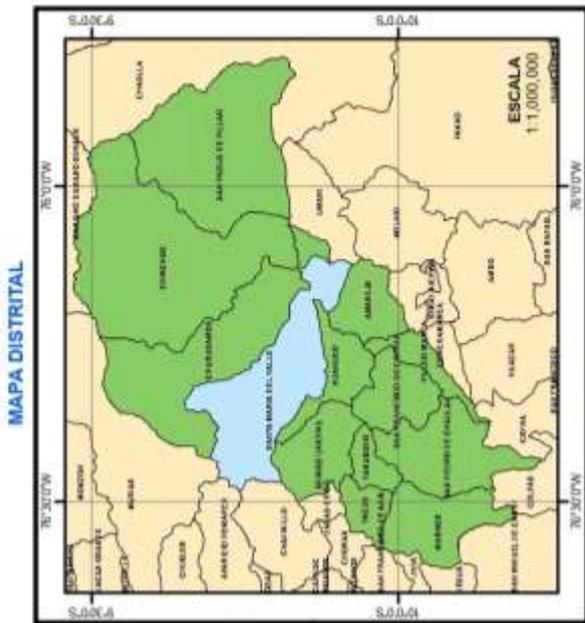
Nota. Coral & Silva (2020)

MAPA DE VEGETACIÓN

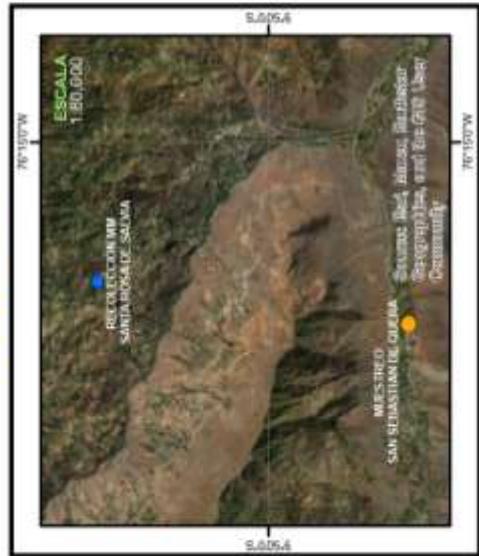


Nota.: Coral & Silva (2020)

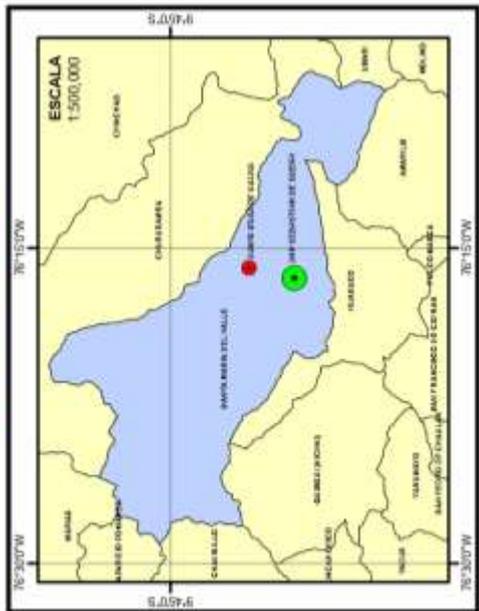
ANEXO 7 PLANO DE UBICACIÓN



VISTA SATELITAL



MAPA CENTRO POBLADO



LEYENDA

- recolección MM salvia
- muestreo quera

UDH

NOMBRE DEL PROYECTO:
Comparación del efecto degradador de la incorporación de invertebrados sobre la descomposición de los tres tipos de establos de animales, Honduras, 2021

UBICACIÓN:	C.P. San Sebastián de Caballeros
DISTRITO:	San Sebastián de los Caballeros
PROVINCIA:	Honduras
REGIÓN:	Honduras
ELABORADO POR:	Edith Cely-Mayo Cely-Venegas
PLANO:	ZONA 18 Sur COORDENADAS UTM-M
PLANO DE UBICACIÓN:	ESCALA: Indicado
FECHA:	Diciembre 2021

ANEXO 8
DISEÑO / ESQUEMA DE PREPARACIÓN DE
MICROORGANISMO DE MONTAÑA



ANEXO 9

DISEÑO / ESQUEMA DEL BIODIGESTOR CASERO



Nota. Componentes del fermentador para la Elaboración de Biol, Zegers et al (2018)

ANEXO 11

ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOLES (CUY, CORDERO, GALLINA)

Logo UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Logo Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANÁLISIS ESPECIAL



SOLICITANTE:	CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ	MUESTREADOR POR:	EL SOLICITANTE
PROCEDENCIA:	SAN SEBASTIÁN DE QUERA - SANTA MARIA DEL VALLE - HUÁNUCO	FACTURA ELECTRONICA N°	FE01-00000252
PROYECTO:	COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024.		

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA				RESULTADOS										
Código	TIPO DE MUESTRA	CODIGO DE MUESTRA	Referencia	PH	CE (mS/cm)	T (°C)	Densidad (g/cm ³)	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Ceniza (%)	Materia Organica (%)	N (g/L)	P ₂ O ₅ (g/L)	K (g/L)
E24-198	B1OL DE CUY MÁS 10 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B1 - CUY	K 009	5.78	16.96	22.30	0.920	97.0942	2.9058	1.5281	1.3778	1.4280	0.955	1.397
E24-199	B2OL DE CUY MÁS 10 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B2 - CUY	K 010	5.6	16.07	22.40	0.960	97.3269	2.6731	1.6039	1.0693	1.3440	0.667	1.525
E24-200	B3OL DE CUY MÁS 10 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B3 - CUY	K 011	5.55	16.00	22.40	0.940	97.3724	2.6276	1.5516	1.0761	1.5680	0.527	1.514
E24-201	B4OL DE CUY MÁS 10 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B4 - CUY	K 012	5.38	16.29	22.50	0.980	97.2856	2.7144	1.5614	1.1530	0.4760	0.719	1.302

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.

Tingo María, 06 de Noviembre del 2024

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

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





ANÁLISIS ESPECIAL



SOLICITANTE:	CYNTIA MILENA CARLOS VASQUEZ	MUESTREADOR POR:	EL SOLICITANTE
PROCEDENCIA:	SAN SEBASTIÁN DE QUERA - SANTA MARIA DEL VALLE - HUÁNUCO	FACTURA ELECTRONICA N°	FE01-00000252
PROYECTO:	COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024.		

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA				RESULTADOS										
Código	TIPO DE MUESTRA	CODIGO DE MUESTRA	Referencia	PH	CE (mS/cm)	T (°C)	Densidad (g/cm ³)	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Ceniza (%)	Materia Organica (%)	N (g/L)	P ₂ O ₅ (g/L)	K (g/L)
E24-194	BIOL DE CORDERO MÁS 15 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B1 - COR	C 005	6.37	27.20	21.60	1.010	96.1012	3.8988	2.2397	1.6591	2.6320	0.327	2.433
E24-195	BIOL DE CORDERO MÁS 15 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B2 - COR	C 006	5.76	24.10	22.00	1.000	96.9809	3.0191	1.7055	1.3137	1.4420	0.321	1.346
E24-196	BIOL DE CORDERO MÁS 15 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B3 - COR	C 007	5.92	24.40	22.00	0.950	96.8068	3.1932	1.7610	1.4323	0.7000	0.404	1.567
E24-197	BIOL DE CORDERO MÁS 15 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B4 - COR	C 008	5.94	19.77	22.00	0.890	97.1855	2.8145	1.6383	1.1762	1.6800	0.722	2.679

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.

Tingo Maria, 06 de Noviembre del 2024

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 Maria

Hugo Alfredo Huamani Yupanqui
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología





ANÁLISIS ESPECIAL



SOLICITANTE:	CYNTIA MILENA CARLOS VASQUEZ	MUESTREADOR POR:	EL SOLICITANTE
PROCEDENCIA:	SAN SEBASTIÁN DE QUERA - SANTA MARIA DEL VALLE - HUÁNUCO	FACTURA ELECTRONICA N°	FE01-00000252
PROYECTO:	COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024.		

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA				RESULTADOS										
Código	TIPO DE MUESTRA	CODIGO DE MUESTRA	Referencia	PH	CE (mS/cm)	T (°C)	Densidad (g/cm ³)	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Ceniza (%)	Materia Organica (%)	N (g/L)	P ₂ O ₅ (g/L)	K (g/L)
E24-190	BIOL DE GALLINA MÁS 08 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B1 - GALL	G 001	6.12	27.90	22.10	1.030	96.5707	3.4293	1.4768	1.9524	4.2700	0.441	1.717
E24-191	BIOL DE GALLINA MÁS 08 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B2 - GALL	G 002	5.96	27.00	22.00	0.990	96.5103	3.4897	1.4153	2.0744	2.7020	0.545	2.267
E24-192	BIOL DE GALLINA MÁS 08 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B3 - GALL	G 003	5.79	29.60	21.90	1.000	96.2134	3.7866	1.4261	2.3605	4.4100	0.331	1.079
E24-193	BIOL DE GALLINA MÁS 08 LT de MM (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)	B4 - GALL	G 004	6.18	29.50	21.90	1.010	96.2777	3.7223	1.3839	2.3383	4.9560	0.261	1.139

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.

Tingo María, 06 de Noviembre del 2024

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

[Handwritten Signature]

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



ANEXO 12

FORMATO DE CADENA DE CUSTODIA DE LAS MUESTRAS DE BIOL



CADENA DE CUSTODIA

Solicitante:	Cynthia Milena Carlos Vasquez		Proyecto:	* Comparación del efecto degradativo de los microorganismos de montaña sobre la composición*	
Dirección:	C.P. San Sebastián de Ocaja Distrito: Santa María Valle		Departamento:	Huánuco	
Contacto:	Ing. Gilmer Neira Trujillo		Responsable de muestreo:	Cynthia Milena Carlos Vasquez	
E-mail:	2015160023@udh.edu.pe		Fecha:	17/10/2024	
Tel:	962813229				

Item	Código de Laboratorio	Código de Muestra	Muestreo		Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)	Tipo y cantidad de recipientes	Volumen total en Lt	Parámetros Fisicoquímicos			Observaciones
			Fecha	Hora	Este	Norte				N (Nitrogeno)	P (Fósforo)	K (potasio)	
1	6-001	B1-GALL	17/10/2024	09:00	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	
2	6-002	B2-GALL	17/10/2024	09:10	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	
3	6-003	B3-GALL	17/10/2024	09:20	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	
4	6-004	B4-GALL	17/10/2024	09:30	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	
5	C-005	B1-COE	17/10/2024	10:00	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	
6	C-006	B2-COE	17/10/2024	10:10	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	
7	C-007	B3-COE	17/10/2024	10:20	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	
8	C-008	B4-COE	17/10/2024	10:30	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	
9	K-009	B1-CUY	17/10/2024	08:20	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	
10	K-010	B2-CUY	17/10/2024	08:30	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	
11	K-011	B3-CUY	17/10/2024	08:35	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	
12	K-012	B4-CUY	17/10/2024	08:40	360409	8910726	2.080 m	Botella de 1/2 Lt	0,5	✓	✓	✓	

Entregado por:	Nombre	Fecha	Hora	Muestra recibida indicada:	Comentarios
	Cynthia Milena Carlos Vasquez	17/10/2024	14:30hr	Tipo de recipiente indicado: Muestra dentro del periodo anual:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Recibido por:	Gilmer Neira Trujillo LINAS	17/10/2024	14:30hr	Conservación de muestra	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

ANEXO 13

ETIQUETADO PARA MUESTRA DE BIOL

ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL			ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL		
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO			UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		
FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL			FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL		
Tipo de muestra: BIOL DE GALLINA MÁS 08 LT de MI (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)			Tipo de muestra: BIOL DE GALLINA MÁS 08 LT de MI (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)		
Código de muestra: B1 - GALL		Fecha: 17/10/2024	Hora: 08:00AM		
Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIERCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024.			Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIERCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024.		
Muestra: N° 05		Número de Sub Muestras:			
Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUERA - SANTAMARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO			Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUERA - SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO		
Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.K)			Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.K)		
Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ			Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ		
Solicitante: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ		Teléfono: 982813229		Teléfono: 982813229	
Código de Laboratorio: G1			Código de Laboratorio: G2		
ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL			ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL		
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO			UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		
FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL			FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL		
Tipo de muestra: BIOL DE GALLINA MÁS 08 LT de MI (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)			Tipo de muestra: BIOL DE GALLINA MÁS 08 LT de MI (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)		
Código de muestra: B3 - GALL		Fecha: 17/10/2024	Hora: 09:20AM		
Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIERCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024.			Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIERCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024.		
Muestra: N° 07		Número de Sub Muestras:			
Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUERA - SANTAMARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO			Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUERA - SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO		
Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.K)			Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.K)		
Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ			Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ		
Solicitante: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ		Teléfono: 982813229		Teléfono: 982813229	
Código de Laboratorio: G3			Código de Laboratorio: G4		
ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL			ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL		
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO			UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		
FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL			FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL		
Tipo de muestra: BIOL DE CORDERO MÁS 15 LT de MI (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)			Tipo de muestra: BIOL DE CORDERO MÁS 15 LT de MI (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)		
Código de muestra: B1 - COR		Fecha: 17/10/2024	Hora: 10:00AM		
Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIERCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024.			Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIERCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024.		
Muestra: N° 09		Número de Sub Muestras:			
Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUERA - SANTAMARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO			Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUERA - SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO		
Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.K)			Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.K)		
Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ			Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ		
Solicitante: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ		Teléfono: 982813229		Teléfono: 982813229	
Código de Laboratorio: G5			Código de Laboratorio: G6		
ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL			ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL		
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO			UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		
FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL			FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL		
Tipo de muestra: BIOL DE CORDERO MÁS 15 LT de MI (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)			Tipo de muestra: BIOL DE CORDERO MÁS 15 LT de MI (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)		
Código de muestra: B3 - COR		Fecha: 17/10/2024	Hora: 10:20AM		
Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIERCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024.			Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTIERCOL DE ANIMALES, HUÁNUCO, 2024.		
Muestra: N° 11		Número de Sub Muestras:			
Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUERA - SANTAMARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO			Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUERA - SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO		
Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.K)			Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.K)		
Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ			Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ		
Solicitante: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ		Teléfono: 982813229		Teléfono: 982813229	
Código de Laboratorio: G7			Código de Laboratorio: G8		

ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL			ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL		
Tipo de muestra: BIOL DE CUY M&S 10 L7 a M (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)			Tipo de muestra: BIOL DE CUY M&S 10 L7 a M (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)		
Código de muestra: 31 - CUY Fecha: 17/10/2024 Hora: 08:25AM			Código de muestra: 32 - CUY Fecha: 17/10/2024 Hora: 08:30AM		
Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTERCOLES DE ANIALES, HUÁNUCO, 2024.			Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTERCOLES DE ANIALES, HUÁNUCO, 2024.		
Muestra: 17 01 Número de Sub Muestras:			Muestra: 17 02 Número de Sub Muestras:		
Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUETA - SAN YARA DEL VALLE - HUÁNUCO			Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUETA - SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO		
Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.A)			Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.A)		
Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ			Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ		
Solicitante: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ Teléfono: 962913229			Solicitante: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ Teléfono: 962913229		
Código de Laboratorio: 40			Código de Laboratorio: 410		
ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL			ETIQUETA PARA MUESTRA DE BIOL UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL		
Tipo de muestra: BIOL DE CUY M&S 10 L7 a M (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)			Tipo de muestra: BIOL DE CUY M&S 10 L7 a M (MICROORGANISMO DE MONTAÑA)		
Código de muestra: 33 - CUY Fecha: 17/10/2024 Hora: 08:35AM			Código de muestra: 34 - CUY Fecha: 17/10/2024 Hora: 08:40AM		
Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTERCOLES DE ANIALES, HUÁNUCO, 2024.			Nombre del proyecto: COMPARACIÓN DEL EFECTO DEGRADATIVO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESTERCOLES DE ANIALES, HUÁNUCO, 2024.		
Muestra: 17 03 Número de Sub Muestras:			Muestra: 17 04 Número de Sub Muestras:		
Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUETA - SAN YARA DEL VALLE - HUÁNUCO			Lugar de muestreo: SAN SEBASTIÁN DE QUETA - SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO		
Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.A)			Análisis solicitado: ANÁLISIS ESPECIAL DE BIOL (N.P.A)		
Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ			Muestreado por: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ		
Solicitante: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ Teléfono: 962913229			Solicitante: CYNTHIA MILENA CARLOS VASQUEZ Teléfono: 962913229		
Código de Laboratorio: 411			Código de Laboratorio: 412		

ANEXO 14

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA INSTALACIÓN DE MATERIALES

Imagen 01 al 03

Materiales para la construcción del techo del área de trabajo



Calamina y palos de eucalipto



Clavos de calamina



Alambre

Imagen 04

Armado de techo de calamina con palos de eucalipto, para mantener la zona con presencia de sombra y circulación del aire



Imagen 05

Instalación de señaléticas para el mantener el orden, limpieza y restricción de ingreso a la zona de trabajo



ANEXO 15

PANEL FOTOGRÁFICO DEL PROCESO INICIAL DE INVESTIGACIÓN

Imagen 06 al 08

Recolección de mantillo de Microorganismo de Montaña



Guía de la Ingeniera representante de la ONG Islas de Paz - Hco



Excavar 10cm



Mantillo de MM

Imagen 09 al 20

Preparación de Microorganismo de Montaña sólido



Separación de palos u hierbas de los microorganismos de montaña



Pesado de afrecho 10 kl, melaza 4 kg, agua 6 lt, microorganismo de montaña 10 kl



Homogenización de afrecho, melaza, agua, microorganismo de montaña



Homogenización de afrecho, melaza, agua, microorganismo de montaña



Prueba de puño de la Homogenización



Llenar y compactar el material: Adición de la homogenización por partes iguales al bidón de 60 lt, luego aplastarlo con el puño o palo con una tabla cuadrada de base



Arranque de Microorganismo de Montaña sólido en un bidón de 60lt bien cerrado con su seguro para evitar el ingreso de aire u otros

Imagen 21 al 37

Activación de Microorganismo de Montaña Líquido



MM listo para activarlo



Retirar para pesar



Pesado de Microorganismo de Montaña sólido



MM sobrante para almacenar hasta por 6 meses y donarlo como abono



Uso de tela de tocuyo de 50cm x 50cm para colocar el contenido de Microorganismo de Montaña y amarrarlo con hilo de nylon



Pesado de melaza y medición de agua



Homogenización de melaza y agua



(02) Bidón de 60lt: Adición de melaza 1,2 kg, agua 40 lt y microorganismo de montaña sólido 3kg

(01) Bidón de 80lt: Adición de melaza 1,6 kg, agua 60 lt y microorganismo de montaña sólido 4 kg



Sumergir los Microorganismo de Montaña sólido que cumplen la función como té filtro



Medir con wincha 20cm aproximadamente siendo el límite de llenado de los bidones



Cerrar bien la tapa de los bidones 60lt y uno de 80lt con el seguro



Cumplimiento de la activación del proceso: Microorganismo de montaña líquido listo para usar en los biodigestores



Dejar secar el MM sólido usado en la preparación y donarlo como abono

ANEXO 16

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EJECUCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Imagen 38 al 40

Inicio de construcción de los 12 biodigestores: Realizar las perforaciones de la parte lateral, midiendo con wincha 20cm encima de la base del bidón.



Uso de taladro



Uso fierro caliente para abrir más la perforación



Lijar el hueco

Imagen 41 al 50

Instalación de los accesorios correspondientes correspondiente a la base del bidón (llave de paso)



Modelo de instalación: Cinta teflón, llave de paso $\frac{3}{4}$ " pvc Pavco, niples pvc de $\frac{3}{4}$ " a 1", unión universal pvc $\frac{1}{2}$ " (agua fria), adaptadores pvc $\frac{1}{2}$ ", huacha de metal, jebe de llanta de carro y tijera



Colocación de adaptadores pvc $\frac{1}{2}$ " en el bidón de biodigestor envuelta con la cinta teflón



Uso de adaptadores pvc 1/2" en modelo para envoltura de jebe simulando una huacha de jebe



Uso de huacha de metal en conjunto con la huacha de jebe, se coloca atrás y delante de los adaptadores pvc 1/2" envuelta con cinta teflón



Encima del adaptador pvc $\frac{1}{2}$ " enroscar la unión universal pvc $\frac{1}{2}$ " (agua fria), luego se procede a colocar los nipples pvc de $\frac{3}{4}$ " a 1" envuelto de cinta teflón, para finalmente enroscar la llave de paso $\frac{3}{4}$ " pvc Pavco. Posterior a ello, realizar la prueba de la permeabilidad para comprobar que no hay fuga de líquidos.

Imagen 51 al 52

Midiendo el diámetro para realizar las perforaciones de la tapa del bidón para colocar las mangueras de $\frac{1}{4}$ "



Uso de taladro para hacer hueco y cutter para cortar la manguera en partes de 1mt cada una

Imagen 53 al 56

Instalación de los accesorios correspondientes a la colocación de las mangueras de ¼" sobre las tapas donde se recogerá el gas metano



Uso de soldimix para pegar la manguera con la tapa de la botella y la tapa del bidón

Imagen 57

Recepción de insumos para la producción de bioles



Imagen 58 al 70

Pesado de insumos a utilizar en el biodigestor



Medición de leche: 1.25 lt



Picado de alfalfa



Pesado de alfalfa = 0.65 kg



Cernido y pesado de ceniza =
1 kg



Pesado de azúcar = 0.5 kg



Pesado de Estiércol de cordero= 10 kg



Pesado de Estiércol de gallina= 10 kg



Pesado de Estiércol de cuy= 10 kg



Uso de Microorganismo de montaña líquido en biodigestor de cordero = 15 lt



Uso de Microorganismo de montaña líquido en biodigestor de gallina = 08 lt



Uso de Microorganismo de montaña líquido en biodigestor de cuy = 10 lt

Imagen 71 al 78

Homogeneizar los insumos utilizados en el biodigestor.



Adición de insumos a biodigestores: Ceniza, azúcar, leche, estiércol, microorganismo de montaña líquido, alfalfa, agua.



Remover hasta que todos los insumos estén combinados desde la parte de la base hasta la superficie



Uso de agua de sequía = cuy (53 lt), gallina (55 lt), cordero (48 lt)



Medir con wincha para dejar 20 cm aproximado hacia la superficie y permitir la recepción del gas metano

Imagen 79 al 80

Medición de parámetros (Tº, CE Y pH) mediante del uso del equipo multiparámetro



Imagen 81 al 83

Sellado de los biodigestores colocando su seguro para evitar el ingreso de aire y que explote la tapa con la presión.

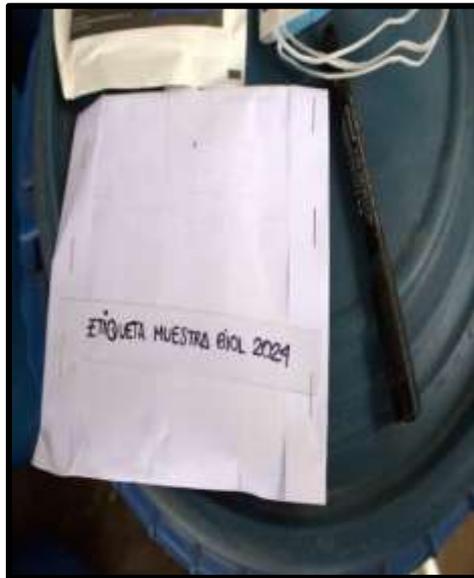


ANEXO 17

PANEL FOTOGRÁFICO DEL PROCESO FINAL DE INVESTIGACIÓN

Imagen 84 al 90

Recolección de muestras de bioles (después del término de fermentación de 45 días)



Sticker de Etiquetas



Botellas de plástico de 1lt 1/2



Culer de tecnopor



Colador y balde pequeño



Guantes quirúrgicos



Abrir la llave de paso



Colado de muestra de biol

Imagen 91 al 94

Envío de muestras a laboratorio de la UNAS (después)



Traslado de muestras: Uso de hielo gel refrigerante y cooler



Apoyo al Ing. Neira, encargado de Laboratorio de Suelos - UNAS

Imagen 95 al 96

Cosecha de biol: Mediante un proceso de colado se obtiene el biol de cuy, cordero y gallina, donde luego se guarda en envases herméticamente cerrado.



Imagen 97 al 98

Medición de cantidad de LT de Biol mediante balde de plástico de 20 LT



Imagen 99 al 102

Cosecha de biosol: Mediante un proceso de colado se obtiene el biosol de cuy, cordero y gallina.



Colado o escurrimiento



Secado de biosol: Uso de costales y plástico

Imagen 103 al 104

Medición de cantidad de KG de Biosol mediante el uso de la balanza romana



Limpieza de plástico



KG de Biosol

Imagen 105 al 106

Donación de LT de Biol y KG de Biosol a las parcelas de cultivo del agricultor propietario de la zona de trabajo



Lavado de costales, baldes y bidones



Donación de LT de Biol y KG de Biosol

Imagen 107

Supervisión proyecto de investigación por el asesor de tesis al área de ejecución de tesis.



Mg. Simeón Calixto Vargas

Imagen 108 al 109

Supervisión proyecto de investigación por los jurados de tesis al área de ejecución de tesis.



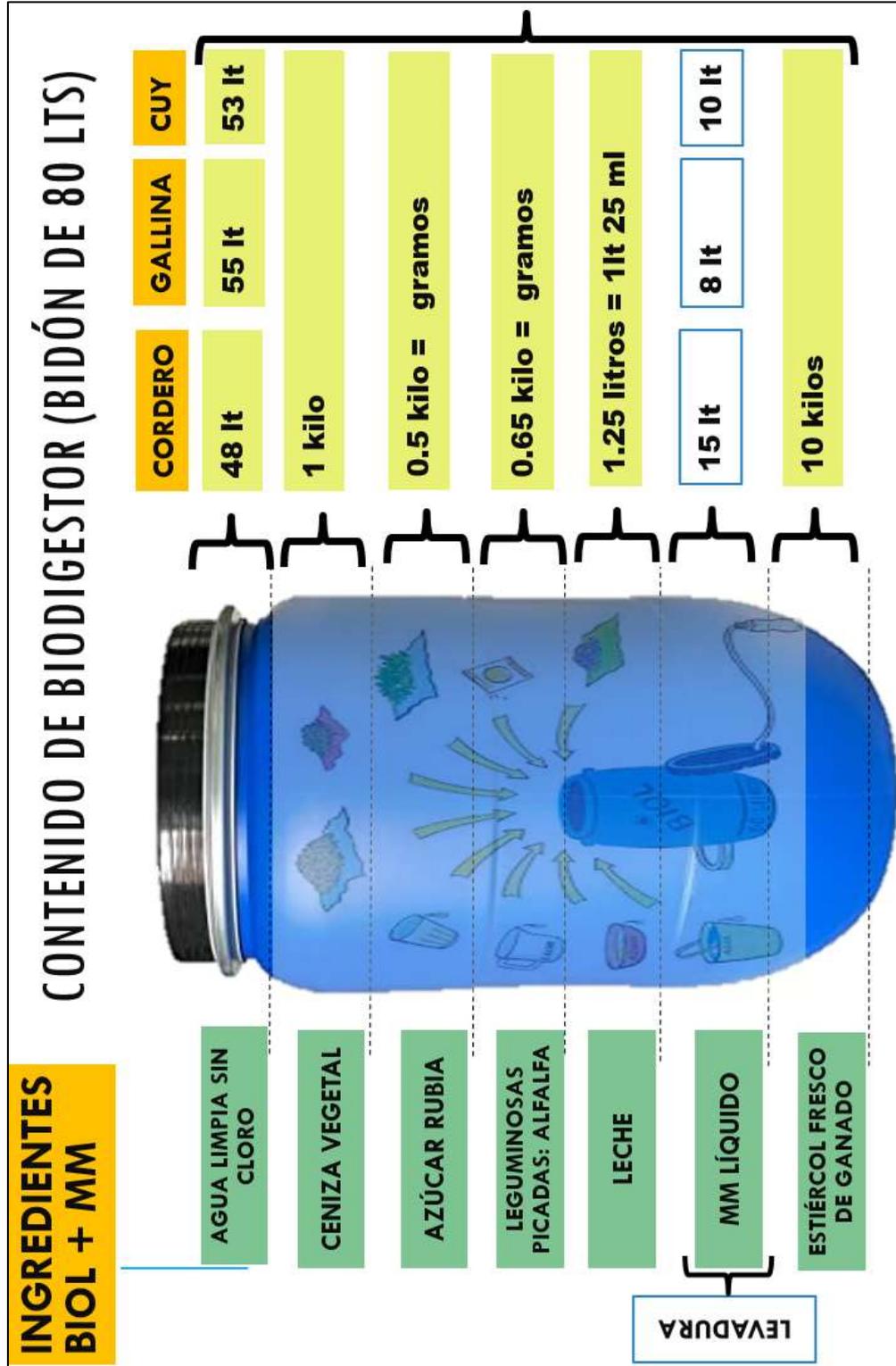
Mg. Frank Cámara Llanos



Ing Milton Morales

ANEXO 18

INSUMOS Y MATERIALES QUE SE USARON EN EL BIODIGESTOR



ANEXO 19

CUADROS DE BARRAS DE DATOS DE RESULTADOS DE BIOL Y BIOSOL

Se colocó en esta sección las tablas y figuras correspondientes a los resultados de los valores físicos, nutricionales y químicos del Biol que se obtuvo en el proceso de ejecución, correspondiente a las tabulaciones propias que se ordenó en el excel antes de que pase por el Análisis de SPSS versión 27 consiguiente de la prueba de normalidad, ANOVA y Tukey, en el cuál estos análisis se encuentran detalladamente en el capítulo 4, referente a Resultados.

Se colocó en esta sección las tablas y figuras correspondientes a los resultados de las cantidades de litros Biol y kilos de biosol que se obtuvo en el proceso de ejecución, correspondiente a las tabulaciones propias que se ordenó en el excel antes de que pase por el Análisis de SPSS versión 27 consiguiente de la prueba de normalidad, ANOVA y Tukey, en el cuál estos análisis se encuentran detalladamente en el capítulo 4. Resultados.

Valores físicos de los bioles pre -test (T°, pH, CE): Multiparámetro

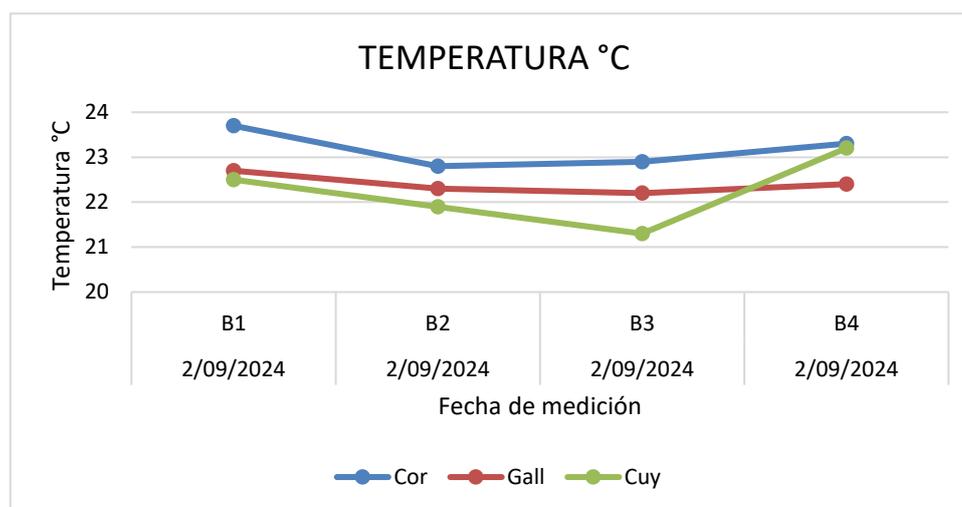
a) Resultados de Temperatura Inicial (°C)

Tabla 17
Temperatura inicial de bioles

Fecha	2/09/2024	2/09/2024	2/09/2024	2/09/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	23.7	22.8	22.9	23.3
Gall	22.7	22.3	22.2	22.4
Cuy	22.5	21.9	21.3	23.2

Nota. Datos tomados en campo

Figura 16
Temperatura inicial de bioles



Descripción:

En la Tabla 17 y la Figura 15 muestran los valores resultantes de la medición de la temperatura inicial del efecto de descomposición de los microorganismos de montaña sobre tres tipos de estiércol animal. Se observa que el inicio de los biodigestores muestra lo siguiente: la temperatura del biol de cordero, identificado como muestra B1 – COR, es la más alta con 23.7 °C, seguida por la temperatura del biol de cuy, identificado como muestra B4 – CUY, con 23.2 °C. Finalmente, la temperatura del biol de gallina, identificado como muestra B1 – GALL, es de 22.7 °C, presentando variaciones similares.

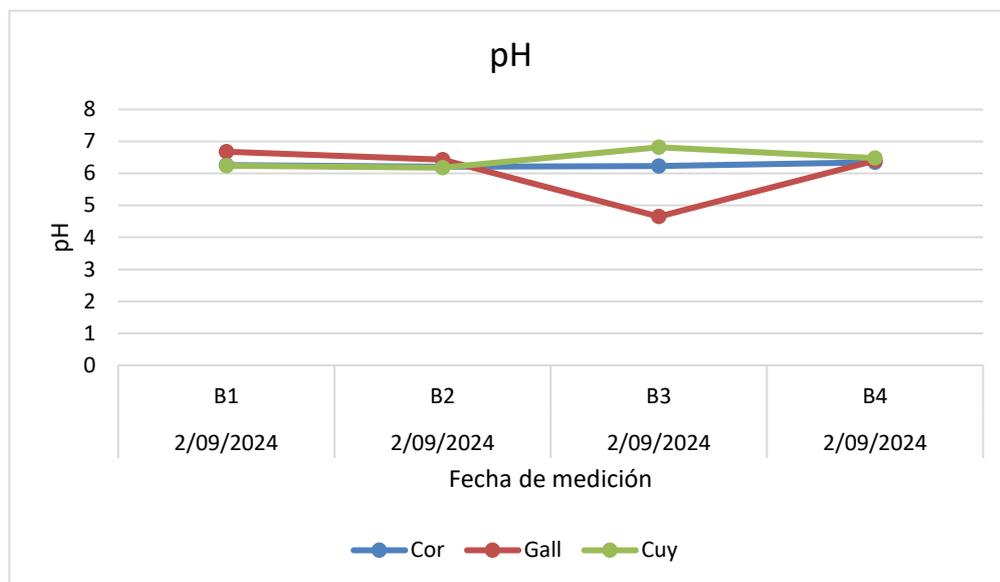
b) Resultados de pH inicial

Tabla 18
pH inicial de bioles

Fecha	2/09/2024	2/09/2024	2/09/2024	2/09/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	6.26	6.21	6.23	6.35
Gall	6.68	6.43	4.65	6.4
Cuy	6.24	6.18	6.82	6.48

Nota. Datos tomados en campo

Figura 17
Ph inicial de bioles



Descripción:

Los resultados correspondientes se ilustran en la Tabla 18 y la Figura 16 respecto a la medición del pH inicial del efecto de descomposición de los microorganismos de montaña sobre tres tipos de estiércol animal. Se observa que el inicio de los biodigestores muestra lo siguiente: el pH del biol de cuy, identificado como muestra B3 – CUY, es la más alta con 6.82, seguida por el pH del biol de gallina, identificado como muestra B1 – GALL, con 6.68. Finalmente, el pH del biol de gallina, identificado como muestra B4 – COR, es de 6.35, presentando valores estables de un pH ligeramente ácido, apto para fortalecer el crecimiento foliar de las plantas como hortalizas (Acelga, Brócoli, Col, Coliflor, Espárrago, Lechuga, Remolacha, Tomate), seguido de Frutales (Fresa y cítricos como naranjo o limón), Leguminosas (Alfalfa) y Cereales (Maíz, Trigo) según InfoAgronomo (2025)

c) Resultados de CE - conductividad eléctrica inicial (ms/cm)

Tabla 19

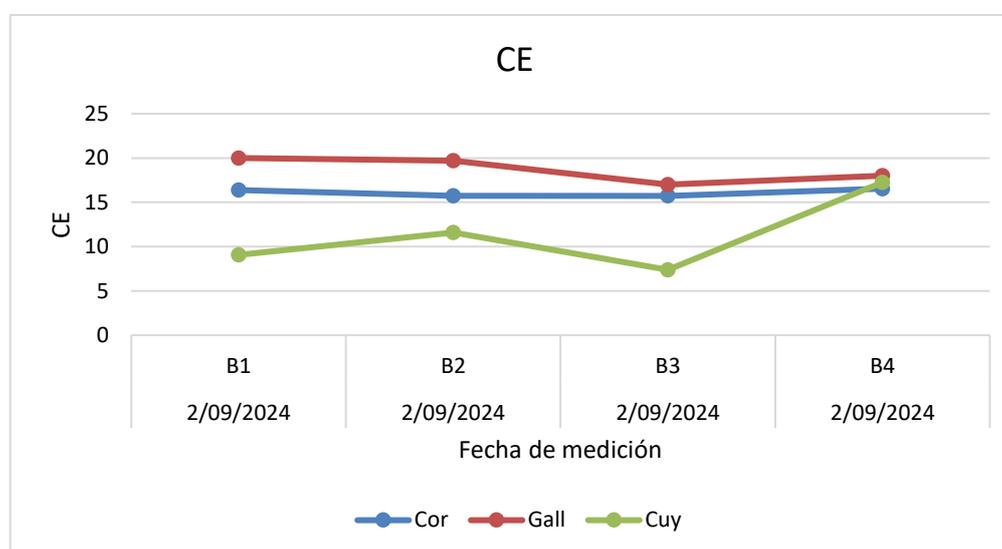
CE inicial de bioles

Fecha	2/09/2024	2/09/2024	2/09/2024	2/09/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	16.38	15.75	15.72	16.54
Gall	20	19.69	17	18
Cuy	9.07	11.59	7.38	17.25

Nota. Datos tomados en campo

Figura 18

CE inicial de bioles



Descripción:

Los resultados correspondientes se ilustran en la Tabla 19 y la Figura 17 respecto a la medición sobre la conductividad eléctrica inicial del efecto de descomposición de los microorganismos de montaña sobre tres tipos de estiércol animal. Se observa que el inicio de los biodigestores muestra lo siguiente: la CE del biol de gallina, identificado como muestra B1 – GALL, es la más alta con 20 ms/cm, seguida por la CE del biol de cuy, identificado como muestra B4 – CUY, con 17.25 ms/cm. Finalmente, la CE del biol de gallina, identificado como muestra B4 – COR, es de 16.54 ms/cm, presentando variaciones similares. Los datos obtenidos son relativamente elevados, por lo que pueden emplearse en suelos de baja salinidad o en el cultivo de plantas con resistencia a esta condición, según Carlos et al. (2023).

Valores físicos de los bioles post -test (T°, pH, CE): Análisis de Laboratorio

a) Resultados de Temperatura final (°C)

Tabla 20

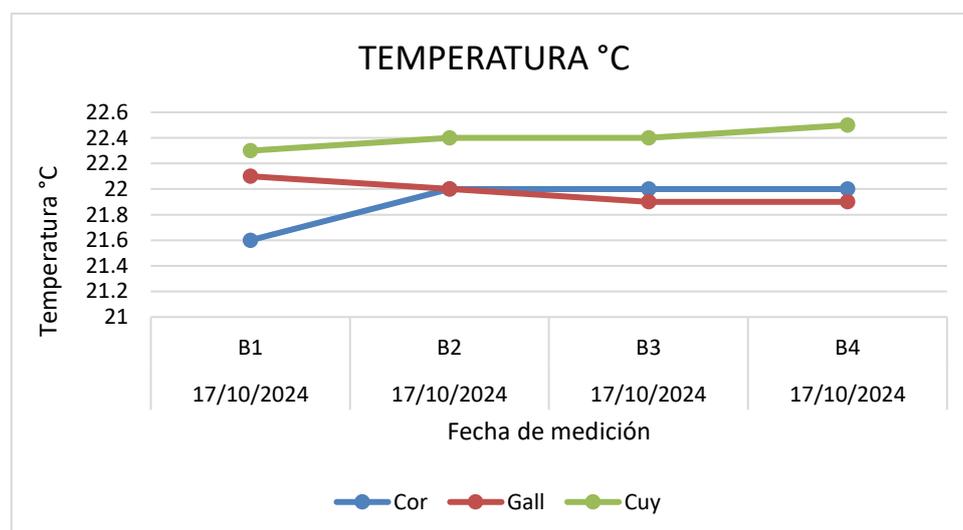
T final de bioles

Fecha	17/10/2024	17/10/2024	17/10/2024	17/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	21.6	22	22	22
Gall	22.1	22	21.9	21.9
Cuy	22.3	22.4	22.4	22.5

Nota. Datos tomados en campo

Figura 19

T final de bioles



Descripción:

Los resultados correspondientes se ilustran en la Tabla 20 y la Figura 18 respecto a la medición sobre la temperatura final del efecto de descomposición de los microorganismos de montaña sobre tres tipos de estiércol animal. Se observa el comportamiento térmico del biol derivado del procesamiento del estiércol de cuy, identificado como muestra B4 – CUY, es la más alta con 22,5 °C, seguida por la temperatura del biol de gallina, identificado como muestra B1 – GALL, con 22.1 °C.

Finalmente, la temperatura del biol de cordero, identificado como muestra B2, B3, B4 – COR, es de 22 °C, presentando variaciones similares.

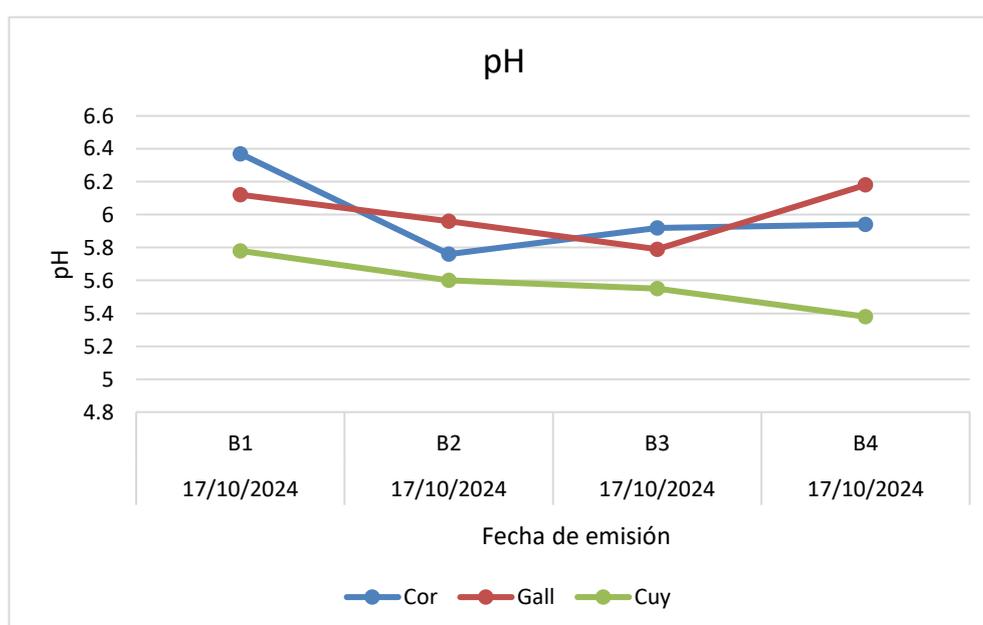
b) Resultados de pH final

Tabla 21
pH final de bioles

Fecha	17/10/2024	17/10/2024	17/10/2024	17/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	6.37	5.76	5.92	5.94
Gall	6.12	5.96	5.79	6.18
Cuy	5.78	5.6	5.55	5.38

Nota. Datos tomados en campo

Figura 20
pH final de bioles



Descripción:

Los resultados correspondientes se ilustran en la Tabla 21 y la Figura 19 respecto a la medición del pH final del efecto de descomposición de los microorganismos de montaña sobre tres tipos de estiércol animal. Se observa el valor de pH del biol obtenido a partir del estiércol de cordero, identificado como muestra B1 – COR, es la más alta con 6.37, seguida por el pH del biol de gallina, identificado como muestra B4 – GALL, con 6.18.

Finalmente, el pH del biol de cuy, identificado como muestra B1 – CUY, es de 5.78, presentando valores estables de un pH ligeramente ácido, apto para fortalecer el crecimiento foliar de las plantas como hortalizas.

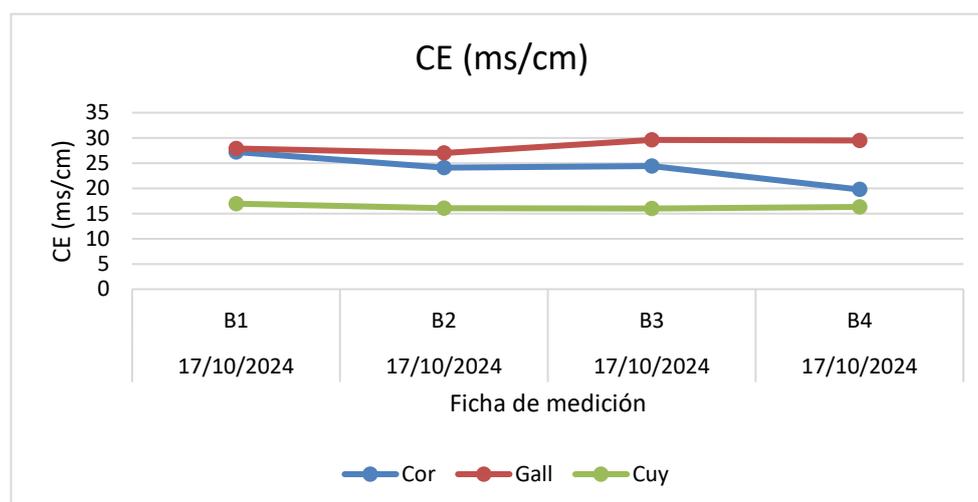
c) Resultados de CE - conductividad eléctrica final (ms/cm)

Tabla 22
CE final de bioles

Fecha	17/10/2024	17/10/2024	17/10/2024	17/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	27.2	24.1	24.4	19.77
Gall	27.9	27	29.6	29.5
Cuy	16.96	16.07	16	16.29

Nota. Datos tomados en campo

Figura 21
CE final de bioles



Descripción:

Los resultados correspondientes se ilustran en la Tabla 22 y la Figura 20 respecto a la medición sobre la conductividad eléctrica final del efecto de descomposición de los microorganismos de montaña sobre tres tipos de estiércol animal. Se observa que la CE del biol de gallina, identificado como muestra B3 – GALL, es la más alta con 29.6 ms/cm, seguida por la CE del biol de cordero, identificado como muestra B1 – COR, con 27.2 ms/cm.

Finalmente, la CE del biol de cuy, identificado como muestra B1 – CUY, es de 16.96 ms/cm, presentando variaciones. Los datos obtenidos son altos, lo que permite su uso en suelos de baja salinidad o en cultivos resistentes, según Carlos et al. (2023).

Valores Físicos del Biol (Humedad, Materia Seca y Densidad): Análisis de Laboratorio

a) Resultados de Humedad (%)

Tabla 23
Humedad (%)

Fecha	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	96.1012	96.9809	96.8068	97.1855
Gall	96.5707	96.5103	96.2134	96.2777
Cuy	97.0942	97.3269	97.3724	97.2856

Nota. Datos tomados en campo

b) Resultados de Materia Seca (%)

Tabla 24
Materia Seca (%)

Fecha	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	3.8988	3.0191	3.1932	2.8145
Gall	3.4293	3.4897	3.7866	3.7223
Cuy	2.9058	2.6731	2.6276	2.7144

Nota. Datos tomados en campo

c) Resultados de Densidad (g/cm³)

Tabla 25
Densidad (g/cm³)

Fecha	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	1.01	1	0.95	0.89
Gall	1.03	0.99	1	1.01
Cuy	0.92	0.96	0.94	0.98

Nota. Datos tomados en campo

Descripción:

En la Tabla 23, 24 y 25 muestran los valores físicos debido a la acción degradativa de los microorganismos de montaña aplicados a tres variedades de estiércol animal.

Se observa que el valor de la muestra de biol de cuy (B3 – CUY) tuvo la humedad más alta con un 97.3724 %. También la muestra de biol de cordero (B1 – COR) presentó la mayor materia seca con un 3.8988 %. Finalmente, la muestra de biol de gallina (B1 – GALL) tuvo la mayor densidad con 1.03 g/cm³.

Valores nutricionales de los bioles (N, P, K): Análisis de Laboratorio

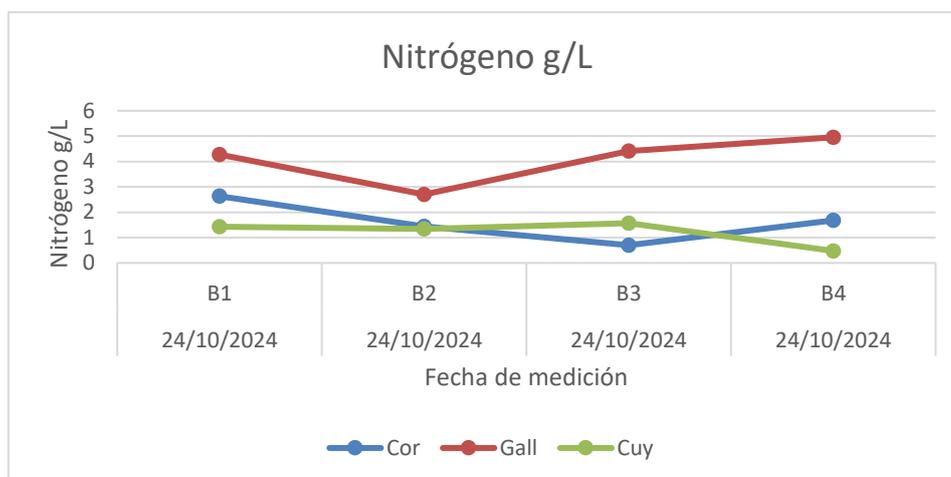
a) Resultados de N (g/L)

Tabla 26
N (Nitrógeno – g/L)

Fecha	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	2.632	1.442	0.7	1.68
Gall	4.27	2.702	4.41	4.956
Cuy	1.428	1.344	1.568	0.476

Nota. Datos tomados en campo

Figura 22
N (Nitrógeno – g/L)



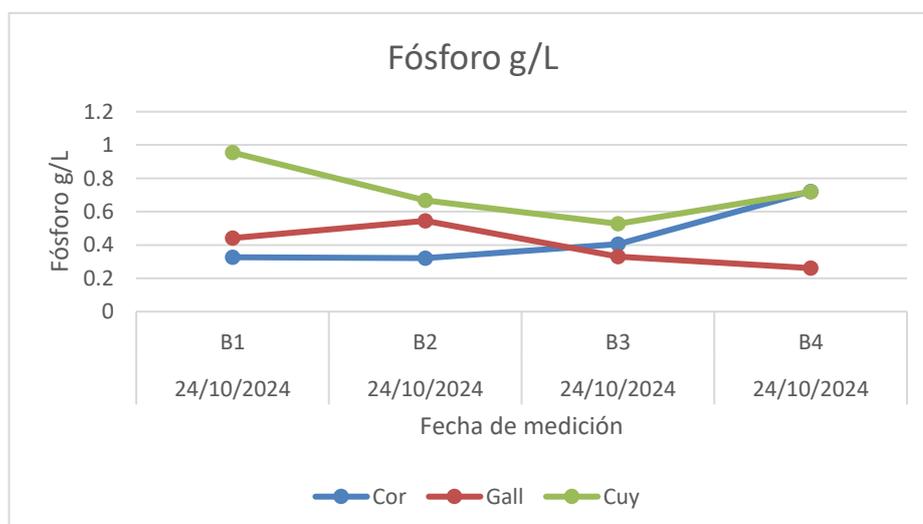
b) Resultados de P₂ O₅ (g/L)

Tabla 27
P₂ O₅ (Fósforo - g/L)

Fecha	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	0.327	0.321	0.404	0.722
Gall	0.441	0.545	0.331	0.261
Cuy	0.955	0.667	0.527	0.719

Nota. Datos tomados en campo

Figura 23
P₂ O₅ (Fósforo - g/L)



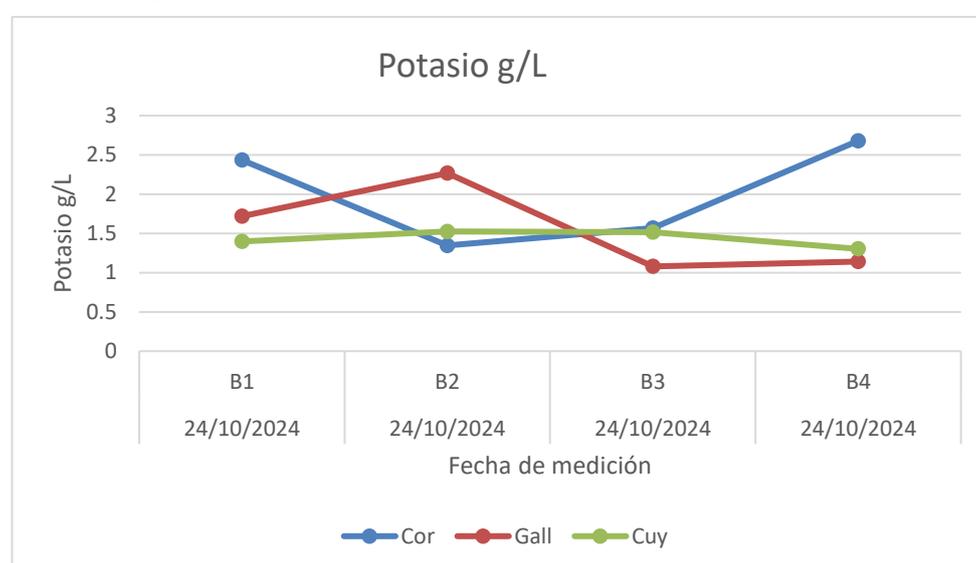
c) Resultados de K (g/L)

Tabla 28
K (Potasio - g/L)

Fecha	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	2.433	1.346	1.567	2.679
Gall	1.717	2.267	1.079	1.139
Cuy	1.397	1.525	1.514	1.302

Nota. Datos tomados en campo

Figura 24
K (Potasio - g/L)



Descripción:

En la Tabla 26, 27 y 28 muestran valores nutricionales debido a la acción degradativa de los microorganismos de montaña aplicados a tres variedades de estiércol animal.

Se observa que el valor de la muestra de biol de gallina (B4 – GALL) tuvo el valor de Nitrógeno más alta con un 4.956 g/L. También la muestra de biol de cuy (B1 – CUY) presentó el valor de Fósforo mayor más alta con un 0.955 g/L. Finalmente, la muestra de biol de cordero (B4 – COR) tuvo el valor de Potasio más alta con un 2.679 g/L.

Valores Químicos del Biol (Materia Orgánica y Cenizas): Análisis de Laboratorio

a) Resultados de Materia Orgánica (%)

Tabla 29
Materia Orgánica (%)

Fecha	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	1.6591	1.3137	1.4323	1.1762
Gall	1.9524	2.0744	2.3605	2.3383
Cuy	1.3778	1.0693	1.0761	1.153

Nota. Datos tomados en campo

b) Resultados de Cenizas (%)

Tabla 30
Cenizas (%)

Fecha	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	2.2397	1.7055	1.761	1.6383
Gall	1.4768	1.4153	1.4261	1.3839
Cuy	1.5281	1.6039	1.5516	1.5614

Nota. Datos tomados en campo

Descripción:

En la Tabla 29 y 30 muestran los valores químicos debido a la acción degradativa de los microorganismos de montaña aplicados a tres variedades de estiércol animal.

Se observa que el valor de la muestra de biol de gallina (B3 – GALL) tuvo el valor de materia orgánica más alta con un 2.3605 %. También la muestra de biol de cordero (B1 – COR) tuvo el valor de ceniza más alta con un 2.2397 %.

Valores cantidad de Biol y Biosol: Etapa de campo

a) Resultados de Biol (Lt)

Tabla 31

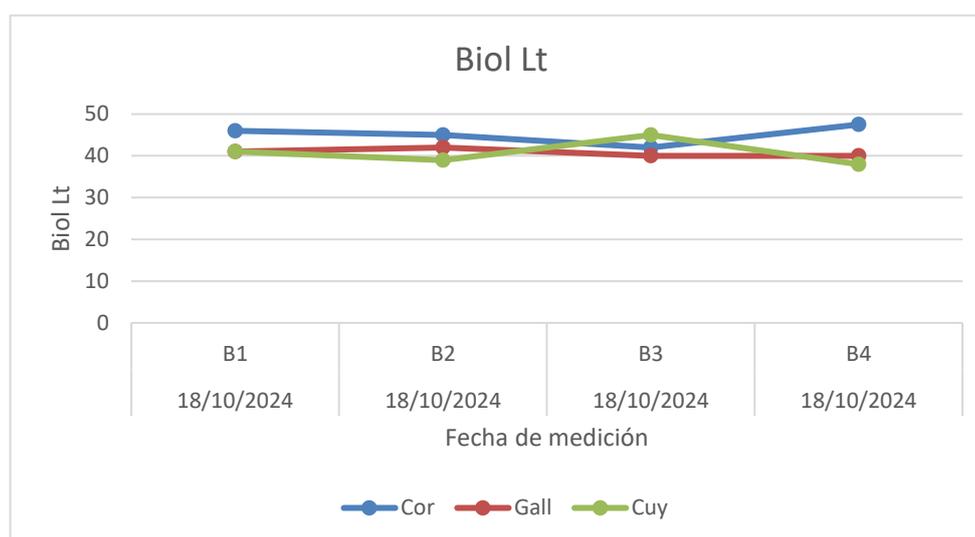
Biol (Lt)

Fecha	18/10/2024	18/10/2024	18/10/2024	18/10/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	46	45	42	47.5
Gall	41	42	40	40
Cuy	41	39	45	38

Nota. Datos tomados en campo

Figura 25

Biol (Lt)



Descripción:

En la Tabla 31 y la Figura 24 muestran las cantidades de biol generadas debido a la acción degradativa de los microorganismos de montaña aplicados a tres variedades de estiércol animal.

Se observa que la muestra de biol de cordero (B4 – COR) tuvo la cantidad más alta de 47.5 Lt. También la muestra de biol de gallina (B2 – GALL) tuvo la cantidad más alta de 42 Lt. Además, la muestra de biol de cuy (B3 – CUY) tuvo la cantidad más alta de 45 Lt. Es decir, la mayor cantidad de biol se obtiene del cordero.

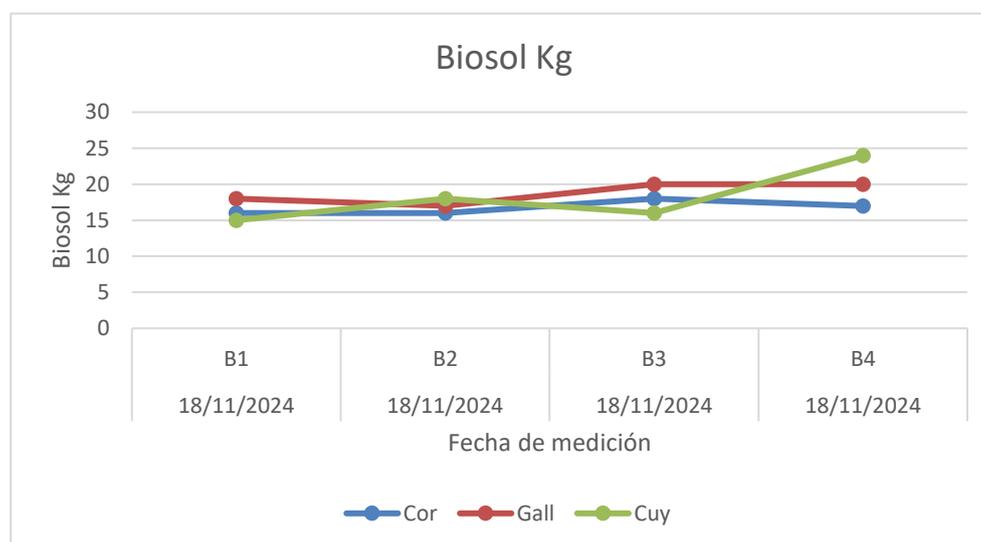
b) Resultados de Biosol (Kg)

Tabla 32
Biosol (Kg)

Fecha	18/11/2024	18/11/2024	18/11/2024	18/11/2024
Nombre	B1	B2	B3	B4
Cor	16	16	18	17
Gall	18	17	20	20
Cuy	15	18	16	24

Nota. Datos tomados en campo

Figura 26
Biosol (Kg)



Descripción:

La Tabla 32 y la Figura 25 muestran las cantidades de biosol generadas debido a la acción degradativa de los microorganismos de montaña aplicados a tres variedades de estiércol animal.

Se observa que la muestra de biosol de cordero (B3 – COR) tuvo la cantidad más alta de 18 Kg. También la muestra de biosol de gallina (B3, B4 – GALL) tuvo la cantidad más alta de 20 Kg. Además, la muestra de biosol de cuy (B4 – CUY) tuvo la cantidad más alta de 24 Kg. Es decir, la mayor cantidad de biosol se obtiene del cuy.