

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Evaluación de los activadores biológicos en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos de los residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca- Huánuco 2025”

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

AUTORA: Mendoza Solorzano, Yhomira

ASESOR: Calixto Vargas, Simeón Edmundo

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Educación Ambiental y Ecoeficiencia

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Biotecnología ambiental

Disciplina: Biotecnología 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): 75401067

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22471306

Grado/Título: Maestro en administración de la educación

Código ORCID: 0000-0002-5114-4114

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
2	Vásquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X
3	Romero Estacio, Jorge Antonio	Maestro en gestión pública para el desarrollo social	22520481	0009-0000-2063-4076



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:30 horas del día 03 del mes de diciembre del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

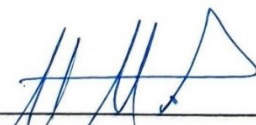
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Presidente)
- Mg. Yasser Vasquez Baca (Secretario)
- Mg. Jorge Antonio Romero Estacio (Vocal)

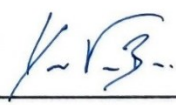
Nombrados mediante la **Resolución N° 2567-2025-D-FI-UDH** para evaluar la Tesis intitulada: **"Evaluación de los Activadores biológicos en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos de los residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca - Huánuco 2025"**, presentado por el (la) Bach. **MENDOZA SOLORZANO, YHOMIRA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

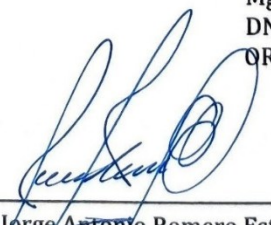
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

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 13 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47)

Siendo las 18:30 horas del día 03 del mes de DICIEMBRE del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


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


Mg. Yasser Vasquez Baca
DNI: 42108318
ORCID: 0000-0002-7136-697X
Secretario


Mg. Jorge Antonio Romero Estacio
DNI: 22520481
ORCID: 0009-0000-2063-4076
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: YHOMIRA MENDOZA SOLORZANO, de la investigación titulada "EVALUACIÓN DE LOS ACTIVADORES BIOLÓGICOS EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE LOS RESIDENTES DEL CONDOMINIO LOS PORTALES, PILLCO MARCA - HUÁNUCO 2025", con asesor(a) SIMEÓN EDMUNDO CALIXTO VARGAS, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1048-2022-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 13 % 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, 28 de octubre de 2025



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



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

200. MENDOZA SOLORZANO, Yhomira.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

www.repositorio.usac.edu.gt

Fuente de Internet

2%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.ucp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

6

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%



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



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

DEDICATORIA

Dedico este logro con todo mi amor y gratitud a quienes han sido mi mayor fortaleza en este camino:

A mi madre y mi padre, por confiar en mí incluso cuando yo misma me rendía. Por estar siempre ahí, con amor, paciencia y fe, aun en los momentos en los que dudé de mis propias fuerzas. Su confianza incondicional y sus enseñanzas me acompañaron hasta el final.

A mis hijos, mi inspiración y motor, por quienes nunca dejé de soñar. Y a mi pareja, por su apoyo constante. Este título también es de ustedes. Gracias por estar siempre conmigo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por sostenerme en cada dificultad, fortalecer mi fe en los momentos de duda y permitirme avanzar. Todo lo alcanzado en este camino es gracias a su guía y misericordia.

A mis padres, por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación académica, a mi madre, quien siempre confió en mí incluso en los momentos en que estuve a punto de rendirme. Su amor, paciencia y fortaleza fueron fundamentales para no desistir y alcanzar este logro académico. De manera especial, a mi padre, por su esfuerzo, consejos y ejemplo de perseverancia.

A mis hijos, fuente infinita de amor y motivación: a mi hijo mayor, por su comprensión y madurez, y a mi hija menor, quien, con su sola presencia, se convirtió en el impulso más grande para seguir adelante. Ustedes son la razón y el motor de cada esfuerzo.

A mi pareja, por su acompañamiento constante, apoyo y confianza a lo largo de este proceso. Su respaldo fue clave para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	17
1.3. OBJETIVOS	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.6.1. VIABILIDAD EN RECURSOS TEÓRICOS	19
1.6.2. VIABILIDAD EN RECURSOS ECONÓMICOS	19
1.6.3. VIABILIDAD SOCIAL	19
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	22
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	25
2.2. BASES TEÓRICAS	26
2.2.1. RESIDUO NO BIODEGRADABLES Y BIODEGRADABLES	26

2.2.2. RESIDUO SÓLIDO ORGÁNICO Y SU CLASIFICACIÓN	26
2.2.3. RESIDUOS SÓLIDOS DE GESTIÓN MUNICIPAL Y NO MUNICIPAL	28
2.2.4. IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ...	30
2.2.5. RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS	33
2.2.6. MARCO NORMATIVO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN PERÚ	33
2.2.7. MARCO INSTITUCIONAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN PERÚ	35
2.2.8. EL COMPOSTAJE	39
2.2.9. CONDICIONES DEL PROCESO DE COMPOSTAJE	42
2.2.10. TÉCNICAS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS	44
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	51
2.4. HIPÓTESIS	52
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	52
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS	53
2.5. VARIABLES	53
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	53
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	53
2.6. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	54
CAPÍTULO III	55
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	55
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	55
3.1.1. ENFOQUE	55
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	55
3.1.3. DISEÑO	55
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	56
3.2.1. POBLACIÓN	56
3.2.2. MUESTRA	56
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	56
3.3.1. TÉCNICAS	56
3.3.2. INSTRUMENTOS	58
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	58

3.4.1. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	58
3.4.2. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	58
CAPÍTULO IV.....	59
RESULTADOS.....	59
4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	59
4.2. ANÁLISIS INFERENCIAL	77
CAPITULO V.....	80
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	80
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Activadores biológicos en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	59
Tabla 2 Activadores biológicos según el tiempo en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	61
Tabla 3 Activadores biológicos según litro en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	63
Tabla 4 Activadores biológicos en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	65
Tabla 5 Activadores biológicos según el tiempo en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	67
Tabla 6 Activadores biológicos según litro en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	69
Tabla 7 Calidad del compost en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024.....	71
Tabla 8 Calidad del compost según tiempo en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	73
Tabla 9 Calidad del compost según litros en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	75
Tabla 10 Variabilidad de activadores biológicos en la descomposición de residuos orgánicos sobre las características físicas del compost en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	77

Tabla 11 Variabilidad de activadores biológicos en la descomposición de residuos orgánicos sobre las características químicas del compost en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	78
Tabla 12 Variabilidad de activadores biológicos en la descomposición de residuos orgánicos sobre la calidad nutricional del compost en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Flujograma del proceso de compostera.....	57
--	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Activadores biológicos en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	60
Gráfico 2 Activadores biológicos según el tiempo en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	62
Gráfico 3 Activadores biológicos según litro en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	64
Gráfico 4 Activadores biológicos en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	66
Gráfico 5 Activadores biológicos según el tiempo en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	68
Gráfico 6 Activadores biológicos según litro en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	70
Gráfico 7 Calidad del compost en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024.....	72
Gráfico 8 Calidad del compost según tiempo en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	74
Gráfico 9 Calidad del compost según litros en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024	76

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los efectos de los usos del activador biológico en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos de los residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca, Huánuco 2024. **Metodología:** tipo de investigación mixto, experimental transversal de nivel aplicativo con diseño pre experimental, la población está conformado por los residuos sólidos producidos por los residentes del condominio, utilizando como técnica la observación y los instrumentos cuaderno de campo. **Resultados:** Las características físicas la principal diferencia entre ambos activadores biológicos es la conductividad eléctrica siendo mayor en la chicha de jora, temperatura, humedad y materia seca, ambos presentan valores muy similares. En las características químicas el pH en ambos activadores es ligeramente alcalinos, el yogur natural tiene un poco más de materia orgánica, las cenizas tienen valores similares en ambos activadores y la relación C/N el yogur natural tiene un valor mayor. Y la calidad nutricional del compost la chicha de jora tiene más nitrógeno, fósforo y zinc. El yogurt natural tiene más hierro, cobre, manganeso y potasio, ambos activadores biológicos son ricos en calcio y magnesio. **Conclusión:** La efectividad del activador biológico en el proceso de compostaje por la significancia en la Conductividad Eléctrica (CE), relación C/N y el cobre entre los grupos con un p-valor $< 0,05$.

Palabras claves: Activadores, proceso, compostaje, residuos, condominio, portales.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effects of using biological activators in the composting process of organic waste produced by residents of the Los Portales condominium, Pillco Marca, Huánuco 2024. **Methodology:** Mixed research type, experimental cross-sectional at the application level with a pre-experimental design. The population consists of solid waste produced by the residents of the condominium, using observation and field notebooks as techniques. **Results:** The main difference between the two biological activators in terms of physical characteristics is electrical conductivity, which is higher in chicha de jora. Temperature, humidity, and dry matter are very similar in both. In terms of chemical characteristics, the pH of both activators is slightly alkaline, natural yogurt has slightly more organic matter, the ash values are similar in both activators, and the C/N ratio is higher in natural yogurt. In terms of the nutritional quality of the compost, chicha de jora has more nitrogen, phosphorus, and zinc. Natural yogurt has more iron, copper, manganese, and potassium, and both biological activators are rich in calcium and magnesium. **Conclusion:** The effectiveness of the biological activator in the composting process is significant in terms of electrical conductivity (EC), C/N ratio, and copper between the groups with a p-value < 0.05.

Keywords: Activators, process, composting, waste, condominium, portals.

INTRODUCCIÓN

Los crecimientos urbanos y los aumentos en las generaciones de residuo orgánico han generado necesidades de implementar estrategias sostenibles para sus manejos y aprovechamientos. En este sentido, el compostaje se ha convertido una de la alternativa más viable para reducir las cantidades de desechos que llegan a los vertederos, disminuir la contaminación ambiental y generar abonos orgánicos que mejoren la calidad del suelo.

En el Condominio Los Portales, ubicado en el Distrito de Pillco Marca de la región Huánuco, la generación de residuo orgánico es significativa debido al consumo diario de alimentos por parte de los residentes. No obstante, la falta de un sistema adecuado para su aprovechamiento ha llevado a la acumulación de desechos y problemas asociados con su disposición final. Implementar un proceso de compostaje eficiente no solo contribuiría a la reducción de residuos, sino que también permitiría la producción de un fertilizante natural que podría ser utilizado en áreas verdes y huertos urbanos dentro del condominio.

Teniendo como objetivo evaluar el efecto de diferentes activadores biológicos en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos generados por los residentes del condominio. Para ello, se analizarán parámetros físicos, químicos y microbiológicos del compost a lo largo del proceso, determinando su calidad y el impacto que tienen los activadores en su evolución.

Dicho estudio está distribuido en cinco capítulos:

Capítulo 1: Describe la problemática, los objetivos, la justificación, así como las limitaciones y la viabilidad del estudio.

Capítulo 2: Detalla el marco teórico, que abarca los antecedentes del problema, las bases conceptuales, la hipótesis planteada, las variables y su operacionalización.

Capítulo 3: Expone la metodología de investigación, incluyendo el tipo de estudio, el método utilizado, la población y muestra, junto con las técnicas

de recolección y análisis de datos.

Capítulo 4: Presenta los resultados obtenidos, acompañados de las respectivas comprobaciones de hipótesis.

Capítulo 5: Ofrece un análisis de los resultados a través de la discusión, seguido de las conclusiones y recomendaciones; además, incluye las referencias bibliográficas y anexos pertinentes.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Según Bustos (2009), muestra que las protecciones eficaces del medio ambiente requieren combinaciones de material, proceso o práctica que minimicen el residuo o el residuo sólido para prevenir las contaminaciones. Los manejos de este residuo sólido y sus separaciones implican actividad relacionada con sus manejos desde los momentos en que se generan hasta que se ubican en los contenedores de almacenamiento para sus recolecciones. Las divisiones de los miembros de los residuos sólidos son muy fundamentales en los tratamientos y depósitos de las bandejas. Los residuos sólidos son materiales residuales de producciones y transformaciones que llevan a cabo las creatividades humanas y hoy son considerados desafíos en las reducciones y disposiciones finales en todos los mundos. Si bien siempre se han producido residuo sólido en los mundos, los problemas se agravan por los aumentos excesivos de las producciones y los consumos de bienes y servicios. Puestos a estos, sus gestiones mediante las disminuciones, los reúsos, los reciclajes, las transformaciones y los procesos, entre otros, deben transformarse en ventajas para las sociedades en global.

De acuerdo con los Sistemas Nacionales de Información Ambiental en los Informes Anuales de Residuos Sólido Municipales y No Municipales en Perú, gestiones 2008, las generaciones totales de residuo anuales fueron de 5,954,755 tonelada, siendo las composiciones de materia orgánica el 51.82%; también se indican que solo en 25 regiones del país, los de Huánuco no están incluidos, contaban con actividades de reutilizamientos de residuo sólido, de los cuales existían 96 programa de reutilizamientos de residuo sólido orgánico, que utilizan los regímenes de tratamientos para las elaboraciones de compost (54 programa) y humus (39 programa). En las ciudades de Huánuco, las producciones per cápita de residuo sólido de vivienda son de 0,44 kg / residentes / día; los porcentajes de residuo sólido orgánico son mayores (79%); de igual forma, en los estudios de característica de residuo sólido no

residencial realizados en 2017, se recolectaron 5 toneladas de residuo sólido todos los días en las vías públicas correspondientes a las limpiezas viarias.

Pasa señalar que los residuos orgánicos producen olores y provoca peste de moscas, mosquitos e insectos, por eso los incas de la antigüedad del Perú se han dado cuenta del alcance de estas especies en las tierras de cultivo, incluso en uno de los valles más fértiles y sagrados de los incas. A uno también se le llama Urubamba en memoria de los gusanos porque es una palabra compuesta derivada del quechua; urur, lombriz y bamba, que eso significa valle del gusano. Ramírez, (2013)

En la actualidad, en las Municipalidades como es el caso de Pillco Marca, no existen buenos manejos de residuo sólido, por lo que son necesarias las búsquedas e implementaciones de acciones de aprovechamientos de residuo sólido orgánico domiciliario, a través de métodos factibles y efectivos para ayudar a reducir las contaminaciones causadas por los residuos mencionados. En los momentos actuales, unos métodos de tratamientos de residuo sólido orgánico a niveles domésticos que se están implementando en varios países del mundo son las implementaciones de contenedor de compost, que pueden reducir las cantidades de residuo orgánico generados por degradaciones aeróbicas (en presencias de oxígenos). Las condiciones de aireaciones, humedades y temperaturas, las materias orgánicas se eliminan mediante las acciones de microorganismo. Sepúlveda, (2013)

Se determinan que los problemas a resolver son la contaminación por residuo sólido orgánico, mediante la evaluación de modelos y métodos de compostaje domiciliario, se busca comprender los beneficios de reducir o procesar mejor los residuos sólidos orgánicos, y la economía que representa beneficio de minimización y reutilización.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el efecto de los activadores biológicos en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos generados por los residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca, Huánuco?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Qué impacto tienen los activadores biológicos en la calidad nutricional del compost

¿Cómo influyen los activadores biológicos en la velocidad de descomposición de los residuos orgánicos?

¿Cuál es la diferencia en el proceso de compostaje con y sin el uso de activadores biológicos en condiciones controladas?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del uso de activadores biológicos en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos de los residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca, Huánuco.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el impacto de los activadores biológicos en la calidad nutricional del compost.

Determinar la influencia de los activadores biológicos en la velocidad de descomposición de los residuos orgánicos durante el proceso de compostaje.

Comparar la diferencia del efecto del proceso de compostaje con y sin el uso de activadores biológicos en condiciones controladas.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El residuo sólido orgánico supone una gran proporción de la cantidad de residuo generado, por lo que lo más importante serían tomar acción inmediata y soluciones factibles para minimizar el efecto nocivo provocado por un manejo inadecuado y disposición final de estos contaminantes. Y los métodos, tecnologías y procedimientos sostenibles, guiados por un mejor desarrollo, pueden mejorar el índice de salud de la población. Actualmente, los

tratamientos biológicos son considerados una estrategia más adecuada para la gestión sostenible del residuo sólido urbano, ya que es aplicable a distintas escalas de clasificación de procesos, incluyendo compostaje, digestión anaeróbica, tratamiento biomecánico o tratamiento termo biológico y que está relacionado con el aspecto clave de la ingeniería ambiental. (Barrera, 2006). El compostaje ha acogido una atención generalizada como una potencial tecnología de tratamiento y reciclaje de residuos sólidos orgánicos. De manera similar, el compostaje se establece como el proceso de fermentación aeróbica de materiales orgánicos en condiciones de humedad y temperatura controladas, intentando imitar las transformaciones naturales de componentes de origen vegetal o animal, posteriormente mezclado con el suelo como abono. Barrera, (2006)

Por lo tanto, la investigación incluye la reducción de la cantidad de residuos sólidos orgánicos en los rellenos sanitarios de residuos domésticos y municipales, mejorando así la calidad de vida general de la población al reducir los contaminantes generados por una disposición inadecuada. Los desechos, debido a que no se tratan adecuadamente, afectarán las fuentes de agua superficial y subterránea, y afectarán el nivel del agua subterránea que abastece a la mayoría de los residentes de la ciudad.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La falta de compromiso o interés de los residentes en participar activamente en el proyecto puede afectar el éxito de la implementación de la compostera y la recolección de datos. El clima en Huánuco puede afectar el proceso de compostaje, ya que la temperatura y humedad influyen en la descomposición de los residuos orgánicos. La disponibilidad de espacio en el condominio para colocar la compostera puede ser una limitación, así como la infraestructura existente para facilitar el manejo de los residuos. El costo inicial de implementar la compostera y el mantenimiento necesario podrían ser limitaciones si no se cuenta con suficiente presupuesto. La mala gestión del compostaje podría generar olores desagradables o atraer plagas, lo que podría influir en la aceptación de los residentes.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación. nos resultan factibles por estas razones:

1.6.1. VIABILIDAD EN RECURSOS TEÓRICOS

Factibilidades de los procesos de recopilaciones de informaciones y observaciones de datos; las aplicaciones de conocimiento de los investigadores y de los asesores de los proyectos.

1.6.2. VIABILIDAD EN RECURSOS ECONÓMICOS

- Disponibilidades de recurso financiero, material y persona para las realizaciones de las investigaciones.
- Los costes de producciones: Son accesibles.
- Las áreas de producciones: Son mínimas.
- Disponibilidades en tiempos de realizaciones: Los presentes proyectos de investigaciones se realizarán en cortos plazos.

1.6.3. VIABILIDAD SOCIAL

Niveles de conocimiento profesional y técnico de los investigadores.

Posibilidades para las difusiones de los resultados o nuevos conocimientos que son productos de las investigaciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Martínez-Nieto, (2023), en su investigación titulada Manejo de estiércol porcino mediante fermentación bokashi y compostaje con activadores biológicos en una región de alta montaña colombiana cuyo **objetivo** fue evaluar Las alternativas limpias y eficientes para el tratamiento sostenible de los residuos de la porcicultura son una prioridad en áreas suburbanas en Reservas Forestales de ecosistemas altoandinos. **Método:** En una zona rural colombiana ubicada a 3160 msnm, enfocada en la producción porcina a pequeña escala, se evaluó la fermentación Bokashi con levadura seca activa y el compostaje en recipientes utilizando dos inóculos microbianos y un estimulante metabólico estéril. Además, estos tratamientos se compararon con un proceso de compostaje no inoculado utilizado en el área de estudio (control). **Resultados:** Los aditivos biológicos mejoraron el desempeño del proceso de compostaje y la calidad del producto final al acortar el ciclo de degradación (19.9 – 45.9%), mayor índice de germinación (> 0.8%), aumentando el contenido de nutrientes (N, P, S, Fe y Cu) y mostrando actividad supresora contra *Fusarium oxysporum* en comparación con el control. Sin embargo, Bokashi fue el único tratamiento que redujo la concentración de Enterobacteriaceae por debajo de $1E+03$ UFC g⁻¹. **Conclusión:** La tecnología Bokashi cumple con la normativa ambiental colombiana para la producción de fertilizantes ecológicos, lo que permite el manejo sostenible de los subproductos de la actividad porcina en áreas ecológicas críticas, como las Reservas de Protección Forestal en ecosistemas altoandinos.

Indasah,(2020) en su investigación titulada Microorganismo local de la “cinta” (Yuca Fermentada) en su Composición y su Efecto sobre la Calidad Física, Química y Biológica en el Ambiente. Cuyo **objetivo** fue identificar el potencial de los microbios, cualidades físicas, químicas y

biológicas. Solución de Microorganismos Locales (MOL) de cinta (Yuca Fermentada) como bioactivador de compostaje y calidad física, química y biológica. **Método:** El diseño de este estudio utilizó experimentos reales con patrones factoriales de diseños de bloques aleatorios. El primer factor fue la concentración de cinta (Yuca Fermentada) que consistió en 100 gramos; 150 gramos; y 250 gramos. El segundo factor fue el tiempo de fermentación que consta de 10 días y 20 días. Los **resultados** de este estudio indicaron que el microorganismo de la solución molar de cinta (yuca fermentada) fue *Saccharomyces* sp. tanto como $9,6 \times 10^5$. La población bacteriana total más alta en el tratamiento de cinta (yuca fermentada) fue con una concentración de 250 gramos durante 20 días, mientras que el compost se encontró en el tratamiento de 250 gramos durante 20 días, que es 1×10^2 . El grado más alto en la misma solución molar y de compost se encuentra en el tratamiento de 250 gramos durante 20 días. **Concluye:** Los cambios que ocurren en el proceso de fermentación incluyen cambios en el color y el olor. Para los cambios químicos se mostró que la mejor calidad de solución para soluciones Mol es (N-total 0,99%), (P-0,33 mg kg⁻¹), (K 0,71), (C-orgánico 7,56), (C/N 12), mientras que para compost (N-total 0,38%), (P-0,20 mg kg⁻¹), (K 0,208), (C-orgánico 7,50), (C/N 35)

Selim, (2017), en su investigación titulada Comprender los conceptos básicos del reciclaje de residuos agrícolas utilizando diferentes activadores para producir compost de buena calidad cuyo objetivo fue reciclar residuos para compost se ha convertido en una forma segura y una opción adecuada para la eliminación de la gran cantidad de residuos agrícolas, que se producen ahora con las ganancias económicas y ambientales esperadas. **método.** El presente estudio se ha centrado en los factores físicos, químicos y biológicos que ocurren durante el proceso de compostaje utilizando diferentes residuos agrícolas mezclados con tres tipos diferentes de estiércol como activadores, es decir, cama de aves de corral, estiércol de vaca y mezcla de estiércol de oveja y camello. Se ha prestado especial atención a la relevancia del pH; CE; temperatura; concentración de CO₂; carbono

orgánico (%) ; NH 4 (ppm) ; NO 3 (ppm); relación C: N; cambios en los macro y micronutrientes totales y niveles de oxígeno durante el proceso de compostaje y la necesidad de estandarizar los índices de madurez debido a su gran importancia entre los criterios de calidad del compost. Los **resultados** revelaron que los residuos agrícolas tratados con un 10 % de estiércol de aves de corral se degradaron más rápidamente que los otros dos estiércoles y registraron la menor concentración bacteriana, mientras que el tratamiento con residuos agrícolas y una mezcla de estiércol de camello y oveja al 10 % como activador orgánico presentó la mayor concentración bacteriana y una CE más alta que los tratados con estiércol de vaca o de aves de corral. **concluye**, todos estos parámetros se consideran un buen indicador del final de la fase de biodegradación, en la que el compost alcanza la madurez

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Ávila, (2020), en su tesis: “Procesos de Producción y Aplicaciones del producto microorganismo eficaz en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo”, Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Huancayo, Perú, se obtuvo como Objetivo: Evalúa el resultado el desarrollo de rendimiento y la utilización de la producción del Microorganismos Eficaces sobre las calidades de compost al llegar a la mezcla de 3 tipos de desechos orgánicos Sapallanga – Huancayo. La Metodología que utilizo en un estudio aplicado, de modelo experimental, nivel explicativo, un alcance longitudinal y con una muestra al azar. Resultados: De acuerdo a la calidad del compost el procedimiento (RME-MMA) con un desarrollo manual y una repartición máxima (10% de EM) completa con todo el requisito para un compost de buena condición (aplicación agrícola), clasificándose como óptimo y ocupando el primer lugar. Conclusión: En la técnica de productividad y utilización del producto Microorganismos Eficaces interviene la calidad del compost incrementando una técnica mecanizada y una dosificación alta (10% de EM). Aceptando las normativas se produjo el 1° y 2° lugar llevaron para el compost de la muestra mecanizada con una alta e insignificante rendimiento respecto

ambas calidades “A” u perfectas (para el uso agrícola). El penúltimo y último lugar fueron para los compost con muestra mecanizada sin dosificación (0% de EM) y el de muestra habitual sin dosificación (0% de EM) siendo de una buena calidad “B” y con capacidad para las áreas verdes

Cabrera, (2019), en su tesis: “Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores”, Universidad Agraria De La Molina, Lima, Perú, tuvo como Objetivo: Es realizar una idea a escala piloto para elaborar el compost con los residuos de las plantas que vienen de los mantenimientos de todos los parques públicos del distrito de Miraflores. La Metodología utilizó una identificación y pre tratamiento de los desechos, la semejanza de cuatro diferentes representaciones de los tratamientos, el monitoreo, la relación de parámetros transcurso de los procesos de compostajes, los análisis cualitativos de los composts finalizado y su semejanza con las normativas internacionales, la evaluación de la fitotoxicidad de los compost en la semilla de rabanito (Crimson Giant) por medio de la adecuación de la demostración Zucconi, el ofrecimiento de organización de una planta de compostaje de acuerdo de exigencia de compost del distrito y la práctica del beneficio de proponer la gestión. Resultados: Según las características de los distintos tratamientos, se podría ser calificado como compostaje Clase B, puesto que tiene un máximo enunciado de humedad (Hd%) sugerido por las normas chilenas. Conclusiones: Demostraron que la eficiencia técnica y económica de la preparación del compostaje, impidiendo enviar 230 Mg mensuales de residuos al relleno sanitario dejando economizar el presente valor de S/. 5,106.22 nuevos soles para la implementación de la presente propuesta.

Vera, (2019), en su tesis: “Elaboración De Compost a partir de los Residuos Orgánicos Generados en la Limpieza De Planta de La Empresa COPEINCA SAC”, Universidad Nacional de Piura, Perú, tuvo como Objetivo: Se obtuvo un compost de una buena calidad llegando a los residuos orgánicos provocando en unas de las plantas COPEINCA

SAC. La Metodología se utilizó emplear para alcanzar Los estudios de tipos experimentales, aplicados, con niveles explicativos, alcances longitudinales y con diseños aleatorios, con arreglos factoriales de 1x3: uno de tipos de transformaciones de producciones de los compost (tradicionales) y tres dosificaciones (una con dosificación sin los residuos lodos Ptari 0.0% de LP; segundas dosificaciones con los residuos lodos Ptari 48.5%; y terceras dosificaciones con los residuos lodos Ptari de 93.9%), dichas dosificaciones ayudaron a las mediciones de las interacciones en los comportamientos de las variables dependientes a partir de las maniobras de las variables independientes mediante los tiempos. Resultados: Conforme a las Normas Chilenas, los tratamientos (CT-DMAL) con desarrollos tradicionales y dosificaciones elevadas (93.9% de LP) cumplen con los requisitos para unos compost de calidad A (aplicaciones agrícolas); asimismo, los tratamientos (CT-DMIL) con procesos tradicionales y dosificaciones mínimas (48.5% de LP) también cumplen con el requisito para unos compost de calidad A (aplicaciones agrícolas), ocupando los segundos lugares por presentar contenidos superiores de calcio distintos a los primeros y con relaciones C/N dentro de los rangos determinados. De acuerdo con la OMS, los tratamientos (CT-DMAL) con desarrollos tradicionales y dosificaciones máximas (93.9% de LP) son admisibles para sus beneficios en tratamientos y agriculturas; en cambio, (CT-DMIL) con desarrollos tradicionales y dosificaciones bajas (48.5% de LP) muestran contenidos de nitrógeno de 3.38%; como estos valores son menores a los planteados, no cumplen con los valores establecidos. Conclusiones: Las producciones y aplicaciones de "slurry putari" inciden en la calidad del compost, aumentando la cantidad de compost con el proceso convencional más eficiente y la dosificación máxima (93,9 ° de slurry), con dosificación activa. Según la revisión regulatoria resultante, el uso de procesos de compostaje convencionales produce "A" o compost de óptima calidad (apto para aplicaciones agrícolas), con poco o ningún lodo, se administra el proceso tradicional de compostaje sin masa (0% de lodo). Gracias a la calidad "B" (apta para parques y jardines).

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Jara, (2019), en su tesis: "Determinación de la eficiencia de los microorganismos (*Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus* sp.) en la producción del compost a partir de los residuos sólidos orgánicos en el centro poblado de Jancao distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco – 2018", Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú. Cuyo **Objetivo:** Ha sido establecer la eficacia de los microorganismos (*Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus* sp.) en el rendimiento del compost desde el residuo rígido orgánico doméstico. La **Metodología** Se usaron como apoyos las proporciones de unas toneladas de residuo sólido orgánico doméstico que las poblaciones generan; por lo tanto, se hicieron las caracterizaciones del residuo que podría acumularse para las preparaciones del compost. Los estudios del compost se realizaron durante y al finalizar los procesos; de acuerdo con los seguimientos, se efectuaron in situ para cada procedimiento. Se realizaron diseños de bloque del todo al azar (DBCA) con tres tratamientos y tres reiteraciones, a fin de decidir las eficacias de la porción de cepas biológicas en las transformaciones del compostaje del residuo sólido orgánico doméstico. **Resultados:** La más correctas de la dosis para un mínimo tiempo de descomposición, peso y calidad de compost del producto terminado ha sido en el T2 con 4 litros de M.E/20L de agua; además concluyó en el tiempo de descomposición hay mucha más probabilidad de eficiencia, menor al peso y calidad del producto terminado ha sido en el T0 (0 litros de M.E/20L de agua). **Conclusiones:** El T2 (4L de M.E/20L de agua) ha sido la mejor dosis, durante el tiempo de descomposición ha sido de treinta y ocho días, de acuerdo a los valores de los fronteras físicos y químicos el producto de máxima calidad comparativamente con las señales ha sido el compost desde los residuos sólidos orgánicos domésticos, además consiguió detectar las etapas del compost.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. RESIDUO NO BIODEGRADABLES Y BIODEGRADABLES

El residuo es todo tipo de objeto, material, sustancia o componente sólido proveniente del manejo y usado de una buena actividad comerciales, industriales domésticas, servicios o institucionales, que el generador lo deja, entrega o desaprueba y se puede utilizar o convertir en un producto nuevo a un costo económico o un costo de disposición terminada. Jaramillo, (2008)

Los residuos no degradables o no biodegradables Contiene todas las sustancias inorgánicas muertas que no participan fácilmente en reacciones químicas con el medio ambiente en un período corto de tiempo en condiciones naturales. Sin embargo, existen algunos compuestos inorgánicos, como el hierro, que pueden reaccionar con el oxígeno para provocar procesos químicos en un período de tiempo razonable y causar contaminación ambiental. Además, hay compuestos de origen orgánico en esta categoría, como los polímeros a base de petróleo, muchos de los cuales están hechos de una variedad de resinas utilizadas en el mercado de consumo. (Jaramillo y Zapata, 2008)

Residuos biodegradables o compostable son de origen orgánico y se denominan residuos húmedos porque están formados por elementos fácilmente biodegradables. Se compone principalmente de residuos de alimentos: cáscaras de frutas, verduras, frutas descompuestas, sobras, etc. (Jaramillo y Zapata, 2008)

2.2.2. RESIDUO SÓLIDO ORGÁNICO Y SU CLASIFICACIÓN

El residuo orgánico sólido son residuos generados por el detrimento de producto orgánico, la mayoría de los cuales son biodegradables (se descomponen de forma natural). Pueden pudrirse o descomponerse aceleradamente y convertirse en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: sobras de comida, carne, verduras, frutas, etcétera, también se puede tener un tiempo de descomposición más tardío, como el papel, el cartón.

Se excluye el plástico, esto se debe a que tiene una estructura molecular más compleja, a pesar de su origen en compuestos orgánicos. Cómo se clasifican: Hay diversas maneras de clasificar los residuos sólidos orgánicos, pero según las 2 más conocidas pertenecen a su origen y el ambiente o sus propiedades físicas. (Jaramillo y Zapata, 2008) Según su clasificación de fuente de los residuos sólidos:

- A. Residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles.** Se consideró en que la fuente estima a los residuos se almacenan en botes de basura públicas; su almacén es tan diverso que se pueden encontrar canales de frutas, plásticos y papeles. En este aspecto, el aislamiento físico es difícil de implementar, lo que limitará un poco más su uso.
- B. Residuos sólidos orgánicos institucionales Residuos provenientes de instituciones públicas (gubernamentales) y privadas.** Se define principalmente por incluir papeles y cartones y desperdicios de alimentos procedentes de comederos institucionales.
- C. Residuos sólidos de mercados.** Estos son residuos del mercado de alimentos y otros centros de alimentos. Es una fuente adecuada para el uso de materia orgánica, especialmente compost y la producción de compost.
- D. Residuos sólidos orgánicos de origen comercial.** Son desechos procedentes de los centros comerciales, incluidas tiendas y restaurantes, esta última es la mayor fuente de residuos orgánicos por el tipo de servicios que brinda, como la venta de alimentos. Necesitan un tratamiento especial porque son una fuente aplicable para la cría de cerdos (después del tratamiento).

2.2.3. RESIDUOS SÓLIDOS DE GESTIÓN MUNICIPAL Y NO MUNICIPAL

a. Residuos Sólidos de Gestión Municipal

Se define qué se entiende por residuos sólidos de gestión municipal, generalmente aquellos generados en domicilios, comercio, servicios, e instituciones públicas y privadas, cuya recolección y manejo es responsabilidad de las municipalidades.

Características: Se describen las características comunes de estos residuos, que incluyen residuos orgánicos, inorgánicos reciclables (plástico, vidrio, papel), y no reciclables.

- Fuentes de Generación: Residencial: Se analiza la generación de residuos en hogares, que suelen ser los mayores productores de residuos municipales. Comercial y Servicios: Se abordan las contribuciones de comercios, restaurantes, oficinas, y servicios en la generación de residuos sólidos municipales. Institucional: Se discuten los residuos generados por escuelas, hospitales, oficinas gubernamentales, etc.
- Gestión y Manejo: Recolección y Transporte: Se describe cómo las municipalidades organizan la recolección y transporte de estos residuos hacia estaciones de transferencia, centros de reciclaje o rellenos sanitarios.
- Tratamiento y Disposición Final: Se analizan las opciones de tratamiento, como reciclaje, compostaje, y disposición final en rellenos sanitarios.
- Desafíos en la Gestión: Se discuten los principales desafíos, como la insuficiente infraestructura, la falta de recursos, y la necesidad de sensibilización ciudadana (Jaramillo y Zapata, 2008).

b. Residuos Sólidos de Gestión No Municipal

Se define qué se entiende por residuos sólidos de gestión no municipal, que incluyen residuos industriales, agrícolas, de construcción

y demolición, residuos peligrosos, y aquellos generados por grandes generadores que gestionan sus propios residuos.

Características: Se describen las características de estos residuos, que pueden incluir materiales peligrosos, residuos voluminosos, y residuos con un potencial significativo de reciclaje o reutilización.

- Fuentes de Generación: Industrial: Se analiza la generación de residuos por industrias manufactureras, mineras, y de procesamiento, entre otras.
- Construcción y Demolición: Se abordan los residuos generados en proyectos de construcción y demolición, como escombros, metales, y materiales de construcción.
- Agrícola: Se discuten los residuos generados por actividades agrícolas, como desechos de cosechas, envases de agroquímicos, y plásticos agrícolas.
- Sanitario: Se estudian los residuos peligrosos generados por establecimientos de salud, incluyendo residuos biocontaminados y químicos.
- Gestión y Manejo: Responsabilidad Extendida del Productor (REP): Se explica cómo algunos residuos no municipales, como los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), están sujetos a la REP, donde los productores son responsables de su manejo post-consumo
- Tratamiento y Disposición Final: Se describen las opciones de tratamiento, como incineración controlada, reciclaje industrial, y disposición en rellenos de seguridad para residuos peligrosos.
- Desafíos en la Gestión: Se discuten los principales desafíos, como la regulación insuficiente, la falta de infraestructura especializada, y la necesidad de mejorar las prácticas de manejo en sectores específicos (Jaramillo y Zapata, 2008).

c. Comparación entre Residuos Sólidos Municipales y No Municipales

➤ Diferencias en la Gestión:

Infraestructura y Recursos: Comparación de la infraestructura disponible y los recursos necesarios para la gestión de residuos municipales y no municipales.

Normativa y Regulación: Se analizan las diferencias en las normativas aplicables y la fiscalización de cada tipo de residuos.

➤ Impactos Ambientales

Se comparan los impactos ambientales asociados a la gestión inadecuada de residuos sólidos municipales y no municipales.

➤ Implicaciones para la Política Pública:

Se discuten las implicaciones de estas diferencias para el diseño e implementación de políticas públicas en gestión de residuos (Pulgarin y Orozco, 2020).

2.2.4. IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

a. Contaminación del Suelo:

- Acumulación de Residuos en Vertederos: Se describe cómo los vertederos mal gestionados y la disposición inadecuada de residuos pueden llevar a la acumulación de materiales no biodegradables y tóxicos en el suelo, afectando su calidad y capacidad productiva.
- Lixiviados y su Impacto: Se explica la formación de lixiviados (líquidos contaminantes que se generan en los vertederos) y su impacto en la contaminación del suelo, destacando su capacidad de transportar metales pesados, sustancias químicas y microorganismos patógenos al suelo y subsuelo.
- Efectos sobre la Biodiversidad del Suelo: Se analiza cómo la

presencia de residuos sólidos puede alterar la composición biológica del suelo, afectando la flora y fauna que depende de él y provocando desequilibrios ecológicos (Geyer, 2017).

b. Contaminación del Agua

- Filtración de Lixiviados en Cuerpos de Agua: Se estudia cómo los lixiviados pueden infiltrarse en el suelo y alcanzar fuentes de agua subterráneas o superficiales, provocando la contaminación de ríos, lagos, y acuíferos.
- Residuos Plásticos y Microplásticos en Ecosistemas Acuáticos: Se analiza la presencia de residuos plásticos en cuerpos de agua, su degradación en microplásticos, y los impactos que estos generan en la vida acuática y en la cadena alimentaria.
- Eutrofización y Proliferación de Algas: Se explica cómo el vertido de residuos orgánicos en cuerpos de agua puede causar eutrofización, un proceso que lleva al crecimiento excesivo de algas y la disminución del oxígeno en el agua, afectando gravemente a los ecosistemas acuáticos (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012).

c. Contaminación del Aire

- Emisión de Gases de Efecto Invernadero: Se aborda la generación de gases como el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2) en vertederos, destacando su contribución al cambio climático.
- Quema de Residuos: Se describe cómo la quema de residuos, especialmente en áreas no controladas, produce emisiones de contaminantes atmosféricos, incluyendo dióxidos de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), y compuestos orgánicos volátiles (COVs), que afectan la calidad del aire y la salud humana.
- Contaminantes Tóxicos: Se explica la formación de sustancias tóxicas como dioxinas y furanos durante la incineración de ciertos tipos de residuos, y su impacto sobre la atmósfera y la salud pública (Vaverková, 2019).

d. Impactos sobre la Flora y Fauna

- Efectos sobre la Vida Silvestre: Se analiza cómo la presencia de residuos en ecosistemas naturales puede afectar la fauna, desde la ingesta accidental de plásticos hasta el envenenamiento por sustancias tóxicas.
- Destrucción de Hábitats Naturales: Se discute cómo los vertederos y áreas de disposición de residuos pueden llevar a la destrucción de hábitats naturales, afectando la biodiversidad y poniendo en riesgo a especies en peligro.
- Alteración de Ecosistemas: Se aborda cómo la contaminación por residuos sólidos puede alterar ecosistemas enteros, afectando las relaciones ecológicas y los procesos naturales de los que dependen muchas especies Ojeda benitez, (2003)

e. Impactos Visuales y Paisajísticos

- Degradación del Paisaje: Se describe cómo los vertederos y la acumulación de residuos en áreas no controladas afectan el paisaje natural y la estética del entorno, disminuyendo su valor ecológico y turístico.
- Efectos sobre Áreas Protegidas: Se discute el impacto visual y físico de los residuos sólidos en áreas naturales protegidas y su repercusión en la conservación de estos espacios.

f. Impactos Socioeconómicos y en la Salud Pública

- Salud Pública: Se analiza cómo la exposición a residuos sólidos mal gestionados puede generar problemas de salud en las comunidades, como enfermedades respiratorias, gastrointestinales y dermatológicas.
- Costo Económico: Se discute el impacto económico de la contaminación por residuos sólidos, incluyendo los costos asociados

a la limpieza, remediación de suelos contaminados, y tratamientos de salud pública.

- **Desigualdades Sociales:** Se aborda cómo la mala gestión de residuos suele afectar de manera desproporcionada a comunidades vulnerables, exacerbando las desigualdades sociales.

2.2.5. RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS

Se trata de desechos domésticos y sus características varían, pero con mayor frecuencia incluyen vegetales, frutas, desechos de alimentos procesados, desechos de jardín y papeles. (Jaramillo y Zapata, 2008). Manejo adecuado de residuos sólidos.

La cuestión manejo correcto de residuos sólidos y procesamiento de reciclamiento su propósito es producir una buena sensibilización de disminución y utilidad responsable, señalando que la considerable producción de residuos sólidos, generalmente llamado como basura y su tratamiento inapropiado son uno de los considerables problemas ambientales y de salubridad, los que se han incrementado en los últimos años causado al incremento de la localidad y a los patrones de rendimiento y uso, describiendo algunas posibilidades y usos que se puedan dar a materiales que generalmente son arrojados como residuo o basura. (Miraval, 2019)

2.2.6. MARCO NORMATIVO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN PERÚ

2.2.6.1. LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (LEY N° 1278)

- **Objetivos y Alcance:** Se explica el propósito de la ley y las áreas que abarca, subrayando la importancia de la gestión integral de residuos sólidos.
- **Principios Rectores:** Se detallan los principios sobre los cuales se fundamenta la ley, como la prevención, la responsabilidad extendida del productor, y la participación ciudadana.

- **Responsabilidades de los Actores:** Se describen las responsabilidades asignadas a los generadores, transportistas, operadores de residuos, y autoridades locales y nacionales.

2.2.6.2. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (DECRETO SUPREMO N° 014-2017-MINAM)

- **Gestión Integral de Residuos Sólidos:** Se analizan las disposiciones reglamentarias sobre la gestión integral, incluyendo la minimización, segregación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, y disposición final de residuos.
- **Instrumentos de Gestión:** Se describen los principales instrumentos de gestión, como los planes de manejo de residuos y las licencias para operaciones de manejo de residuos peligrosos.

2.2.6.3. POLÍTICA NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (DECRETO SUPREMO N° 014-2011-MINAM)

- **Objetivos de la Política Nacional:** Se describen los objetivos estratégicos de la política nacional, enfatizando la protección ambiental y la salud pública.
- **Ejes de Acción:** Se analizan los ejes de acción de la política, tales como la educación ambiental, el fortalecimiento institucional, y la promoción de la economía circular.
- **Decreto Legislativo N° 1501:** Modificaciones a la Ley General de Residuos Sólidos
- **Principales Modificaciones:** Se describen las modificaciones introducidas por este decreto, como la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y de residuos de construcción y demolición.

- **Impacto de las Modificaciones:** Se analiza el impacto de estas modificaciones en la gestión de residuos a nivel nacional.
- **Normas Técnicas y Directivas Específicas**
- **Normas Técnicas Emitidas por INACAL:** Se presentan las normas técnicas relevantes para el manejo de diferentes tipos de residuos sólidos.
- **Directivas Municipales:** Se analizan las directivas emitidas por municipalidades para la gestión de residuos sólidos en sus jurisdicciones.
- **2.2.6.5. Fiscalización y Sanciones**
- **Entidades Fiscalizadoras:** Se describen las funciones de entidades como SUNAFIL y OEFA en la supervisión y control de la gestión de residuos.
- **Régimen de Sanciones:** Se explican las sanciones y medidas correctivas establecidas para el incumplimiento de la normativa de residuos sólidos.

2.2.7. MARCO INSTITUCIONAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN PERÚ

2.2.7.1. MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM)

- **Rol y Funciones:** El MINAM es la autoridad nacional encargada de formular, coordinar, ejecutar y supervisar la política ambiental del país, incluyendo la gestión integral de residuos sólidos. Su función principal es diseñar las políticas y normativas que regulan la gestión de residuos sólidos y promover su implementación en todos los niveles de gobierno.
- **Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos:** Es el órgano de línea del MINAM que se encarga específicamente de la gestión de residuos sólidos, elaborando directrices y planes nacionales, y coordinando con otras instituciones para la implementación de políticas y normativas en este ámbito.

2.2.7.2. ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (OEFA)

- **Rol y Funciones:** El OEFA es el organismo público encargado de supervisar, fiscalizar y sancionar las actividades de gestión de residuos sólidos, asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales. Se encarga de evaluar las actividades de las entidades y empresas que manejan residuos sólidos, y de aplicar sanciones en caso de incumplimiento.
- **Instrumentos de Fiscalización:** OEFA cuenta con herramientas como inspecciones, auditorías y monitoreos para verificar el cumplimiento de las normativas sobre residuos sólidos, y puede imponer medidas correctivas y sancionadoras.

2.2.7.3. SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE FISCALIZACIÓN LABORAL (SUNAFIL)

- **Rol y Funciones:** Aunque su enfoque principal es la fiscalización laboral, SUNAFIL también tiene competencias en la fiscalización de la salud y seguridad en el trabajo, incluyendo la adecuada gestión de residuos peligrosos en el ámbito laboral. Colabora en la supervisión del cumplimiento de las normativas relacionadas con la manipulación y disposición de residuos en los lugares de trabajo.

2.2.7.4. GOBIERNOS REGIONALES

- **Rol y Funciones:** Los Gobiernos Regionales tienen la responsabilidad de implementar y supervisar la gestión de residuos sólidos dentro de sus respectivas jurisdicciones, en alineación con las políticas y normativas nacionales. Deben formular y ejecutar planes de gestión regional de residuos sólidos, promoviendo la minimización de residuos y la valorización de materiales.

- **Coordinación con Gobiernos Locales:** Los Gobiernos Regionales trabajan en conjunto con las municipalidades para asegurar que los planes locales de gestión de residuos se alineen con los objetivos regionales y nacionales.

2.2.7.5. GOBIERNOS LOCALES (MUNICIPALIDADES PROVINCIALES Y DISTRITALES)

- **Rol y Funciones:** Las municipalidades son las encargadas directas de la gestión operativa de los residuos sólidos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos municipales. También son responsables de la sensibilización y educación ambiental de la población en temas de manejo de residuos.
- **Planes de Manejo de Residuos Sólidos:** Cada municipalidad debe desarrollar y ejecutar un plan de manejo de residuos sólidos, que incluya programas de reciclaje, compostaje, y disposición final segura. Estos planes deben ser aprobados por las autoridades regionales y estar alineados con la normativa nacional.

2.2.7.6. MINISTERIO DE SALUD (MINSA)

- **Rol y Funciones:** A través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), el MINSA se encarga de supervisar la gestión de residuos sólidos en establecimientos de salud, asegurando que estos residuos, especialmente los peligrosos, sean manejados de manera segura para evitar riesgos a la salud pública. También realiza monitoreos y controles en coordinación con otras entidades.
- **Normativa Específica:** El MINSA emite normativas y directivas específicas para la gestión de residuos sólidos hospitalarios y otros residuos peligrosos que podrían afectar la salud pública.

2.2.7.7. MINISTERIO DE PRODUCCIÓN (PRODUCE)

- **Rol y Funciones:** PRODUCE tiene competencias en la gestión de residuos generados por actividades industriales, promoviendo la minimización de residuos en los procesos productivos y la implementación de tecnologías limpias. También regula la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).
- **Programas y Proyectos:** El Ministerio impulsa programas y proyectos para fomentar la valorización de residuos y la economía circular en el sector industrial.

2.2.7.8. INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD (INACAL)

- **Rol y Funciones:** INACAL es responsable de elaborar y aprobar normas técnicas para la gestión de residuos sólidos en Perú. Estas normas establecen criterios y estándares para el manejo adecuado de residuos en diferentes sectores, asegurando la protección del medio ambiente y la salud pública.
- **Normas Técnicas Específicas:** INACAL desarrolla normas sobre el tratamiento y disposición de residuos peligrosos, residuos hospitalarios, residuos industriales, entre otros.

2.2.7.9. SECTOR PRIVADO Y SOCIEDAD CIVIL

- **Empresas Privadas:** Las empresas privadas tienen la responsabilidad de manejar adecuadamente sus residuos, en conformidad con la normativa vigente, y pueden ser parte de programas de responsabilidad extendida del productor, especialmente en el manejo de residuos peligrosos y RAEE.
- **Organizaciones de la Sociedad Civil:** Las ONG y otras organizaciones de la sociedad civil juegan un rol importante en la educación ambiental, la promoción del reciclaje y la minimización de residuos, y en la vigilancia del cumplimiento de

la normativa por parte de las autoridades y empresas.

2.2.7.10. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

- **Rol en las Gestiones de Residuos:** Los ciudadanos tienen un papel crucial en la gestión de residuo sólido a través de la segregación en la fuente, la participación en programas de reciclaje, y la adopción de prácticas sostenibles en el manejo de sus residuos.
- **Mecanismos de Participación:** El marco normativo promueven las participaciones activas de las comunidades en las tomas de decision y en la supervisión de la gestión de residuos, así como en la formulación de planes y políticas locales.

2.2.8. EL COMPOSTAJE

Rosales y Acosta (2011), consta que las materias orgánicas de las plantas, frutas y verduras en el ambiente aprovecha de alimento a los animales en donde son usados por el hombre. En general los seres vivos generan sus desechos, (ya sea por su biotransformación, los pedazos de sus presas o ellos mismos al morir) que acaban en el suelo. En conjunto de microorganismos los deteriora con ayuda de una serie de consecuencias disminución-oxidación. Si este corresponde a realizarse con asistencias de oxígeno, se hablan de fermentaciones; cuando hay faltas de oxígeno, se llaman pudriciones. Los procedimientos, de acuerdo con las fermentaciones, se desarrollan en la vegetación, donde se puede aprovechar el nutriente, cerrando los ciclos de materias orgánicas denominados humificaciones. Ocurre que en la comunidad urbana estos niveles quedan despejados en el momento en que se bota el resto orgánico. Este, en lugar de ir al suelo y ser degradado por el microorganismo, se almacena en vertedero o también es calcinado; de esta forma resulta fuera del ciclo y no se puede reincorporar. Los métodos de compostaje ayudan a mimetizar los métodos ambientales de las materias orgánicas y cierran involuntariamente los niveles que quedaron iniciados por los procesamientos inapropiados de este

desecho. Se determinan como compostajes los métodos de fermentaciones aeróbicas de materias orgánicas, aplicados en unas situaciones monitoreadas de humedades y temperaturas, buscando igualar al proceso natural y transformándose en unas maneras de reciclaje (Rosales y Acosta 2011).

El compostaje es la producción consiguiente de este método y está conformado fundamentalmente por materia orgánica controlada, en lo cual no se identifica su procedencia y está liberado de patogenicidad y semillas de plantas. Al ser ejecutado en la tierra genera mejores características físicas, químicas y biológicas (Rosales y Acosta, 2011).

Alguna de su tipo es: colores oscuros, aproximados al negro; grandes potenciales de retenciones de aguas; aromas semejantes al de tierras húmedas; agregadas de esencial nutriente a las tierras; y no generan nitrificaciones ni acidificaciones como el fertilizante químico Rosales, (2011)

El método de degradación de la materia orgánica aguanta acerca de los cinco y seis meses, en un determinado periodo se diferencia las siguientes fases (Rosales y Acosta, 2011):

Fase de descomposición: Se separa en dos: etapas de latencias y crecimientos y etapas termófilas.

a) Etapas de latencias y crecimientos: Son las duraciones que requiere el microorganismo para acostumbrarse a sus nuevos medios y empezar a incrementarse. Estas etapas pueden durar de dos a cuatro día y, al finalizar, las temperaturas llegan a más de 50 °C. Los valores de pH se obtienen sobre seis, debido a la reacción ácida del jugo celular y a las intervenciones bacterianas (favorecidas por los incrementos de temperatura); con las calificaciones de ácido se generan reducciones del pH hasta alrededores de 5,5. En estas etapas, la bacteria y el hongo mesófilo aprovecha el total de la sustancia directamente asimilable en prudentes estados ambientales de maneras orgánicas. Dicho microorganismo desprende ácido

mediante las materias orgánicas. La bacteria domina en estas fases: es la encargada de la mayor parte del método de desintegración por poseer una gran cantidad de enzima que deteriora una considerable diversidad de material orgánico, así como de las productividades de energías caloríficas en los compost. Las mayores partes de bacteria mesofílica son normalmente alcanzadas en las tierras vegetales.

- b) Fases termófilas: Conformes a los resultados de áreas y a las situaciones naturales, estos métodos pueden demorar en acercarse a unas semanas; en las catorce formas rápidas y en uno o dos meses de fermentaciones extensas. Los incrementos de la temperatura, como resultados de las considerables actividades, provocan la proliferación de la primera especie termófila existente en el residuo en unas condiciones latentes. El tipo de bacteria y de hongo termófilo ingresa en función de la temperatura de 65 °C; en esos instantes incrementan los funcionamientos enzimáticos, las hidrólisis, los procesamientos de las grasas y los ataques superficiales de las celulosas y ligninas, transformando sustancia orgánica sencilla. Desde estas fases de elevadas temperaturas, se sobrepasa a los 70 °C por dos o tres semanas, en las cuales se elimina germen patógeno, larva y semilla (Rosales y Acosta, 2011).

Resisten solo las bacterias termófilas, se debilitan las actividades biológicas y se generan la pasteurización y un equilibrio del medio. En estas fases se tienen que supervisar y alcanzar excelentes pasteurizaciones e impedir excesivas mineralizaciones si se persisten demasiado. Por encima de los 70 °C cesan las actividades microbianas. Cuando las temperaturas regresan a disminuir y a producirse forma involucrada (forma no esporulada), aporta asimismo demasiado funcionamiento del protozoo, que funciona como el consumidor secundario, consumiendo nemátodo, hongo, bacteria, miriápodo, etc. Los centros se alcalinizan como resultados de las generaciones de los amonios. El máximo valor es el que se alcanza y se ubica en torno a 8,5.

- c. Fases de maduraciones: Son etapas de fermentaciones extensas, que pueden llegar hasta aguantar tres meses. El microorganismo termófilo reduce su actividad y aparece diferente, como hongo que mantiene el proceso de degradación: el basidiomiceto va descomponiendo la lignina y el actinomiceto degrada la celulosa, etc. A partir de estas fases, el componente orgánico va sintetizando el coloide húmico, vitamina, hormona, antibiótico y el demás compuesto que promueve el desarrollo de la planta. Se van reduciendo las materias orgánicas receptivas de facilitar los carbonos; esto reduce las actividades biológicas y las participaciones de la bacteria termófila, ofreciendo lugares al haberse avanzado las temperaturas. Los pH se reducen, quedándose con las neutralidades en estas fases.

2.2.9. CONDICIONES DEL PROCESO DE COMPOSTAJE

Jaramillo y Zapata (2008), precisan que, en los métodos de compostajes, los microorganismos son los encargados de convertirse al sustrato, por ende, todos estos tipos de elementos que se puede impedir su desarrollo y aumento, alteran también sobre el método. Los elementos más considerables que actúan en este procedimiento biológico son: pH, humedad, temperatura, oxígeno, relación C/N y población microbiana.

A. Temperatura. La etapa mesófila y termófila de los métodos, comentados con anterioridad, tiene unos lapsos muy buenos de temperaturas. Se han registrado que las rapideces de aumentos se repiten alrededor de incrementos de 10 °C, hasta alcanzar a las temperaturas ideales. Cerca de 70 °C se impiden los desempeños microbianos; por ello, son muy considerables las aireaciones de los compost para reducir las temperaturas y así impedir las pérdidas del microorganismo. Desde esta variación de temperaturas, el almacenamiento bacteriano se va presentando uno tras otro. Dichos ciclos se conservan hasta el desgaste de nutriente, reduciendo la temperatura y la presencia del microorganismo.

- B. Humedad.** En los composts resulta muy fundamental impedir las humedades altas, ya que cuando están muy elevadas, los aires de los espacios entre partículas de residuo se trasladan y los métodos pasan a ser anaerobios. Asimismo, si las humedades son muy deficientes, reducen las actividades de los microorganismos y los procedimientos se retrasan. Se tiene en cuenta el nivel máximo de humedades entre 40 % y 60 %; este depende del tipo de materiales a usar.
- C. pH:** Los compost facilitan unos amplios intervalos de pH (3.0–7.0); de todos modos, el valor máximo se ubica entre 5.5 y 7.0, porque la bacteria prefiere un medio aproximadamente neutro, mientras que el hongo se establece mejor en unas formas ligeramente ácidas. Los valores del pH caen mínimamente desde las fases de enfriamiento, alcanzando valores de 6 a 7 en los compostajes maduros. Las NTC 5167 de 200416 dicen que, si los resultantes se dispersan en las aguas, sus descomposiciones no deben desarrollar pH alcalinos; por consiguiente, no mayores de 7.
- D. Oxígeno.** el microorganismo dispone del oxígeno adecuado para que se dé el método aerobio, esto se alcanza por medio de la aireación. Si se asegura el oxígeno requerido para que se establece el método, se puede disponer un compostaje acelerado y muy buen nivel, previniendo problemas de malos aromas.
- E. Nutrientes.** Unas relaciones C/N de 20–35 son oportunas al inicio de los métodos; pero si la situación es muy considerable, se reduce la actividad biológica porque las materias orgánicas a compostas son escasamente biodegradables; por eso las demoras de los métodos no se deben a las escaseces de nitrógenos, sino a la cantidad de los carbonos. Dimensiones de partícula: Sus tamaños de las partículas no resultan ser ni muy gruesos ni muy finos; si son muy finos, se adquieren productos enredados, lo que bloquean los ingresos de los aires a las profundidades de las masas y no se procederán a llevar a cabo fermentaciones aerobias generales. Cuando la partícula es

demasiado enorme, las fermentaciones aeróbicas llegarán al sitio únicamente en las zonas de las masas destrozadas. Aunque las trituraciones de los materiales ayudan a los golpes microbianos, no se permiten alcanzar al borde de reducir las permeabilidades; por eso se indican tamaños de partículas de 1 a 5 cm (Jaramillo y Zapata, 2008).

2.2.10. TÉCNICAS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS

a. Compostaje en Pilas

Se describe el método de compostaje en pilas, donde los residuos orgánicos se apilan en largas hileras o montones que se voltean periódicamente para mantener la aireación.

Ventajas y Desventajas: Se discuten los beneficios, como su simplicidad y bajo costo, y las limitaciones, como la necesidad de espacio y la posible generación de olores.

Aplicabilidad: Se analiza su uso en comunidades rurales y en plantas de compostaje de pequeña a mediana escala (Díaz et al., 2020).

b. Compostaje en Montones Estáticos Aireados

Se explica el método en el que los residuos se apilan en montones que no se voltean, pero se airean mediante tubos perforados o sistemas de ventilación forzada.

Ventajas y Desventajas: Se destacan las ventajas, como la reducción de mano de obra, y las desventajas, como la mayor necesidad de control técnico y equipos.

Aplicabilidad: Se discute su uso en instalaciones donde el control de olores es crítico o donde el volteo frecuente no es práctico (Wichuk y McCartney, 2010).

c. Compostaje en Tambor o Compostaje en Tambores Giratorios

Se describe el uso de tambores giratorios cerrados para mezclar y airear los residuos orgánicos, acelerando el proceso de descomposición.

Ventajas y Desventajas: Se analizan los beneficios, como la aceleración del compostaje y el control de factores ambientales, y las desventajas, como el costo inicial y la capacidad limitada.

Aplicabilidad: Se discute su uso en entornos urbanos, comunidades con espacio limitado, y para compostaje a pequeña escala (Slater y Frederickson, 2001).

d. Vermicompostaje

Se explica el proceso en el que lombrices (generalmente de la especie *Eisenia fetida*) se utilizan para descomponer residuos orgánicos en compost de alta calidad.

Ventajas y Desventajas: Se destacan las ventajas, como la producción de un compost rico en nutrientes, y las desventajas, como la necesidad de condiciones ambientales específicas y el tiempo prolongado.

Aplicabilidad: Se analiza su idoneidad para la gestión de residuos orgánicos en hogares, escuelas, y proyectos de agricultura urbana.

e. Compostaje en In-Vessel (en Contenedores Cerrados)

Se describe este método que utiliza contenedores cerrados, donde se controla de manera precisa la temperatura, la humedad, y la aireación para optimizar el proceso de compostaje.

Ventajas y Desventajas: Se analizan los beneficios, como la eficiencia y la capacidad de manejar residuos en espacios reducidos, y las limitaciones, como el costo elevado y la complejidad técnica.

Aplicabilidad: Se discute su uso en instalaciones urbanas, grandes productores de residuos orgánicos, y proyectos de compostaje industrial (Barrington, 2002).

2.2.10.1. EL COMPOSTADOR

De Santos y Urquiaga (2013), Señalan que se sabe una extensa variedad de diseño de compostadores de distintos materiales y tamaños y formas. Se propone los 17 diseños que sean removible, abierto por la base y en sus partes. Dichos compostadores disponen de distintas ranuras, agujeros o aberturas del extremo que así ayuda al camino del aire en su interior. Asimismo, se deben poseer unas tapaderas que formen unas capas contra las aguas de la lluvia. Las materias primas recomendables son los plásticos, por ser gruesos, y la ventaja variada hace que dicho diseño de compostador sean unos componentes demasiado permanentes en los transcurrir de los tiempos. En general, el compostador tiene las mismas funcionalidades: servir como modos o contenedores en los que se relaciona con el microorganismo y también con las materias orgánicas; en un caso diferente, también se combina con otro tipo de organismo, como las lombrices rojas californianas; a este último se le suele denominar lombricompostador, vermicompostador o almacenamiento de lombricompostaje (De Santos y Urquiaga, 2013). Existen unas variedades de diseños de compostadores que fue diseñado para realizar estos métodos; las materias orgánicas presentan unos cambios biológicos por intermedio de microorganismo más enormes, como son las lombrices rojas californianas, ya que este responde a distinta situación, preferencia y material utilizado (De Santos y Urquiaga, 2013).

Por lo tanto, los diseños más conocidos son los del método discontinuos; puesto que necesitan en cada etapa de interrumpir por cierto tiempo cuando los recipientes del compostador se han cargados, por lo que nos da parar la alimentación para cosechar el

abono y continuando nuevamente. Asimismo, hay diferentes maneras experiencias por lo cual el método es continuo, sin necesidad de acabar o reanudar el proceso (De Santos y Urquiaga, 2013). Las maneras más sencillas de los compostadores son solo depósitos reducidos con drenajes en las partes traseras, que se protegen del agua lluviosa y de los soles directos; sin embargo, se elige un diseño —el más conocido en nuestro medio— en el que se toma en cuenta no llevar sellados herméticos, pues estos serían insostenibles al realizar los procesos. A continuación se indica este diseño: caja plástica rectangular, cajón de madera, pileta de cemento, blocks, ladrillos o piedras, cubeta plástica, tina reciclada y llanta reciclada. Son muy necesarias las precisiones de que las superficies del compostador tienden a cambiar según las cantidades de materias orgánicas que se requieran convertir o según cuántas se generen en su funcionamiento; además, los modelos son cuestión de cada consumidor, ya que también aplican a las maneras en que los aprovechen o al material que tenga a su gama, en término físico y económico (De Santos y Urquiaga, 2013).

Normativa del compost

Según Quizhpi (2014), La solución que se describe a continuación es una normativa europea, en procesos que se llevan a cabo en Chile, y sirve de referencia como estándar de calidad. La normativa aplica a los composts registrados en Chile, así como a los composts importados; aspira a impulsar las gestiones convenientes del residuo sólido orgánico generado en el territorio, para evitar las implementaciones de plaga que permiten incorporarse a los productos importados, y promueve y fomenta los desarrollos de la industria nacional del compostaje.

En esta normativa se determinan en tres clases de compostaje:

- Compost clase A: Es el efecto a alcanzar las concentraciones

más altas de metal pesado (Arsénico 15 mg/kg, Cadmio 2 mg/kg, Cobre 100 mg/kg, Cromo 120 mg/kg, Mercurio 1 mg/kg, Níquel 20 mg/kg, Plomo 100mg/kg, Zinc 200 mg/kg de compostaje en criterio seco), su conductibilidad eléctrica tiende a ser menos de 3dS/m y su relación carbono/nitrógeno necesita ser menos o casi a veinticinco. Esta productividad no entrega ninguna limitación del uso.

- Clase B: Se debe consumir a la máxima concentración de metales pesados. (Arsénico 20 mg/kg, Cadmio 8 mg/kg, Cobre 1000 mg/kg, Cromo 600 mg/kg, Mercurio 4 mg/kg, Níquel 80 mg/kg, Plomo 300mg/kg, Zinc 2000 mg/kg de compost base seca), su conductividad debería ser inferior a 8 dS / m y su relevancia al carbono / nitrógeno debe ser inferior a 30. Si la conductividad supera los 3dS / m, este producto puede tener restricciones de uso, en estos casos, es recomendable combinar dos o más métodos para mejorar la calidad del compost: estructura del suelo, reducción por aplicación de azufre el pH, aplicación de yeso (SO_4Ca) para intercambiar el Na^+ por el Ca^{2+} y aplicaciones de yeso ($\text{SO}_4\text{Ca} \times 2\text{H}_2\text{O}$)
- Compost Inmaduro: Se trata de un material orgánico que ha pasado por las etapas termofílica y termofílica del compostaje, sufre una degradación inicialmente, sin embargo, no ha alcanzado la baja temperatura y la etapa de madurez requerida para obtener compost. A o B.

A continuación, los parámetros clasificados se explican a continuación:

- Reducción de Patógenos: Para deshacerse de los patógenos la temperatura de compost debe permanecer por encima a 55°C o más, por un tiempo determinado antes de los quince días.
- Olores: El compostaje no puede tener un olor fuerte, excepto

por el olor característico de la madera.

- Humedad: El compostaje de toda clasificación no puede ser inferior a 30% de pesado.
- Metales pesados: Zinc 200mg/kg y Cobre 100 mg/kg en base seca.
- Respecto al C/N: Compost clase A: entre 10-25. Compost clase B: entre 10-40. Compostaje Inmaduro: Superior a cincuenta.
- Ph: Compost clase A: 7.0-8.0. Compost clase B: 6.5-8.5. Compostaje inmaduro 6.0-8.5.
- Madurez: Posterior a la aparición del (compostaje) de 24hrs. en situaciones anaeróbicas a una temperatura de 55°C, el pH del producto puede ser superior a 6.5. Materia orgánica: El contenido orgánico de todo el compost debe ser igual o superior del 25% en base seca.
- Productividad agrícola: Brotación de semilla: Superior o inferior a dos semillas de maleza brotada/litro compostaje. Tóxica a las plantas: Puede progresar un 90% de la vegetación referencial (plantación sin compostaje) (Se vuelve indispensable para la definición de especie) (Quizhpi, 2014).

2.2.10.2. ACTIVADORES BIOLÓGICOS EN EL COMPOSTAJE

Los activadores biológicos son sustancias que contienen microorganismos o nutrientes que estimulan la actividad microbiana, acelerando la descomposición de la materia orgánica. Al añadir estos activadores al proceso de compostaje, se favorece la proliferación de bacterias y hongos, lo que facilita la transformación rápida y eficiente de los residuos en compost.

- a. Yogurt natural como activador biológico:** El yogurt natural es un alimento fermentado que contiene una alta concentración

de bacterias probióticas, principalmente de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Estas bacterias son capaces de descomponer compuestos orgánicos complejos, especialmente aquellos que contienen carbohidratos y proteínas. Su aplicación en el compostaje podría tener los siguientes efectos:

- Estimulación de la descomposición: Las bacterias del yogurt pueden descomponer los residuos ricos en carbohidratos, acelerando la conversión de materia orgánica en compost.
- Reducción del tiempo de compostaje: Al aumentar la actividad microbiana, el yogurt podría reducir el tiempo total necesario para que los residuos se transformen en compost estable.
- Mejora de la calidad del compost: El yogurt podría contribuir a aumentar la cantidad de microorganismos beneficiosos en el compost final, lo que mejoraría su calidad en términos de estructura y contenido de nutrientes.

b. Chicha de jora como activador biológico: La chicha de jora es una bebida tradicional andina fermentada, obtenida a partir de maíz jora (germinada y malteada). Este proceso genera una solución rica en levaduras y bacterias del ácido láctico, que también son importantes para la descomposición de materia orgánica. Al igual que el yogurt, la chicha de jora puede actuar como un activador biológico en el compostaje debido a sus propiedades fermentativas:

Aumento de la biodiversidad microbiana: La chicha de jora contiene bacterias y levaduras que pueden complementar las comunidades microbianas naturales del compost, mejorando su eficiencia en la descomposición.

Fermentación acelerada: Las levaduras presentes en la chicha de jora podrían ayudar a fermentar residuos ricos en carbohidratos, como cáscaras de frutas y verduras, reduciendo el

tiempo necesario para que los residuos se degraden completamente.

Estabilización de pH: Dado que la fermentación genera ácidos orgánicos, la chicha de jora podría ayudar a mantener un pH equilibrado durante el proceso de compostaje, lo que favorece la actividad microbiana.

c. Impacto de los activadores biológicos en el compostaje: El uso de yogurt natural y chicha de jora como activadores biológicos en el compostaje podría tener varios impactos positivos en el proceso y en el producto final:

- Reducción del tiempo: Al acelerar la descomposición de los residuos orgánicos, estos activadores permitirían un compostaje más rápido, lo que se traduce en un proceso más eficiente para el manejo de residuos orgánicos.
- Disminución del volumen: La mayor eficiencia del proceso de compostaje, impulsada por los microorganismos presentes en el yogurt y la chicha de jora, podría reducir el volumen final de residuos, permitiendo obtener compost en una forma más compacta y rica en nutrientes.
- Mejora en la calidad del compost: El compost obtenido mediante el uso de activadores biológicos podría tener un mayor contenido de nutrientes y una mejor estructura física, lo que lo convierte en un fertilizante orgánico de alta calidad para su uso en la agricultura o en jardines urbanos.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Compost:** Procedimiento en que se produce la descomposición biológica controlando los residuos en la existencia del aire (método aerobio), formación biológica, por donde los residuos orgánicos biodegradables se

degradan ofreciendo un sitio al producto terminado y completado. (Nieves, 2011)

- **Generación de Residuos Sólidos:** Es muy cambiante y está claramente relacionado con el hábito del consumo y con los avances económicos (patrones de producción); aun así, en modos totales, el máximo porcentaje de residuos sólidos domiciliarios tiene la materia orgánica. (Aguilar, et al., 2009).
- **Materia orgánica:** Conjunto heterogéneo de compuestos de carbono formado por la acumulación de sustancias de origen vegetal y animal descompuestas parcial o completamente en estado de descomposición continua. (Berríos, 2015)
- **Residuos Sólidos:** Representan una parte irrelevante, debido a un material que ha habido un procesamiento. Otro concepto considerable es la de ser algunos productos han estado en estado sólido, estado líquido y gaseoso, provocando las actividades humanas en métodos de eliminación, modificación y utilización, y que están destinados a desechar al no tener uno del valor para su propiedad (Vértice, 2008).
- **Vermicompost:** Se define a los excrementos de las lombrices especialmente a modificar los residuos orgánicos y por ellos a los que se generan de las lombrices del suelo tal que los desechos de su digestión. (Azabache, 2003)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: El uso de activadores biológicos influye significativamente en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos en el condominio Los Portales, Pillco Marca, Huánuco.

Ho: El uso de activadores biológicos no influye significativamente en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos en el condominio Los Portales, Pillco Marca, Huánuco.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

- Hi: El uso de activadores biológicos mejora significativamente el contenido nutricional del compost.
- Ho: El uso de activadores biológicos no mejora significativamente el contenido nutricional del compost.
- Hi: Los activadores biológicos incrementan la velocidad de descomposición de los residuos orgánicos.
- Ho: Los activadores biológicos no incrementan significativamente la velocidad de descomposición de los residuos orgánicos
- Hi: El compostaje con activadores biológicos presenta mejores resultados que el compostaje sin ellos bajo condiciones controladas.
- Ho: El compostaje con activadores biológicos no presenta mejores resultados que el compostaje sin ellos bajo condiciones controladas

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Activadores biológicos.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad del compost

2.6. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

TÍTULO: “Evaluación de los activadores biológicos en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos de los residentes del condominio los portales, Pillco Marca- Huánuco 2024”

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento
calidad del compost	Calidad del compost	Nutrientes	Porcentaje (%)	Laboratorio
		Materia orgánica	Porcentaje (%)	
		Ceniza	Porcentaje (%)	
		Materia seca	Porcentaje (%)	
Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento
activadores biológicos	Yogurt natural	tiempo	Días	Cuaderno de campo
				Balanza
	Chica de jora	Volumen	Litros (L)	
				Balanza

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el presente proyecto de investigación se empleó un diseño de tipo experimental, de corte transversal, con un enfoque cuantitativo - aplicada. (Hernández, 2014).

3.1.1. ENFOQUE

En cuanto al enfoque fue de tipo cuantitativo, porque se plantea un estudio concreto, con revisiones anteriores literatos sobre este tema tratado. (Hernández, 2014)

La recolección de los datos obtenidos para determinar la hipótesis, a partir de las mediciones numéricas y los cálculos estadísticos.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

En el presente proyecto de investigación se usó el alcance aplicativo, ya que determino las causas de los fenómenos que ocurrirán en la ejecución del proyecto. (Hernández, 2014)

3.1.3. DISEÑO

De acuerdo con Hernández et al. (2014), el presente estudio corresponde a un diseño pre-experimental, ya que se manipula una sola variable independiente (uso de activadores biológicos) para observar sus efectos sobre la variable dependiente (calidad y proceso del compostaje), sin que exista control riguroso de todos los factores externos.

O → X → G2

Donde:

O: Residuos orgánicos.

X: aplicación de los acelerantes

X1: yogurt natural

X2: Chicha de jora

G2: elaboración de compost.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

En este caso la población fueron los residuos sólidos producidos por los residentes del condominio, el universo es el distrito de Pillco Marca y la muestra son los residuos de las personas que habitan en el condominio.

3.2.2. MUESTRA

La muestra fueron los tratamientos realizados en la compostera ubicado en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco.

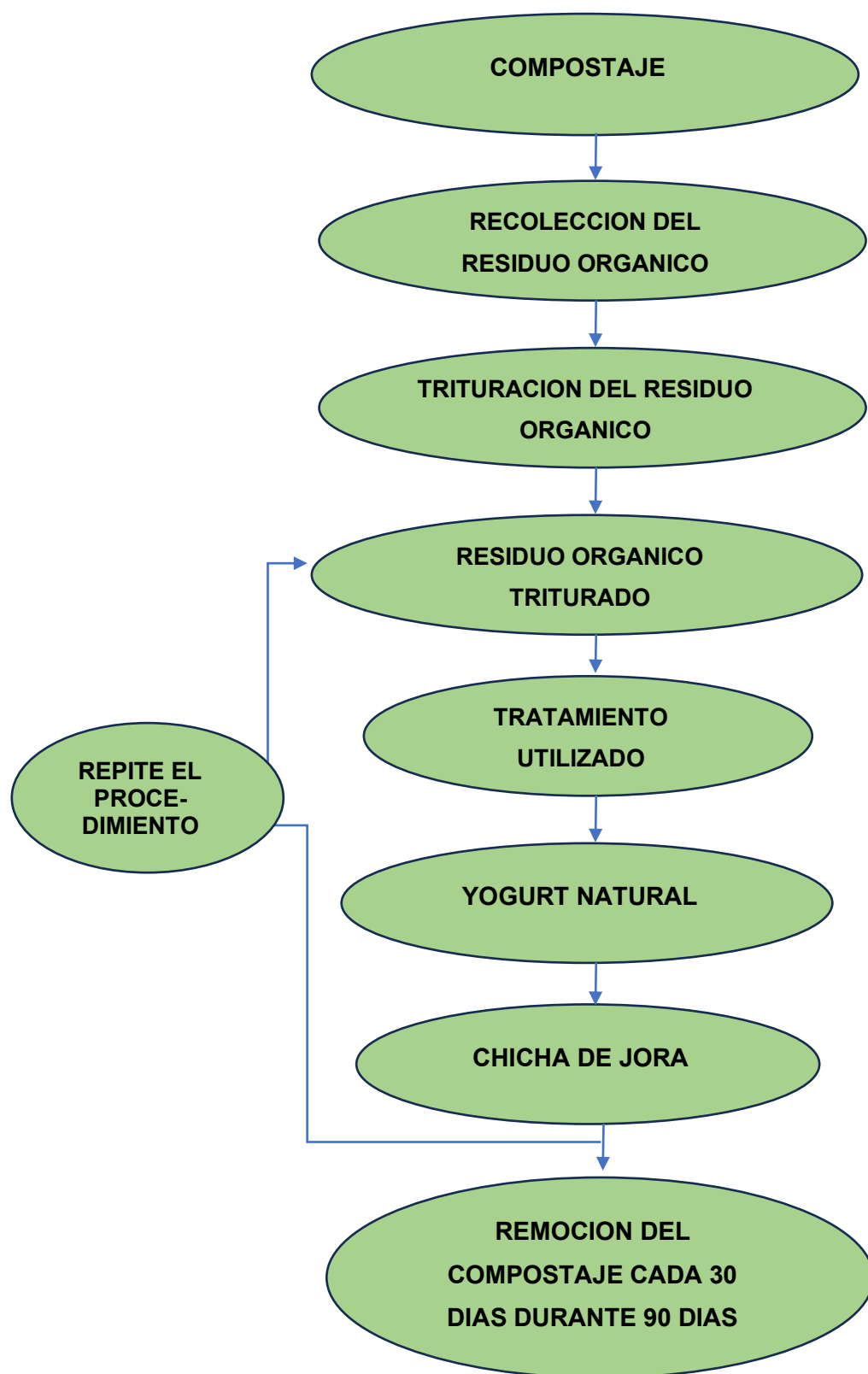
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICAS

A. Se uso la técnica observacional:

Es donde se reconoció el área en estudio y las expectativas que tendremos.

Figura 1
Flujograma del proceso de compostera



Nota. (Cabrera y Rossi, 2019)

3.3.2. INSTRUMENTOS

Los instrumentos a usar en la recolección de datos fueron los siguientes:

- ✓ **Cuaderno de campo:** Anotación de datos relevantes.
- ✓ **Croquis:** El croquis sirvió para delimitar el área donde recopilaremos información y los residuos sólidos que usaremos.
- ✓ **Fuentes bibliográficas:** Sirvió para obtener datos anteriores.
- ✓ Cuaderno de campo, fichas de recolección de datos, equipo de medición de parámetros físicos y químicos.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- ✓ Los datos se procesaron luego de la aplicación del instrumento.
- ✓ Los datos también fueron procesados por el método electrónico según el programa SPSS- Versión 24.
- ✓ A través de la estadística inferencial los datos se procesaron.
- ✓ Los datos fueron ejecutados y contrastados en el programa Excel 2016.

3.4.2. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El informe de datos se analizará en el programa Excel 2016 y en el Software SPSS- Versión 24, su interpretación de cada cuadro y gráficos estadístico serán plasmados en los resultados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Tabla 1

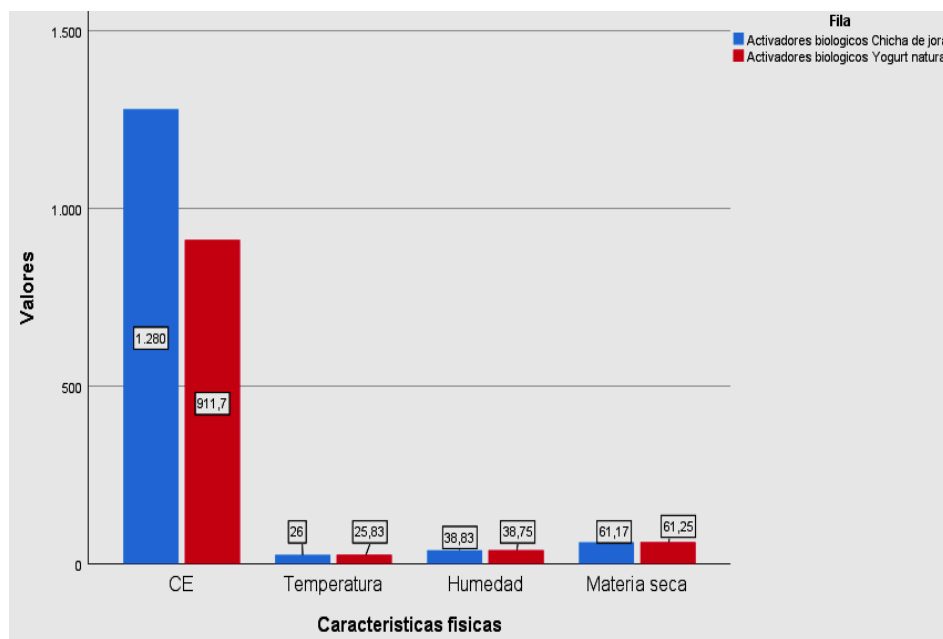
Activadores biológicos en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024

Activadores biológicos	CE		T°		Humedad		Materia seca	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
Chicha de jora	1280	277	26	0	38,83	2,96	61,17	2,96
Yogurt natural	912	139	26	0	38,75	2,21	61,25	2,21

En la tabla 1 se describe las características físicas del compostaje de residuos orgánicos, en relación a la conductividad eléctrica la chicha de jora tiene una mayor CE que el yogurt natural, lo que sugiere una mayor concentración de sales y otros iones en su composición. La temperatura es constante para ambos, lo que indica que las mediciones se realizaron en condiciones controladas o una temperatura ambiente estable. En relación a la humedad no hay una diferencia significativa entre ambos activadores biológicos, lo que indica que tienen composiciones relativamente similares en cuanto a contenido de agua. Ambos activadores tienen casi el mismo contenido de materia seca, lo que indica que la proporción de sólidos disueltos y compuestos orgánicos es muy similar en ambos casos. En conclusión, la principal diferencia entre ambos activadores biológicos es la conductividad eléctrica, donde la Chicha de jora muestra un valor más alto, lo que podría indicar una mayor presencia de minerales o compuestos iónicos.

Gráfico 1

Activadores biológicos en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024



En el gráfico 1 se describe las características físicas del compostaje de residuos orgánicos, en relación a la conductividad eléctrica la chicha de jora tiene una mayor CE que el yogurt natural, lo que sugiere una mayor concentración de sales y otros iones en su composición. La temperatura es constante para ambos, lo que indica que las mediciones se realizaron en condiciones controladas o una temperatura ambiente estable. En relación a la humedad no hay una diferencia significativa entre ambos activadores biológicos, lo que indica que tienen composiciones relativamente similares en cuanto a contenido de agua. Ambos activadores tienen casi el mismo contenido de materia seca, lo que indica que la proporción de sólidos disueltos y compuestos orgánicos es muy similar en ambos casos. En conclusión, la principal diferencia entre ambos activadores biológicos es la conductividad eléctrica, donde la Chicha de jora muestra un valor más alto, lo que podría indicar una mayor presencia de minerales o compuestos iónicos.

Tabla 2

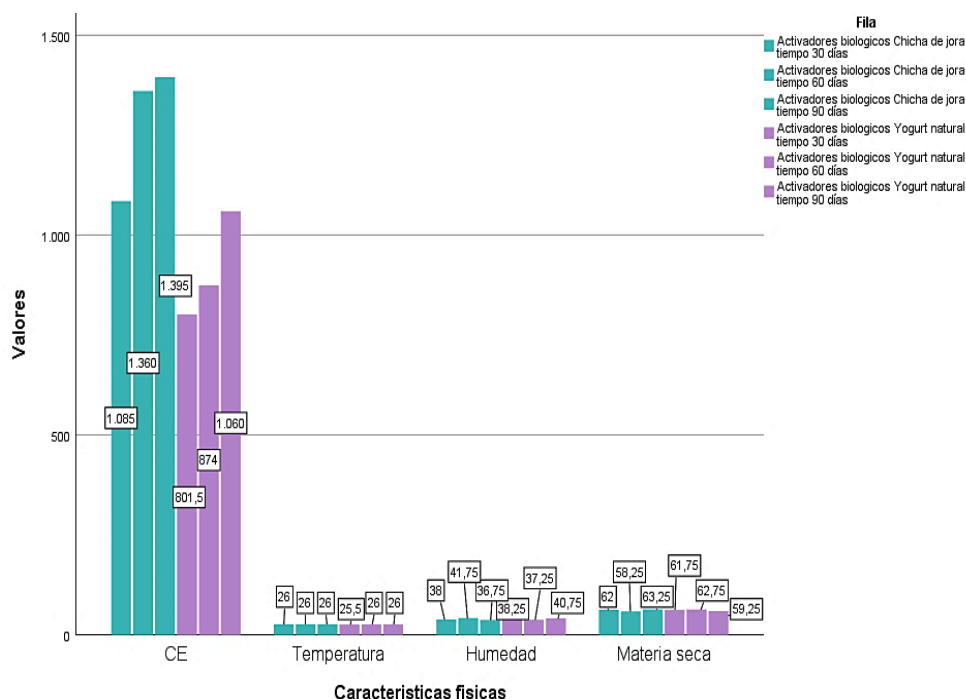
Activadores biológicos según el tiempo en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024

Activadores biológicos		CE		T°		Humedad		Materia seca	
		X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
Chicha de jora	30 días	1085	289	26	0	38,00	,71	62,00	,71
	60 días	1360	325	26	0	41,75	2,47	58,25	2,47
	90 días	1395	281	26	0	36,75	3,18	63,25	3,18
Yogurt natural	30 días	802	37	26	1	38,25	,35	61,75	,35
	60 días	874	122	26	0	37,25	3,18	62,75	3,18
	90 días	1060	100	26	0	40,75	1,06	59,25	1,06

En la tabla 2 se describe las características físicas del compostaje según tiempo. En cuanto a la CE ambos activadores aumentan su conductividad eléctrica con el tiempo, indicando una mayor liberación de minerales y compuestos solubles conforme avanza la fermentación. La temperatura no parece influir en los cambios observados, lo que indica condiciones ambientales controladas o estables. En relación a la humedad, en la chicha de jora fluctúa con el tiempo con un pico en los 60 días, y el yogurt natural tiene menor variabilidad. La disminución de la materia seca en ciertos momentos podría estar relacionada con la producción de metabolitos líquidos o el procesamiento de algunos componentes sólidos en la fermentación.

Gráfico 2

Activadores biológicos según el tiempo en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024



En el gráfico 2 se describe las características físicas del compostaje según tiempo. En cuanto a la CE ambos activadores aumentan su conductividad eléctrica con el tiempo, indicando una mayor liberación de minerales y compuestos solubles conforme avanza la fermentación. La temperatura no parece influir en los cambios observados, lo que indica condiciones ambientales controladas o estables. En relación a la humedad, en la chicha de jora fluctúa con el tiempo con un pico en los 60 días, y el yogurt natural tiene menor variabilidad. La disminución de la materia seca en ciertos momentos podría estar relacionada con la producción de metabolitos líquidos o el procesamiento de algunos componentes sólidos en la fermentación.

Tabla 3

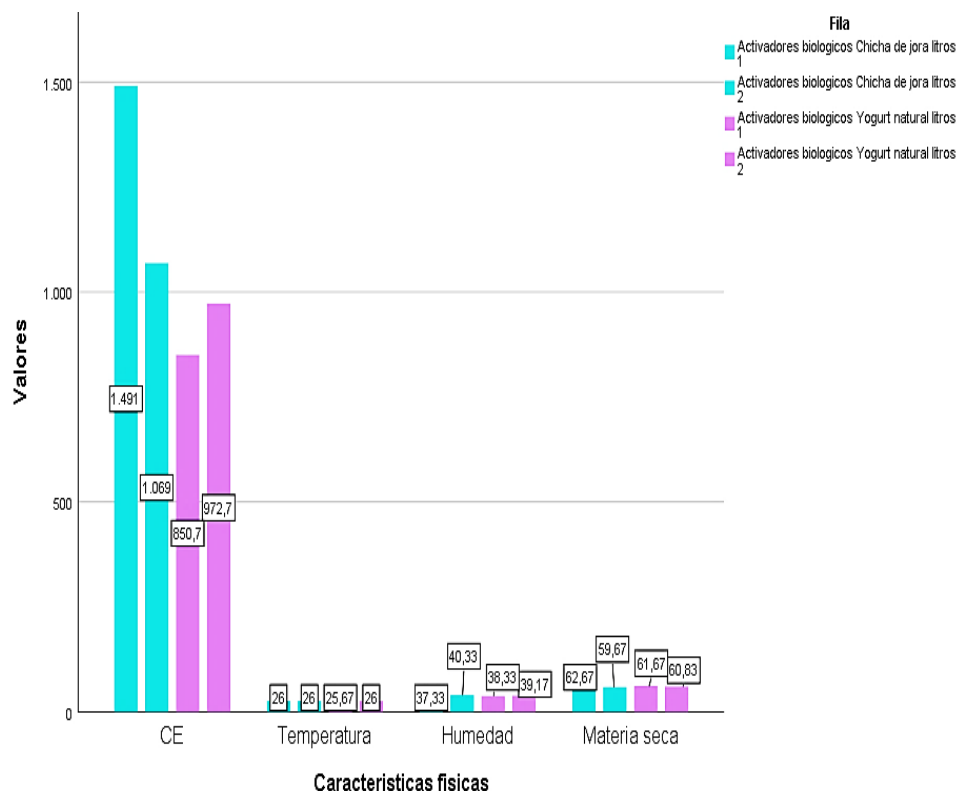
Activadores biológicos según litro en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024

Activadores biológicos		CE		T°		Humedad		Materia seca	
		X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
Chicha de jora	1 litro	1491	175	26	0	37,33	2,75	62,67	2,75
	2 litros	1069	167	26	0	40,33	2,75	59,67	2,75
Yogurt natural	1 litro	851	120	26	1	38,33	3,25	61,67	3,25
	2 litros	973	151	26	0	39,17	1,04	60,83	1,04

En la tabla 3 en relación a la CE, con la Chicha de jora disminuye con el aumento de volumen, a diferencia del yogurt natural, la CE aumenta con más volumen, lo que podría indicar una mejor homogeneización o liberación de minerales y electrolitos en la solución. No hay un efecto significativo del volumen sobre la temperatura, lo que indica condiciones estables durante la medición. En ambos activadores biológicos, la humedad tiende a ser mayor cuando el volumen es de 2 litros, lo que sugiere que una mayor cantidad de líquido puede retener más agua en la mezcla. La materia seca disminuye con el aumento de volumen en ambos casos. Esto puede deberse a una mayor dispersión de los sólidos en el líquido, reduciendo su concentración en cada unidad de volumen.

Gráfico 3

Activadores biológicos según litro en el proceso de las características físicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024



En el gráfico 3 en relación a la CE, con la Chicha de jora disminuye con el aumento de volumen, a diferencia del yogurt natural, la CE aumenta con más volumen, lo que podría indicar una mejor homogeneización o liberación de minerales y electrolitos en la solución. No hay un efecto significativo del volumen sobre la temperatura, lo que indica condiciones estables durante la medición. En ambos activadores biológicos, la humedad tiende a ser mayor cuando el volumen es de 2 litros, lo que sugiere que una mayor cantidad de líquido puede retener más agua en la mezcla. La materia seca disminuye con el aumento de volumen en ambos casos. Esto puede deberse a una mayor dispersión de los sólidos en el líquido, reduciendo su concentración en cada unidad de volumen.

Tabla 4

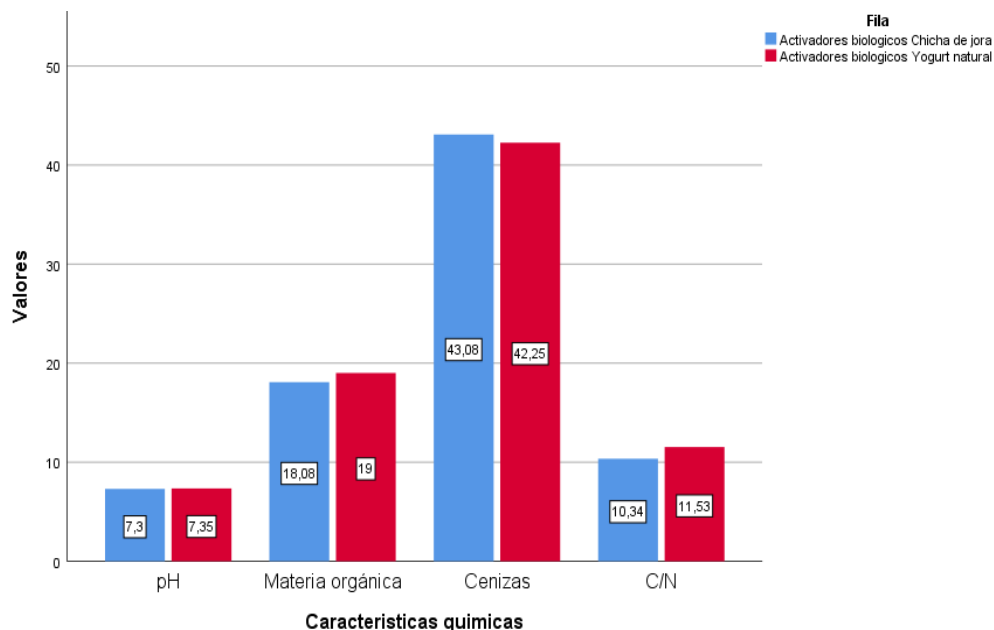
Activadores biológicos en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024

Activadores biológicos	pH		Materia orgánica		Cenizas		C/N	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
Chicha de jora	7,30	,06	18,08	,80	43,08	3,54	10,342	,270
Yogurt natural	7,35	,13	19,00	2,47	42,25	2,32	11,528	,515

En la tabla 4 se describe las características químicas, observando que en ambos activadores tienen un pH ligeramente alcalino, con valores muy similares. En relación a la materia orgánica, el yogurt natural tiene un contenido de materia orgánica ligeramente mayor que la chicha de jora. Dado que la materia orgánica representa los compuestos biológicos activos y degradables, esto podría indicar que el yogurt natural tiene una mayor cantidad de sustancias fermentables o residuos biológicos. Asimismo, en cuanto a las cenizas ambos activadores tienen valores similares, lo que sugiere que poseen concentraciones comparables de minerales y compuestos inorgánicos. Finalmente, la relación C/N es un indicador importante en procesos biológicos como la fermentación y la biodegradación. Un valor más alto en el yogurt natural sugiere que tiene más carbono en relación con el nitrógeno, lo que podría hacer que su degradación sea un poco más lenta en comparación con la chicha de jora. Ambos valores están dentro de un rango adecuado para favorecer la actividad microbiana en procesos de fermentación o compostaje.

Gráfico 4

Activadores biológicos en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024



En el gráfico 4 se describe las características químicas, observando que en ambos activadores tienen un pH ligeramente alcalino, con valores muy similares. En relación a la materia orgánica, el yogurt natural tiene un contenido de materia orgánica ligeramente mayor que la chicha de jora. Dado que la materia orgánica representa los compuestos biológicos activos y degradables, esto podría indicar que el yogurt natural tiene una mayor cantidad de sustancias fermentables o residuos biológicos. Asimismo, en cuanto a las cenizas ambos activadores tienen valores similares, lo que sugiere que poseen concentraciones comparables de minerales y compuestos inorgánicos. Finalmente, la relación C/N es un indicador importante en procesos biológicos como la fermentación y la biodegradación. Un valor más alto en el yogurt natural sugiere que tiene más carbono en relación con el nitrógeno, lo que podría hacer que su degradación sea un poco más lenta en comparación con la chicha de jora. Ambos valores están dentro de un rango adecuado para favorecer la actividad microbiana en procesos de fermentación o compostaje.

Tabla 5

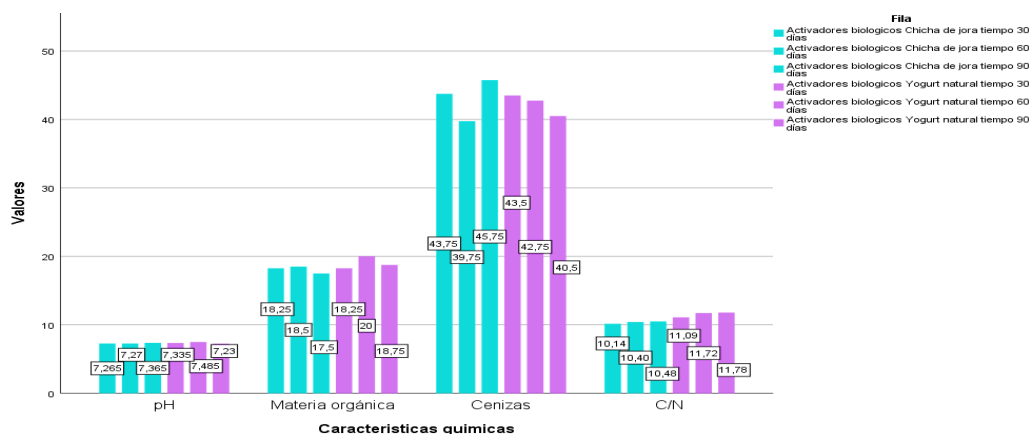
Activadores biológicos según el tiempo en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024

Activadores biológicos		pH		Materia orgánica		Cenizas		C/N	
		X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
Chicha de jora	30 días	7,27	,04	18,25	,35	43,75	,35	10,142	,356
	60 días	7,27	,01	18,50	1,41	39,75	3,89	10,403	,197
	90 días	7,37	,04	17,50	,00	45,75	3,18	10,482	,266
Yogurt natural	30 días	7,34	,02	18,25	2,47	43,50	2,83	11,086	,305
	60 días	7,49	,06	20,00	4,24	42,75	1,06	11,719	,546
	90 días	7,23	,13	18,75	1,77	40,50	2,83	11,779	,588

En la tabla 5 se describe los activadores biológicos en características químicas según el tiempo. El pH en la chicha de jora es bastante estable, lo que indica que la fermentación no genera grandes cambios en la acidez. En el yogurt natural, el aumento a los 60 días podría deberse a la liberación de compuestos alcalinos, mientras que la disminución a los 90 días sugiere una mayor actividad microbiana que produce ácidos orgánicos. En cuanto a la materia orgánica, en la chicha de jora disminuye con el tiempo, lo que sugiere una degradación progresiva de los compuestos orgánicos. En el yogurt natural, el aumento a los 60 días podría deberse a la liberación de biomoléculas durante la fermentación, pero la disminución a los 90 días sugiere un inicio de estabilización o consumo microbiano. Asimismo, en la chicha de jora, la reducción de cenizas a los 60 días podría deberse a la transformación de minerales por la actividad biológica. El aumento a los 90 días sugiere que parte de la materia orgánica se degradó, dejando una mayor proporción de minerales. En el yogurt natural, la reducción progresiva del contenido de cenizas sugiere que los minerales pueden haber sido utilizados o transformados por los microorganismos. En ambos activadores, el C/N aumenta ligeramente con el tiempo, lo que indica que el nitrógeno puede estar perdiéndose en forma de compuestos volátiles como el amoníaco. Un C/N más alto en el Yogurt natural sugiere que hay mayor contenido de carbono en relación con el nitrógeno, lo que puede hacer que la degradación de la materia orgánica sea más lenta en comparación con la Chicha de jora.

Gráfico 5

Activadores biológicos según el tiempo en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024



En el gráfico 5 se describe los activadores biológicos en características químicas según el tiempo. El pH en la chicha de jora es bastante estable, lo que indica que la fermentación no genera grandes cambios en la acidez. En el yogurt natural, el aumento a los 60 días podría deberse a la liberación de compuestos alcalinos, mientras que la disminución a los 90 días sugiere una mayor actividad microbiana que produce ácidos orgánicos. En cuanto a la materia orgánica, en la chicha de jora disminuye con el tiempo, lo que sugiere una degradación progresiva de los compuestos orgánicos. En el yogurt natural, el aumento a los 60 días podría deberse a la liberación de biomoléculas durante la fermentación, pero la disminución a los 90 días sugiere un inicio de estabilización o consumo microbiano. Asimismo, en la chicha de jora, la reducción de cenizas a los 60 días podría deberse a la transformación de minerales por la actividad biológica. El aumento a los 90 días sugiere que parte de la materia orgánica se degradó, dejando una mayor proporción de minerales. En el yogurt natural, la reducción progresiva del contenido de cenizas sugiere que los minerales pueden haber sido utilizados o transformados por los microorganismos. En ambos activadores, el C/N aumenta ligeramente con el tiempo, lo que indica que el nitrógeno puede estar perdiéndose en forma de compuestos volátiles como el amoníaco. Un C/N más alto en el Yogurt natural sugiere que hay mayor contenido de carbono en relación con el nitrógeno, lo que puede hacer que la degradación de la materia orgánica sea más lenta en comparación con la Chicha de jora.

Tabla 6

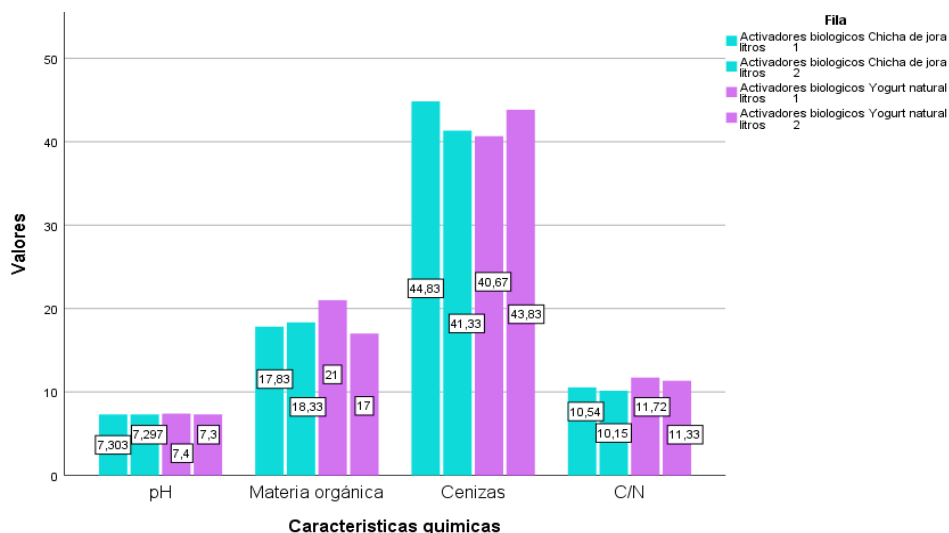
Activadores biológicos según litro en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024

Activadores biológicos		pH		Materia orgánica		Cenizas		CN	
		X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
Chicha de jora	1 litro	7,30	,08	17,83	,58	44,83	2,84	10,535	,139
	2 litros	7,30	,04	18,33	1,04	41,33	3,75	10,149	,225
Yogurt natural	1 litro	7,40	,11	21,00	1,73	40,67	1,89	11,723	,741
	2 litros	7,30	,15	17,00	,50	43,83	1,53	11,333	,031

En la tabla 6 se describe los activadores biológicos en características químicas según los litros utilizados. El pH en la Chicha de jora es estable sin importar el volumen, en el yogur natural, la leve disminución en el pH a mayor volumen puede indicar que una mayor cantidad favorece la actividad de los microorganismos que producen ácidos orgánicos. En relación a la materia orgánica, en la chicha de jora, la diferencia entre volúmenes no es significativa, a diferencia del yogur natural, la reducción de materia orgánica en el volumen mayor (2 litros) podría deberse a una mayor partición de compuestos orgánicos por microorganismos. Asimismo, en las cenizas en la chicha de jora, la reducción de cenizas en 2 litros podría indicar una mayor disolución o uso de los minerales en el proceso de fermentación. A diferencia del yogurt natural, que hay aumento del contenido de cenizas en el volumen mayor por la concentración de minerales no degradados. En ambos activadores, el C/N es ligeramente menor en 2 litros, lo que sugiere una posible mayor mineralización del nitrógeno en el volumen mayor, lo que facilita su disponibilidad.

Gráfico 6

Activadores biológicos según litro en el proceso de las características químicas del compostaje de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024



En el gráfico 6 se describe los activadores biológicos en características químicas según los litros utilizados. El pH en la Chicha de jora es estable sin importar el volumen, en el yogurt natural, la leve disminución en el pH a mayor volumen puede indicar que una mayor cantidad favorece la actividad de los microorganismos que producen ácidos orgánicos.

En relación a la materia orgánica, en la chicha de jora, la diferencia entre volúmenes no es significativa, a diferencia del yogurt natural, la reducción de materia orgánica en el volumen mayor (2 litros) podría deberse a una mayor partición de compuestos orgánicos por microorganismos.

Asimismo, en las cenizas en la chicha de jora, la reducción de cenizas en 2 litros podría indicar una mayor disolución o uso de los minerales en el proceso de fermentación. A diferencia del yogurt natural, que hay aumento del contenido de cenizas en el volumen mayor por la concentración de minerales no degradados.

En ambos activadores, el C/N es ligeramente menor en 2 litros, lo que sugiere una posible mayor mineralización del nitrógeno en el volumen mayor, lo que facilita su disponibilidad.

Tabla 7

Calidad del compost en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024

Activadores biológicos	N	P2O5	Ca	Mg	Na	K	Zn	Fe	Cu	Mn
Chicha de jora	,88	,839	1,138	,135	,075	,161	187,4	12206,5	165,6	436,5
Yogurt natural	,82	,712	1,166	,146	,074	,167	164,4	15418,7	262,7	473,9

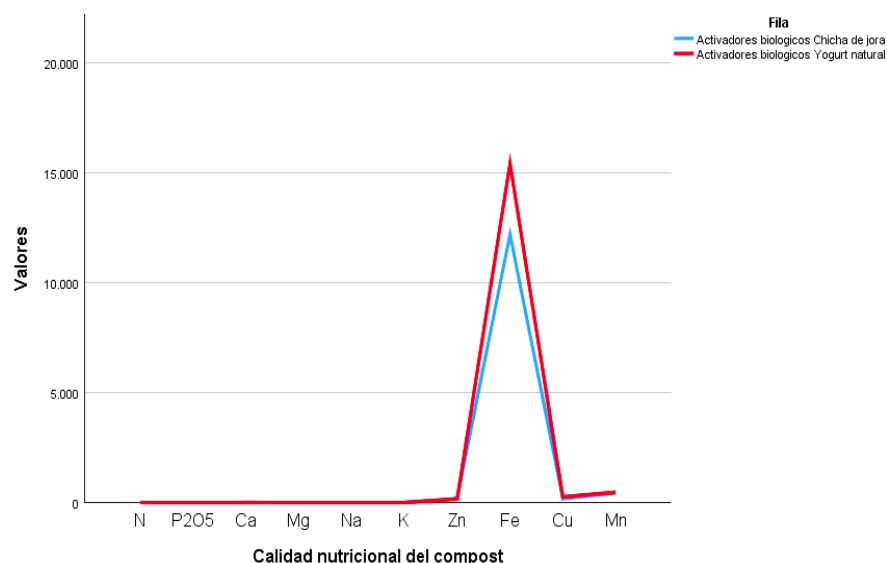
En la tabla 7 se describe la calidad del compost, siendo que los macronutrientes primarios (N y P2O5). Con la chicha de jora tiene un contenido ligeramente mayor de nitrógeno, lo que sugiere que podría favorecer más el desarrollo foliar y la actividad microbiana en el suelo; y el óxido de fósforo como elemento clave para el crecimiento de raíces y la floración de las plantas.

En cuanto a los macronutrientes secundarios (Ca, Mg, Na y K) ambos tienen niveles similares de calcio, que es importante para el fortalecimiento de las paredes celulares de las plantas. El yogurt natural contiene más magnesio, no hay una diferencia significativa en el contenido de sodio, lo que indica que ambos activadores tienen una cantidad baja de este elemento, lo cual es positivo, ya que niveles elevados de sodio pueden afectar la absorción de otros nutrientes. El yogurt natural tiene una ligera ventaja en potasio.

Asimismo, en los micronutrientes (Zn, Fe, Cu y Mn) la chicha de jora contiene más zinc, lo que ayuda a la síntesis de proteínas y el desarrollo de raíces. El yogurt natural tiene una cantidad significativamente mayor de hierro, así como el cobre y el manganeso.

Gráfico 7

Calidad del compost en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024



En el gráfico 7 se describe la calidad del compost, siendo que los macronutrientes primarios (N y P2O5). Con la chicha de jora tiene un contenido ligeramente mayor de nitrógeno, lo que sugiere que podría favorecer más el desarrollo foliar y la actividad microbiana en el suelo; y el óxido de fósforo como elemento clave para el crecimiento de raíces y la floración de las plantas.

En cuanto a los macronutrientes secundarios (Ca, Mg, Na y K) ambos tienen niveles similares de calcio, que es importante para el fortalecimiento de las paredes celulares de las plantas. El yogurt natural contiene más magnesio, no hay una diferencia significativa en el contenido de sodio, lo que indica que ambos activadores tienen una cantidad baja de este elemento, lo cual es positivo, ya que niveles elevados de sodio pueden afectar la absorción de otros nutrientes. El yogurt natural tiene una ligera ventaja en potasio.

Asimismo, en los micronutrientes (Zn, Fe, Cu y Mn) la chicha de jora contiene más zinc, lo que ayuda a la síntesis de proteínas y el desarrollo de raíces. El yogurt natural tiene una cantidad significativamente mayor de hierro, así como el cobre y el manganeso.

Tabla 8

Calidad del compost según tiempo en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024

Activadores biológicos		N	P205	Ca	Mg	Na	K	Zn	Fe	Cu	Mn
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chicha de jora	30 días	,90	,724	1,051	,127	,071	,148	169,2	8626,5	141,8	500,0
	60 días	,89	,851	1,175	,135	,077	,163	190,2	12528,4	169,6	385,7
	90 días	,84	,940	1,188	,144	,079	,172	202,7	15464,6	185,3	424,0
Yogurt natural	30 días	,83	,437	1,115	,135	,070	,156	147,3	8631,9	246,5	354,8
	60 días	,85	,771	1,156	,147	,073	,166	167,5	17941,6	269,1	468,0
	90 días	,79	,927	1,227	,157	,080	,179	178,2	19682,6	272,5	598,9

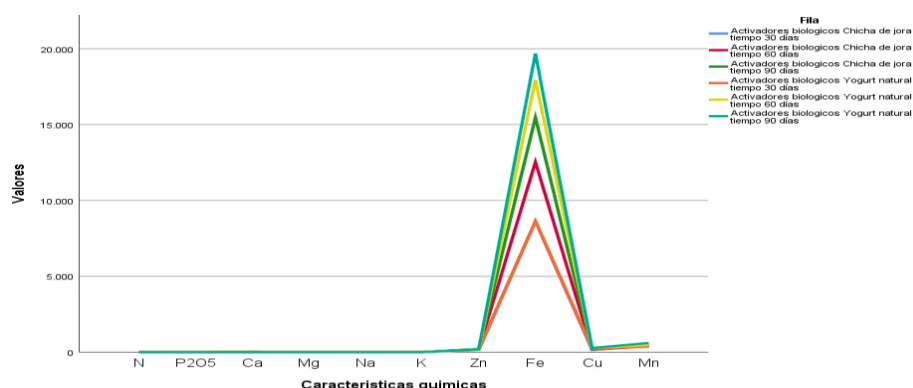
En la tabla 8 se describe la calidad del compost según tiempo en función a los activadores biológicos. En relación a los macronutrientes primarios, en ambos casos, el nitrógeno se reduce con el tiempo, posiblemente debido a la actividad microbiana que lo consume. Sin embargo, el activador con chicha de jora mantiene una concentración ligeramente mayor. Y en el óxido de fosforo ambos activadores aumentan su contenido con el tiempo, lo cual es beneficioso para la formación de raíces y floración. Sin embargo, la chicha de jora tiene un aumento más constante y estable.

En relación a los macronutrientes secundarios, el calcio tiene un contenido creciente con ambos activadores, el yogurt natural alcanza valores más altos en 90 días, el magnesio aumenta su contenido con el tiempo, y el sodio tiene bajos niveles de sodio con ambos activadores, el potasio, esencial para la resistencia de las plantas, se incrementa con el tiempo en ambos casos, con valores ligeramente mayores en el yogurt natural.

Finalmente, con los micronutrientes la chicha de jora contiene más zinc en todas las etapas, lo que favorece la síntesis de proteínas y el crecimiento de raíces. El yogurt natural alcanza una mayor concentración de hierro, lo cual es positivo para la fotosíntesis y la formación de clorofila. El yogurt natural tiene una cantidad significativamente mayor de cobre, lo que es beneficioso para la activación de enzimas en las plantas. Mientras que la Chicha de jora reduce su contenido de manganeso, el yogurt natural lo incrementa de manera significativa, lo que podría mejorar la resistencia al estrés oxidativo en las plantas.

Gráfico 8

Calidad del compost según tiempo en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024



En el gráfico 8 se describe la calidad del compost según tiempo en función a los activadores biológicos. En relación a los macronutrientes primarios, en ambos casos, el nitrógeno se reduce con el tiempo, posiblemente debido a la actividad microbiana que lo consume. Sin embargo, el activador con chicha de jora mantiene una concentración ligeramente mayor. Y en el óxido de fosforo ambos activadores aumentan su contenido con el tiempo, lo cual es beneficioso para la formación de raíces y floración. Sin embargo, la chicha de jora tiene un aumento más constante y estable. En relación a los macronutrientes secundarios, el calcio tiene un contenido creciente con ambos activadores, el yogurt natural alcanza valores más altos en 90 días, el magnesio aumenta su contenido con el tiempo, y el sodio tiene bajos niveles de sodio con ambos activadores, el potasio, esencial para la resistencia de las plantas, se incrementa con el tiempo en ambos casos, con valores ligeramente mayores en el yogurt natural. Finalmente, con los micronutrientes la chicha de jora contiene más zinc en todas las etapas, lo que favorece la síntesis de proteínas y el crecimiento de raíces. El yogurt natural alcanza una mayor concentración de hierro, lo cual es positivo para la fotosíntesis y la formación de clorofila. El yogurt natural tiene una cantidad significativamente mayor de cobre, lo que es beneficioso para la activación de enzimas en las plantas. Mientras que la Chicha de jora reduce su contenido de manganeso, el yogurt natural lo incrementa de manera significativa, lo que podría mejorar la resistencia al estrés oxidativo en las plantas.

Tabla 9

Calidad del compost según litros en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024

		N	P205	Ca	Mg	Na	K	Zn	Fe	Cu	Mn
Activadores biológicos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chicha de jora	1 litro	,85	,539	1,106	,123	,067	,149	146,4	6363,9	177,1	350,4
	2 litros	,90	1,138	1,170	,147	,084	,173	228,4	18049,0	154,1	522,8
Yogurt natural	1 litro	,90	,846	1,152	,143	,066	,173	155,7	17243,5	255,2	443,2
	2 litros	,75	,577	1,179	,150	,082	,160	173,1	13593,9	270,3	504,6

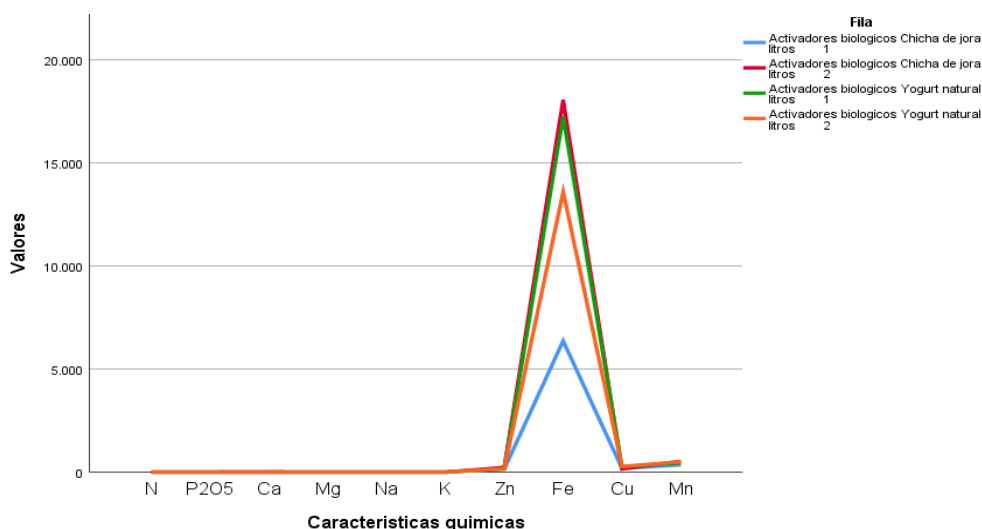
En la tabla 9 se describe la calidad del compost según litros en función a los activadores biológicos. En relación a los micronutrientes primarios, el nitrógeno con la chicha de jora es alto a mayor volumen, mientras que, en el yogurt natural, este disminuye. En cuanto al óxido de fósforo, con la chicha de jora hay mayor concentración en 2 litros, en el Yogurt natural, el fósforo baja en 2 litros.

Asimismo, con los micronutrientes secundarios. En ambos casos, más volumen favorece la retención de calcio, clave para la estructura celular, el aumento de magnesio en ambos sugiere mayor estabilidad del mineral en más volumen. El potasio se mantiene mejor en la chicha de jora, mientras que en el yogurt podría estar siendo utilizado por microorganismos o lixiviado.

Finalmente, en cuanto a los micronutrientes, el zinc aumenta con más volumen, lo que puede beneficiar el crecimiento y metabolismo vegetal. El hierro se concentra más en la Chicha de jora en mayor volumen, mientras que en el yogurt natural disminuye, lo que podría indicar una mayor absorción o precipitación. El yogurt natural conserva mejor el cobre en mayor volumen, lo que puede ser útil para la resistencia a enfermedades en plantas. Ambos activadores aumentan el manganeso en 2 litros, lo que favorece la fotosíntesis y resistencia al estrés vegetal.

Gráfico 9

Calidad del compost según litros en función del uso de activadores biológicos de residuos orgánicos en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024



En el gráfico se describe la calidad del compost según litros en función a los activadores biológicos. En relación a los micronutrientes primarios, el nitrógeno con la chicha de jora es alto a mayor volumen, mientras que, en el yogurt natural, este disminuye. En cuanto al óxido de fósforo, con la chicha de jora hay mayor concentración en 2 litros, en el Yogurt natural, el fósforo baja en 2 litros. Asimismo, con los micronutrientes secundarios. En ambos casos, más volumen favorece la retención de calcio, clave para la estructura celular, el aumento de magnesio en ambos sugiere mayor estabilidad del mineral en más volumen. El potasio se mantiene mejor en la chicha de jora, mientras que en el yogurt podría estar siendo utilizado por microorganismos o lixiviado.

Finalmente, en cuanto a los micronutrientes, el zinc aumenta con más volumen, lo que puede beneficiar el crecimiento y metabolismo vegetal. El hierro se concentra más en la Chicha de jora en mayor volumen, mientras que en el yogurt natural disminuye, lo que podría indicar una mayor absorción o precipitación. El yogurt natural conserva mejor el cobre en mayor volumen, lo que puede ser útil para la resistencia a enfermedades en plantas. Ambos activadores aumentan el manganeso en 2 litros, lo que favorece la fotosíntesis y resistencia al estrés vegetal.

4.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

Tabla 10

Variabilidad de activadores biológicos en la descomposición de residuos orgánicos sobre las características físicas del compost en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CE	Entre grupos	406640,083	1	406640,083	8,449	,016
	Dentro de grupos	481290,167	10	48129,017		
T°	Entre grupos	,083	1	,083	1,000	,341
	Dentro de grupos	,833	10	,083		
Humedad	Entre grupos	,021	1	,021	,003	,957
	Dentro de grupos	68,208	10	6,821		
Materia seca	Entre grupos	,021	1	,021	,003	,957
	Dentro de grupos	68,208	10	6,821		

En la tabla 10 se describe a través del análisis de varianzas (ANOVA) la efectividad de los activadores biológicos en las características físicas del compost. Observando que la conductividad eléctrica (CE) muestra diferencias significativas entre los grupos con $F = 8,449$, $p = 0,016$. Asimismo, la temperatura, humedad y materia seca no presentan diferencias significativas, lo que sugiere que las variaciones observadas pueden deberse al azar o no son lo suficientemente grandes para ser estadísticamente relevantes.

Tabla 11

Variabilidad de activadores biológicos en la descomposición de residuos orgánicos sobre las características químicas del compost en residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	,008	1	,008	,737	,411
	Dentro de grupos	,102	10	,010		
Materia orgánica	Entre grupos	2,521	1	2,521	,748	,407
	Dentro de grupos	33,708	10	3,371		
Cenizas	Entre grupos	2,083	1	2,083	,233	,640
	Dentro de grupos	89,583	10	8,958		
C/N	Entre grupos	4,218	1	4,218	24,933	,001
	Dentro de grupos	1,692	10	,169		

En la tabla 11 se describe a través del análisis de varianzas (ANOVA) la efectividad de los activadores biológicos en las características químicas del compost. Observando que el pH, Materia Orgánica y Cenizas no presentan diferencias significativas entre los grupos ($p > 0.05$). Esto sugiere que el tratamiento aplicado no tuvo un impacto considerable en estas variables. A diferencia de la relación C/N, donde se observa una diferencia altamente significativa ($p = 0.001$), lo que indica que los tratamientos afectan de manera notable la relación carbono/nitrógeno. Este análisis sugiere que, si bien algunas propiedades químicas no se ven alteradas significativamente por los tratamientos, la relación C/N sí varía de manera importante, lo que podría tener implicaciones en procesos biológicos como la división de materia orgánica o la disponibilidad de nutrientes.

Tabla 12

Variabilidad de activadores biológicos en la descomposición de residuos orgánicos sobre la calidad nutricional del compost en residentes del condominio Los Portales, Pillico Marca – Huánuco 2024

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
N	Entre grupos	,008	1	,008	1,454	,256
	Dentro de grupos	,055	10	,006		
P ₂ O ₅	Entre grupos	,048	1	,048	,489	,500
	Dentro de grupos	,986	10	,099		
Ca	Entre grupos	,002	1	,002	,524	,486
	Dentro de grupos	,044	10	,004		
Mg	Entre grupos	,000	1	,000	1,830	,206
	Dentro de grupos	,002	10	,000		
Na	Entre grupos	,000	1	,000	,028	,870
	Dentro de grupos	,001	10	,000		
K	Entre grupos	,000	1	,000	,372	,556
	Dentro de grupos	,003	10	,000		
Zn	Entre grupos	1591,972	1	1591,972	1,221	,295
	Dentro de grupos	13039,724	10	1303,972		
Fe	Entre grupos	30954461,666	1	30954461,666	,659	,436
	Dentro de grupos	469881619,081	10	46988161,908		
Cu	Entre grupos	28310,676	1	28310,676	69,255	,000
	Dentro de grupos	4087,873	10	408,787		
Mn	Entre grupos	4179,654	1	4179,654	,232	,641
	Dentro de grupos	180339,535	10	18033,954		

En la tabla 11 se describe a través del análisis de varianzas (ANOVA) la efectividad de los activadores biológicos en la calidad nutricional del compost. Observando que el Nitrógeno (N), Fósforo (P₂O₅), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K), Zinc (Zn), Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn) tienen valores de F bajos y una significancia mayor a 0,05. Esto indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, es decir, el contenido de estos nutrientes se mantiene relativamente estable entre las condiciones evaluadas. A diferencia del cobre que presenta un F-valor de 69,255 y un p-valor de 0,000 lo que indica una diferencia altamente significativa entre los grupos.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los compostajes son procesos biológicos complejos que dependen de un factor múltiple que incluye las composiciones del residuo, las relaciones carbono/nitrógeno (C/N), las humedades, las temperaturas y las presencias de microorganismo eficiente que facilita los procesamientos de las materias orgánicas (Huang et al., 2021). En estos estudios, se evaluaron los efectos de activador biológico, como las chichas de jora y los yogures naturales, en los procesos de compostajes del residuo orgánico generado por el residente del Condominio Los Portales, Pillco Marca - Huánuco, encontrándose una diferencia significativa en un parámetro clave.

La conductividad eléctrica (CE) son parámetros claves en los procesos de compostajes, ya que indican las concentraciones presentes de sal soluble en los materiales en procesamientos. Unos niveles elevados de CE pueden afectar las actividades microbianas y las calidades de los composts finales. (Bernal et al., 2017).

En estos estudios, se observarán que las CE variaron significativamente entre tratamiento, con valor más alto en el tratamiento con chicha de jora en comparaciones con los yogures naturales. Estos pueden deberse a las liberaciones de mineral, como los potasios y los sodios, durante las descomposiciones del residuo orgánico (Bustamante et al., 2019). Además, las CE tienden a aumentar conforme avanzan los procesos de compostajes, lo que son consistentes con estudio previo que indica que las mineralizaciones de las materias orgánicas generan ión soluble que incrementa las salinidades de los composts (Huang et al., 2021).

Las humedades son factores clave en los compostajes, ya que influyen en las actividades del microorganismo y en las biodegradaciones del residuo orgánico. Se recomienda que los contenidos de humedades de los composts se mantengan entre 40–60 % para favorecer las actividades biológicas sin generar la condición anaeróbica (Bernal et al., 2017).

En este estudio, se observó que la humedad inicial de los residuos orgánicos estaba dentro del rango óptimo, pero presentó una ligera reducción a medida que avanzaba el proceso. Esta disminución fue más notoria en los tratamientos con chicha de jora, lo que puede explicarse por la mayor actividad microbiana y el aumento de la temperatura, lo que acelera la evaporación del agua (Zhao et al., 2022).

El tratamiento con yogur natural retuvo mayor humedad durante el proceso, lo que podría estar relacionado con su composición y su capacidad de formar una matriz más estable con los residuos orgánicos. Sin embargo, valores de humedad excesivamente altos pueden limitar la aireación y favorecer la generación de condiciones anaeróbicas, lo que podría ralentizar el compostaje (González et al., 2021).

En este estudio, se verificará que la materia seca aumente progresivamente en todos los tratamientos, siendo más significativa en los tratamientos con chicha de jora. Esto indica una mayor transformación de la materia orgánica en compuestos más estables y una menor cantidad de agua retenida en el material final (Awasthi et al., 2020).

Los valores obtenidos en este estudio son comparables con investigaciones previas en compostaje con bioactivadores naturales, donde se ha reportado que la adición de activadores biológicos puede acelerar el proceso de mineralización y mejorar la estabilidad del compost final (Huang et al., 2021).

Uno de los aspectos más relevantes en el compostaje es el pH, ya que influye en la actividad microbiana. Los resultados obtenidos muestran que el pH se mantuvo dentro del rango óptimo para la actividad de los microorganismos (6.5 - 8.5), similar a lo reportado por Zhao et al. (2022), quienes indicaron que un pH ligeramente alcalino favorece la estabilización del compost. Se comprobará que la aplicación de chicha de jora mantendrá valores de pH más estables en comparación con el yogur, lo que sugiere que su uso podría proporcionar condiciones más favorables para la degradación microbiana.

En cuanto a la materia orgánica, se evidencia una reducción progresiva en el tiempo, lo cual es esperado en un compostaje eficiente (Bernal et al., 2017). Sin embargo, el análisis fue más acelerado en los tratamientos con chicha de jora, lo que podría deberse a la presencia de levaduras y bacterias lácticas que incrementan la actividad microbiológica y favorecen la mineralización de la materia orgánica (Gómez-Brandón et al., 2019). Este hallazgo coincide con estudios previos que indican que los bioactivadores pueden mejorar la dinámica de transformación de la materia orgánica en el compost (Awasthi et al., 2020).

En relación con el contenido de cenizas, se encontró que este aumentó conforme avanzó el proceso, lo que es indicativo de una mayor mineralización de la materia orgánica (Zhang et al., 2019). Este incremento fue más pronunciado en los tratamientos con chicha de jora, lo que sugiere una mayor eficiencia en el procesamiento y transformación de los residuos.

La relación C/N es un indicador fundamental de la madurez del compost. En los tratamientos con chicha de jora, la relación C/N disminuyó más rápidamente en comparación con el yogur, alcanzando valores cercanos a 10, lo que indica un compost maduro y estable (Haug, 2018). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Bustamante et al. (2019), quienes señalan que un C/N menor a 15 indica que el compost está listo para su aplicación agrícola sin riesgo de inmovilización del nitrógeno.

En términos de nutrientes esenciales (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu, Mn), se permitirá que los tratamientos con chicha de jora presenten concentraciones más elevadas de fósforo y potasio, minerales esenciales para la fertilidad del suelo. Estudios previos han demostrado que la fermentación de cereales puede aumentar la disponibilidad de estos nutrientes debido a la acción de microorganismos fermentativos (González et al., 2021).

Finalmente, los resultados obtenidos en este estudio respaldan la hipótesis de que los activadores biológicos pueden mejorar la eficiencia del compostaje. La chicha de jora demostró ser más efectiva en la estabilización del pH, la reducción del C/N y la mejora de los nutrientes del compost, en

comparación con el yogur natural. No obstante, es necesario realizar estudios adicionales para evaluar el impacto de estos bioactivadores en el microbiota del compost y su efecto en cultivos agrícolas.

CONCLUSIONES

El presente estudio tiene las siguientes conclusiones:

1. En cuanto a las características físicas, la principal diferencia entre ambos activadores biológicos es la conductividad eléctrica, donde la chicha de jora muestra un valor más alto, lo que podría indicar una mayor presencia de minerales o compuestos iónicos. En cuanto a temperatura, humedad y materia seca, ambos presentan valores muy similares.
2. En relación a las características químicas, el pH en ambos activadores es ligeramente alcalinos, el yogur natural tiene un poco más de materia orgánica, las cenizas tienen valores similares en ambos activadores y la relación C/N el yogur natural tiene un valor mayor, lo que podría afectar la velocidad de degradación.
3. Asimismo, en cuanto a la calidad nutricional del compost la chicha de jora tiene más nitrógeno, fósforo y zinc, lo que la hace una mejor opción para el crecimiento inicial de las plantas y el desarrollo radicular. El yogurt natural tiene más hierro, cobre, manganeso y potasio, lo que podría ser más beneficioso para la fotosíntesis, la resistencia al estrés y la producción de frutos. Ambos activadores biológicos son ricos en calcio y magnesio, por lo que pueden fortalecer las plantas en general.
4. Finalmente, realizado el análisis inferencial muestra diferencias significativas en la Conductividad Eléctrica (CE), relación C/N y el cobre entre los grupos con un p-valor $< 0,05$. Por tal, se demuestra que los activadores fueron efectivos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar chicha de jora como activador biológico, ya que mostró un impacto positivo en la temperatura y la descomposición de la materia orgánica, favoreciendo una descomposición más rápida y eficiente.
2. Monitorear regularmente el parámetro de conductividad eléctrica para evitar acumulación excesiva de sales, lo que podría afectar la calidad del compost y su aplicabilidad en cultivos sensibles a la salinidad.
3. Aunque tanto la chicha de jora como el yogurt natural mostraron resultados positivos, se recomienda investigar otros tipos de activadores biológicos disponibles, tanto naturales como comerciales, que puedan ofrecer mejoras adicionales en la descomposición de los residuos orgánicos o enriquecer aún más el compost con nutrientes.
4. Mejorar el Monitoreo del Proceso de Compostaje realizar un seguimiento constante de los parámetros físicos y químicos durante el proceso de compostaje, como la temperatura, la humedad y la conductividad eléctrica (CE). Esto asegurará que los residuos orgánicos se descompongan adecuadamente y que el compost obtenido tenga una calidad nutricional óptima
5. Considerando que ambos activadores biológicos mejoran la calidad nutricional del compost, se recomienda promover su uso como fertilizante natural en la agricultura local. Esto podría reducir la dependencia de fertilizantes químicos, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y amigables con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, R., Valiente, Y., Oliver, D., Franco, C., Díaz, F. y otros. (2009). Inadecuado uso de los residuos sólidos y su impacto en la contaminación ambiental. SCIENDO, 21(4). Recuperado de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/2202/2089>
- Arenas, C. (2020). Implementación de un Sistema Integral de compostaje para el tratamiento de los residuos orgánicos en el Centro Educativo Rural Josefa romero, Municipio de Dabeiba (Tesis de maestría). Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. Recuperado de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3303/Imp>
- Arroyave, S. (2017). Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, Los residuos sólidos. Ingeniería ambiental y medio ambiente http://360solucionesverdes.com/productos/attachment/jk125_pared/
- Ávila, M. (2020). Proceso de Producción y Aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Huancayo, Perú.
- Awasthi, MK, Sarsaiya, S., Patel, A., Juneja, A., Singh, RP, Yan, B. y Liu, T. (2020). Mejora de la eficiencia del compostaje de la cama de aves de corral mediante enmiendas de biocarbón e inoculación microbiana. Bioresource Technology, 303, 122898. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122898>
- Azabache, A. (2003). Fertilidad de suelos para una agricultura sustentable, 1era Edición. Huancayo, Perú.
- Barrera, J. (2006). Crónicas Urbanas, 2005. Recuperado de <http://www.Canarias7.es/blogs/cronicas/2005/09/curitiba.html>

- Barrington, S. (2002). Effect of carbon source on compost nitrogen and carbon losses. *Bioresource Technology*, 83(3), 189-194. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00229-2](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00229-2)
- Bernal, MP, Sommer, SG, Chadwick, D., Qing, C., Guoxue, L. y Michel, FC (2017). Enfoques actuales y tendencias futuras en los criterios de calidad del compost para obtener beneficios agronómicos, ambientales y para la salud humana. *Avances en agronomía*, 144 , 143-233. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.03.002>
- Berríos, J. (2015). Fuentes y niveles de materia orgánica en condiciones de invernadero (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1631/TESI>
- Bustamante, MA, Paredes, C., Marhuenda-Egea, F., Bernal, MP, Moral, R. y Moreno-Caselles, J. (2019). Co-compostaje de residuos de destilería con estiércol animal: transformaciones de carbono y nitrógeno en la evaluación de la estabilidad del compost. *Waste Management*, 84, 354-362. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.11.024>
- Bustos, C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. *Redalyc.org*, 34(27), 121-144. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195614958006>
- Cabrera, V. & Rossi, M. (2019). Propuesta para la Elaboración de Compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las Áreas Verdes Públicas del distrito de Miraflores (Tesis de pregrado). Universidad Agraria De La Molina, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2251>
- Cano, G & Yangali, Z. (1996). Obtención de Compost con Hojarasca de Tres especies Forestales y su Aplicación en un Cultivo Agrícola – Estación experimental de Yauris. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

- De Santos, S y Urquiaga, R. (2013). Compostaje y vermicompostaje domésticos. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2013-04-santos-urquiaga_tcm30-163607.pdf
- Díaz, L. F., Savage, G. M., Eggerth, L. L., & Golueke, C. G. (2020). Composting and Recycling: Municipal Solid Waste (1.a ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.4324/9781315150444>
- Díaz, M. (2016), Investigación y desarrollo tecnológico de proceso de compostaje y aplicación del compost en los sectores agrícolas y forestal, 2016 <https://web.archive.org/web/20130423072138/http://aia.uniandes.edu.com/>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Gómez-Brandón, M., Lores, M. y Domínguez, J. (2019). Cambios en la estructura y función de la comunidad microbiana durante el vermicompostaje de purines de cerdo. Bioresource Technology, 100 (19), 4171-4179. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.04.021>
- González, JA, Rodríguez, L., & Martínez, J. (2021). Efecto de los biofermentos en la disponibilidad de nutrientes en suelos agrícolas. Revista de Agroecología y Desarrollo Sostenible, 8 (2), 35-47. <https://doi.org/10.1016/j.agroeco.2021.05.012>
- Haug, RT (2018). Manual práctico de ingeniería de compost. CRC Press.
- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación, sexta edición. México: McGraw-Hill. Recuperado de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). What a waste: A global review of solid waste management. Urban Dev Ser Knowl Pap, 15, 87-88

- Huang, Y., Liu, J., Zhao, Y., Wang, W., Zhang, Y. y Li, X. (2021). Efectos de los inóculos microbianos en el proceso de compostaje y la madurez: un metaanálisis. *Journal of Cleaner Production* , 314 , 128044. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128044>
- Indasah, I., & Muhith, A. (2020). Local Microorganism From “Tape” (Fermented Cassava) In Composition and Its Effect on Physical, Chemical And Biological Quality in Environmental. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 519, 012003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/519/1/012003>
- Jara, F. (2019). Determinación de la eficiencia de los microorganismos (*Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus* sp.) en la producción del compost a partir de los residuos sólidos orgánicos en el centro poblado de Jancao distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco – 2018 (Tesis de grado). Universidad De Huánuco, Huánuco, Perú. Recuperado de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2080;jsessionid=6C9A>
- Jaramillo, G y Zapata, L. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Colombia. Recuperado de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>
- Martínez-Nieto, P., Abaunza González, C. A., & Garcia, G. (2023). Swine manure management by bokashi fermentation and composting with biological activators in a Colombian High Mountain Region [Application/pdf]. <https://doi.org/10.57647/J.IJROWA.2024.1303.30>
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Guía de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos. La Paz, Bolivia.
- Miraval, A. (2019). Elaboración de compost utilizando materia orgánica de cocina y estiércol de vacuno en la granja ecológica lindero, Tomayquichua, Ambo, Huánuco, diciembre 2018 – marzo 2019 (Tesis

de grado). Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú. Recuperado de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2184>

Nieves, K. (2011). Efecto de dos abonos orgánicos a base de pulpa de café en el sustrato y el crecimiento vegetativo de plantones de café (*Coffea arabica* L.) en vivero (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo, Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4012/Nieves%20Vilchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ojeda benitez, S., & Beraud lozano, J. (2003). The municipal solid waste cycle in Mexico: Final disposal. *Resources, Conservation and Recycling*, 39(3), 239-250. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(03\)00030-2](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(03)00030-2)

Paccini, A. (2019). Determinación de la fitotoxicidad del compost de la planta de tratamiento de residuos sólidos municipales de Carhuaz, utilizando el cultivo de trigo como indicador, Carhuaz - Ancash, 2017 (Tesis de grado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz, Ancash, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3426>

Portillo, G. (2016). Todo lo que debes saber sobre la compostera, Características principales, Cómo mantener la compostera de forma eficiente, Ventajas de la compostera. <https://www.renovablesverdes.com/compostera/>

Pulgarin, Y. L., & Orozco, B. F. (2020). Gestión de residuos sólidos urbanos: Un enfoque en Colombia y el departamento de Antioquia. *Cuaderno activa*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.53995/20278101.808>

Quizhpi, I. (2014). Estudio Comparativo para la Elaboración de Compost por Técnica Manual en el Bioparque Amaru Cuenca (Tesis de maestría). CUENCA -ECUADOR. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21064/1/tesis.%20doc%20pdf.pdf>

- Ramírez, L. (2013). Plan de gestión integral de residuos peligrosos (Tesis de pregrado). Universidad de Caldas, Colombia. Recuperado de http://www.ucaldas.edu.co/docs/2013/PLAN_GESTION_INTEGRAL_RESIDUOS_PELIGROSOS.pdf
- Reyes, M. (2009). Aplicación del diseño experimental en el desarrollo de las prácticas internas, en el área de operaciones unitarias (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1138_Q.pdf
- Rivera, S. (2020). Evaluación de Modelos de composteras domiciliarias y métodos de compostaje, para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Chiquimula, Guatemala, 2018 (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Chiquimula, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13217/>
- Romero, P. (2018). Compostaje y su utilización en la agricultura. Fundación para la innovación agraria. Universidad de las Américas. Santiago, Chile. http://www.grupoprotech.compostaj/2018/UNIVERSIDAD_AMERICAS.net
- Rosales, J. y Acosta, Y. (2011). Diseño de una trituradora mecánica para el compostaje de los residuos orgánicos generados en la Universidad del Zulia. Núcleo Punto Fijo. Universidad del Zulia, Venezuela. Recuperado de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/multiciencias/article/view/23617>
- Selim, M. M., & Al-Owied, A.-J. A. (2017). Understanding the basic concepts of recycling agriculture wastes using different activators to produce good quality compost. Bioscience Research, 14(2), 178-192
- Sepúlveda, L., Alvarado, J. (2013). Manual de compostaje. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Recuperado de <http://www.earthgreen.com.co/descargas/manual-compostaje.pdf>

- Silvera A. (2017). Tipos de Compostadores, Compostador urbano, Compostador doméstico, Compostadores industriales, Modelos de Compostadores según su material, Compostera de madera. <https://compostadores.net/>
- Sistema Nacional de Información Ambiental. (2009). Informe anual de residuos sólidos municipales en el Perú, gestión 2008. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/informe-anual-residuos-solidos-municipales-peru-gestion-2008>
- Slater, R. A., & Frederickson, J. (2001). Composting municipal waste in the UK: Some lessons from Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, 32(3-4), 359-374. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(01\)00071-4](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(01)00071-4)
- Vásquez, D. (2018). Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1503/1/17T0873.pdf>
- Vaverková, M. D. (2019). Landfill Impacts on the Environment—Review. *Geosciences*, 9(10), 431. <https://doi.org/10.3390/geosciences9100431>
- Vera, S. (2019). Elaboración De Compost a partir de los Residuos Orgánicos Generados en la Limpieza De Planta De La Empresa Copeinca SAC (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Piura, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1475/MIN-VER-ROJ-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vértice, P. (2008). Gestión medioambiental: manipulación de residuos y productos químicos. Málaga: Editorial Vértice. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=0FaR35BOfEQC&printsec=fron>

- Wichuk, K. M., & McCartney, D. (2010). Compost stability and maturity evaluation—A literature reviewA paper submitted to the Journal of Environmental Engineering and Science. Canadian Journal of Civil Engineering, 37(11), 1505-1523. <https://doi.org/10.1139/L10-101>
- Zhang, L., Sun, X., Wang, H., Zhang, C. y Li, Y. (2019). Efecto de los materiales lignocelulósicos en la transformación del nitrógeno y la actividad enzimática durante el compostaje de estiércol de cerdo. Bioresource Technology, 272, 82-90. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.10.083>
- Zhao, Y., Lu, Q., Mao, H., Li, Y. y Han, J. (2022). Avances en la regulación del proceso de compostaje y la calidad del compost mediante aditivos biológicos. Environmental Research, 204, 112151. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112151>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mendoza Solorzano, Y. (2025). *Evaluación de los activadores biológicos en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos de los residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca- Huánuco 2025* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

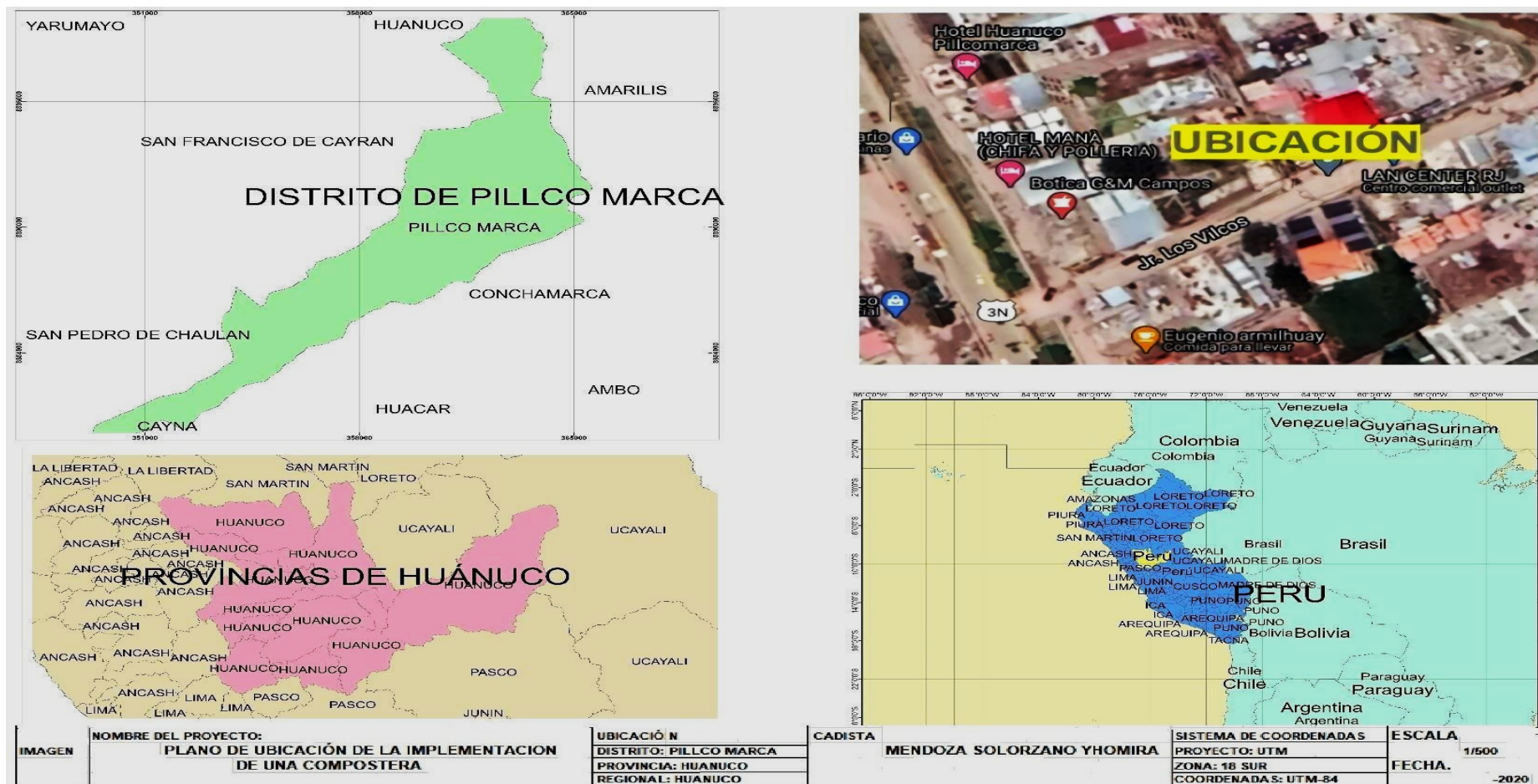
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Técnicas y procedimientos
Problema general ¿Cuál es el efecto de los activadores biológicos en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos generados por los residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca, Huánuco 2024?	Objetivo general Evaluar el efecto del uso de activadores biológicos en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos de los residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca, Huánuco 2024	Hipótesis general Hi: El uso de activadores biológicos es efectivo en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos de los residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024.	Variable Independiente. activadores biológicos	TIPO DE INVESTIGACIÓN En el presente proyecto de investigación se usará el tipo de investigación mixto, experimental transversal con un enfoque cuantitativo y cualitativo. (Hernández, 2014)
Problemas específicos P1: ¿Qué impacto tienen los activadores biológicos en la calidad del compost final, en términos de contenido de nutrientes? P2: ¿Cómo influyen los activadores biológicos en la velocidad de descomposición de los residuos orgánicos durante el compostaje? P3: ¿Cuál es la diferencia del efecto del proceso de compostaje con y sin el uso de activadores biológicos	Objetivos específicos O1: Evaluar la calidad del compost obtenido en función del uso de activadores biológicos, considerando el contenido de nutrientes. O2: Determinar el efecto de los activadores biológicos en la tasa de descomposición de los residuos orgánicos. O3: Comparar la diferencia del efecto del proceso de compostaje con y sin el uso de activadores biológicos en condiciones controladas.	Ho: El uso de activadores biológicos no es efectivo en el proceso de compostaje de los residuos orgánicos de los residentes del condominio Los Portales, Pillco Marca – Huánuco 2024.	Variable dependiente. Compostaje de residuos orgánicos.	Enfoque: En cuanto al enfoque será de tipo cuantitativo, porque se plantea un estudio concreto, con revisiones anteriores literatas sobre este tema tratado. (Hernández, 2014) Usaré la recolección de los datos obtenidos para determinar la hipótesis, a partir de las mediciones numéricas y los cálculos estadísticos. Alcance o nivel: En el presente proyecto de investigación se usará el alcance aplicativo, ya que determinaré las causas de los fenómenos que ocurrirán en la ejecución del proyecto. (Hernández, 2014) Diseño: El diseño es pre experimental solo se manipulará una variable. (Hernández, 2014)
				O X G2 Donde: O: Residuos orgánicos. X: aplicación de los acelerantes X1: yogurt natural X2: Chicha de jora

en condiciones controladas?	G2: elaboración de compost. POBLACIÓN Y MUESTRA Población: En este caso la población serán los residuos sólidos producidos por los residentes del condominio, el universo es el distrito de Pillco Marca y la muestra son los residuos de las personas que habitan en el condominio. Muestra: La muestra será los tratamientos realizados en la compostera ubicado en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco.
-----------------------------	---

ANEXO 2

PLANO DE UBICACIÓN



ANEXO 3

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	resultado
Compostaje de residuos orgánicos	Calidad del compost	N	%	
		P	PPM	
		K	%	
		Materia orgánica	%	
		Ceniza	%	
		Materia seca	%	
Activadores biológicos	Yogurt natural	Tiempo	Días	
		volumen	Litros (L)	
	Chicha de jora	Tiempo	Días	
		volumen	Litros (L)	

ANEXO 4

RESULTADOS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANÁLISIS ESPECIAL



1. DATOS

SOLICITANTE:	MENDOZA SOLORZANO YHOMIRA	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE REPORTE:	7/03/2025
PROVINCIA:	HUANUCO	RECIBO O FACTURA:	68919998
DISTRITO:	PILCO MARCA	MUESTRA:	COMPOST
LOCALIDAD:	LOS PORTALES	REFERENCIA:	

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA									RESULTADOS EN BASE SECA								
Código	Dato	PH (1:2)	CE (uS/cm)	T (°C)	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	C/N	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm
E25-0067-1	C1L30	7.2400	1289	26	37.50	62.50	18.50	44.00	0.89	10.3933	0.409	1.041	0.121	0.065	0.141	117.904	462.320	154.960	301.040
E25-0067-2	C1L60	7.2800	1590	26	40.00	60.00	17.50	42.50	0.83	10.5422	0.523	1.127	0.121	0.067	0.150	155.192	6719.927	173.565	363.250
E25-0067-3	C1L90	7.3900	1594	26	34.50	65.50	17.50	48.00	0.82	10.6707	0.685	1.150	0.128	0.068	0.155	166.250	11909.726	202.786	386.870
E25-0067-4	C2L30	7.2900	880	26	38.50	61.50	18.00	43.50	0.91	9.8901	1.040	1.062	0.133	0.076	0.155	220.577	16790.684	128.644	699.024
E25-0067-5	C2L60	7.2600	1130	26	43.50	56.50	19.50	37.00	0.95	10.2632	1.180	1.223	0.149	0.087	0.176	225.301	18336.903	165.664	408.053
E25-0067-6	C2L90	7.3400	1196	26	39.00	61.00	17.50	43.50	0.85	10.2941	1.194	1.225	0.160	0.089	0.189	239.174	19019.501	167.951	461.213
E25-0067-7	Y1L30	7.3500	775	25	38.50	61.50	20.00	41.50	0.92	10.8696	0.680	1.104	0.137	0.062	0.157	142.854	13862.391	241.301	362.683
E25-0067-8	Y1L60	7.5300	788	26	35.00	65.00	23.00	42.00	0.95	12.1053	0.861	1.134	0.138	0.064	0.170	154.694	18500.285	261.415	477.385
E25-0067-9	Y1L90	7.3200	989	26	41.50	58.50	20.00	38.50	0.82	12.1951	0.998	1.219	0.153	0.073	0.193	169.478	19367.899	262.949	489.641
E25-0067-10	Y2L30	7.3200	828	26	38.00	62.00	16.50	45.50	0.73	11.3014	0.194	1.125	0.133	0.078	0.154	151.815	3401.412	251.774	346.935
E25-0067-11	Y2L60	7.4400	960	26	39.50	60.50	17.00	43.50	0.75	11.3333	0.681	1.179	0.156	0.081	0.162	180.331	17382.826	276.860	458.678
E25-0067-12	Y2L90	7.1400	1130	26	40.00	60.00	17.50	42.50	0.77	11.3636	0.856	1.234	0.160	0.088	0.164	187.010	19997.378	282.133	708.083

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

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





METODOS ANALÍTICOS

CARACTERÍSTICA	MÉTODO	CARACTERÍSTICA	MÉTODO
EXTRACTO	VIA SECA DIGESTIÓN ACIDA – HCl	HUMEDAD	ESTUFA 105° C MEMERT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE MACROELEMENTOS: Ca, Mg, K, Na	ESPECTROFOTOMETRIA ABSORCION ATOMICA VARIAN ALEMANIA	CENIZAS	MUFLA 660° C THERM CONCEPT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE FÓSFORO	METAVANADATO (AMARILLO DEL VANADATO MOLIBDATO) ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACIÓN DE MICROELEMENTOS: Fe, Mn, Zn, Cu	ESPECTROFOTOMETRIA ABSORCION ATOMICA VARIAN ALEMANIA
DETERMINACION DE AZUFRE	TURBIDIMETRIA DEL SULFATO DE BARIO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACION DE BORO	COLORIMETRIA CON AZOMETINA-H ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA
CADMIO TOTAL Y PLOMO TOTAL	METODO ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA EQUIPO MARCA VARIAN PROCEDENCIA AUSTRIA	N TOTAL	KJENDHAL BUCHI ALEMANIA
CARBONATOS	NEUTRALIZACION ACIDA HCl 0.5N NaOH 0.25N	NITRÓGENO AMONIACAL Y DE NITRATOS	NTE INEN 0226: FERTILIZANTES.
PH	PH-METRO ISOLAB ALEMANIA	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA uS/cm	PROPORCION AGUA : MUESTRA 2 : 1

ANEXO 5
PANEL FOTOGRÁFICO





