

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



**TESIS**

---

**“Comparación de la eficacia de la actividad microbiana del contenido Rumial y Em-Compost para la aceleración de la descomposición de residuos sólidos orgánicos”**

---

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

**AUTOR: Lorenzo Jesús, Royer Michael**

**ASESOR: Zacarias Ventura, Héctor Raúl**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2023**

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

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

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Contaminación Ambiental

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Biotecnología ambiental

**Disciplina:** Biorremediación, Biotecnologías de diagnóstico en la gestión ambiental

**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): 62489094

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22515329

Grado/Título: Doctor en ciencias de la educación

Código ORCID: 0000-0002-7210-5675

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
3	Campos Gonzales, Mildred Margarita	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	72257793	0009-0008-0885-4883

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUANUCO

## 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 17:00 horas del día 15 del mes de noviembre del año 2023, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Presidente)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Secretario)
- Mg. Mildred Margarita Campos Gonzales (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 2660-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA DEL CONTENIDO RUMIAL Y EM-COMPOST PARA LA ACCELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS"**, presentado por el (la) Bach. **LORENZO JESUS, ROYER MICHAEL**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO Por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47)

Siendo las 18:06 horas del día 15 del mes de NOVIEMBRE del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Cámara Llanos  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Presidente

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

Mg. Mildred Margarita Campos Gonzales  
ORCID: 0009-0008-0885-4883  
Vocal



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

### **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**

Yo, **HÉCTOR RAÚL ZACARIAS VENTURA**, asesor del P.A. de Ingeniería Ambiental y designado mediante documento: RESOLUCIÓN RN°1263-2022-D-FI-UDH del Bach. **LORENZO JESUS, ROYER MICHAEL**, de la investigación titulada “COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA DEL CONTENIDO RUMIAL Y EM-COMPOST PARA LA ACELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS”

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 22% 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, 16 de octubre de 2023.

ZACARIAS VENTURA, Héctor Raúl

DNI N° 22515329

ORCID: 0000-0002-7210-5675

## Revisión de Informe Final - Royer Lorenzo

### INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	1library.co Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	1%

Apellidos y Nombres: Zacarias Ventura Héctor Raúl  
DNI N° 22515329  
Código Orcid N° 0000-0002- 7210-5675

## **DEDICATORIA**

A Dios, por cuidarme en todas las circunstancias y darme la resistencia para lograr todos mis objetivos planteados.

A mis admirables padres, Sonia Jesús y Juan de Dios Torres por demostrarme siempre infinito amor y apoyo, por ser el sustento para lograr mis objetivos trazados.

A mi hermano Charles Junior, por nunca dejarme solo y ser mi apoyo incondicional.

A mi hermana Lizeth, por motivarme y apoyarme cada día para conseguir mis metas.

A todos ellos dedico este proyecto, fruto del esfuerzo y sacrificio. Sin el respaldo de todos ellos, no hubiese logrado mis metas y objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios, por permitir que pueda realizar este proyecto y poder avanzar en mi formación.

A la Universidad de Huánuco, por ser parte de mi formación profesional y de los cuales me llevo un hermoso recuerdo.

A mi asesor Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura, por su amplio conocimiento y experiencia proporcionado para el desarrollo del presente proyecto.

A mis jurados Mg. Frank Erick Cámara Llanos, Mg. Milton Edwin Morales Aquino, por las sugerencias, conocimientos, tiempo y experiencia para el desarrollo del proyecto.

A mis amigos quienes, de una u otra manera estuvieron siempre presente durante la ejecución de mi proyecto.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	VIII
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN .....	XI
CAPITULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	14
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO .....	14
1.3. OBJETIVOS .....	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO .....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES .....	22
2.2. BASES TEÓRICAS .....	25
2.2.1. MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM).....	25
2.2.2. TIPOS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES .....	25
2.2.3. ACTIVACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES DEL CONTENIDO RUMINAL O RUMEN.....	33



2.2.4. PROCESO OXIDATIVO Y FERMENTATIVO QUE REALIZAN LOS MICROORGANISMOS DEL EM. COMPOST .....	35
2.2.5. CLASES DE ABONO ORGÁNICO .....	39
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	48
2.4. HIPÓTESIS .....	49
2.5. VARIABLES .....	50
2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN .....	50
2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA .....	50
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	51
CAPÍTULO III.....	52
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	52
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	52
3.1.1. ENFOQUE.....	52
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	53
3.1.3. DISEÑO.....	53
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	54
3.2.1. POBLACIÓN.....	54
3.2.2. MUESTRA.....	55
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	56
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	56
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS .....	62
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	62
CAPÍTULO IV.....	63
RESULTADOS.....	63
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	63
4.2. CONTRASTACION DE HIPÓTESIS .....	72
CAPITULO V.....	74
DISCUSION DE RESULTADOS.....	74
CONCLUSIONES .....	78
RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS.....	87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables .....	51
Tabla 2 Coordenadas UTM WGS-84 de la planta de valorización.....	55
Tabla 3 Circunscripción temporal de estudio .....	55
Tabla 4 Datos recolectados .....	56
Tabla 5 Comparación de la velocidad de descomposición medida por la altura de la materia orgánica utilizando contenido rumial y EM.COMPOST .....	63
Tabla 6 Comparación del comportamiento de la temperatura en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST .....	65
Tabla 7 Comparación del comportamiento de pH en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST .....	67
Tabla 8 Comparación del comportamiento de la humedad en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST .....	68
Tabla 9 Comparación residual (compost y restos granulados) a partir de la materia orgánica utilizando contenido rumial y EM.COMPOST.....	69
Tabla 10 Prueba de normalidad de los datos .....	71
Tabla 11 Prueba de hipótesis .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema digestivo del rumiante .....	30
Figura 2 Croquis de la planta de tratamiento de descomposición de residuos sólidos orgánicos .....	54
Figura 3 Comparación de la velocidad de descomposición medida por la altura de la materia orgánica utilizando contenido rumial y EM.COMPOST .....	63
Figura 4 Comparación del comportamiento de la temperatura en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST .....	65
Figura 5 Comparación del comportamiento de pH en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST .....	67
Figura 6 Comparación del comportamiento de la humedad en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST .....	68
Figura 7 Comparación residual (compost y restos granulados) a partir de la materia orgánica utilizando contenido rumial y EM.COMPOST .....	69

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Recolección de los residuos sólidos orgánicos .....	99
Fotografía 2 Pesado de los residuos sólidos orgánicos .....	99
Fotografía 3 Preparación del EM.COMPOST .....	100
Fotografía 4 Aplicación de microorganismos a cada tratamiento.....	100
Fotografía 5 Medición de los parámetros físicos.....	101
Fotografía 6 Registro de monitoreo de los parámetros de descomposición .....	101
Fotografía 7 Visita de jurado Mg. Milton Edwin Morales Aquino .....	102
Fotografía 8 Visita de jurado Mg. Milton Edwin Morales Aquino a la planta de compostaje.....	102
Fotografía 9 Pesado de compost del tratamiento T1-EC después del tamizado .....	103
Fotografía 10 Pesado de compost del tratamiento T4-CR después del tamizado .....	103

## RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “comparación de la eficacia de la actividad microbiana del contenido rumial y em-compost para la aceleración de la descomposición de residuos sólidos orgánicos”. Tuvo como **objetivo** general Comparar la actividad microbiana del contenido rumial y EM-COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos, para ello se desarrollaron los siguientes tratamientos: tratamiento 1 (con EM.COMPOST), tratamiento 2 (con contenido rumial); el tiempo de experimento fue de 45 días en ambos tratamientos. **Metodológicamente** es de enfoque cuantitativo, de alcance o nivel aplicativo y de diseño corresponde al tipo experimento verdadero. La población fueron los desechos sólidos orgánicos generados en el distrito de Amarilis. La investigación se realizó en dos grupos, las cuales fueron: tratamiento 1 (con EM.COMPOST), tratamiento 2 (con contenido rumial); cada uno de estos tratamientos con 4 repeticiones, haciendo un total de 8 rumas a tratar. Como **resultado** se obtuvo que la comparación de la actividad microbiana del contenido rumial y EM.COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos, no existe diferencia en los resultados entre los grupos, por lo que es posible referir que la actividad microbiana en la materia orgánica estudiada es la misma cuando se emplea contenido rumial que cuando se emplea EM compost. Finalmente se **concluyó** que ambos tienen los mismos resultados, porque se fue perdiendo la altura paralelamente, de igual manera con los parámetros físicos de degradación (temperatura, pH y humedad) y el compost obtenido. Ya que el tiempo de descomposición sin aplicación de microorganismos es de 4 a 6 meses según sus condiciones climáticas del lugar de ejecución, a diferencia que el presente proyecto con la aplicación del contenido rumial y el EM.COMPOST, tuvo una duración de 45 días.

**Palabras claves:** Comparación, eficacia, actividad, contenido, descomposición, residuos.

## ABSTRACT

The research work entitled "comparison of the effectiveness of microbial activity of ruminal content and em-compost for the acceleration of the decomposition of organic solid waste." Its general objective was to compare the microbial activity of ruminal content and EM-COMPOST to accelerate the decomposition of organic solid waste. For this purpose, the following treatments were developed: treatment 1 (with EM.COMPOST), treatment 2 (with ruminal content); The experiment time was 45 days in both treatments. Methodologically, it has a quantitative approach, scope or application level, and design corresponds to the true experiment type. The population was the organic solid waste generated in the Amarilis district. The research was carried out in two groups, which were: treatment 1 (with EM.COMPOST), treatment 2 (with ruminal content); each of these treatments with 4 repetitions, making a total of 8 rows to treat. As a result, it was obtained that the comparison of the microbial activity of the ruminal content and EM. COMPOST to accelerate the decomposition of solid organic waste, there is no difference in the results between the groups, so it is possible to report that the microbial activity in the organic matter studied is the same when ruminal content is used as when EM compost is used. Finally, it was concluded that both have the same results, because the height was lost in parallel, in the same way with the physical parameters of degradation (temperature, pH and humidity) and the compost obtained. Since the decomposition time without the application of microorganisms is 4 to 6 months depending on the climatic conditions of the place of execution, unlike the present project with the application of ruminal content and EM. COMPOST, lasted 45 days.

**Keywords:** Comparison, efficacy, activity, content, decomposition, waste.

## INTRODUCCIÓN

El manejo de los desechos sólidos en la actualidad es una problemática que no se está resolviendo adecuadamente, donde los principales afectados es el medio ambiente, el desgaste de los recursos naturales y la salud humana. En la época primitiva o en la historia de la humanidad, los desechos que se generaban no contenían demasiado contaminante, eran fáciles de degradar naturalmente y no causaba impactos negativos al ambiente, no era necesario un tratamiento especial. Pero poco a poco la población iba aumentando y por ende las exigencias de necesidades eran mayores, por lo que no se lograba satisfacer las necesidades, es por ello que se fueron creando productos de difícil descomposición. El hecho de que en el Perú solo existe 8 rellenos sanitarios, hace que el manejo a nivel nacional sea deficiente. Generalmente el manejo de estos desechos está a cargo de empresas privadas, pero esto acarrear gastos adicionales que el presupuesto de diferentes entidades mayormente no lograr cubrirlos. En el departamento de Huánuco la realidad de los desechos sólidos orgánicos está en la misma situación, en el manejo inadecuado de ellos. Esto es debido a la falta de compromiso de las autoridades y el apoyo consiente de los ciudadanos para poder segregar correctamente los desechos y hacer que el manejo sea más fluido y correcto. En la ciudad de Amarilis no contamos con estas empresas prestadoras de servicio, por lo que los desechos están causando problemas ambientales.

Viendo toda esta problemática descrita nos llevó a plantear lo siguiente: ¿Cuál es la actividad microbiana del contenido rumial y EM-COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos?, donde el propósito es descomponer en un menor tiempo los desechos orgánicos para así lograr mayor capacidad de la planta de tratamiento. Como objetivo general nos planteamos en demostrar la comparación de la actividad microbiana del contenido rumial y EM-COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos. Así mismo se realizó el control y la evaluación de la eficacia de los microorganismos en cinco parámetros, es decir en la velocidad de descomposición medida por la altura, en los parámetros físicos

de descomposición en temperatura, parámetros físicos de descomposición en humedad, parámetros físicos de descomposición en pH y la medición del compost y residuos granulados obtenido en ambos grupos de tratamiento.

La población fue los residuos orgánicos que se recolectaron de los mercados de Amarilis. En la investigación se realizó en 2 grupos experimentales, las cuales cada grupo consta de 4 repeticiones de 100 Kg cada uno. El lugar de la ejecución posee un área de 7 m de largo y 3.5 m de ancho aproximadamente.

No existió limitación en la ejecución, ya que se contó con todos los recursos que se requiere.

Al culminar la investigación, después de 45 días que fue la duración de tratamiento de ambos grupo experimentales, se concluye que el grupo tratado con EM.COMPOST es igual en la aceleración para descomponer los residuos orgánicos al grupo tratado con el Contenido Rumial.



# CAPITULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad muchos estados están muy preocupados en busca de soluciones con el fin de reducir el impacto al medio que nos rodea, uno de estas medidas es la gestión de residuos, que viene a ser un punto para generar ingresos económicos, lo cual no sabemos aprovechar. A medida que la población fue abarcando en construir más viviendas, los residuos se incrementaron, en efecto a ello también la acumulación de estos, son desaprovechados, en ausencia de conocimientos e iniciativa de nuestras autoridades, para generar abono orgánico de desechos orgánicos y realizar un uso adecuado del suelo sin alterar sus componentes y evitar los cambios que realizan con productos agroquímicos. Por otro lado, para recuperar, remediar y estabilizar áreas degradadas se necesita de un constante suministro de abono orgánico de calidad. Un manejo deficiente en los desechos biológicos genera contaminación en menor tiempo, la facilidad de su descomposición hace que emitan olores inaceptables además generando proliferación de vectores. Las investigaciones del Banco Mundial en su publicación del 2018, la concepción de sobrantes en 2016 era de 2.01 billones de toneladas anuales, en el futuro para 2030, estos se incrementarán a 2.59 billones de toneladas anuales ya para el 2050, estará en 3.4 billones anuales.

El MINAM (2019), son 19 000 toneladas de sobrantes sólidos de origen municipal que se produce diariamente, a todo esto, solo se recolecta o recicla un 3.4% de todos los sobrantes. La Revista Científica de Investigaciones Ambientales (2020) afirma, actualmente no existe un tratamiento y aprovechamiento idóneo de los desechos orgánicos, a ello lo sumamos la pésima gestión de los gobiernos locales responsables de los residuos urbanos y municipales hacen que las personas se preocupan latentemente ante los impactos negativos, además se generan contaminación al medio ambiente en: el agua, suelo y aire, el cual es confirmado según la OMS (2017), el cual menciona que los desechos orgánicos aparte de generar malos olores son

causantes de enfermedades respiratorias, cólera, gripe entre otros. El MINAM (2018) menciona que los desechos orgánicos son generados por los restaurantes, mercados y viviendas, por lo tanto, se genera una acumulación en un lugar de acopio. En la ciudad de Amarilis, Provincia de Huánuco y del mismo departamento, origina 50 000 kilogramos de sobrantes biológicos al día, de los cuales 30 toneladas son residuos orgánicos, no se cuenta con planta de tratamiento, tampoco la recolección adecuada para facilitar el último tratamiento, es por ello que estos ciudadanos votan sus residuos restantes a los cuerpos de ríos y tierra cercano (puntos críticos) también a los pavimentos siendo causal de contaminación ambiental en la ciudad provocando el incremento de mosquitos, enfermedades, ratas, canes callejeros, plagas, etc. De no tomar acciones correctas y dejando que el problema de estos se intensifique estaremos frente a un problema muy grave, los trabajos de recolección y otros criterios que incluyen los procedimientos para tratar desechos que evitará contaminación en amplias superficies por una mala disposición final de los mismos. Si continuamos con las malas prácticas en relación a los desechos biológicos, en un futuro el medio ambiente se encontrará contaminado por el gas emitidos por los residuos orgánicos, las plagas, enfermedades entre otros. Estos desechos biológicos de domicilios es materia para la obtención de fertilizantes orgánicos (compost), en el proceso se incluirá el uso de EM para lograr de manera satisfactoria la aceleración de dicho trabajo y evaluar su rendimiento en la producción del abono orgánico (compost) y poder apoyar al cuidado del entorno que nos rodea.

Por lo expuesto, Podemos afirmar que la mala disposición final de sobrantes duros biológicos llega a ser problema que necesita la intervención urgente de nuestras autoridades y los ciudadanos con alternativas y estrategias para su manejo, el presente estudio es una alternativa que va a ayudar a dar resultados al manejo deficiente de los residuos orgánicos con respecto al tiempo de descomposición de estos, la propuesta es: Comparación de la eficacia de la actividad microbiana del contenido rumial y EM-Compost para la aceleración de la descomposición de residuos sólidos orgánicos, la cual nos ayudará a alcanzar el método más eficiente para reducir a gran escala los restos orgánicos y aprovechar la materia biológica para

contribuir al cuidado del suelo haciendo uso del compost ya que es el adecuado al aplicar EM, para así reducir la inoculación del medio que rodea el lugar de tratamiento, además se va a obtener mejores resultados en el producto final.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la actividad microbiana del contenido rumial y EM-Compost para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos?

### **1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

¿Cuánto será la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost?

¿Cuánto es la temperatura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost?

¿Cuánto es el pH a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost?

¿Cuánto es la humedad a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost?

¿Cuánto es el compost y restos granulados a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Comparar la actividad microbiana del contenido rumial y EM-COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

Determinar la temperatura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

Determinar el pH a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

Determinar la humedad a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

Medir el compost y restos granulados a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

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

El presente estudio está enfocado al uso de microorganismos eficientes que se aplican para degradar la materia orgánica, permitiendo de esa manera desarrollar un proceso con propósito de mejorar la superficie terrestre, aire y el elemento vital agua. Este proyecto de investigación evitará que los sobrantes duros biológicos de la población provoquen la que se contamine la tierra y se emana o genera puntos que infectan. Acarreando a los desechos

sólidos biológicos hasta obtener el abono orgánico y así darle uso en beneficio del ambiente.

La razón de esta investigación, inicia por el demasiado acumulación y propagación de los sobrantes duros además tal actividad que es el compostaje no es lo suficientemente bueno, ya que no se logra la descomposición de algunos residuos y el tiempo para obtener el resultado (compost) es muy largo (4 meses), todo esto acarrea gastos altos para disponer los residuos que no se pudieron descomponer, además la demanda de abono orgánico es constante en el uso de recuperación de áreas verdes, ya que al no ser suficiente producción de este abono no satisface la necesidad, por ello se postula esta alternativa para satisfacer estas necesidades y reducir la contaminación, optimizar el manejo de los sobrantes biológicos mediante la actividad de la elaboración de compost, haciendo uso de microorganismos eficientes para acelerar una descomposición menor tiempo, así minimizando reacciones que afectan al ambiente que nos rodea, para contribuir con la gestión ambiental del municipio.

La materialización de este proyecto de investigación nos brinda muchos beneficios, se aprovechó los sobrantes del mercado en el tratamiento de compostaje, el ahorro económico para obtener los microorganismos eficientes del rumen del vacuno, contribuyendo a reducir la contaminación a base de rumen.

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

En la iniciación de esta investigación no tuvo ninguna restricción, la municipalidad tiene a disposición todos los materiales que se usó, igualmente el tesista tuvo la disposición suficiente y necesario para asumir tal responsabilidad de todas las ejecuciones realizados relacionado en el proceso de su ejecución del proyecto, considerando que se contó con información y conocimiento suficiente sobre el tema.

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

Este estudio llegó a ser factible, al lograr la reducción del tiempo y costos en el proceso de compostaje, beneficiándose en obtener mayor abono orgánico y hacer uso en las actividades urgentes. La disposición del recurso humano, asesoramiento profesional, técnicos de apoyo de parte de la municipalidad hace viable al proyecto de investigación, además el amplio conocimiento por parte del investigador, ya que se ha realizado estas actividades durante las practicas preprofesionales.

Cabe decir que la metodología realizada en esta investigación puede ejecutarse en otras municipalidades o empresas para el manejo de sus desechos sólidos orgánicos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Lara (2018), en su tesis Evaluación del comportamiento de los microorganismos eficientes para acelerar la transformación de los desechos sólidos orgánicos originados en el Mercado San Alfonso-Riobamba. El **objetivo** fue conocer el comportamiento de los microorganismos eficientes (EM) en la aceleración de los procesos de degradación de la materia orgánica en el proceso de compostaje. Los residuos orgánicos fueron producidos por los puestos comerciales de legumbres, frutas y verduras del Mercado Municipal “San Alfonso” de la ciudad de Riobamba dónde se realizó un proceso de recolección diaria durante una semana. Como **metodología** se adecuó un predio particular para la construcción de 12 composteras o pilas de 1 metro cúbico, las mismas que se distribuyeron de la siguiente manera; 3 para el Testigo, 3 para el Tratamiento 1, 3 para el Tratamiento 2 y 3 para el Tratamiento 3. Para conocer el poder catalizador de los EM se establecieron diferentes dosificaciones de microorganismos eficientes para los tratamientos, 60 ml para el Tratamiento 1, 120 ml para el Tratamiento 2 y 180 ml para el Tratamiento 3. Posteriormente se ejecutaron mediciones diarias de los parámetros de temperatura (°C), humedad (%) y potencial de hidrógeno (pH) para mantener las condiciones adecuadas para el óptimo rendimiento de oxidación de la materia orgánica. Una vez que la temperatura alcanzó su fase de estabilización cercana a la temperatura ambiente se finalizó el proceso de compostaje y se procedió a evaluar, y como **resultado** del producto final, el mismo que presentó valores de C/N de 17,77, debido a la pérdida de carbono por los procesos oxidativos y la emisión de CO<sub>2</sub>. Por tanto, en **conclusión**, los tratamientos más eficientes para la aceleración del proceso de descomposición de la materia orgánica fueron el Tratamiento 2 (120 ml de EM) y el Tratamiento

3 (180 ml de EM), se determinó que la dosis óptima para reducir el tiempo del proceso de compostaje se encuentra entre las concentraciones de los tratamientos establecidos como eficientes.

Díaz y Bravo (2017), en su tesis: Explotación de residuos orgánicos domésticos en obtención de abono orgánico con EM, Quito: UCE, tuvo como **objetivo** aprovechar los residuos orgánicos domésticos para generar abono con ayuda de EM ya que son aceleradores en los procesos. En la **metodología** se elaboraron cuatro biocomponedores en los que se colocaron 90° triturados y residuos orgánicos domésticos dosificado, viruta y EM activados en los 3 biocomponedores se colocaron EMs activados y diluidos 1:10 y 1:25 respectivamente, en cambio en el blanco se usó cinco de agua. En **consecuencia**, se obtuvo el mejor desempeño 80,16% el segundo biocompositor, el contenido nutricional del compost y el suelo ensayado cumplen con las especificaciones TULSMA. En **conclusión**, se finaliza de haber obtenido Buena calidad de abono partiendo de una transformación de los desechos bilógicos domésticos, donde gracias a su particularidad llega actuar como restaurador del suelo además de ayudar en la conservación del medio ambiente.

Jaramillo (2020), en su tesis: Evaluación de microorganismos eficientes para acelerar la descomposición de residuos en banano (*Musa paradisiaca*). El presente ensayo experimental fue realizado en un cultivo establecido de banano. Esta investigación tuvo como **objetivo** general determinar la influencia de dos residuos de cosecha más microorganismos eficientes en el desarrollo y producción de banano. El experimento como **metodología** estuvo constituido por 4 tratamientos, cada uno evaluado a través de 4 repeticiones, para lo cual se consideraron 16 unidades experimentales; utilizando para su desarrollo un cuadro latino. Los tratamientos fueron: T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico, T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico, T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico y T4: Testigo absoluto. Las variables fueron:



Plantas M3, Numero de manos por racimo, Peso del racimo, rendimiento kg/ha y análisis costo/beneficio. Para la valoración estadística se utilizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Los **resultados** mostraron que el tratamiento 3 (Raquis de banano + Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico), presentó resultados estadísticamente altos a diferencia de los demás tratamientos, en **conclusión**, se considera la mejor alternativa en el ensayo, el cual muestra en rendimiento kg/ha (35150,00); y que por cada dólar invertido la ganancia sea de \$0,65, mientras la rentabilidad de los demás tratamientos varía entre \$0,39 y \$0,40.

### 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Melendrez y Sanchez (2019), en su tesis: *“Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Cacatachi”*. El **objetivo** de la investigación fue evaluar el efecto de los microorganismos eficientes (EM) en el proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Cacatachi. Para llevar a cabo la **metodología** se seleccionó un diseño experimental completamente al Azar, cuya variable dependiente fue dosis de microorganismos eficientes con cuatro tratamientos (0, 250, 500, 1000 mL de EM; en 10 L de solución acuosa) y tres repeticiones. Las variables dependientes fueron: relación C/N, materia orgánica, temperatura, pH, humedad. Los parámetros temperatura, pH y humedad, se monitorearon cada dos días, durante un periodo de 45 días. Los parámetros temperatura, pH y humedad se mantuvieron en el rango óptimo. Cuando uno de estos parámetros se modificaba, como consecuencia de las interacciones físicas, químicas y biológicas que se desarrollaban en el proceso de compostaje, se procedió a su corrección de acuerdo con el manual del compostaje. La relación C/N, antes de iniciar el proceso de compostaje tuvo un valor de 31.25. como **resultado** los parámetros, Nitrógeno, fósforo, potasio, cadmio, humedad, materia orgánica, carbono orgánico, no cumplen con la normativa chilena de calidad de compost. Únicamente la relación C/N, cumple dicha normativa en los cuatro tratamientos. En **conclusión**, los

tratamientos óptimos fueron: T2 y T3, sin embargo, en el tratamiento 2, se utilizó una menor concentración de EM (500 mL de EM activado por 10L de agua) que en el tratamiento 3. Por lo tanto, el tratamiento 2 es el que se debe utilizar como abono orgánico.

Vargas (2019), en su tesis: *Aplicación de microorganismos eficientes para mejorar la descomposición de residuos sólidos orgánicos en el centro compostero de Granja Porcón – Cajamarca*. La presente investigación fue un trabajo netamente de campo que se realizó en el centro compostero de Granja Porcón – Cajamarca, con el **objetivo** mejorar la descomposición de residuos sólidos orgánicos en el centro compostero de Granja Porcón – Cajamarca. La **metodología** fue elaborar un biocultivo de microorganismos eficientes con subproductos generados en la zona como hojarasca virgen (pino, quinal y alisos), suero de leche, semolina (trigo, avena y quinua), melaza, levadura de pan y agua sin cloro; con dos procesos para su elaboración, la obtención del EM-Madre y la activación de los microorganismos llamado EMA en una solución líquida la cual fue aplicada en el proceso de compostaje en una dosis de 2 lt EMA / 20 lt agua; con respecto al compostaje se inició con la preparación y limpieza del lugar para poder formar la pila compostera convencional y la pila compostera con la aplicación de EM, con dimensiones de 2.5 m de largo, 1.8 m de ancho y 1.2 m de altura, con un peso de 1000 kg para ambas pilas habiendo utilizado residuos sólidos orgánicos de restaurantes, papel, cartón, cenizas, maleza, aserrín, estiércol de ganado vacuno y agua; durante el proceso de compostaje se llevó un control de parámetros de seguimiento como temperatura (T°), porcentaje de humedad (%H) y potencial de hidrógeno (pH) semanalmente teniendo como resultado de tiempo una duración de 97 días para el compostaje con EM y 139 días para el compostaje convencional. Se realizó un muestreo in Situ para realizar un análisis fisicoquímico en el INIA Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo el **resultado** fue que el compost con EM tuvo un pH de 7.1, conductividad eléctrica (25.75mhos/cm), materia orgánica (48.25%), nitrógeno (1.62%), fósforo (1.69%), potasio (1.18%), calcio (2.32%), magnesio

(0.55%), materia seca (89.25%), humedad (35.2%), cenizas (15.04%), carbono (17.36) y la relación C/N (18.25%); en **conclusión** fue de mejor calidad que el compost convencional con pH de 6.2, conductividad eléctrica (21.60mhos/cm), materia orgánica (46.25%), nitrógeno (1.25%), fósforo (1.52%), potasio (1.06%), calcio (2.28%), magnesio (0.48%), materia seca (85.10%), humedad (35%), cenizas (12.33%), carbono (15.85) y la relación C/N (15.69%); y se realizó un análisis microbiológico en el cual se pudo verificar la presencia de microorganismos del suelo, bacilos +, lactobacilos, hongos y levaduras para la muestra del compost EM; y para el compost convencional microorganismos del suelo y bacilos+.

Ludeña (2019), en su tesis: *Efecto de los microorganismos eficaces en la descomposición de los desechos sólidos orgánicos más estiércol de ganado vacuno en el distrito de José Gálvez*. El **objetivo** del presente trabajo de investigación fue determinar el efecto de los microorganismos eficaces en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos más el estiércol del ganado vacuno en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de la Ciudad de José Gálvez, Celendín. Como **metodología** se realizó un diseño de bloque completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, cada tratamiento con sus respectivas dosificaciones. Mediante la aplicación de microorganismos eficaces se tuvo un tiempo de cosecha de 80 días para: T2, 70 días para T3, 60 días para T4, Por lo contrario, en relación al testigo T1 experimentó un mayor tiempo de cosecha de 135 días. Los **resultados** indican que los microorganismos eficaces influyeron drásticamente en el tiempo de descomposición de la materia orgánica y estiércol de ganado vacuno. En **conclusión**, de los datos obtenidos se determina que el C.V. es de 8.20 y es menor a 20 indicando homogeneidad total.

### 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Sevillanos (2021), en su tesis: Características fisicoquímicas de abonos composteados con tres fuentes de microorganismos eficientes obtenidos de bosque natural, rúmen y comercial EM®. El **objetivo** fue

evaluar las características nutricionales y físicas de abonos orgánicos compostados con microorganismos de: bosque natural, ruminal y comercial. La **metodología** de la elaboración de abono orgánico se realizó mediante el compostaje de vacaza, pollaza, ceniza, carbón molido y los respectivos microorganismos durante 28 días, se evaluaron tres tratamientos, con cuatro repeticiones y una ruma de 250 kg como unidad experimental; los tratamientos fueron T1: Abono orgánico compostado con microorganismos de bosque natural, T2: con microorganismos ruminales y T3: Con microorganismos comerciales. Los **resultados** muestran que las características nutricionales y físicas fueron semejantes ( $p>0.05$ ) entre los tratamientos, con excepción para la proporción de tamaño de partícula menores a 0.5 pulgadas, que reportaron mayores proporciones en abonos compostados con microorganismos de bosque y ruminales, en relación con abonos compostados con microorganismos comerciales; también, la concentración de potasio fue mayor en abonos con microorganismos de bosque y comercial y menor con microorganismos ruminales. En **conclusión**, los abonos con diferentes tratamientos presentan semejantes concentraciones de macro y micro minerales, pero el abono compostado con microorganismos de bosque rinden mejor y presentan mayores concentraciones de potasio.

Montero (2019), en su tesis: Efectividad de EM para el procesamiento de abono orgánico con material biológico generada en los mercados de Cayhuayna, perteneciente al departamento de Huánuco, noviembre 2018 enero 2019, Universidad de Huánuco, su principal **objetivo** es valorar el rendimiento de los EMs para producir abono orgánico, con los desechos generada en los mercados de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, Departamento de Huánuco. En la **metodología** se tomaron ejemplares donde se dividieron en 2: el primero se realizó 3 veces, o sea con la aplicación de EM y el segundo solo una vez sin aplicación de EM. **Consecuentemente** se obtuvo que los EM son efectivos para descomponer residuos biológicos, ya que gracias a ello se va a realizar más rápido la transformación y en menor tiempo, ya que el

tiempo sin EM es de seis meses dependiendo de las situaciones climáticas de cada lugar que se va a ejecutar, y en este proyecto duró 5 días. En **conclusión**, es distinto al ejemplo de tuberculosis que no se descompuso en su totalidad.

Picón (2021), en su tesis: Producción de compost con microorganismos eficaces a partir del estiércol de ganado vacuno en el centro de criadero Kotosh de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, distrito de Huánuco – Provincia Huánuco 2019. La tesis tuvo como **objetivo** general demostrar la eficacia que tienen los microorganismos eficaces en la producción de compost a partir del estiércol de ganado vacuno en el centro de criadero Kotosh de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, del distrito de Huánuco - provincia Huánuco 2019. La **metodología** contiene un enfoque cuantitativo, con un alcance o nivel explicativo y de diseño experimental completamente al azar con cantidad de muestras iguales. Se realizó con una población 1350 kg de heces de ganado vacuno que fueron generados en el centro de criadero Kotosh. El proyecto se ejecutó en 3 bloques, las cuales fueron: tratamiento A (EM + estiércol de ganado vacuno), tratamiento B (EM m+ levadura + estiércol), y el tratamiento C (testigo) sin EM, cada uno de estos tratamientos contó con 2 repeticiones haciendo un total de 9 camas. Se logró un **resultado** donde los microorganismos eficaces tienen eficacia por lo que intervienen y aceleran el tiempo de descomposición del estiércol del proceso de compostaje de los tratamientos A y B, teniendo en cuenta los parámetros físicos como temperatura y humedad y de parámetros químicos como pH considerando las condiciones climatológicas donde se ejecutó la investigación. **Conclusión**, en relación al tratamiento C (testigo), se concluye que el estiércol no logró los mismos resultados de descomponer. El tiempo de producción de compost con microorganismos eficientes se desarrolló en un lapso de 2 meses, el cual el proceso de compostaje sin EMs dura de 4 a 6 meses, con respecto a la relación de los resultados del análisis de laboratorio se comparó con la NCH 2880 y se llegó a demostrar que los compost producidos se encuentran en la categoría de clase A, con excepción de pH, humedad y magnesio que

están categorizados en clase B. Determinando que la producción de abono compost es mayor con la aplicación de EMs que sin la aplicación de ello.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)**

Arias (2010), EM, es la abreviatura de (Microorganismos efectivos). Es un sembrío heterogéneo de microbios beneficiosos congénitos. No hay variación hereditaria. Existe en el ecosistema natural y es funcionalmente compatible entre sí. Cuando la EM se inocula en un entorno natural, los efectos individuales de cada microorganismo se amplifican en gran medida de manera sinérgica a través de su función en la comunidad. La técnica microorganismos eficientes fue elaborado por el Dr. Teruo Higa, docente de laboreo en la Universidad de Ryukyu en Okinawa, Japón. A principios de la década de 1960, el profesor Higa comenzó a buscar alternativas a los fertilizantes y pesticidas sintéticos, que se utilizaron ampliamente en la producción de alimentos en toda la fase terrestre después de la segunda Guerra Mundial.

INFOAGRO (2011), dice que los EMs puede aumentar significativamente los efectos beneficiosos sobre las buenas prácticas agrícolas y del suelo, como la rotación de labranzas, la utilización de restos orgánicos, de cultivo protectora, el reciclaje de restos de labranzas incluido el manejo biológico de plagas. La EM contribuye al proceso de transformación de materia orgánica y produciendo ácidos orgánicos que generalmente no están disponibles durante el proceso de fermentación, como ácido láctico, ácido acético, aminoácidos y ácido málico, sustancias biológicamente activas y vitaminas.

### **2.2.2. TIPOS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES**

Fundases (2014), los principales tipos de microorganismos designados incluyen:

- Lactobacillus: Lactobacillus plantarum, Streptococcus lactis, Lactobacillus casei.
- Bacterias fotosintéticas: Rhodobacter spaeroides, Rhodopseudomonas plastrus.
- Levadura: Candida utilis, Saccharomyces cerevisiae.
- Actinomicetos: actinobacterias albicans, Streptomyces griseus. - Hongos fermentadores: Aspergillus oryzae, mucor.

- **Bacterias del ácido láctico**

Según INFOAGRO (2011). Las bacterias fototróficas están considerados como grupo independiente de microorganismos y son auto suficientes. Estas bacterias hacen uso de la luz del sol y el calor del suelo como soporte de energía para sintetizar sustancias útiles a base de exudados de raíces, materia biológica y / o gases nocivos (como el sulfuro de hidrógeno). Estos componentes beneficiosos incorporan al acido aminado, al ADN, al ARN, componentes biológicamente activas y sacarosas que apoyan el aumento y crecimiento en las plantas.

INFOAGRO (2011) afirmó en su investigación que los gérmenes del ácido láctico cuentan con capacidad de inhibir enfermedades, incluyendo microbios como Fusarium que nacen en procedimientos de cultivo continuo. En condiciones estables, géneros como Fusarium afectan a las plántulas, exponiéndose a patologías donde una gran cantidad de plagas (como nematelmintos). El empleo de los gérmenes del ácido láctico reduce la cantidad en nematelmintos y detiene el crecimiento y propagación de los Fusarium, por lo tanto, crea adecuado entorno en el crecimiento de cultivos.

- **Bacterias fotosintéticas**

Arias (2010). En su investigación, señaló que las bacterias autótrofas (Rhodopseudomonas spp.) emplean los rayos solares y la temperatura del terreno a manera de fuentes de potencia con el fin de

reducir materia. útiles a partir de exudados de raíces, constituyentes biológicos y emanaciones tóxicas. En cuanto a las materias sintéticas incluyen ácidos aminados, al ADN, al ARN, sustancias biológicamente activas y carbohidratos, son encargados de promover el crecimiento y el fortalecimiento en los vegetales. Las moléculas son asimiladas de primera mano por ellos y trabajan a manera de sustratos para aumentar el número de distintos microbios fuertes.

- **Levaduras**

Según Arias (2010). Los microbios a los que nos referimos (*saccharomyces spp*) extractan materias antibacterianas ventajosas para el desarrollo de los vegetales a base de bacterias fototróficas, sustancias orgánicas y ácidos aminados y sacarosas producidas a partir de las cepas de las plantas. Sustancias biológicamente activas originadas por diastasas, suscitan el decenio citológico activo. Los humores son esencias avíos para Microbios Fuertes al igual que los gérmenes duro lácticas y actinomycetos. El conocimiento de la profilaxis en superficies que tiene cubierta vegetal de microbios favorecedores que ayuda a originar un dominio infeccioso crecidamente encomiástico para el aumento de la cubierta vegetal fue empleo de disputa de muchos años por informativo de parte de los investigadores empeñados en horticultura.

- **Actinomicetos**

Quiñones, Evangelina, y Rincón (2016). En sus estudios señala en que estos actinomicetos pertenecen a cosmopolitas, se encuentran entre ambientes oriundos alrededor del mundo, y cumple un papel de importancia en el reciclaje de materia orgánica, son un comienzo significativo de materias con acción orgánico que son de mucho beneficio para los humanos. Estos actinomicetos tuvieron una actividad demasiado importante ante el crecimiento de tecnología de vidas, en efectos beneficiosos en varias ramas; de la ciencia de la salud, en el desarrollo industrial e incluso la agricultura. Este artículo proporciona una descripción general del papel de los actinomicetos en la agricultura y la medicina.



- **Hongos de fermentación**

Mier, Toriello, y Ulloa (2002). secuencialmente, los hongos se relacionan con sus efectos dañinos en las personas, como enfermedades, transformación y contaminación. A parte de ello, estos microorganismos forman parte muy importante de los procesos de transformación en los ecosistemas y tienen un resultado ventajoso en la calidad para subsistencia de los individuos. Para el funcionamiento de la estructura trófica de los ecosistemas lo más importante son los hongos, esencialmente en las convivencias sinérgicas y recíprocas.

- **Ventajas de microorganismos**

Bejarano y Delgadillo (2007). Indica en su tesis que los beneficios de la tecnología de los microorganismos eficientes de las consecuencias de estos ácidos el cual evita la desintegración, desperfecto y el deterioro de la oxidación, así formando un lugar generoso en todos estos individuos activos. En efecto a las consecuencias, los microorganismos eficientes se han reconocido en diversos espacios, así como en formación, construcción, la producción y las ciencias de la salud. (p. 51)

Los autores Luna y Mesa (2017), los microorganismos eficientes actúan como inoculantes microbianos que ayuda a reintegrar la proporción microbiológica de la tierra, optimizar sus contextos químicas y físicas, aumentar la producción y la protección de las plantas, conservar los recursos de la naturaleza, además, garantizar el tema agrícola y ambiente que nos rodea más sostenibles.

Además, Bejarano y Delgadillo (2007), añade como una de las primacías en introducción de microbios en elaboración de abono son:

- Acelerar el aumento de temperatura, manteniendo el proceso en fase termofílica, independientemente de las situaciones en ventilación y ambientales.
- Favorece la conversión con presencia de aire de mezclas biológicas y evita una desintegración de las sustancias orgánicas mediante

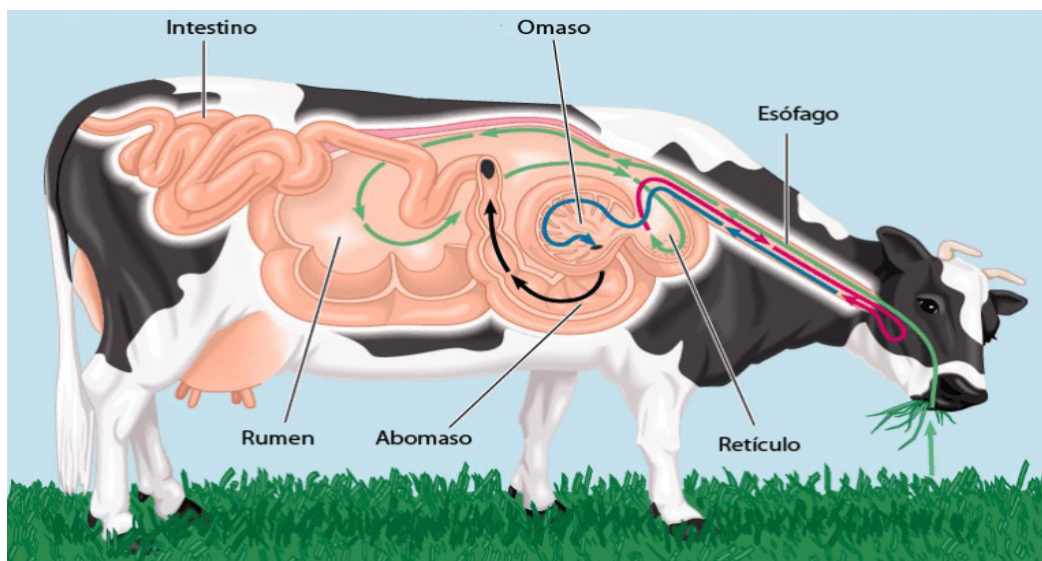
enmohecido, que libera gases que producen olores desagradables (azufre, amoníaco y mercaptanos). También evita que los bichos portadores al igual que las moscas se multipliquen, al verse en un lugar extraño no habrá reproducción.

- Aumenta su eficacia en sustancia biológica al igual que abono, bien sabemos que se independizan y extractan mezclas y agregados en la etapa del desarrollo de degradación el cual expulsan y desintegran mezclas y agregados al igual que: ácidos aminados, catalizadores, componentes, mezclas bioactivas, adrenalinas e inorgánicos sencillos, que, cuando son agregados a la tierra mediante el excremento biológico, perfeccionan sus particularidades fisicoquímicas incluido la parte microbiológica.
- Ayuda a acelerar en el proceso en el cual se elaborará el abono, logrando reducir tres veces de lo normal que se da de cinco a ocho semanas. (p. 52)

- **Contenido rumial o rumen**

Para Gamarra (2019), el Implícito rumial es el comestible de la vaca, del buey (ordinariamente herbaje) donde se conserva en el tubo digestivo; en el contenido rumial se encuentra casco abundante de poblamiento de microorganismos tantos gérmenes arqueas mohos levaduras y protozoos el cual se encuentra en combinación con la alimaña. También dice que es ambiente sin presencia de aire que exhibe peculiaridades específicas en pH y T°. Arias (1982), dice que los animales rumiantes a través de reunión evolutiva han desarrollado garra sincretismo con microorganismos, muchos de ellos son celulolíticos. La celulosa precisamente degradada sirve en buena templanza para reemplazar las necesidades energéticas del mamífero.

**Figura 1**  
*Sistema digestivo del rumiante*



*Nota:* Partes del tracto del rumiante, donde se encuentra el rumen el cual dentro de ello está el contenido rumial.

- **Microambiente del rumial o rumen**

En la Revista Monografías de Medicina Veterinaria, Arias (1982), afirma que la fase de la cabida ruminal contiene un 10-20% de principio orgánico y presenta un pH de 5,8 a 6,8. En aparición de grandes cantidades de carbohidratos cómodamente fermentables el pH tiende a alcanzar valores de 4,0. En contrario con forrajes de menos nutrientes el pH puede llegar a 7,5 hasta más. El pH ruminal se mantiene condicionalmente tenaz correcto por un puesto a la alcalinidad (pH: 8,0) de la baba que entra al rumen, que incluye la extensión tamponante del bicarbonato resultante de la baba y del epitelio ruminal y por diferente emplazamiento a la remoción de productos ácidos terminales de la fermentación microbiana.

- **Características del contenido ruminal o rumen**

Trillos (2006), nos explica las características del contenido ruminal.

- Fibra: Este punto se encuentra en la composición de los nutrientes del rumen reciente y forraje, el cual los datos en potencia o fibra se encuentra en los intervalos de 1.74 – 2.88 %.

- Grasa: La cantidad aproximada de grasa en cada uno de los procesos oscilan entre 1.89 – 3.18 %.
- Humedad: Los datos que se registra de este parámetro contiene la composición nutricional del rumen fresca y ensilada, los números de temperatura oscilan entre 37.08% – 42.97 %.

García (2016), afirma:

- La temperatura en el rumen oscila entre 39 y 40 °C el cual está dada por el desarrollo de efervescencia por bacterias además una acción de metabolismo animal.
- Sobre el Potencial Hidrógeno que hay en el contenido rumial está entre 5.5 y 7.1 el cual las conmutaciones se basan en apariencia de los ácidos biológicos que se encuentra en dosis de saliva y su comida, la cual actúa como agente amortiguador.
- La materia seca es de 10-15 % y sus variaciones están sujetas a la cuantía del consumo de alimento y agua.

- **Microorganismos eficientes presentes en el contenido rumial o rumen**

Castillo (2014). El contenido rumial tiene un ambiente enrevesado en que los alimentos adquiridos por vacunos modo asimilados por medio de una causa de fermentación ejecutado por los microorganism rumial (bacterias protozoos y hongos). Estos microorganismos se encuentran en fusión oportuno a su desplazamiento de conformación y relación en cuanto el bovino ofrece un medio forzoso en establecerse en ello, proporciona estos resultados que viene después del proceso fermentativo en el rumen del vacuno, el cual estos microbios sobreviven en un ambiente insuficiente con una acidez próximo a ser neutro.

En su estudio Castillo y Dominguez (2019):

- **Bacterias**

Al año siguiente de 1993 se cultivaron doscientas variedades en bacterias. Estudios actuales donde se estudia el ADN revelaron que

existe trece vitales filos en contenido rumial, estos contienen cuarenta disposiciones de bacterias, trescientas veinte especies bacterianas y superando los dos mil ejemplares de taxonomía de bacterias en operación. El ejemplar o especie bacteriano que hay en el rumen en mayor cantidad, está la Prevotella, el cual equivale alrededor de un veinte por ciento del total de bacterias en el rumen.

- **Protozoarios**

Estudios afirman que han encontrado alrededor de más de veinte géneros en protozoos, el contenido rumial tiene la concentración es de 10 células/ml aproximadamente. La cantidad de los géneros de protozoarios es menor a la de las bacterias, pero en cambio los protozoos físicamente supera en tamaño a las bacterias por ende estos llegan a ocupar la mayor parte del hábitat en el rumen.

- **Hongos**

Hace poco, las investigaciones que se dieron han concluido que la secuenciación del ADN ha informado que existe cinco vitales filos fúngicos, el cual en ello está incluido cincuenta y cinco especies en hongos. Las especies más abundantes son Ascomycota (27 %), Neocallimastigomycota (1 %) y Basidiomycota (3 %) (Castillo y Domínguez, 2019).

- **Arqueas**

En estudios actualizados sustentan que la sucesión de ADN de mayor utilidad o rendimiento, revelaron que el filo de arqueas de mayor cantidad en el contenido rumial fue Euryarchaeota, donde equivale un noventa y nueve por ciento del total de especies en el contenido rumial. Se han detectado 10 especies arqueales que están dentro del contenido rumial, la especie de mayor cantidad es Methanobrevibacter, que equivale un aproximado al 91 %, por lo que se puede afirmar que la especie Methanobrevibacter es la de mayor cantidad (Castillo y Domínguez, 2019).

### **2.2.3. ACTIVACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES DEL CONTENIDO RUMINAL O RUMEN**

PERÚ AGROPECUARIO (2020), los materiales que se usará son:

- Timbo de 80 litros
- Leche o suero de leche 5 litros
- Melaza de caña 5 kilos
- Rumen de vacuno 5 kilos
- Levadura seca 500 gramos

preparación:

- En primer lugar, se realiza la activación de la levadura con un poco de agua tibia, 100 gramos de levadura con medio litro de agua tibia.
- En un balde de 20 litros añadir 1 kilo de rumen y lo mezclamos con 1 kilo de melaza de caña.
- Ahora mezclamos la levadura activada con 2 litros de leche.
- Enseguida la mezcla de levadura y leche lo mezclamos con la mezcla de rumen y melaza.
- Llenar el balde con agua destilada, a continuación, vamos a cerrar de manera hermética para la activación anaeróbica de los microorganismos eficientes (por 30 minutos), después de ello ya puede ser aplicado.

#### **• Microorganismos EM. COMPOST**

Biopunto Chile, (2020). Son productos naturales probióticos compuestos por microorganismos benéficos y altamente eficientes. Son totalmente íntegramente seguros para el hombre, los animales y el entorno medio ambiente. Estos microorganismos no son nocivos ya que ni la genética ni lo químico son alterados. Juntos van a lograr la

aceleración en descomponer los desechos recolectados, estos se lograrán en la etapa fermentativa, contribuyendo a la renovación y mantenimiento de la vida de los microorganismos ya sea en las plantas y otros ecosistemas fluviales.

- **Ventajas de EM. COMPOST**

Biopunto Chile, (2020). Informa las ventajas de su producto:

- Enriquece los abonos orgánicos, nutricional y biológicamente.
- Refuerza el proceso fermentativo, siendo este no apto para el desarrollo de patógenos.
- Acelera la degradación de Materia Orgánica (Ahorro en tiempo, espacio y mano de obra).
- Reduce eficazmente malos olores y por tanto plagas como moscas.
- Baja los niveles de C.E. (Conductividad Eléctrica) y metales pesados.

- **Activación de EM. COMPOST**

Biopunto Chile, (2020), aclara para la activación paso a paso:

- Cuando dispones de agua clorada, se recomienda guardar esa agua por doce horas al aire libre y abierto el envase, para luego de doce horas poder usarlo en la activación.
- Cuando realizas el proceso de activar el EM, se tiene que controlar la temperatura, o sea que debe ser menos de cuarenta grados Celsius.
- El recipiente o envase donde vas a activar tiene que estar desinfectados y bien lavados.

- **Acumulación de EM. COMPOST**

- Para la correcta activación el EM.COMPOST se tiene que almacenar en un recipiente hermético, porque se requiere un ambiente sin aire.

- Al momento del almacenamiento se tiene que marcar los recipientes para así talvez no confundir con otros o puedan pensar que es bebible.
- Almacenar alejado del calor, polvareda y lejos de envases vacíos o con contenidos tóxicos que pueden afectar la activación.
- En la activación cuando hay sobras del EM, estos no se deben guardar con aire dentro, se tiene que re envasar.
- El producto de EM activado llega a durar sesenta días, pero si este producto activado se diluye en agua para su aplicación, solo dura cinco días.
- Si ocurriese un accidente como por ejemplo derramar el EM, se recomienda enjuagar con gran cantidad de agua. (Biopunto Chile, 2020).

#### **2.2.4. PROCESO OXIDATIVO Y FERMENTATIVO QUE REALIZAN LOS MICROORGANISMOS DEL EM. COMPOST**

Biopunto Chile, (2020). Indica que la esencia tiene garra poderosa amplitud de auto-limpieza y restablecimiento oportuno a que opera mediante ciclos (ciclo del zumo ciclos biogeoquímicos ciclos de descomposición ciclos de conservación). En estos procesos intervienen precipitadamente microorganismos que transforman sustancias mediante procesos de diarrea oxidativa o de podredumbre o bien mediante la sucesión contraria un curso de desacoplamiento fermentativo o de subsistencia. El desarrollo oxidativo lo llevan a punta microorganismos patógenos impulsados por la inseguridad microbiológica (contaminación y / o título humano) a secuela se generan ambientes con olores agresivos gases contaminantes favoreciendo la presencia de moscas, roedores, etc.

En alteración el desarrollo fermentativo lo llevan la extremidad de microorganismos benéficos los cuales generan sustancias benéficas un Antioxidantes Aminoácidos y Vitaminas. La fuerza de estos



microorganismos tiene el privilegio de recobrar Ecosistemas desequilibrados (Biopunto Chile, 2020).

- **Residuos sólidos**

El MINAM (2021), dice en la Ley 1278 que residuo arraigado es cualquiera objeto material de extracto o principio resultante del consumición o práctica de un bien o servicio, donde el dueño ya no le ve la utilidad y quiere desechar, pasando esto a ser valorizado o tratado en un relleno sanitario. Desechos consta los que están en fase solida o semisólida.

Además, el MINAM (2021), indica que entre los desechos encontramos a líquidos así también a gases que están en los contenedores de desechos, cabe recalcar que los sobrantes o desechos líquidos, así como gases ya sea por su particularidad físicas o químicas no llegan a ser tratados conjuntamente con los otros, tampoco pueden ser dispuestos en el medio que nos rodea, merece un tratamiento especial.

El MINAM (2021), tiene a disposición los pasos que se debe seguir de acuerdo lo que está estipulado en la Ley 1501, donde especifica que los desechos a lo que nos referimos anteriormente son manejados de acuerdo a los siguientes:

- Segregación en la fuente
- Barrido y la limpieza en los espacios públicos
- La recolección de manera seleccionada
- El transporte de estos desechos
- El almacenamiento adecuado
- La preparación o acondicionamiento
- Sacar beneficio o valorizar

- Realizar la transferencia
- El tratamiento adecuado de cada desecho
- Y por último la disposición final del mismo

- **Residuos sólidos orgánicos**

Rivera (2016). Conceptualiza que los materiales residuales que en alguna época tuvieron utilidad, donde conformaron parte de un ser vivo o fueron derivados de una transformación de combustibles. Donde encontramos:

- **Putrescibles**

Se refiere a desechos que viene del rendimiento o uso de materia prima escaso en conversión automático, estos desechos contienen alto humedad, el cual hace que sea fácil de degradarse. Lo que se pueden indicar son los desechos de árboles o hiervas, eses de animal, desechos de mantenimiento, desechos de pesca y agroindustrias entre otros que existen.

- **No putrescibles**

Son desechos con particularidad modificada, donde ya no es fácil de degradarse o por sí sola, se tiene que realizar un tratamiento adecuado para su degradación.

- **Norma de compost Chilena NCH-28880**

Esta norma clasifica en tres maneras, y lo hace basado en la calidad del compost o sea del producto final, donde en los siguientes textos especifica las clases de compost:

- Abono de Clase A: Es el compost de primera, donde respeta el cumplimiento de las expectativas de la norma para compost.

- Abono de Clase B: Este compost se encuentra en el intermedio de las clasificaciones, por lo tanto, se apega a las obligaciones de la normativa de Chile de tipo B. En este nivel el compost tiene algunas condiciones para su uso. Antes de utilizar el producto tiene que ser combinado o neutralizado añadiendo productos ajenos al mismo.
- Abono incipiente o inmaduro: Son desechos biológicos donde solo ha sido procesado y pasó por las dos primeras etapas que se efectúa en este proceso, el cual solo se dio la descomposición inicial y no las otras etapas de la clase A y B.

- **Compostaje**

Montero (2019). El compostaje es una marcha biológico aerobio (con pinta de oxígeno) que, en inferiores condiciones de flujo humedad y calentura controladas, transforma los residuos degradables orgánicos en un material con estabilidad e higiene al cual conocemos como abono orgánico, ya que puede aprovechar como enmienda orgánica. El proceso de producción de abono orgánico realiza la descomposición de la sustancia orgánica en el medio ambiente y permite combinar las materias, reducir su peso, el volumen y esterilizarlo. Este trabajo apoya al retorno de la sustancia orgánica a la tierra y su germinación en los ciclos naturales.

El trabajo de transformación está basado en las actividades que realizan los microorganismos ya sea hongos y bacterias, el tiempo oscila de acuerdo a distintos factores (sistema, tecnología, disponibilidad de espacio, etc.), entre diez y diez y seis semanas.

- **Compostaje aerobio**

Montero (2019). Dice que se refiere al cambio natural de los desechos biológicos en un producto llamado abono. Este método se hace con la intervención de oxígeno y con un calor de treinta y cinco grados Celsius, además se tendrá en cuenta la relación del carbono/nitrógeno en los desechos biológicos que debe estar de treinta y cincuenta. Se

puede decir que esta actividad tiene mayor resultado y es más limpio y además genera agua, alta temperatura y dióxido de carbón, gracias a las altas temperaturas se llegan a descartar microorganismos extraños que no apoyan al proceso. La elaboración de abono se puede ejecutar al aire libre o en ambientes cerrados ya que ahí se puede controlar los olores desagradables.

#### □ **Compostaje sin presencia de aire**

Esta actividad microbiana normalmente se acelera de manera artificial, en su proceso no requiere de oxígeno, puede desarrollarse en poco o sin oxígeno. Su avance es pausado, emana reducida temperatura y transforma la materia prima biológica en molécula orgánica, en el cual actúan en ellos los microbios anaeróbicos que se usan, produciendo el gas metano. (Montero, 2019).

#### **Compost**

Julio (2013), esto es el producto último de las actividades que se realizó, este producto es orgánico que no genera daños al suelo, es más, beneficia a la cubierta vegetal y hace que el suelo no pierda fácilmente humedad, por otro lado, ayuda a eliminar desechos de un huerto y a mejorar el rendimiento de los cultivos.

#### **2.2.5. CLASES DE ABONO ORGÁNICO**

Acosta (2020). En conclusión, dice que las clases de abono orgánico comúnmente más usadas son:

- Compost común: Este tipo de producto están clasificados de montón, de superficie, de compostadores e industrial.
- Humus o Vermicompost de lombriz.
- Bokashi, bocashi compost o compost de Japón.

### **2.2.5.1. FACTORES QUE CONDICIONAN EL PROCESO DE COMPOSTAJE**

Bejarano y Delgadillo, (2007) en su investigación sustenta que el procedimiento de la elaboración de abono va depender de muchos parámetros, generalmente estos cambian de acuerdo a la materia prima original, también se evalúa el tiempo que se demora en la transformación y el ambiente en la que se ejecuta el trabajo. Los factores que se tienen que evaluar en la construcción de la ruma o pila para tener mejor resultado, son:

- Picado de la materia prima (tamaño): en este punto se tiene que considerar el tamaño adecuado, ya que va a influir en la densidad, aireación, compactación y el drenaje de la materia prima.
- Relación C/N: En la actividad para producir compost, este es el punto muy importante que se tiene que evaluar.
- Alto contenido en carbono: Hojarascas, residuos de algodón, partículas de tierra (polvo), entre otros.
- Alto contenido de nitrógeno: En estos ítems tenemos los desechos biológicos como sobras de plátanos, de panes, lechugas, entre otros. La humedad adecuada que se debe manejar en esta actividad debe ser de cuarenta y sesenta por ciento, cuando es bajo el mínimo y mayor al máximo hay problemas en el desarrollo, si es menos la descomposición es despacio y si, es más, hay demasiada podredumbre y eso no se desea.
- Mezcla/volteo: La combinación que se va realizar en un inicio es muy importante, para así subir o reducir la cantidad de humedad o vapor de agua adecuado o necesario.

- Temperatura: La cantidad de calor que se necesita está relacionado o depende del trabajo que realiza los microorganismos.
- Potencial hidrógeno: Aquí se va a ver si los desechos están estables o no, además si la microfauna de microorganismos es lo adecuado ya que este factor es muy importante.
- Mediciones de la cama o ruma: Esto está determinado por 3 componentes muy importantes, de las cuales son: el área o espacio que se va usar para las pilas, las herramientas que se usará para su respectivo volteo y por último el total o cantidad de desechos que se va a utilizar.

➤ **Propiedades del compostaje**

Como uno de sus propiedades importantes ayuda a mejorar las composiciones físicas de la tierra. Las sustancias orgánicas ayudan a estabilizar los componentes de tierras agrícolas, minimiza la densidad, se adiciona la porosidad del suelo y la permeabilidad y aumenta la retención de agua en la tierra. Resultan tierras más esponjosas y con Buena capacidad de retener el agua. Ayuda a mejorar las composiciones químicas. Crece su contenido en macronutrientes y micronutrientes, las capacidades del intercambio catiónico que es base y acumulador nutritivo para diferentes cultivos. Ayuda a mejorar el trabajo natural de la tierra. Es el soporte y comida de microorganismos, que sobreviven en los humus de lombrices y ayuda a contribuir a la mineralización. La población de microorganismos nos indica que ese suelo es fértil (Strucplan, 2000).

➤ **Ventajas y beneficios de compost**

Mazuela y Urrestarazu. (2004). las opciones para resolver la dificultad de la problemática ambiental de estos residuos es transformarlo en compost. Estos residuos transformados en

compost, presentan la ventaja de que, al perder volumen y humedad, facilitan el transporte de los desechos a los vertederos, pueden ser utilizados como enmienda de la tierra, así como también se puede usar como fertilizante en cultivos con ausencia de tierra. Además, según Negro, et al (2000). El abono orgánico cuenta con los siguientes beneficios:

- Preparación del suelo: El uso del abono orgánico como reemplazo de sustancias orgánicas en suelos agrícolas cuenta de mucha importancia e interés en el país, porque en dosis adecuadas de este abono es de importancia para que se asegure la producción y tener cuidado que se desertifique. Además, cabe mencionar que la sustancia orgánica en la tierra va a producir muchos efectos agrobiológicas que son favorables.
- Mejora el manejo de estiércoles: Negro, et al (2000). Afirma lo siguiente: El proceso de elaboración de abono disminuye la masa, la dimensión, la cantidad higroscópica, y la acción de los contenidos de excremento. El abono orgánico es de fácil manejo a comparación del excremento ya que este se puede acumular con más facilidad, sin dificultad de invasión de plagas y que evita la emanación de malos olores. Ya que este abono orgánico se puede utilizar durante todo el año sin distinción de las épocas de las estaciones. Por lo que esta disminuye y evita las mermas de nitrógeno y el deterioro del entorno.
- Mejora al rendimiento a la tierra: El abono orgánico al igual que los excrementos son adecuados preparadores de la tierra del suelo con alto contenido de nutrientes. simplemente el excremento se incorpora a la tierra de manera directa, además se obtendrá la misma calidad en relación al abono orgánico. Por ende, la preparación de la tierra con abono orgánico no solo fertiliza la tierra si no que incorpora otros veneficios a la tierra.

- El abono orgánico la cantidad de nitrógeno que se encuentra en los excrementos en forma orgánica más sólida. En su totalidad los excrementos poseen una alta relación C(Carbono) /N(nitrógeno). La temperatura formada mediante el desarrollo de preparación del abono orgánico disminuye la posibilidad de los núcleos que puedan estar adheridos en el excremento. Negro, M. et al (2000).
- Reduce los peligros de deterioro ambiental y emanaciones mal olor: Negro, et al (2000). Añade dos puntos: En muchas granjerías, el excremento más es pasivo que activo. Los problemas más importantes es el mal olor y está contaminado por nitratos. La producción de abono, altamente puede reducir los siguientes inconvenientes:
  - Eliminación de patógenos: La eliminación de patógenos en la fase termófila va a permitir un uso de abono que no contamina el cuerpo que recepciona. En la Tabla dos se encuentra la temperatura y tiempo adecuado para eliminar algunos parásitos y patógenos que comúnmente se encuentran en los desechos que se va a tartar.

➤ **Producto vendible:**

En los compradores de gran demanda se incluyen los plantadores que practican horticultura ecológica que incluyen todo tipo de sembrío y labranza. El valor de los abonos orgánicos varía de acuerdo a sus particularidades, de conservado y eficacia, al tipo de materia prima utilizada y la disposición final, debido a que en la actualidad es determinado como desecho orgánico y en otro caso como producto de gran potencia (Negro, et al 2000).

➤ **Desventajas del uso de compost**

Negro, et al (2000). Entre los problemas mínimos que se vio durante en diferentes usos en los cultivos y las que se le atribuye a este producto son:



- Lo económico
- Las de la disponibilidad de terreno
- Las de tipo climatológico
- El deterioro del medio ambiente
- El valor de fertilizante

➤ **La eficacia del abono orgánico**

La eficacia del abono orgánico está determinada por variables químicas en la cual da una determinación puntual de cada material, y las variables biológicas van a permitir la evaluación de la estabilidad del abono que se produce a partir de los desechos biológicos (Cajahuanca, 2016).

Es indispensable tomar en cuenta, para analizar la eficacia del abono orgánico se puede realizar la técnica de test de la mano, la técnica consiste en frotar con la mano una pequeña cantidad de abono orgánico, si el abono se desprende significa eficacia alta (Cajahuanca, 2016).

➤ **Materias primas para compostaje**

- Dice en su estudio Cajahuanca, (2016), que en la preparación del abono orgánico permite añadir todo tipo de desecho biológico, pero que esta no esté corrompida. La mayoría de estas sustancias primas o desechos orgánicos se originan de:
- Los desechos como vegetales como pétalos, hojas, semillas que contienen a la cantidad de N(nitrógeno) y poca cantidad de C(carbono). En caso de restos de árboles contiene poca cantidad de nitrógeno.

- En caso de los restos de árboles podados es importante moler o picar antes de añadir al proceso debido a que los restos de árboles requiere mayor tiempo para su transformación.
- Desechos de las urbanizaciones son los residuos biológicos que salen de las cocinas.
- En el excremento de los animales sobresale el de la vaca, además se considera al estiércol de gallina, conejo, caballo y cordero.
- Minerales adicionales: ante algunas ausencias en las tierras, estos son los adecuados para remediar. Los más importantes son piedras y diversos tipos de rocas trituradas.
- Matas acuáticas: Cada año se recolecta cantidad suficiente de fanerógamas acuáticas, estos se usa como material base para la producción de abono orgánico, además de ello son aportantes directos de carbono, nitrógeno, fósforo, biocompuestos y por último los oligoelementos, ya que esto va aportar lo suficiente en los cultivos.
- Algas: estas especies se pueden usar en gran cantidad, ya que contienen sustancias antimicrobios, también antifúngicos y adicionantes de nutrientes en la producción de abono orgánico.
- Hojuelas: Normalmente la descomposición de estos son seis meses a 2 años, por ello es necesario combinar con demás materias primas. (Cajahuanca, 2016).

➤ **Proceso de compostaje**

Gamarra (2019), puntualiza que la producción de abono se realiza mediante actividad biológica, donde se va a mezclar distintos tipos de bacterias con hongos porque ellos trabajan en relación al entorno ambiental. Si los procesos de elaboración de abono no es lo esperado va a generar un olor desagradable y las emanaciones

de los gases como el dióxido de carbono y metano. En cambio, un trabajo bien desarrollado va a ser adecuado para la multiplicación de los microorganismos de aire ya que emiten agua, dióxido de carbono y energía. Esta liberación de energías va a crear desniveles de calor que van a generar variaciones en los microbios.

### ➤ **Fases del proceso de compostaje**

La preparación del compost es el conjunto de muchos procedimientos de transformación que realizan los microbios, con la ayuda de oxígenos, donde aprovecharán el carbono y el nitrógeno donde va a consumir sus restos propios. Los microbios que se usan en la producción de abono van a generar altas temperaturas y sustratos bruscos, donde contienen una reducida cantidad de carbono y nitrógeno, al cual nos referimos que es el abono orgánico. (Román, Martínez y Pantoja, 2013).

- Fase Mesófila: Al iniciar esta actividad el calor es lo normal, y ya después de unos días u horas la temperatura se incrementa hasta llegar a los cuarenta y cinco grados Celsius. Todo ese aumento de calor es por el trabajo de los microorganismos que realiza en el momento de producción de abono, donde utilizan nitrógeno y carbono para crear calor. En la transformación de mezclas solubles, así como la sacarosa genera agrios biológicos donde esto va a ayudar a reducir el potencial hidrogeno hasta cuatro o cinco. Esta parte del proceso dura poco tiempo como de 2 a 8 días. (Román, Martínez y Pantoja, 2013).
- Fase de Termófila: En esta etapa los microorganismos que viven en calor de 45°C es reemplazado por otros microorganismos que soportan mayor calor que los 45°C, en ellos mayormente están las bacterias termófilas, el cual estos van a ayudar a acelerar la transformación de materias más complejas en carbono, así como la citológica y lignina. Los nitrógenos son transformados en amoníaco gracias a los microorganismos que

se encuentra en la fase termófila, dando lugar a la elevación del potencial hidrogeno. Después de los sesenta grados Celsius, se cuenta con esporas y actino bacterias, estos serán los que van a degradar las ceras y demás compuestos de carbono complejo. El tiempo en esta etapa viene a ser desde días hasta meses, todos estos puntos van a depender del material inicial que se va usar, el área donde se va hacer, el clima entre otros. (Roman, Martínez y Pantoja, 2013).

- Fase de Enfriamiento: Cuando se termina las fuentes de carbono, especialmente el nitrógeno en los desechos a decomponer, el calor llega a bajar hasta cuarenta y cuarenta y cinco grados Celcius. En esta etapa la descomposición de los polímeros ya sea de la celulosa, también la aparición de hongos visibles fácil de ver. Al estar menos de 40 °C, los organismos mesófilos mueren y tienen que iniciar su actividad y el potencial hidrógeno del medio baja lentamente, aunque generalmente el potencial hidrógeno se conserva ligeramente alcalino. (Roman, Martínez y Pantoja, 2013).
- Fase de la maduración: En esta etapa de maduración el proceso se va a tardar meses y estos se va a desarrollar a una temperatura de ambiente normal, ya que durante esta etapa se van a producir reacciones secundarias de polimerización y condensación de compuestos carbonados para que ayude a la formación o generación de ácidos fúlvicos y húmicos (Roman, Martínez y Pantoja, 2013).

➤ **Abono orgánico – compost**

Este producto orgánico, ayuda a que las plántulas mejoren su producción y su nivel de crecimiento, el contenido nutritivo del abono hace que las plantas van a incrementar su producción frutal a comparación de otros que no se aplica el abono. (Cajahuanca, 2016).

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- a) **Botadero:** Acopio inadecuado de desechos en lugares expuestos a persona, en parques, ya sea rural o urbana que estos van a generar problemas patógenos sanitarios y al entorno que nos rodea. Genera puntos críticos en la salud pública y el ecosistema que nos rodea. Estos acopios no están sujetos a la ley y no tienen autorizaciones correspondientes. (MINAM, 2017).
- b) **Desecho municipal:** Estos desechos municipales están conformados por desechos de domicilio, lo que se capta de las limpiezas y barridos y el servicio de limpieza de los lugares públicos donde está incluido los centros comerciales, entre otros que no sean domiciliarias, ya que también esos desechos pueden recolectarse o unirse al servicio que da la municipalidad (limpieza de áreas públicos), en el marco de sus competencias. (MINAM, 2017).
- c) **Tratamiento:** Es un tipo de procedimiento o avance que nos va a ayudar el cambio físico, biológico o químico de los desechos, con el objetivo de mitigar o terminar con el peligro que estos pueden ocasionar ya sea al ambiente o a la salud, todo esto se hace con el fin de valorar y dar una disposición final, para así reducir o mitigar la contaminación al ambiente (MINAM, 2017).
- d) **Valorización material:** Está conformando por diversas actividades que realizan la valoración de materiales como: rehúso, elaboración de abono, tratamiento de aceite, bioconversión, reciclaje, entre muchas alternativas más, a lo que mediante la descomposición químico entre otros hacen que sean más viables en varios aspectos. Esta valorización se realiza de acuerdo con la disponibilidad tecnológica del país. (MINAM, 2017).
- e) **Valorización:** Se trata de diferentes tipos de tratamiento que tiene una finalidad con los desechos de reaprovechar y pueda servir como sustituto a otro material prima para producir algún producto, esta actividad ayudará a que el ambiente siga en buenos estados, además la salud pública se

verá mejorado y lo bellezas paisajística. Esta valoración se da de distintas maneras, ya sea energéticamente o material. (MINAM, 2017).

- f) Desecho orgánico:** Llamamos desecho orgánico a los restos de vegetal, excremento animal y restos de microorganismos de diferentes niveles de transformación, celdas y tejidos de cuerpo presentes en la tierra, al cual estos llegan a sintetizar algunas sustancias que existen en la tierra. Estas materias están compuestas mayormente por carbono, o sea que dentro de ellos están todos aquellos que tienen vida. (Roman, Martín y Pantoja, 2013).
  
- g) Salinización de suelo:** Llamamos al acaparamiento de la sal mediante la raíz en las siembras donde se ve que hay bajas producciones de sus cultivos, también es el incremento de potasio, magnesio, calcio, cloruro y sulfato. El principal causante de este problema de salinización en los terrenos de cultivo o sembríos es el uso de demasiad agua para riego en un terreno que su drenaje es muy bajo. Reduce el rendimiento agrícola y puede hacer los suelos improductivos (Aragüés, 2002).
  
- h) Bacterias termófilas:** Son grupos de bacterias que viven, se multiplican y trabajan en la producción de descomposición en rangos de cuarenta y setenta grados Celsius, además puede superar los 100°C pero con la condición de que haya agua, estas aguas se obtiene cuando la presión es alta así como en los profundos de los océanos. Contiene alto contenido de lípido saturado de larga cadena. (Roman, Martín y Pantoja, 2013).

## 2.4. HIPÓTESIS

**HIPOTESIS ALTERNA:** La eficacia de la actividad microbiana del contenido rumial es diferente a la eficacia del EM-COMPOST para la aceleración de la descomposición de residuos sólidos orgánicos.

**HIPOTESIS NULA:** La eficacia de la actividad microbiana del contenido rumial no es diferente a la eficacia del EM-COMPOST para la aceleración de la descomposición de residuos sólidos orgánicos.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN**

Actividad microbiana.

### **2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA**

Descomposición de residuos sólidos orgánicos.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“Comparación de la eficacia de la actividad microbiana del contenido rumial y EM-COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos”

**Tabla 1**  
*Operacionalización de variables*

<b>Variable de calibración</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valor final</b>	<b>Tipo de variable</b>
Actividad microbiana.	Tipo de microorganismo	Contenido rumial EM-Compost	Nominal dicotómica
<b>Variable evaluativa</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad de medición</b>	<b>Tipo de variable</b>
Descomposición de residuos sólidos orgánicos.	<b>Parámetros físicos:</b> - Altura -Temperatura -Ph -Humedad -Cantidad de compost y restos granulados	<b>Parámetros físicos:</b> - Wincha - Termómetro - pH - metro - Higrómetro - Balanza	<b>Parámetros físicos:</b> - Numérica continua - Numérica continua - Numérica continua - Numérica continua - Numérica continua



## CAPÍTULO III

### MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El primer criterio según la planificación de las mediciones, el presente estudio es **prospectivo** porque se trabaja con datos primarios o sea el investigador va a recolectar su propia información. En el Segundo criterio según el número de variables analíticas, este estudio es **analítico** porque tiene dos variables analíticas los cuales son el contenido rumial y el EM-COMPOST y la aceleración de la descomposición de residuos sólidos orgánicos. En el tercer criterio según el número de mediciones de la variable de estudio, el presente estudios es **longitudinal** porque se realizará una pre test y un post test, se tendrá como mínimo dos mediciones de la variable en estudio y en el cuarto criterio según la intervención del investigador, este estudio es **con intervención** porque es un estudio experimental que pretende modificar la variable evaluativa interviniendo una variable de calibración (Supo y Zacarías, 2020).

##### 3.1.1. ENFOQUE

Hernández, Fernández y Baptista (2010), los enfoques cuantitativo y cualitativo son paradigmas del estudio científico, en las que en ambos se usan procesos de mucho cuidado, sistemáticos y empíricos dentro de su esfuerzo para dar inicio a nuevos conocimientos. En esto se llegan a realizar observación y evaluación de fenómenos. Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de las observaciones y evaluaciones realizadas.

Este estudio de investigación contiene un enfoque cuantitativo porque usa análisis estadísticos a base de la recolección, la medición de variables, la obtención de frecuencias y estadígrafos de población. Se realizará una prueba de hipótesis donde nos genera resultados y procedimientos precisos para explicar, replicar y predecir los fenómenos investigados (Hernández, et al. 2014).

### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Según Supo y Zacarías (2020), los niveles de investigación cuantitativa están conformado por: aplicativo, predictivo, explicativo, relacional, descriptivo y exploratorio.

El estudio de investigación se encuentra en el nivel aplicativo porque pretende comparar la eficiencia de la variable de calibración (actividad microbiana del contenido rumial y EM. COMPOST) sobre la variable evaluativa (acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos).

### 3.1.3. DISEÑO

Supo y Zacarías (2020), sostiene que el diseño de la investigación científica está compuesto por tres experimentos: el pre experimento, cuasi experimento y experimento verdadero.

El diseño del presente estudio corresponde al experimento verdadero, porque se cuenta con dos grupos experimentales con diferente variable de calibración y una misma variable evaluativa.

- **Diseño de la investigación**

**GE<sub>1</sub> – O<sub>1</sub>----X<sub>a</sub>--- O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>5</sub>, O<sub>6</sub>, O<sub>7</sub>, O<sub>8</sub>, O<sub>9</sub>**

**GE<sub>2</sub> – O<sub>1</sub>----X<sub>1</sub>--- O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>5</sub>, O<sub>6</sub>, O<sub>7</sub>, O<sub>8</sub>, O<sub>9</sub>**

**GE<sub>1</sub>**: Grupo experimental 1 (con EM-COMPOST)

**GE<sub>2</sub>**: Grupo experimental 2 (con contenido rumial)

**X<sub>a</sub>**: Intervención a (con EM. COMPOST)

**X<sub>1</sub>**: Intervención 1 (con contenido rumial)

**O<sub>1</sub>**: Obsevación 1 (en campo, dia 1)

**O<sub>2</sub>**: Observación 2 (en campo, dia 5)

O<sub>3</sub>: Observación 3 (en campo, día 15)

O<sub>4</sub>: Observación 4 (en campo, día 20)

O<sub>5</sub>: Observación 5 (en campo, día 25)

O<sub>6</sub>: Observación 6 (en campo, día 30)

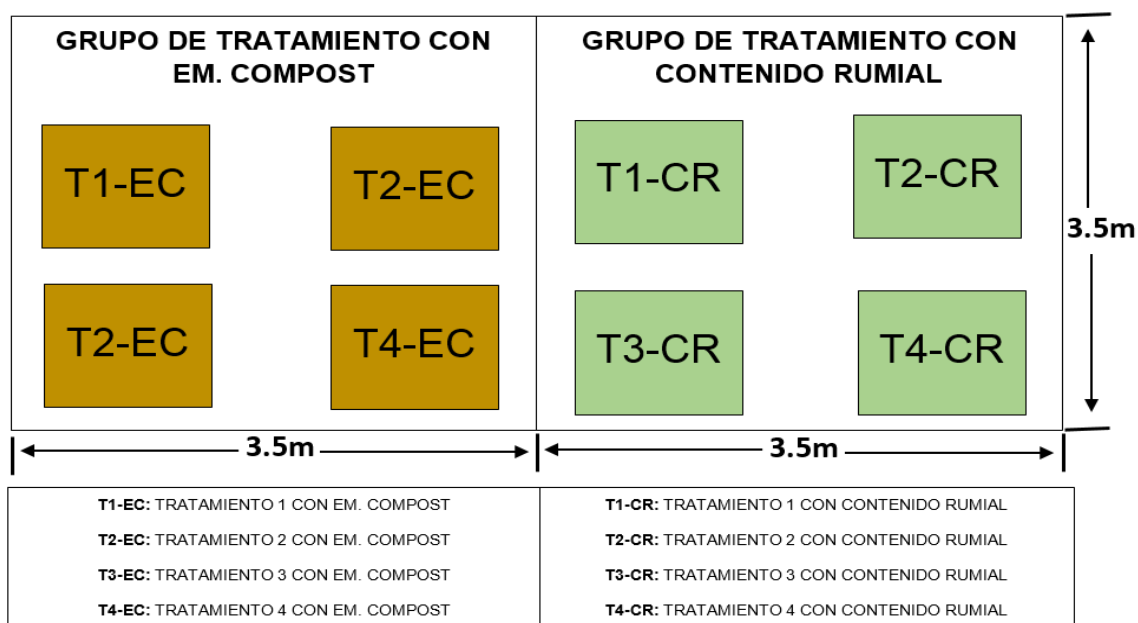
O<sub>7</sub>: Observación 7 (en campo, día 35)

O<sub>8</sub>: Observación 8 (en campo, día 40)

O<sub>9</sub>: Observación 9 (en campo, día 45)

**Figura 2**

*Croquis de la planta de tratamiento de descomposición de residuos sólidos orgánicos*



Nota: Distribución de los tratamientos y unidades experimentales en dos grupos con 4 tratamientos.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

La población de este trabajo de investigación son los desechos sólidos Orgánicos que se generan en el distrito de Amarilis del departamento de Huánuco. La cantidad exacta se desconoce actualmente.

### 3.2.2. MUESTRA

En este estudio de investigación se toma como muestra 2 grupos, cada grupo con 4 tratamientos cada uno. Lo cual cada tratamiento es de 100 kg residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 2**

*Coordenadas UTM WGS-84 de la planta de valorización*

Coordenadas UTM	
Posición	18 L
Este	9.90366166
Norte	76.22164500

*Nota:* Coordenadas UTM del lugar de ejecución.

**Tabla 3**

*Circunscripción temporal de estudio*

Circunscripción Temporal	
Fecha inicio	Junio
Fecha final	Agosto
Año	2023

*Nota:* Circunscripción temporal

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

**Tabla 4**  
*Datos recolectados*

<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO/RECURSOS</b>
Descomposición de residuos sólidos orgánicos.	<b>Parámetros físicos:</b> - Altura - Temperatura - pH - Humedad - Cantidad de compost y restos granulados	Observación	<b>Parámetros físicos:</b> - Wincha - Termómetro - pH-metro - Higrómetro - Balanza

*Nota:* Resumen de técnicas e instrumentos según indicadores

Para el desarrollo del protocolo se consideró el plan que se encuentra en la resolución de alcaldía 150 del 2021, Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales del Distrito de Amarilis del año 2021.

##### 3.3.1.1. UNIDADES VEHICULARES

- Motofurgoneta o volquete
- **Equipos de protección personal**
  - En la recolección selectiva: El personal técnico, obreros y choferes, estuvieron debidamente implementados con sus equipos de protección personal – EPP, tales como: mascarillas de tela, guantes antideslizantes, zapatos, polos manga larga, gorra árabe, anteojos, chalecos, pantalón con cinta reflexiva.
  - Para el compostaje: Pantalón con cinta reflexiva, polo manga larga, gorra árabe, anteojos, botas de jebe, guantes de jebe, respiradores multipropósito con filtro.

➤ **Herramientas, materiales e insumos**

- Durante la recolección selectiva: Se realizó la entrega de costales (capacidad de 50 kilos de color marrón) a las diferentes fuentes generadoras, para efectuar el pesado de los residuos orgánicos se utilizó una balanza electrónica (capacidad de 100 kgs.). Para el recojo de los desechos orgánicos en el mercado se realizó con cilindros de plástico (capacidad de 200 litros) y carretas metálicas.
- Durante el Compostaje: Los materiales utilizados en el proceso de compostaje serán: Costales, mantada, regadera, manguera, machete, olla de aluminio, balde, recipiente. Los insumos usados en el proceso de compostaje son: Melaza, cebo granulado, microorganismos eficaces (EM), cal viva, insecticidas. Los instrumentos que utiliza en la producción de abono están los: Pala tipo cuchara, rastrillo, carretilla, pico, saranda, balanza electrónica y/o romana.

➤ **Objetos y materiales que se usó**

- Tacho de color marrón 20 kg, Bidón de plástico de 200lt, Balde de 20 lit, Cucharón de palo, Aguja gruesa, Rafia 3/32x100m, Regadera de 7 lt, Escoba latina con mango, Recogedor de basura, Plástico doble, Tubo PBC de 6", Wincha.

➤ **Insumos que se emplearon**

- EM. COMPOST (Botella 1 Litro), Melaza (2 Litros), insecticida para el control de moscas, Cal viva, rumen de vacuno (5.5 kilogramos) o contenido rumial, levadura seca granulada (300 gramos), Leche fresca (1 litro) o suero de leche o levadura natural.

➤ **Herramientas que fueron usados**

- Pico de construcción 5", mango 90 cm, Pala con mango de madera 1.4 kg, Rastrillo curvo liviano con mango de madera 14 dientes, Machete con mango de plástico 18", Carretilla Buggy Llanta Normal 5.5P3 80 litros, Zaranda de 1.50m x 1:0 m, 0.9 mm

➤ **Equipos que se necesitó**

- Balanza, Termómetro, Extintor ABC 4 kgs., Fumigadora manual.

➤ **Personal que realizó el trabajo de campo**

- El personal para la valorización de residuos orgánicos estuvo conformado por las siguientes personas: 01 asesor estadístico, 01 asesor metodológico, 01 asesor temático y 3 personal de apoyo.

➤ **Áreas dentro de la planta**

- Área de recepción o descarga: Es una zona reservada donde se descarga los residuos orgánicos transportados por los vehículos, desde la ciudad de amarilis. El piso es de tierra y no tiene cobertura, área aproximada 50 m<sup>2</sup>.
- Área para el compostaje: Lugar donde se preparan las camas de composta, el piso es de concreto ciclópeo, tiene cobertura, área aproximada 280 m<sup>2</sup>, tiene un desnivel del piso para la evacuación de los lixiviados a un pozo de lixiviados, a través de un canal de concreto.
- Área de cernido y pesado: Espacio reservado para realizar el proceso de cernido, ensacado y pesado de la materia orgánica ya procesada, piso de concreto ciclópeo, tiene cobertura, área 40 m<sup>2</sup>.

- Almacén y guardianía: Espacio construido especialmente para almacenar los sacos de compost, para almacenar los insumos, materiales, herramientas y para que pueda pernoctar el vigilante nocturno. Piso de madera una parte y piso de tierra, cuenta con una cobertura, área aproximada 42 m<sup>2</sup>.
- Servicios higiénicos: Cuenta con un pozo séptico, instalaciones de wáter y lavadero de manos.
- Áreas para un biohuerto: Espacios donde se cultiva hortalizas orgánicas, para camas de almácigo.
- Área frutícola: El terreno cuenta con instalaciones anteriores de frutales (variedades: naranja valencia, limón sutil, lúcuma), que se viene mejorando con la aplicación de biol y compost que se viene realizando.

➤ **Descripción del recojo selectivo de los desechos sólidos orgánicos**

- El recojo selectivo de desechos orgánicos se llevó a cabo según las fuentes de procedencia domiciliaria y no domiciliaria.
- La de procedencia no domiciliaria se realizó en el mercado de abastos de Paucarbamba y en los parques, jardines. Siempre teniendo en cuenta las indicaciones y recomendaciones descritas en el “Protocolo Sanitario para la Operación ante el Covid-19 del Servicio de Reciclaje”.
- Durante la recolección de los residuos se procede al pesado de los residuos de acuerdo a su procedencia con ayuda de una balanza electrónica.
- El personal responsable llevó el control de recolección de residuos orgánicos en el formato.
- Estos residuos fueron trasladados a la Planta de tratamiento instalada en el C.P. de Colpa Alta., para su tratamiento.



➤ **Procesos para hacer las camas**

- **Con microorganismos eficientes EM-COMPOST:** Este proceso se inició con la preparación del cultivo de microorganismos eficientes – EM (mezcla de melaza 1 litro, agua hervida fría 18 litros y EM. COMPOST 1 litro, en un recipiente de plástico donde reposa de 5 - 7 días).
- **Con contenido rumial:** Este proceso se inició con la preparación del cultivo de microorganismos eficientes del rumen del vacuno:
  - Primera mezcla: Melaza 1,25 kg y el rumen del vacuno 1.25 kilogramos.
  - Segunda mezcla: Agua tibia 1/2 litros con levadura seca granulada 125 gramos, luego añadir a 1.25 litros de leche fresca.
  - Ahora en un recipiente de plástico de 20 litros, introducimos la primera mezcla (2.5 litros) y luego agregamos la segunda mezcla (1.75 litros), para completar el contenido del balde echamos agua hervida fría (15.75 litros), donde luego se realizó un reposo anaeróbico de 30 a 45 minutos.

En ambos microorganismos se desarrolló lo siguiente: Separación y selección de los residuos inorgánicos inservibles que llegan con los residuos orgánicos a la planta como: bolsas, papeles, cucharitas, vasos descartables, sorbetes, latas, etc., estos se eliminan. Cada cama compostera deberá tener 0.42 metros de alto, 0.80 metro de largo y 0.75 ancho. Se procedió a formar las rumas de elaboración de abono, son capas superpuestas de: hojarasca, desechos orgánicos, riego con EM, capa de cal viva. Y se repitió esta secuencia de capas hasta alcanzar una altura máxima de 0.5 m. Colocando un tubo de 4 pulgadas de diámetro en la parte céntrica, que se retira cuando la cama esta culminada, que sirvió como una chimenea. Los volteos de la cama se realizaron a partir

del quinto día, posteriormente los volteos se realizó cada 5 días, realizándose la medición de la temperatura. No olvidar de aplicar agua con una regadera y cal viva para controlar olores y los insectos (moscas). Después del séptimo volteo (38 días), el compost contiene un color café (marrón oscuro), un olor a tierra fresca, indicativo que está apto para el cernido. El secado de las camas durante tres días, el zarandeado y encostando en sacos de 50 kg procediendo a coser y finalmente trasladado al almacén de la planta compostera.

### ➤ **Cantidad de microorganismos y dosificación**

Para la preparación (activación y multiplicación) de un litro EM. COMPOST, se preparó 18 litros de agua hervida fría, en un recipiente de 20 litros, agregamos un litro de melaza y se realizó la mezcla homogéneamente, por último, vertimos un litro de de EM. COMPOST. Dejamos reposar de manera anaerobio de 5 a 7 días, por lo que se obtendrá 20 litros de microorganismos eficientes activados que fueron aplicados en las dosis adecuados a las camas o rumas.

Según PERÚ AGROPECUARIO (2020), para la preparación de 80 litros de microorganismos eficientes activados, se necesitó los siguientes materiales: 5 litros de leche o suero de leche, 5 kg de melaza de caña, 5 kg de rumen de vacuno y 500 gramos de levadura.

Para tener la misma relación del rumen del vacuno (20 litros de microorganismos eficientes del rumen activados) y el EM COMPOST (20 litros de microorganismos eficientes de EM COMPOST activados) se realizó operaciones matemáticas adecuadas con todos los ingredientes a usar.

Para la preparación de 20 litros de microorganismos eficientes del rumen activados se usará 1.25 litros de leche fresca, 1.25 kg de melaza, 1.25 kg de rumen y 125 gramos de levadura.

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

Los datos cualitativos cuantitativos son recolectados y presentados en tablas estadísticas y gráficos, el análisis estadístico de los resultados está interpretado siempre teniendo en cuenta o respetando la redacción científica porque ello será útil en las discusiones y llegar a conclusiones exactas de dicho proyecto.

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

Para su procesamiento se usó las tablas estadísticas, ordenamiento y codificación de datos para la contrastación de la hipótesis, y para el análisis de la información, nos apoyamos normalidad con el test de Kolmogorov-Smirnov corregida por Lilliefors además la prueba estadística paramétrica, como la t de Student para muestras independientes.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

**Tabla 5**

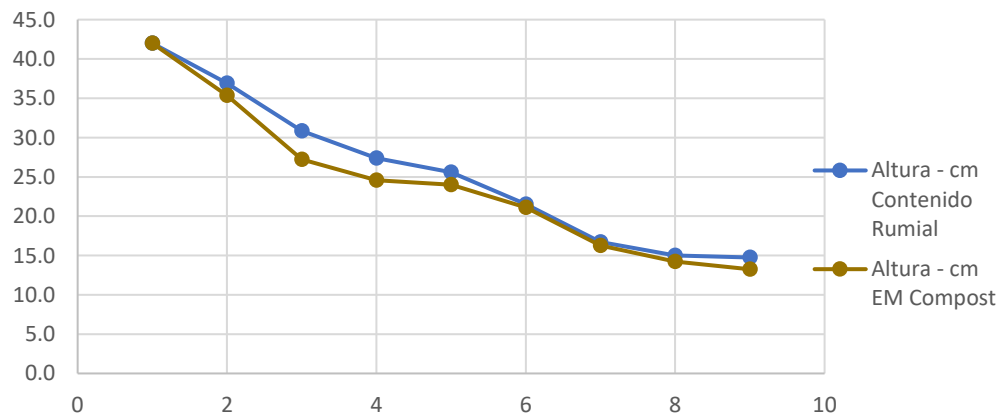
*Comparación de la velocidad de descomposición medida por la altura de la materia orgánica utilizando contenido rumial y EM.COMPOST*

Medición	Altura - cm Contenido Rumial	Altura - cm EM Compost
1	42.0	42.0
2	36.9	35.4
3	30.9	27.2
4	27.4	24.6
5	25.6	24.0
6	21.5	21.1
7	16.7	16.3
8	15.0	14.3
9	14.8	13.3

*Nota:* Datos recolectados de ambos grupos experimentales en cuanto a la altura.

**Figura 3**

*Comparación de la velocidad de descomposición medida por la altura de la materia orgánica utilizando contenido rumial y EM.COMPOST*



*Nota:* Resultados procesados estadísticamente, en la cual se observa que el tratamiento con EM compost el 10.13% inferior al del contenido rumial en cuanto a la altura.

En la (Tabla 5 y Figura 3), se aprecia 9 datos de cada grupo experimental que fueron tomadas en los 45 días en el que duró el tratamiento, en cuanto a la comparación de ambos, hay una ligera diferencia en la velocidad de descomposición de la materia orgánica cuando se realiza el tratamiento con

EM.COMPOST obteniéndose una altura de la materia orgánica de 10.13% inferior que cuando se realiza el tratamiento con el contenido rumial. La unidad de medida que se utilizó para registrar los datos de la altura fue el centímetro.

**Tabla 6**

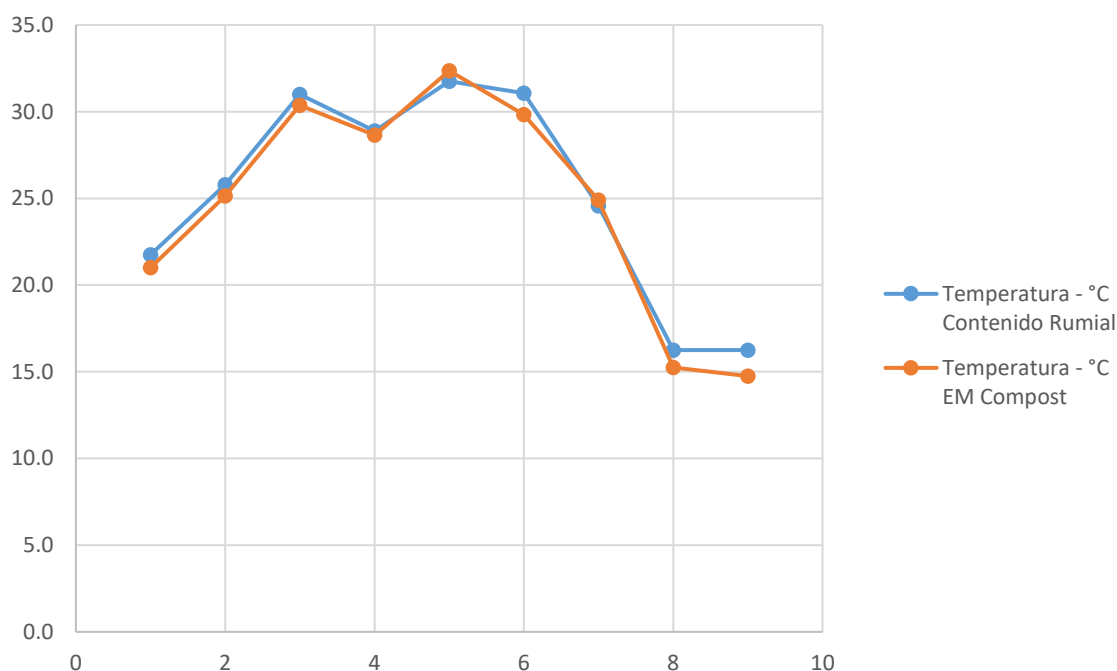
Comparación del comportamiento de la temperatura en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST

Medición	Temperatura °C Contenido Rumial	Temperatura °C EM Compost
1	21.8	21.0
2	25.8	25.1
3	31.0	30.4
4	28.9	28.6
5	31.8	32.4
6	31.1	29.8
7	24.6	24.9
8	16.25	15.3
9	16.25	14.8

*Nota:* Datos recolectados de ambos grupos experimentales, en el cual muestra un crecimiento al inicio y luego al finalizar un descenso en cuanto a la temperatura de ambos grupos.

**Figura 4**

Comparación del comportamiento de la temperatura en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST



*Nota:* Resultados procesados estadísticamente, en el cual se observa que al realizar el tratamiento con EM.COMPOST la temperatura es menor que con el tratamiento de contenido rumial.

En la (Tabla 6 y Figura 4), muestra que al iniciar el tratamiento con EM.COMPOST la temperatura es de 21.8 °C, después de 25 días la temperatura fue de 31.8 °C, a partir de ahí se fue reduciendo la cifra.

El tratamiento con el contenido rumial la temperatura inicial fue de 21°C llegando hasta 32.4 °C después de 25 días, de igual manera a partir de eso fue reduciendo. Comparando ambos grupos se aprecia una ligera diferencia en la temperatura de la materia orgánica cuando se emplea EM.COMPOST, obteniéndose una temperatura de la materia orgánica de 8.9% inferior que cuando se emplea contenido rumial.

**Tabla 7**

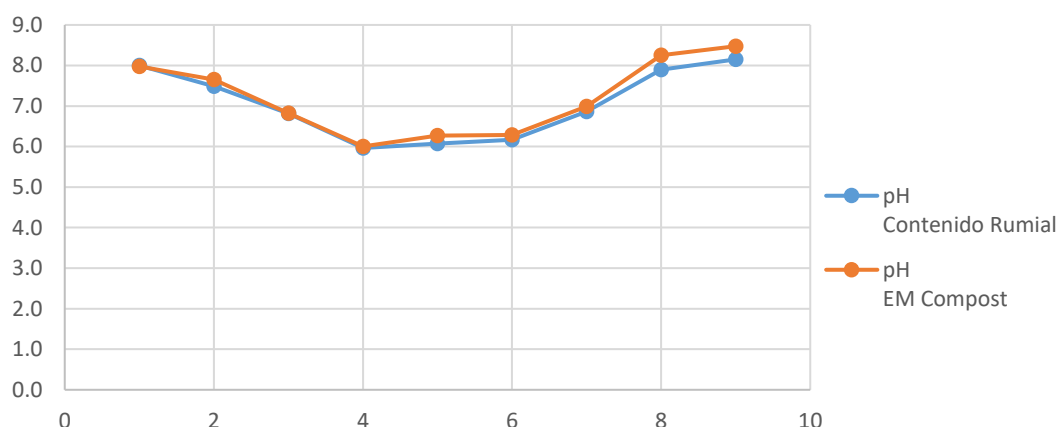
*Comparación del comportamiento de pH en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST*

Medición	pH Contenido Rumial	pH EM Compost
1	8.0	8.0
2	7.5	7.7
3	6.8	6.8
4	6.0	6.0
5	6.1	6.3
6	6.2	6.3
7	6.9	7.0
8	7.90	8.3
9	8.15	8.5

*Nota:* Datos recolectados de ambos grupos experimentales, donde muestra que cada día va reduciendo la cifra y al finalizar sube.

**Figura 5**

*Comparación del comportamiento de pH en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST*



*Nota:* Resultados procesados estadísticamente, el pH en la aplicación del EM.COMPOST es superior al tratamiento con contenido rumial.

En la (Tabla 7 y Figura 5), describe el comportamiento del pH en ambos grupos experimentales, en ambos tratamientos inicia con 8 de pH, logrando reducir hasta 6 después de 20 días en ambos grupos y al finalizar después de 45 días hay una pequeña diferencia, logrando el contenido rumial 8.15 y el EM.COMPOST 8.5. Analizando apreciamos una ligera diferencia en el pH de la materia orgánica cuando se emplea EM.COMPOST, obteniéndose un pH de la materia orgánica de 4.3% superior que cuando se emplea contenido rumial.



**Tabla 8**

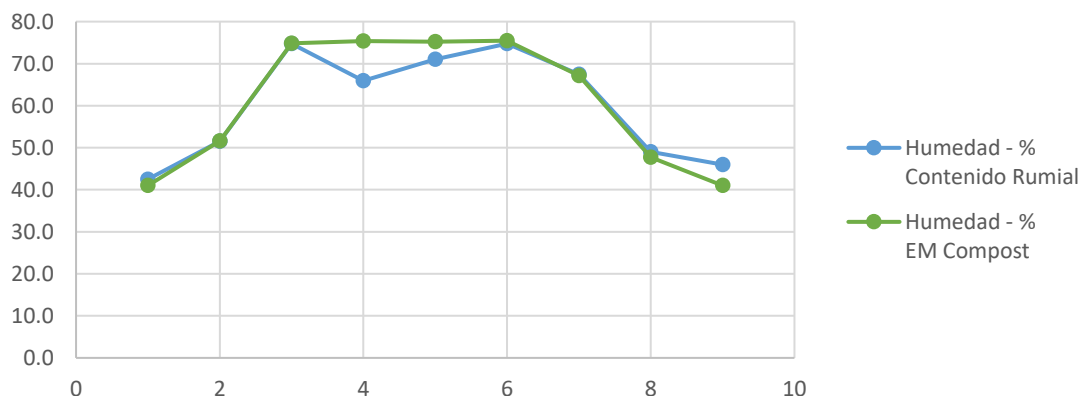
*Comparación del comportamiento de la humedad en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST*

Medición	Humedad % Contenido Rumial	Humedad % EM Compost
1	42.5	41.0
2	51.5	51.6
3	74.8	74.9
4	65.9	75.4
5	71.0	75.2
6	74.8	75.5
7	67.4	67.2
8	49.00	47.8
9	46.00	41.0

*Nota:* Datos recolectados de ambos grupos experimentales, la humedad esta constantemente variable de acuerdo al pasar de los días.

**Figura 6**

*Comparación del comportamiento de la humedad en la materia orgánica con respecto al tiempo utilizando contenido rumial y EM.COMPOST*



*Nota:* Resultados procesados estadísticamente, la materia orgánica con contenido rumial es superior al tratamiento con EM.COMPOST.

En la (Tabla 8 y Figura 6), el comportamiento de la humedad no es estable, inicialmente la humedad esta 42.5 % y 41% respectivamente a la tabla 8, con el pasar de los días la humedad se eleva hasta el día 30, a partir de ello comienza a reducir hasta 46 % en el tratamiento de contenido rumial y 41% con el EM.COMPOST. Se aprecia una ligera diferencia en el contenido de humedad de la materia orgánica cuando se emplea EM.COMPOST, obteniéndose una humedad en la materia orgánica de 10.9% inferior que cuando se emplea contenido rumial en la última evaluación.

**Tabla 9**

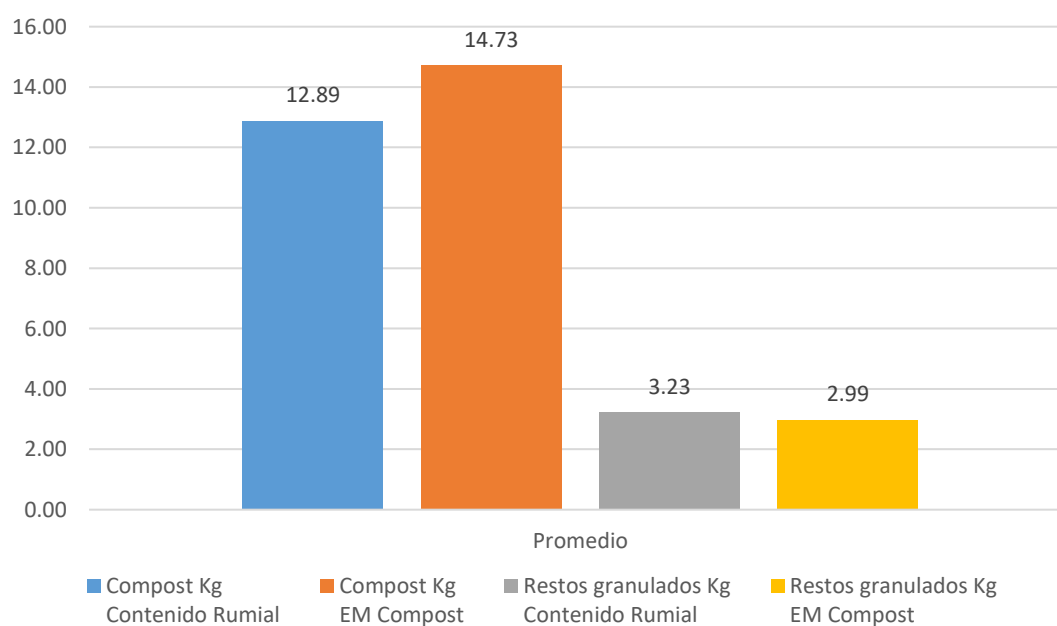
*Comparación residual (compost y restos granulados) a partir de la materia orgánica utilizando contenido rumial y EM.COMPOST*

	Compost Kg Contenido Rumial	Compost Kg EM Compost	Restos granulados Kg Contenido Rumial	Restos granulados Kg EM Compost
1	11.51	14.56	3.39	3.87
2	14.61	16.45	3.51	2.38
3	12.19	15.65	2.85	3.32
4	13.25	12.25	3.17	2.37
Promedio	12.89	14.73	3.23	2.99
Desviación estándar	1.35	1.82	0.29	0.74
Error estándar	0.68	0.91	0.14	0.37
Límite Inferior	11.57	12.94	2.95	2.26
Límite Superior	14.21	16.52	3.51	3.71

*Nota:* Datos recolectados de ambos grupos experimentales, el promedio indica que con el EM.COMPOST se obtiene mayor abono.

**Figura 7**

*Comparación residual (compost y restos granulados) a partir de la materia orgánica utilizando contenido rumial y EM.COMPOST*



*Nota:* Resultados procesados estadísticamente, describe que con el tratamiento EM.COMPOST se obtiene mayor abono y menor restos granulados.

En la (Tabla 9 y Figura 7), según análisis el comportamiento de estos datos indica que con el tratamiento de EM.COMPOST se obtiene mayor abono 14.73 Kg y menor restos granulados 2.99 Kg. En cuanto el otro tratamiento de contenido rumial se obtuvo 12.89 Kg de abono y 3.23 Kg de restos granulados.

Se aprecia una mayor cantidad residual de abono al emplearse EM.COMPOST logrando un 14.3% más que al aplicar contenido rumial a los residuos orgánicos. Por otro lado, el grupo experimental que fue tratado con el contenido rumial apreciamos una mayor cantidad de restos granulados, 7.4% más que al tratar con el EM.COMPOST.

**Tabla 10**  
*Prueba de normalidad de los datos*

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Grupo	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura	Contenido rumial	,155	9	<b>,200*</b>	,932	9	,499
	EM compost	,157	9	<b>,200*</b>	,929	9	,475
Temperatura	Contenido rumial	,168	9	<b>,200*</b>	,880	9	,159
	EM compost	,179	9	<b>,200*</b>	,904	9	,273
pH	Contenido rumial	,176	9	<b>,200*</b>	,893	9	,213
	EM compost	,167	9	<b>,200*</b>	,917	9	,370
Humedad	Contenido rumial	,222	9	<b>,200*</b>	,872	9	,128
	EM compost	,259	9	<b>,083</b>	,799	9	,020

*Nota:* Prueba realizada con el test de Kolmogorov-Smirnov corregida por Lilliefors.

Considerando la prueba de normalidad con el test de Kolmogorov-Smirnov corregida por Lilliefors, se aprecia que el p-valor obtenido supera el nivel de significancia convencional de 5% (0.05), por lo que se concluye que los datos se aproximan a una distribución normal, habilitándose el uso de una prueba estadística paramétrica, tal como la t de Student para muestras independientes, misma que se desarrolla a continuación en la contrastación de la hipótesis.

## 4.2. CONTRASTACION DE HIPÓTESIS

El estudio plantea la siguiente hipótesis;

H1: La actividad microbiana es diferente del contenido rumial y EM. compost para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos.

La hipótesis nula, niega la afirmación anterior.

El nivel de significancia establecido es el convencional, es decir: 5% (0.05)

Siendo que los datos presentan distribución normal, la prueba de hipótesis se realiza con la t de Student para muestras independientes.

Cálculo del p-valor mediante la prueba de hipótesis:

**Tabla 11**  
*Prueba de hipótesis*

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Altura	Se asumen varianzas iguales	,041	,842	,307	16	<b>,762</b>
	No se asumen varianzas iguales			,307	15,999	<b>,762</b>
Temperatura	Se asumen varianzas iguales	,013	,912	,195	16	<b>,848</b>
	No se asumen varianzas iguales			,195	15,951	<b>,848</b>
pH	Se asumen varianzas iguales	,207	,655	-,354	16	<b>,728</b>
	No se asumen varianzas iguales			-,354	15,863	<b>,728</b>
Humedad	Se asumen varianzas iguales	1,384	,257	-,109	16	<b>,915</b>
	No se asumen varianzas iguales			-,109	15,528	<b>,915</b>

*Nota:* La prueba de hipótesis se realizó con la t de Student para muestras independientes.

En vista de que el p-valor obtenido en cada uno de los indicadores evaluados (altura, temperatura, pH y humedad) es superior a 0.05, concluimos que no existe diferencia en los resultados entre los grupos, por lo que es

posible concluir que la actividad microbiana en la materia orgánica estudiada es la misma cuando se emplea contenido rumial que cuando se emplea EM compost.

## CAPITULO V

### DISCUSION DE RESULTADOS

#### ➤ Con respecto al Objetivo General

|Comparar la actividad microbiana del contenido rumial y EM. COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos, se ha encontrado que no existe diferencia en los resultados entre los grupos, por lo que es posible referir que la actividad microbiana en la materia orgánica estudiada es la misma cuando se emplea contenido rumial que cuando se emplea EM compost.

Una investigación de Montero (2019), en conclusión, se afirma que los EMs son eficaces en la interviniendo en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos, porque se aceleró el tiempo para descomponer y los parámetros de degradación como temperatura, humedad y pH, la duración de descomposición habitualmente es de 4 a 6 meses el tiempo habitual suele ser de 4 a 6 meses, estos varían de acuerdo a sus condiciones climatológicas en donde se ejecuta, la duración de este proyecto fue de 45 días. A diferencia de la muestra TB (testigo) que no se logró descomponer totalmente.

El presente trabajo de investigación y el antecedente citado, se concluyó a un resultado esperado, el cual era acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un tiempo mínimo con aplicación de los microorganismos eficientes.

Lara (2018), con su estudio logró demostrar que los microorganismos eficientes son efectivos en la descomposición de los residuos orgánicos, porque redujo el tiempo de proceso a 56 días, aplicando la dosis de 120 y 180 ml de microorganismo eficientes, mientras que el tratamiento común sin microorganismos el proceso se culmina en 6 meses.

El presente trabajo se realizó con 200 ml de microorganismos eficientes cada tratamiento y se redujo el tiempo de descomposición en 45 días a diferencia del antecedente citado se utilizó 120 y 180 ml de microorganismos eficientes en su tratamiento, el cual se redujo el tiempo de descomposición a 56 días.

En la investigación de Picón (2021), los resultados de los tratamientos A y B introducidos los EMs tienen resultados eficaces en la descomposición de residuos orgánicos debido a que es intervenido en la etapa mesófila, etapa termófila, de enfriamiento y la madures en la obtención de compost a la vez estos microorganismos ayudan a disminuir el tiempo de proceso de compostaje de un periodo de 59 días, por lo que se acelera el proceso de descomposición del estiércol del vacuno, debido a que los microorganismos influyen en los resultados de los parámetros físicos y parámetros químicos del proceso de compostaje.

El citado antecedente indica que se logró en 59 días el proceso de compostaje, a diferencia que en el presente trabajo se logró en 45 días, el cual hay una diferencia de 14 días a favor del presente trabajo.

➤ **Con respecto al objetivo específico 1**

Determinar la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost, se ha encontrado que se aprecia una ligera diferencia en la velocidad de descomposición de la materia orgánica cuando se emplea EM compost, obteniéndose una altura de la materia orgánica de 10.13% inferior que cuando se emplea contenido rumial.

Montero (2019), concluye que la altura va reduciendo su medida con el tiempo de proceso de descomposición, además deduce que el tratamiento con aplicación de microorganismos la pérdida de la altura es mayor al tratamiento sin aplicación de estos microorganismos.

Se aprecia que en el antecedente citado también se logró reducir la altura así mismo como en el presente trabajo de investigación.

➤ **Con respecto al objetivo específico 2**

Determinar la temperatura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost, al observar se logra apreciar una ligera diferencia en la temperatura de la materia orgánica cuando se emplea EM compost,



obteniéndose una temperatura de la materia orgánica de 8.9% inferior que cuando se emplea contenido rumial.

Luego de realizar el control diario a cada uno de los tratamientos composteras, Lara (2018), determinó las distintas etapas del proceso de compostaje para cada tratamiento compostera aplicado, logrando obtener inicialmente en el proceso lo datos promedio de 22,3°C para el Tratamiento 2 (120 ml de EM) y 14,5 para el Tratamiento 3 (180 ml de EM), esta etapa duró aproximadamente 7 días, es decir, que la semana inicial en el proceso de compostaje lo que se degradó primero son los azúcares que están presentes en los desechos orgánicos recolectados.

El presente trabajo de investigación en la primera semana del control de temperatura se obtuvo una temperatura mayor a los que muestra el antecedente citado.

➤ **Con respecto al objetivo específico 3**

Determinar el pH a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost, se logró apreciar una ligera diferencia en el contenido de humedad de la materia orgánica cuando se emplea EM compost, obteniéndose una humedad en la materia orgánica de 10.9% inferior que cuando se emplea contenido rumial en la última evaluación.

Lara (2018), en su investigación indica que en la etapa final del proceso de descomposición los datos que se han medido ha demostrado que el pH en el tratamiento 2 fue de 7,77 y en el tratamiento 3 arrojó 7,90.

En el antecedente citado y en el presente estudio hay una mínima diferencia en los resultados del control de pH.

➤ **Con respecto al objetivo específico 4**

Determinar la humedad a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost, se obtuvo una mínima diferencia en el contenido de

humedad de la materia orgánica cuando se emplea EM compost, obteniéndose una humedad en la materia orgánica de 10.9% inferior que cuando se emplea contenido rumial en la última evaluación.

Picón (2021), en su investigación los promedios de la humedad del proceso de compostar a partir de las heces de los ganados vacunos, el cual se observa que en los tratamientos A y B los que fueron tratados con EMs resulta una humedad correcta que se encuentra entre el rango de 30% y 55% de humedad, el cual es la condición adecuada en proceso de compostaje aerobio.

El antecedente citado y el presente estudio tienen una diferencia mínima en cuanto a la humedad.

➤ **Con respecto al objetivo específico 5**

Medir el compost y restos granulados a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost, al apreciar se ha encontrado una mayor cantidad residual de compost al emplearse EM compost (14.3% más que al emplearse contenido rumial). Por otro lado, con el contenido rumial se aprecia una mayor cantidad de restos granulados (7.4% más que con el EM compost).

## CONCLUSIONES

### ➤ **Con respecto al Objetivo General**

Según el objetivo general del estudio se concluye que, al comparar la actividad microbiana del contenido rumial y EM. COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos, no existe ninguna diferencia.

### ➤ **Con respecto al objetivo específico 1**

Se concluye que la pérdida de altura al comparar la actividad microbiana del contenido rumial y EM. COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos, es la misma en ambos grupos de estudio.

### ➤ **Con respecto al objetivo específico 2**

Se determinó el parámetro físico de degradación de temperatura al comparar la actividad microbiana del contenido rumial y EM. COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos, concluyendo que la temperatura es la misma en ambos grupos de estudio.

### ➤ **Con respecto al objetivo específico 3**

Se determinó el parámetro físico de degradación de pH al comparar la actividad microbiana del contenido rumial y EM. COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos, se llegó a la conclusión que el pH es la misma en ambos grupos de estudio.

### ➤ **Con respecto al objetivo específico 4**

Se determinó el parámetro físico de degradación de la humedad al comparar la actividad microbiana del contenido rumial y EM. COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos, concluye que la humedad es la misma en ambos grupos de estudio.

### ➤ **Con respecto al objetivo específico 5**

Se determinó la cantidad obtenida de compost y restos granulados al comparar la actividad microbiana del contenido rumial y EM. COMPOST para

acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos. Se llegó a la conclusión que la producción de compost y restos granulados son la misma en ambos grupos de estudio.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que la humedad de cada tratamiento se encuentre entre 30% y 45% para que el proceso de compostaje se desarrolle correctamente y en el tiempo correcto, este seguimiento se debe realizar con hidrómetro digital para comprobar su veracidad.

Se recomienda realizar cada siete días, los cuatro primeros volteos de los tratamientos, luego de ello los volteos son interdiario para controlar correctamente los parámetros de descomposición.

Se recomienda a los colegios públicas y privadas capacitar con charlas del proceso de compostaje con residuos sólidos orgánicos aplicando microorganismos ya sea el EM. COMPOST o el contenido rumial para reducir la contaminación y mejorar su economía.

Se recomienda a la Universidad de Huánuco designar un área con todas las facilidades, para que los alumnos de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental puedan ejecutar el mecanismo del proceso de compostaje con los residuos orgánicos que se generan en la ciudad universitaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, B. (2020). Tipos de compost. Ecología Verde. <https://cutt.ly/Tb7e550>
- Aragüés, R. (2002). Salinización de suelos y aguas. Conceptos generales, Gobierno de Aragón. <https://cutt.ly/0b7eVi2>
- Arias, A. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. Revista Journal de Ciencia e Ingeniería, 02(02), 43-45. <https://cutt.ly/ob7rwBO>
- Arias, J. (1982). Aspectos generales de la biología del rumen. Monografías de Medicina Veterinaria, 4(1), 1-1. <https://cutt.ly/Qb7rueL>
- Banco Mundial (2018). Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes. 20 de septiembre de 2018. <https://cutt.ly/Tb7roUY>
- Bejarano, R. y Delgadillo, S. (2007). Evaluación de un tratamiento para la producción de compost a partir de residuos orgánicos provenientes del rancho de comidas del establecimiento carcelario de Bogotá “la modelo” por medio de la utilización de microorganismos eficientes (EM). [Tesis de Título, Universidad de la Salle]. <https://cutt.ly/6b7raA7>
- BIOEM (2019). Ficha técnica, EM. COMPOST. <https://dokumen.tips/documents/ficha-tecnica-emcompost-bioem-sac.html>
- Biopunto Chile, (2020). Productos de la tecnología EM. <https://cutt.ly/mb7rdbx>
- Biopunto Chile. (24 jun 2020). Activación de Producto EM 1 - Biopunto Chile. [archive de video]. Youtube. <https://cutt.ly/yb7rhgo>
- Cajahuanca, S. (2016). Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (saccharomyces cerevisiae, aspergillus sp., lactobacillus sp.) en el proceso de

compostaje en la central Hidroeléctrica Chaglla. [Para Tesis de Título, Universidad de Huánuco]. <https://cutt.ly/Nb7rzh>

Camacho, M (2017). Compostaje de subproductos derivados del sacrificio y faenado de ganado del camal municipal de Huaraz, utilizando diferentes sustratos [Tesis de Título, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo]. <https://cutt.ly/Tb7rcYx>

Castillo Lopez, E. y Dominguez Ordonez, M. (2019). Factores que afectan la composición microbiana ruminal y métodos para determinar el rendimiento de la proteína microbiana. Revista Mex Cienc Pecu 2019, 10(1), 122-124. <https://cutt.ly/fb7rnAJ>

Castillo, A. et al (2014). Microorganismos y fermentación ruminal. Archivos de medicina veterinaria, 46(3),1-1. <https://cutt.ly/4b7rQUI>

Contreras y Noro (2010). Morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentative. 3° ed., Vol.4). America Ltda.

Diaz, M. y Bravo, Y. (2017). Aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios para la obtención de compost utilizando microorganismos eficientes [Tesis de Título, Universidad Central del Ecuador], <https://cutt.ly/Wb7rEU3>

Escobar, F., Sanchez, J. y Azero, M. (2012). Evaluación del proceso de compostaje con diferentes tipos de mezclas basadas en la relación C/N y la adición de preparados biodinámicos en la Granja Modelo Pairumani. RevActaNova, 5(3), 1-1. <https://cutt.ly/un44wZJ>

Fundases. (2014). Fundación de Asesorías para el Sector Rural. Microorganismos Eficaces. Agrophos. <https://cutt.ly/Ob7rYzY>

Gamarra, G. (2019). Contenido de metales pesados en compost elaborado con residuos de camal, vegetales y estiércol en la provincial de Chupaca, Junín, 2017. [tesis de Título, Universidad Continental]. <https://cutt.ly/5b7rU2E>

- García Carrasco, D. (2016). Aspectos generales sobre el rumen y su fisiología. <https://cutt.ly/Fb7rOdR>
- Hernández S., Fernández C., Baptista (2010). Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. En M. I. Rocha Martínez (ed.), Metodología de la investigación (pp. 33-634). Interamericana editores, s.a. <https://cutt.ly/Vb5C8TV>
- INFOAGRO, (2011). Guía de la Tecnología de EM. <https://cutt.ly/ob7rPCP>
- Julio. (2013). ¿Qué es el compostaje? Conciencia eco. 19 de julio de 2013. <https://cutt.ly/Qb7rGPq>
- Lara, K. (2018). Evaluación del comportamiento de los microorganismos eficientes para acelerar la transformación de los desechos sólidos orgánicos originados en el Mercado San Alfonso-Riobamba [Tesis de Título, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://cutt.ly/vb7rJqC>
- Ley 1278 de 2021. Decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos. 10 de mayo de 2021. <https://cutt.ly/wb7rKVu>
- Ley 1501 de 2021. Decreto legislativo que modifica el decreto legislativo n° 1278, que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos. 10 de mayo de 2021. 1466666-4. <https://cutt.ly/bb7rZys>
- Ley N° 4804 del 2019. Proyecto de ley regula la segregación de los residuos sólidos y modifica los artículos 34° y 36° del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos. 16 de septiembre de 2019. Congreso de la República. Revisado el 04/05/2021. <https://cutt.ly/Jb7rXvD>
- Luna, M., y Mesa, J. (2017). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. Revista Científica Agroecosistemas, 4(2), 31-40. <https://cutt.ly/Eb7rBxB>



- Lura y Espinoza (2020). Evaluación y aprovechamiento de los Residuos Sólidos orgánicos del mercado central de llave a través del compostaje aeróbico. *Revista Científica de Investigaciones Ambientales*, (1), 32-45. <https://cutt.ly/mb7rMK9>
- Mazuela, P., y Urrestarazu, M. (2004). Ventajas del compost frente a otros sustratos en cultivo sin suelo. *Revista Vida Rural*. <https://cutt.ly/bb7r1M3>
- Mier, T., Toriello, C., y Ulloa, M. (2002). Método para aislamiento, purificación y obtención de microcultivo de hongos microscópicos. En UNAM, 2002, *Hongos microscópicos saprobios y parásitos* (pp. 7-29). Editorial UNAM 2002. <https://cutt.ly/Sb7r2ZN>
- MINAM (2018). Implimentación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales META 21. Peru. <https://cutt.ly/nb7r9Bh>
- MINAM. (2017). Decreto Legislativo N° 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Lima, Perú. <https://cutt.ly/hb7r8Px>
- Montero, S. (2019). Eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, Departamento de Huánuco Noviembre-2018-Enero-2019 [Tesis de Título, Universidad de Huánuco]. <https://cutt.ly/Sb7r7j1>
- Montero, S. Eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, distrito de Pillco Marca, departamento de Huánuco noviembre-2018-enero-2019. [Tesis de Título, Universidad de Huánuco]. <https://cutt.ly/wb7r5EL>
- Negro, M. et al (2000). Producción y gestion del compst. <https://cutt.ly/bndilA3>
- PERÚ AGROPECUARIO. (3 may 2020). Activación de cepas de microorganismos eficientes para el cultivo de café. [archivo de video]. Youtube. <https://cutt.ly/0b7r60C>

- Quiñones, E., Evangelina, Z., y Rincón, G. (2016). Los actinomicetos y su aplicación biotecnológica. <https://cutt.ly/vb7twlB>
- Resolución de Alcaldía 150 del 2021 [Municipalidad Distrital de Amarilis]. Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales del Distrito de Amarilis del año 2021. 21 de abril del 2021.
- Rivera del Río, M. (2016). Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución. *Revista Gestión & Región*, (22), <https://cutt.ly/Wb7teKj>
- Roman, P., Martínez, M. y Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. <https://cutt.ly/Sn44FCu>
- Strucplan (2000). Propiedades del compost. *Lombricultura/Compostaje, Residuos*. <https://cutt.ly/vb7tr1s>
- Supo, J. y Zacarías, H. (2020). Metodología de la investigación científica: Para las Ciencias de la Salud y las Ciencias Sociales. Editor, Independently Published (ed.). <https://cutt.ly/bjQQqCv>
- Trillos, G. et al (2006). Análisis fisicoquímicos de los contenidos ruminales frescos y ensilados de bovinos sacrificados en el Valle del César. <https://cutt.ly/1b7tu9J>
- Sevillanos, M. (2021). Características fisicoquímicas de abonos composteados con tres fuentes de microorganismos eficientes obtenidos de bosque natural, rúmen y comercial EM®. [Tesis de Título, Universidad Agraria de la Selva]. cc
- Melendrez, N. y Sánchez, J. (2019). Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Cacatachi. [Tesis de Título, Universidad Peruana Unión]. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/1777>
- Vargas, L. (2019). Aplicación de microorganismos eficientes para mejorar la descomposición de residuos sólidos orgánicos en el centro compostero

de Granja Porcón – Cajamarca. [ Tesis de Título, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/36071>

Ludeña, M. (2019). Efecto de los microorganismos eficaces en la descomposición de los desechos sólidos orgánicos más estiércol de ganado vacuno en el distrito de José Gálvez. [Tesis de Título, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2784>

Picón, E. (2021). Producción de compost con microorganismos eficaces a partir del estiércol de ganado vacuno en el centro de criadero Kotosh de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, distrito de Huánuco – Provincia Huánuco 2019. [Tesis De Título, Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3161>

Jaramillo, L. (2020). Evaluación de microorganismos eficientes para acelerar la descomposición de residuos en banano (*Musa paradisiaca*). [Tesis de Título, Universidad Agraria del Ecuador]. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JARAMILO%20PILLAJO%20LUIS%20JAVIER\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JARAMILO%20PILLAJO%20LUIS%20JAVIER_compressed.pdf)

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

Lorenzo Jesús, R. (2024). *Comparación de la eficacia de la actividad microbiana del contenido Rumial y Em-Compost para la aceleración de la descomposición de residuos sólidos orgánicos* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

### “COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA DEL CONTENIDO RUMIAL Y EM-COMPOST PARA ACELERAR LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS”

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable/ indicadores	Metodología
¿Cuál es la actividad microbiana del contenido rumial y EM-COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos?	Comparar la actividad microbiana del contenido rumial y EM-COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos			Tipo de Investigación Criterio 1: Prospectivo Criterio 2: Analítico Criterio 3: Longitudinal Criterio 4: Estudio con intervención Enfoque: Cuantitativo Alcance o nivel: Aplicativo Población: Residuos sólidos orgánicos de Amarilis Muestra: 100 kg en cada uno de la variable evaluativa Diseño: Experimento verdadero GE1-- O1--Xa--O2, Xb, O3, Xc, O4, O5, O6, O7, O8, O9 GE2-- O1--X1--O2, X2, O3, x3, O4, O5, O6, O7, O8, O9 GE1: Grupo con EM.COMPOST GE2: Grupo con contenido rumial Xa,b,c: EM.COMPOST X1,2,3: Contenido rumial O1: observación 1 O2: observación 2 O3: observación 3 O4: observación 4 O5: observación 5 O6: observación 6
<b>Problema Específico</b>	<b>Objetivo Específico</b>			
¿Cuánto será la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost?	Determinar la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost.	La actividad microbiana es diferente del contenido rumial y EM-COMPOST para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos.	<b>Variable de calibración</b> Actividad microbiana.  <b>Variable evaluativa</b>  Parámetros físicos: -Altura -Temperatura -pH -Humedad -Cantidad de compost y restos granulados	
¿Cuánto es la temperatura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost?	Determinar la temperatura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost.			
¿Cuánto es el pH a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost?	Determinar el pH a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost.			
¿Cuánto es la humedad a medida del tiempo de descomposición de la	Determinar la humedad a medida del tiempo de descomposición de la			

---

materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost?

¿Cuánto es el compost y restos granulados a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost?

materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

Medir el compost y restos granulados a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando ambos microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

O7: observación 7

O8: observación 8

O9: observación 9

---

**ANEXO 2**  
**RESOLUCIONES**  
**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**

**RESOLUCIÓN N° 2462-2022-D-FI-UDH**

Huánuco, 02 de diciembre de 2022

Visto, el Oficio N° 924-2022-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 DE LA EFICACIA DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA DEL CONTENIDO RUMIAL Y EM- COMPOST PARA LA ACELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS**”, presentado por el (la) Bach. **Royer Michael LORENZO JESUS**.

**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° 1263-2022-D-FI-UDH, de fecha 24 de julio de 2022, perteneciente a la Bach. **Royer Michael LORENZO JESUS** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 924-2022-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: “**COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA DEL CONTENIDO RUMIAL Y EM- COMPOST PARA LA ACELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS**”, presentado por el (la) Bach. **Royer Michael LORENZO JESUS**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente), Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Secretario) y Mg. Jeremias Macias Ureta Tolentino (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación de (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 DE LA EFICACIA DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA DEL CONTENIDO RUMIAL Y EM- COMPOST PARA LA ACELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS**”, presentado por el (la) Bach. **Royer Michael LORENZO JESUS** 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/nto.

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### RESOLUCIÓN N° 1263-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 24 de junio de 2022

Visto, el Oficio N° 504-2022-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 352396-0000001981, del Bach. **Royer Michael LORENZO JESUS**, 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° 352396-0000001981, presentado por el (la) Bach. **Royer Michael LORENZO JESUS**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura, 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 del Bach. **Royer Michael LORENZO JESUS**, al Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura, 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**



Distribución:

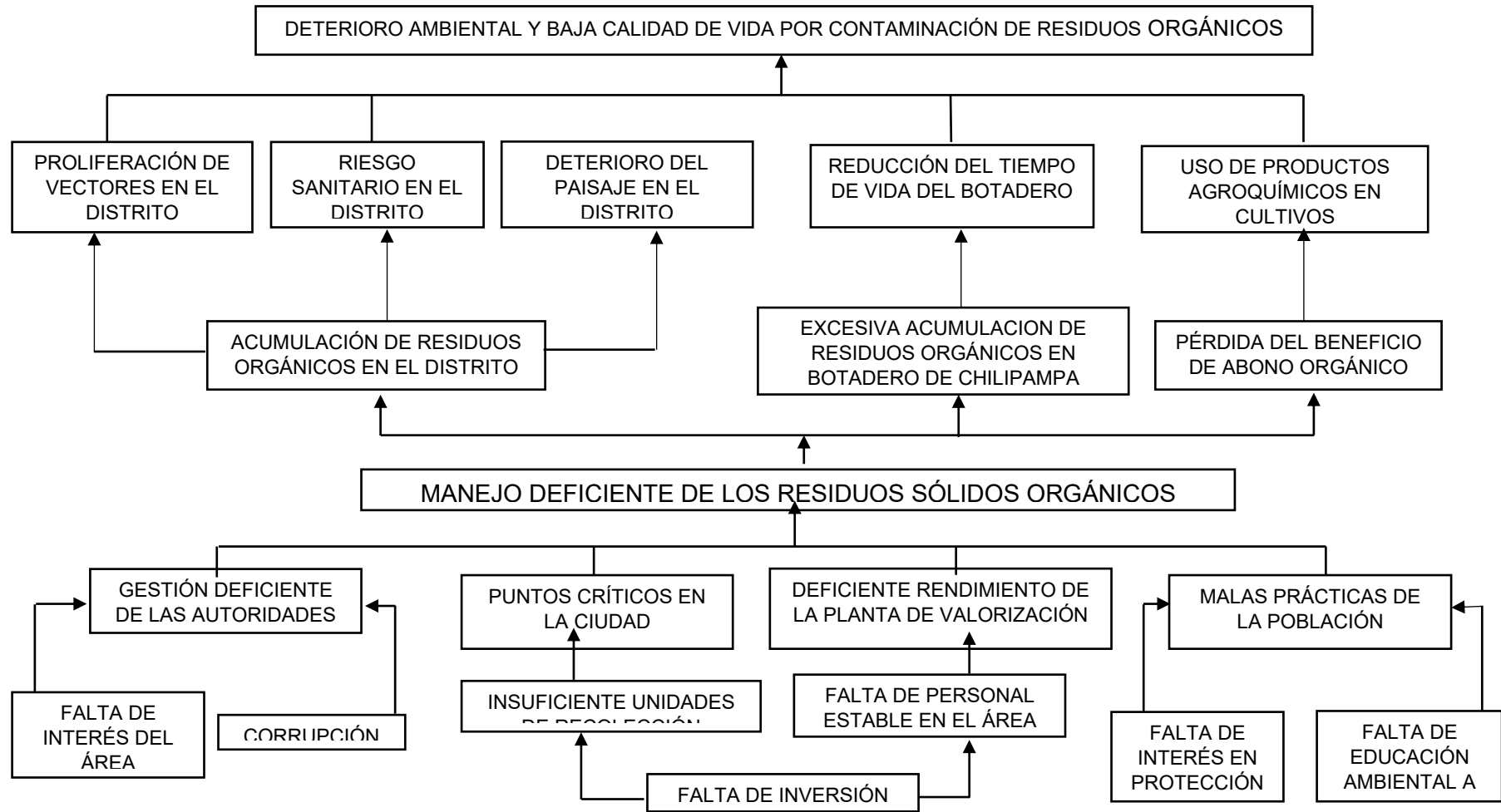
Fac. de Ingeniería – PAIA– Asesor – Mat. y Reg.Acad.– Interesado – Archivo.  
BCR/EJML/nto.



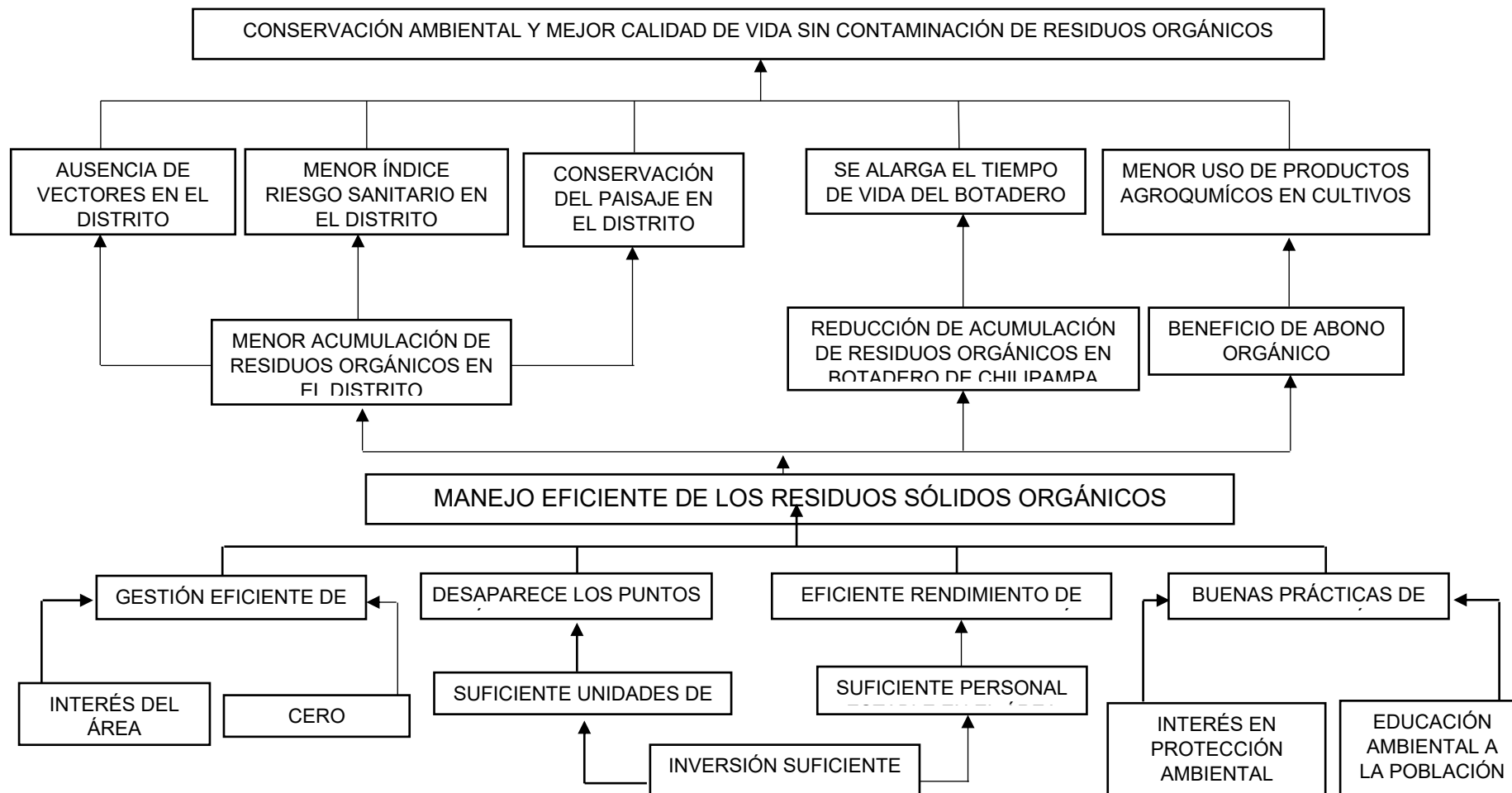
### ANEXO 3 PLANO DE UBICACIÓN



## ANEXO 4 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



## ANEXO 5 DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



**ANEXO 6**  
**FICHA DE CONTROL DE ACONDICIONAMIENTO**

FICHA DE CONTROL DE ACONDICIONAMIENTO							
INVESTIGADOR:							
ETAPA DE INVESTIGACION:				NUMERO DE CONTROL:			
DIRECCION:							
DISTRITO:		PROVINCIA:		DEPARTAMENTO:			
COORDENADAS:							
N° DE PILA	PILA CON		FECHA	ACTIVIDAD	MATERIALES		TOTAL Kg
	EM	X			NOMBRE	Kg	
	Contenido rumial				Residuos orgánicos		
					vegetal seco		
	EM-COMPOST						

**ANEXO 7  
FICHA DE CAMPO**

<b>REGISTRO DE MONITOREO DE MEDICION DE PARAMETROS DE COMPOST</b>									
<b>TESISTA: ROYER MICHAEL LORENZO JESUS</b>									
<b>NUMERO DE CONTROL:</b>			<b>FECHA:</b>		<b>ACTIVIDAD:</b>				
TRATAMIENTO CON	N° DE TRATAMIENTO	FASE	PARAMETROS						
			TIEMPO(DÍAS)	ALTURA (CM)	TEMPERATURA	PH	HUMEDAD	PESO COMPOST TAMIZADO (KG)	
<b>CONTENIDO RUMIAL (CR)</b>	T1-CR								
	T2-CR								
	T3-CR								
	T4-CR								
<b>EM. COMPOST (EC)</b>	T1-EC								
	T2-EC								
	T3-EC								
	T4-EC								

## **ANEXO 8**

### **FICHA TÉCNICA DEL EM•COMPOST® MICROORGANISMOS EFICACES TM**

#### **EM•COMPOST® MICROORGANISMOS EFICACES TM**

##### **1. ORIGEN**

El EM•COMPOST® es un inoculante biológico que fue desarrollado en la década de los 80 por el Dr. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukus, Okinawa, Japón. Actualmente se utiliza en más de 143 países a nivel mundial.

##### **2. DESCRIPCIÓN**

El EM•COMPOST® es un inoculante biológico para las plantas, elaborado a base de microorganismos con acción simbiótica, para promover el crecimiento de las plantas y prevenir la presencia de plagas y enfermedades. Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. El contacto con este producto no afecta al ambiente ni a la salud de las personas o animales.

##### **3. CONTENIDO MÍNIMO UFC/mL**

- Bacterias Acidolácticas > 1.0 x 10<sup>5</sup>
- Bacterias Fototróficas > 1.2 x 10<sup>5</sup>
- Levaduras > 1.1 x 10<sup>5</sup>
- Enzimas

##### **4. DATOS FÍSICOS**

- Apariencia: líquido color marrón-amarillo
- Olor: Fermento-agradable
- pH: 3.5

##### **5. INOCUIDAD:**

- Producto con certificación orgánica (Control unión Perú). 100 % natural y no manipulado genéticamente, amigable con el medioambiente e inocuo para personas, animales y plantas.
- Producto no corrosivo, seguro para todo tipo de instalaciones y materiales.
- Temperatura de operación: 5° C a 55° C
- pH de operación: 3 a 9.
- Solubilidad: todas las proporciones en agua dulce y salada

##### **6. COMPATIBILIDAD**

- Es compatible con aceites minerales y fertilizantes.

- No es compatible con cloro, desinfectantes, sulfato de cobre, oxidantes y pesticidas (fungicidas, insecticidas y bactericidas).

## **7. USOS**

Concentrado de microorganismos eficaces y enzimas para degradar materia orgánica y reducir malos olores. Promueven procesos de fermentación benéfica y equilibrio de la flora microbiana.

## **8. ACTIVACIÓN**

El EM•COMPOST® está en latencia (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto antes de usarlo, hay que activarlo.

El activado consiste en 5% de EM•COMPOST® y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja reposar la mezcla durante siete días. Un olor agridulce y un pH de 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completo.

## **9. DOSIS DE APLICACIÓN**

- Se recomienda usar 20 litros EM•COMPOST® Activado por cada 10 TM de materia orgánica a compostar.
- 20 litros EM•COMPOST® Activado por hectárea vía sistema de riego.

## **10. FRECUENCIA DE APLICACIÓN**

- Se recomienda hacer entre 4-6 aplicaciones. Para mayor información, contactar con nuestro equipo técnico.



## ANEXO 9 PANEL FOTOGRÁFICO

### Fotografía 1

*Recolección de los residuos sólidos orgánicos*



### Fotografía 2

*Pesado de los residuos sólidos orgánicos*





**Fotografía 3**  
*Preparación del EM.COMPOST*



**Fotografía 4**  
*Aplicación de microorganismos a cada tratamiento*



**Fotografía 5**  
*Medición de los parámetros físicos*



**Fotografía 6**  
*Registro de monitoreo de los parámetros de descomposición*





**Fotografía 7**  
*Visita de jurado Mg. Milton Edwin Morales Aquino*



**Fotografía 8**  
*Visita de jurado Mg. Milton Edwin Morales Aquino a la planta de compostaje*



**Fotografía 9**

*Pesado de compost del tratamiento T1-EC después del tamizado*



**Fotografía 10**

*Pesado de compost del tratamiento T4-CR después del tamizado*

