

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Optimización de la descomposición de residuos orgánicos
mediante compostaje y microorganismos de montaña, potenciado
con jugo de caña

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

AUTORA

Claudia Arleht Vargas Flores

ASESORA

Katerin Manuelita Encina Oliva

Rioja, Perú

2024

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (obligatorio)	

Datos del Jurado

Datos del presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma (Normal ISO 639-3)	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA

ACTA N° 012-2024-UCSS/FIA-JD

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

Siendo las 13:00 horas del día viernes 23 de febrero de 2024, a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, integrado por:

María del Carmen Villegas Montoya
María Eugenia del Carmen Viloría Ortín

se reunió para la sustentación virtual del Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **“Optimización de la descomposición de residuos orgánicos mediante compostaje y microorganismos de montaña, potenciado con jugo de caña”** que presenta la bachiller en Ciencias Ambientales, **Claudia Arleht Vargas Flores**, cumpliendo así con los requerimientos de presentación y sustentación de un trabajo de suficiencia profesional original, para obtener el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado lo declara:

APROBADO

En mérito al resultado obtenido, se eleva el presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA, para conferirle el título profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Lima, 23 de febrero de 2024

En señal de conformidad firmamos,

María del Carmen Villegas Montoya

María Eugenia del Carmen Viloría Ortín

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Nueva Cajamarca, 23 de febrero de 2024

Señor,
José Victor Ruíz Ccance
Jefe del Departamento Académico
Facultad de Ingeniería Agraria UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que el trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: “Optimización de la descomposición de residuos orgánicos mediante compostaje y microorganismos de montaña, potenciado con jugo de caña”, presentado por Claudia Arleht Vargas Flores, (código de estudiante 2013102170, y DNI 70652256) para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se la ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 0 %**. Por tanto, en mi condición de asesora, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Katerin Manuelita Encina Oliva
DNI N° 44905966
ORCID: 0000-0002-9083-0993
Facultad de Ingeniería Agraria - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

RESUMEN

Este estudio se centra en mejorar el proceso de descomposición de residuos orgánicos a través del compostaje, empleando microorganismos de montaña como agentes bioactivos y potenciando la eficiencia del procedimiento con jugo de caña. La técnica de compostaje, reconocida por su sostenibilidad en la gestión de desechos orgánicos, tiene como objetivo principal la reducción de residuos en vertederos y la promoción de la producción de abono de alta calidad. El trabajo se ha dirigido hacia los microorganismos de montaña, explorando su capacidad para acelerar el proceso de descomposición. La inclusión de jugo de caña como fuente de energía se revela como un elemento clave para mejorar la actividad microbiana y la calidad general del compost resultante. La metodología adoptada, después de evaluar 2 opciones, se decantó por la Opción B, la cual se ha demostrado ser innovadora y rentable. Esta alternativa incorpora el uso de jugo de caña en medio sólido y líquido, para acelerar la descomposición de residuos orgánicos. Es importante destacar la relevancia de la gestión de residuos en el contexto de la sostenibilidad ambiental y cómo el compostaje se erige como un aliado para reducir la contaminación y fomentar prácticas agrícolas más sostenibles. Los resultados presentados evidencian de manera clara cómo la combinación de microorganismos de montaña y jugo de caña aceleran el proceso de compostaje, logrando reducciones significativas en el tiempo requerido y mejorando las propiedades nutricionales del compost resultante. La conclusión principal subraya que la adición de jugo de caña se revela como un potente catalizador de la descomposición, logrando reducir a la mitad los tiempos de generación de compost en comparación con los métodos convencionales.

Palabras Clave: Descomposición, compostaje, sostenibilidad ambiental, residuos orgánicos.

ABSTRACT

This study focuses on improving the process of organic waste decomposition through composting, using mountain microorganisms as bioactive agents and enhancing the efficiency of the procedure with cane juice. The composting technique, recognized for its sustainability in organic waste management, has as its main objective the reduction of waste in landfills and the promotion of the production of quality compost. Work has been directed towards mountain microorganisms, exploring their capacity to accelerate the decomposition process. The inclusion of cane juice as an energy source is revealed as a key element to improve microbial activity and the overall quality of the resulting compost. The methodology adopted, after evaluating 2 options, opted for Option B, which has proven to be innovative and cost-effective. This alternative incorporates the use of cane juice in solid and liquid media to accelerate the decomposition of organic waste. It is important to highlight the relevance of waste management in the context of environmental sustainability and how composting stands as an ally to reduce pollution and promote more sustainable agricultural practices. Results presented clearly demonstrate how the combination of mountain microorganisms and cane juice accelerates the composting process, achieving significant reductions in the time required and improving the nutritional properties of the resulting compost. The main conclusion underlines that the addition of cane juice proves to be a powerful decomposition catalyst, reducing compost generation times by half compared to conventional methods.

Keywords: Decomposition, composting, environmental sustainability, organic waste.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
ÍNDICE GENERAL	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INTRODUCCIÓN.....	8
TRAYECTORIA DEL AUTOR.....	10
I. EL PROBLEMA.....	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.1.1. Problema principal.....	16
1.1.2. Problemas secundarios	16
1.2. Objetivos.....	17
1.2.1. Objetivo general	17
1.2.2. Objetivos específicos.....	17
1.3. Justificación.....	18
1.4. Alcances y limitaciones	19
1.4.1. Alcances.....	19
1.4.2. Limitaciones	19
II. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes bibliográficos	21
2.2. Bases teóricas	24
2.3. Definición de términos básicos.....	26
III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	28
3.1. Metodología de la solución	28
3.2. Desarrollo de la solución	29
3.3. Factibilidad técnica – operativa.....	39
3.3.1. Factibilidad técnica.....	39
3.3.2. Factibilidad operativa	41
3.4. Cuadro de inversión.....	42
IV. ANALISIS CRÍTICO.....	43

4.1. Análisis costo – beneficio.....	43
V. APORTES MÁS SIGNIFICATIVOS A LA EMPRESA / INSTITUCIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS	50
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Equipo técnico	14
Tabla 2. Materiales y Equipos Medio Sólido	31
Tabla 3. Materiales y Equipos Medio Líquido	36
Tabla 4. Factibilidad técnica – Medio Sólido	39
Tabla 5. Factibilidad técnica – Medio Líquido	40
Tabla 6. Factibilidad Operativa – Medio Sólido.....	41
Tabla 7. Factibilidad Operativa – Medio Líquido	41
Tabla 8. Cuadro de inversión – Medio Sólido	42
Tabla 9. Cuadro de inversión – Medio Líquido.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación del vivero Municipal	12
Figura 2. Organigrama.....	13
Figura 3. Recolección	30
Figura 4. Producción	30
Figura 5. Paso 1 – Medio Sólido	31
Figura 6. Paso 2 – Medio Sólido	32
Figura 7. Paso 3 – Medio Sólido	33
Figura 8. Paso 4 – Medio Sólido	33
Figura 9. Paso 5 – Medio Sólido	34
Figura 10. Paso 6 – Medio Sólido	35
Figura 11. Compostaje Final.....	35
Figura 12. Paso 2 . Medio Líquido	37
Figura 13. Paso 3 . Medio Líquido	37
Figura 14. Paso 4 . Medio Líquido	38

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la Gestión de Residuos Orgánicos (GRO) emerge como un desafío crucial a nivel global y local, con impactos significativos en los ámbitos ambiental y económico. Según datos de las Naciones Unidas (2023), la urbanización creciente y la expansión de las ciudades han generado un aumento sustancial en la producción de desechos orgánicos, con un incremento del 60 % en la contaminación, planteando preocupaciones sobre la sostenibilidad y el impacto ambiental. Estos residuos, al acumularse, no solo contribuyen a la contaminación del suelo y del agua, sino que también emiten gases de efecto invernadero, agravando el problema del cambio climático (p. 5).

A nivel global, Quispe (2015), destaca los esfuerzos dirigidos a abordar este desafío mediante prácticas sostenibles de gestión de residuos, siendo el compostaje una técnica clave. Este proceso controlado de descomposición de la materia orgánica produce un valioso producto: el compost. Por otro lado, Guzmán (2021), destacó los múltiples beneficios que brindan los microorganismos de montaña como biofertilizante, mejora la calidad, el nivel de productividad del cultivo y aporta al cuidado del medio ambiente, comenta que este abono orgánico debe ser incentivado y apoyado por ser un producto que mejora la calidad de vida y es de bajo costo de producción. A nivel local, Callaza (2021), precisa abordar el uso de buenas prácticas amigables con el medio ambiente y resalta la capacidad de los microorganismos para transformar los residuos orgánicos en materia útil en el ámbito agrícola.

Este trabajo de suficiencia profesional se enfoca en la optimización del proceso de compostaje para la descomposición de residuos orgánicos, con énfasis en la utilización de Microorganismos de Montaña (MM) y el aporte adicional del jugo de caña como potenciadores. Su objetivo es abordar el desafío de la GRO de manera integral, considerando factores a niveles internacionales, nacionales y locales. La estrategia de emplear MM y jugo de caña como aceleradores del proceso busca mejorar tanto la eficiencia como la calidad del compost resultante. Los microorganismos de montaña, pueden desempeñar un papel crucial en la descomposición de materia orgánica, especialmente en regiones con climas desafiantes.

Por su parte, el jugo de caña aporta nutrientes y energía al proceso, acelerando la descomposición y mejorando la calidad del compost.

TRAYECTORIA DEL AUTOR

Desde mi graduación universitaria, he forjado una enriquecedora trayectoria laboral tanto en el sector privado como en instituciones públicas, consolidando una valiosa experiencia en diversas áreas. Mi incursión en el ámbito privado se materializó en una empresa especializada en consultorías externas para entidades públicas, donde desempeñé el rol de asistente técnico de ingeniería, brindando apoyo en la formulación de proyectos.

Mi experiencia más destacada en el ámbito público se desarrolló en una entidad municipal, específicamente en la Gerencia de Desarrollo Ambiental. Inicié como Brigadista Ambiental, encargada de la recolección de residuos sólidos inorgánicos y orgánicos en la ciudad. Con la confianza de mi supervisor, asumí roles más desafiantes, llegando a ser Responsable de la Elaboración de Planes de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos Municipales. En esta posición, presenté el "Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Inorgánicos y Orgánicos Municipales" y trabajé incansablemente para asegurar su implementación.

Durante la pandemia de COVID-19, fui contratada para elaborar planes y protocolos de gestión de residuos sólidos municipales, estableciendo directrices para la recolección selectiva y disposición adecuada de residuos en la ciudad. Posteriormente, asumí la responsabilidad de cumplir con la Actividad 1 y 2 de la Meta 3: "Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales". Logramos cumplir con esta meta, una iniciativa gubernamental que incentiva mejoras en la gestión municipal, promoviendo eficiencia y transparencia.

Mi siguiente etapa me llevó a la Gerencia de Desarrollo Económico Local, donde desempeñé el papel de responsable en la elaboración, ejecución y asistencia técnica de la Meta 6: "Regulación del funcionamiento de los mercados de abastos para la prevención y contención del COVID-19". Logré implementar esta meta siguiendo las directrices de cumplimiento.

Durante mi permanencia en esta institución, que abarcó desde 2019 hasta 2022, ocupé diversos cargos vinculados al programa de incentivos para mejorar la gestión municipal.

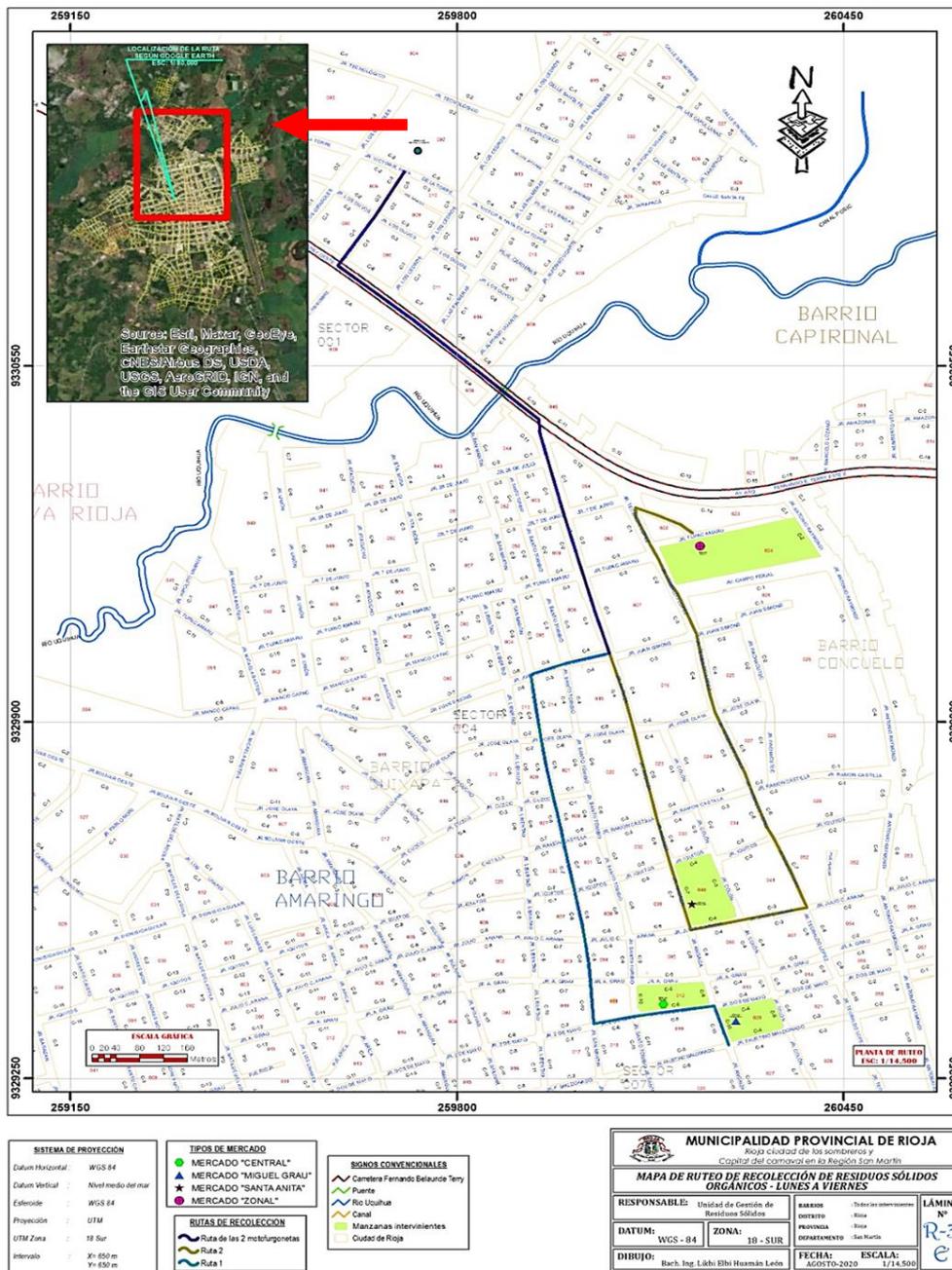
En una nueva etapa profesional, fui contratada por el Gobierno Regional de San Martín para participar en un proyecto que promueve la ganadería sostenible desde una perspectiva ambiental en la Granja Ganadera Calzada. Allí, asumí el rol de Asistente Técnica de Campo para Proyectos Productivos, trabajando directamente en la producción de viveros con especies forestales no maderables, plantas ornamentales y florísticas.

a) Descripción de la institución

Rioja, ubicada en el noroeste de San Martín, Perú, destaca por su belleza paisajística y biodiversidad única. Estratégicamente situada como entrada a la Amazonía, cuenta con cascadas, cuevas y ecosistemas especiales. El Municipio de Rioja es una entidad gubernamental que se enfoca en mejorar la calidad de vida de sus habitantes, centrándose en la agricultura, turismo y ganadería. En este contexto, el vivero Municipal es el epicentro de investigación de este proyecto, proporcionando plantones para la arborización y ornamentación de las calles de Rioja. Además, juega un papel fundamental en la descomposición de residuos orgánicos para la elaboración del compostaje. A continuación, en la Figura 1 se muestra el mapa de ubicación del vivero Municipal.

Figura 1

Ubicación del vivero Municipal



Nota. Imagen del Plan anual de valorización de residuos sólidos inorgánico y orgánico municipales - 2021.

b) Organigrama de la institución

La institución pública en la que se llevó a cabo este trabajo cuenta con la siguiente estructura organizativa:

- **Alcaldía**

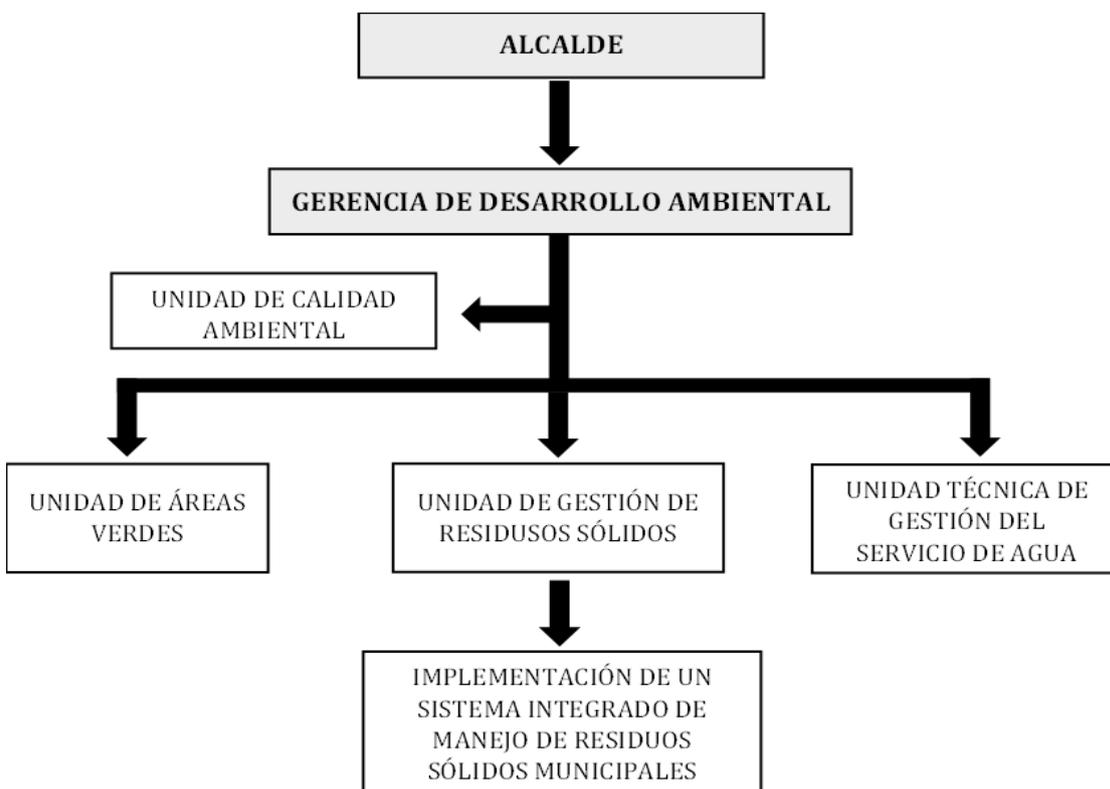
Dirigida por el alcalde o alcaldesa, es el órgano ejecutivo principal de una Municipalidad y ostenta la máxima autoridad administrativa en la misma.

- **Gerencia de Desarrollo Ambiental**

Se encarga de gestionar asuntos relacionados con el medio ambiente, residuos sólidos, áreas de conservación y zonificación territorial. Se detalla el organigrama de la gerencia, en la Figura 2.

Figura 2

Organigrama



Nota. Elaboración Propia

- Gerencia de Desarrollo Económico Local

Esta área es responsable de planificar, coordinar, formular, aprobar y controlar los Planes, Proyectos y Programas de índole productivo, agropecuario, industrial, de identidad cultural, de turismo y otros afines.

c) Área y funciones desempeñadas

El equipo técnico responsable es el siguiente, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 1

Equipo técnico

GERENCIA DE DESARROLLO AMBIENTAL		
Nº	CARGO	FUNCIÓN
01	Gerente de Desarrollo Ambiental	Gerencia las Funciones en Materia Ambiental
02	Oficina de Calidad Ambiental	Jefe del área, supervisar la calidad ambiental y sanitaria. PLANEFA EDUCCA
03	Oficina de áreas verdes, parques y jardines	El Jefe del área se encarga de administrar y mantener adecuadamente áreas verdes además de garantizar la sostenibilidad del Vivero donde se cultivan plantas.
04	Oficina de Gestión de residuos sólidos	La Jefa del área supervisa la gestión y disposición apropiada de residuos sólidos y asegura el cumplimiento de directrices del MINAM.
05	META 03: Implementación de un Sistema Integrado de Manejo de Residuos Sólido Municipales de la ciudad de Rioja.	01 Responsable de la Actividad 1 y 2: Valorización de Residuos sólidos Inorgánicos y Orgánicos. 01 Responsable de la Actividad 3: Erradicación y prevención de puntos críticos de acumulación de residuos sólidos municipales.
06	01 Supervisor de brigada	Supervisor de brigada.

07	04 brigadistas	Brigadistas para la valorización de residuos sólidos inorgánicos.
08	06 brigadistas	Brigadistas para la valorización de residuos sólidos orgánicos.
09	02 brigadistas	Brigadistas para Erradicación y prevención de puntos críticos.
10	Unidad técnica de gestión del servicio de agua.	Encargada de ejercer funciones de gestión ambiental y salubridad.

Nota. Elaboración propia

I. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La adecuada gestión de residuos orgánicos se ha convertido en una prioridad a nivel municipal, buscando soluciones sostenibles para reducir la acumulación en vertederos y fomentar la economía circular (Zhang *et al.*, 2019). En este contexto, el compostaje se destaca como una técnica eficaz, pero su efectividad puede verse limitada por diversos factores, como la composición de microorganismos y la disponibilidad de materiales complementarios.

La introducción de microorganismos de entornos montañosos y el uso de jugo de caña de azúcar como agente potenciador han demostrado ser estrategias prometedoras para mejorar el compostaje (Aguilar-Paredes *et al.*, 2023; Leshita *et al.*, 2012). Sin embargo, se requiere una evaluación exhaustiva de su eficacia y aplicabilidad en diferentes condiciones.

Por lo tanto, el problema central que motiva esta investigación es la necesidad de evaluar la eficacia y aplicabilidad del proceso de compostaje con microorganismos de montaña (MM) y jugo de caña de azúcar en la descomposición de residuos orgánicos, considerando la variabilidad de contextos y condiciones.

1.1.1. Problema principal

Acumulación de residuos orgánicos en una planta piloto de valorización en la ciudad de Rioja, debido a la poca eficiencia en el proceso de compostaje utilizado.

1.1.2. Problemas secundarios

- Largos periodos de acumulación de material por falta de insumos óptimos para el compostaje.

- Acumulación de residuos orgánicos en proceso, limitando el espacio para nuevos materiales en la planta.
- Falta de conocimiento sobre insumos aceleradores del compostaje.
- Escaso conocimiento sobre microorganismos que optimicen la descomposición de residuos orgánicos en la región.
- Costos elevados generados por la demora en el proceso de descomposición en la planta de valorización.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la efectividad del uso de microorganismos de montaña y el jugo de caña de azúcar en la optimización del proceso de descomposición de residuos orgánicos para la producción de compost.

1.2.2. Objetivos específicos

- Comparar dos insumos aceleradores del proceso de descomposición en la técnica de compostaje.
- Recolectar microorganismos de montaña beneficiosos para optimizar la obtención de compost.
- Reducir el tiempo de maduración del compost para liberar espacio en la planta y agilizar la incorporación de nuevos materiales orgánicos.
- Reducir costos de producción para la obtención del compost.

1.3. Justificación

Este trabajo tiene justificación en varios aspectos. Desde una perspectiva académica, contribuye al avance del conocimiento en gestión de residuos y sostenibilidad ambiental, al explorar técnicas innovadoras para el manejo de residuos orgánicos y evaluar su eficacia, integrando la ciencia ambiental e ingeniería de manera interdisciplinaria.

Desde una perspectiva social, aborda la necesidad de gestionar adecuadamente los residuos orgánicos para reducir la contaminación del suelo y agua, y combatir el cambio climático. Esto se alinea con la creciente conciencia pública sobre la importancia de reducir residuos y promover prácticas sostenibles, con el potencial de mejorar la calidad de vida de las comunidades al reducir la contaminación y fomentar la reutilización de recursos.

Ambientalmente, reconoce que la gestión inadecuada de residuos orgánicos puede tener graves impactos, como la generación de gases de efecto invernadero y la contaminación del suelo y agua. La optimización del compostaje con microorganismos de montaña y jugo de caña de azúcar busca reducir la huella ecológica de la gestión de residuos orgánicos, promoviendo la conservación del medio ambiente y biodiversidad.

Desde una perspectiva práctica, este trabajo tiene el potencial de resolver problemas concretos, beneficiando a gobiernos locales, organizaciones de gestión de residuos, agricultores y la industria alimentaria al ofrecer un enfoque efectivo y económicamente viable para el tratamiento de residuos orgánicos. Esto puede tener un impacto significativo en la gestión de residuos a nivel local y regional.

1.4. Alcances y limitaciones

1.4.1. Alcances

- **Optimización del Proceso de Compostaje:** El trabajo se centra en mejorar el procedimiento de compostaje para la descomposición efectiva de desechos orgánicos. Se exploran metodologías específicas para maximizar su eficiencia.
- **Utilización de Microorganismos de Montaña:** Se analiza la viabilidad de incorporar microorganismos de montaña en el proceso de compostaje para acelerar la descomposición y mejorar la calidad del compost resultante.
- **Innovación con Jugo de Caña de Azúcar:** Se evalúa la viabilidad de emplear jugo de caña de azúcar como aditivo para potenciar el compostaje, acelerando la descomposición de los residuos orgánicos.
- **Impacto Ambiental Positivo:** El trabajo se profundiza en los beneficios ambientales de mejorar el proceso de compostaje, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero y reduciendo los agentes contaminantes del suelo y agua.
- **Relevancia Práctica:** El trabajo se enfoca en la aplicabilidad de los resultados en entornos prácticos, como la gestión de residuos municipales, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la producción de abono orgánico.

1.4.2. Limitaciones

- **Variables Externas:** La eficiencia del compostaje puede verse influenciada por variables externas, como las condiciones climáticas y la disponibilidad de recursos, lo que puede limitar la generalización de los resultados.
- **Diversidad de Microorganismos:** La variabilidad en la composición de MM y sus respuestas a diferentes sustratos puede plantear desafíos, lo que requiere una selección específica de microorganismos.

- **Disponibilidad del Jugo de Caña de Azúcar:** La viabilidad del uso de jugo de caña de azúcar como potenciador del compostaje depende de su disponibilidad y costos, los cuales varían según la ubicación geográfica.

- **Escalabilidad y Aplicación a Gran Escala:** Aunque se evalúa la efectividad en un contexto experimental, la escalabilidad y la aplicabilidad en sistemas de gestión de residuos a gran escala pueden requerir investigaciones adicionales.

- **Resultados Contextuales:** Los resultados pueden estar influenciados por las condiciones específicas de la región o del entorno local donde se realice la investigación, limitando su aplicabilidad directa en otras ubicaciones sin adaptaciones adecuadas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes bibliográficos

Para poder comprender y enriquecer los conocimientos sobre temas e investigaciones relacionadas al campo de estudio de este trabajo, se encontraron autores que realizaron estudios previos de temas similares, los cuales los más resaltantes son:

A nivel internacional Silva & Méndez (2019) realizaron un estudio en Bogotá donde tuvo el propósito de analizar los MM obtenidos de suelos naturales, con el fin de evaluar su capacidad para acelerar el proceso de compostaje y fomentar el crecimiento de cultivos aromáticos. El proceso involucró la recolección de muestras de suelo, seguido de pruebas de identificación y aislamiento de bacterias y hongos, y posteriormente se emplearon los MM en la producción de compostaje. Los resultados indicaron que la inclusión de MM en el compostaje resultó en una reducción en el tiempo de descomposición de la materia orgánica. Al aplicar estos MM en los cultivos de Hierbabuena y Toronjil, se observaron cambios notables en la biomasa y la velocidad de crecimiento, lo que insinúa que los MM podrían representar una alternativa de agricultura agroecológica adecuada para promover la sostenibilidad en la agricultura.

Del mismo modo Camacho (2019) realizó una investigación en Costa Rica el cual estuvo centrado a un nuevo sistema de fertilización para la producción de almácigo de café orgánico que utiliza compost local, MM y lodos digeridos de biodigestor. El objetivo de la investigación fue evaluar este sistema y sus beneficios en términos de rendimiento y calidad. Los resultados demostraron que este sistema logra producir plántulas de alta calidad, reduciendo los costos de producción en comparación con el sistema convencional. El compost producido mejoró la fertilidad del suelo y promovió un crecimiento de más del 200 % en las plántulas de café. Además, se alinea con los objetivos de sostenibilidad de los productores locales y promueve la gestión de residuos.

Así mismo Uribe *et al.* (2019) llevaron a cabo un estudio en Montes de Oca, Costa Rica, cuya finalidad fue analizar si los MM y los lodos de biodigestor, utilizados como agentes para mejorar la calidad del compost, tienen efectos negativos en la germinación y crecimiento del pepino. Los resultados mostraron que, cuando se aplican por separado, estos agentes no inhiben el desarrollo del pepino, lo que los hace seguros para mejorar el compost. Sin embargo, cuando se combinan, provocan una disminución significativa en la germinación y el crecimiento del pepino debido a un exceso de Zinc y Boro en el compost resultante. Por lo tanto, concluyen que este compost debe ser utilizado con precaución y se deben realizar más pruebas en diferentes cultivos y etapas de desarrollo para comprender mejor su posible efecto fitotóxico.

Del mismo modo Cristóbal *et al.* (2022) realizaron un estudio en Zinacantán – México, con la finalidad de evaluar el efecto del uso de MM en distintas concentraciones y frecuencias de aplicación en el crecimiento de las plantas de rosa. Los resultados resaltaron que la aplicación de MMA al 20 % cada 15 días en el manejo convencional y al 20% cada 8 días en el manejo ecológico resultaron ser los tratamientos más efectivos. Estos tratamientos mejoraron significativamente diversas características de las plantas.

Así mismo Alarcon *et al.* (2019), llevaron a cabo un estudio en Cundinamarca – Bogotá, enfocándose en el proceso de compostaje como una solución efectiva para tratar los residuos en descomposición y minimizar su impacto ambiental. Se buscó optimizar el proceso de compostaje al estandarizar su metodología y aprovechar al máximo las propiedades de microorganismos presentes en el compostaje, que no habían sido previamente utilizados en la fabricación de fertilizantes. El estudio se centró en la evaluación de un producto derivado de microorganismos aislados durante el compostaje, como *Streptomyces sp*, *Lactobacillus sp* y *Aspergillus niger*. Concluyeron que este producto aceleró el proceso de compostaje y se aplicó con éxito en cultivos de hortalizas, siendo también apropiado para huertas caseras y jardines pequeños.

A nivel nacional Huerta y Treviño (2021) hicieron un estudio en la ciudad de Lima, donde el propósito de la investigación fue analizar la calidad del compost generado a partir de

residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión, utilizando dos enfoques distintos: el sistema de ventilación forzada y el método de pilas al aire libre. Realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos y el contenido de nutrientes en el compost resultante, siguiendo las pautas de las normas técnicas mexicanas y el manual de compostaje. Los hallazgos indicaron que el sistema de ventilación forzada cumplió con los estándares establecidos y proporcionó una mayor calidad de compost en comparación con el sistema de pilas al aire libre.

Así mismo Huaraca (2020) realizó un estudio en Huánuco, evaluando dos métodos para obtener y activar microorganismos eficientes de montaña en el compostaje. Los protocolos tradicional e innovador se compararon en términos de propiedades fisicoquímicas de los abonos orgánicos, utilizó una duración de 28 días en unidades experimentales de 250 kg con 4 repeticiones cada uno. Los resultados mostraron similitudes en características como temperatura, humedad, contenido de materia orgánica, minerales, tamaño de partícula y rendimiento productivo en los días 1 y 28. Sin embargo, se observó una diferencia significativa en el pH en el día 28.

Del mismo modo, Arevalo (2022), realizó un estudio en la instalación de valorización de residuos sólidos orgánicos de la Municipalidad Provincial de Utcubamba para mejorar la calidad del compost y la concentración de macronutrientes. Usaron nueve camas experimentales y tres tratamientos. Investigó el impacto de la adición de estiércol en la calidad del compost y la concentración de macronutrientes. Los resultados indicaron que los tres tratamientos tenían exceso de humedad en comparación con las normas de calidad. La inclusión de estiércol mejoró la calidad del compost y la concentración de macronutrientes.

Así mismo Galecio-Julca *et al.* (2020), evaluarón el impacto de diferentes fuentes orgánicas y la aplicación de microorganismos eficientes (EM) en el rendimiento del banano de la variedad Williams. Emplearon varios tratamientos que combinaban estas fuentes orgánicas y se condujo el estudio con un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres bloques y repeticiones. Analizaron variables como el número de manillas y dedos por racimo, el peso del racimo y el rendimiento por hectárea. Los resultados demostraron que la

aplicación de 33,3 t.ha⁻¹ de compost junto con un 5% de EM generó un mayor número de manillas por racimo (9), una mayor cantidad de dedos por racimo (162), un mayor peso por racimo (30,63 kg) y un rendimiento más alto (51,06 t.ha⁻¹).

A nivel local Gonzales y Pinedo (2021) realizaron un estudio en Lamas sobre la producción de compost a partir de estiércol porcino del camal municipal. Utilizaron aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores en cuatro tratamientos diferentes, destacando el T3 con un 60% de estiércol, 20% de cascarilla de arroz, 20% de aserrín, y microorganismos, que produjo compost rico en nutrientes. El proceso duró seis semanas y generó 5.4 kg de residuos sólidos por compostera. Los valores de pH, conductividad eléctrica y contenido de nutrientes en el T3 fueron significativamente altos. En conclusión, el compostaje de estiércol porcino es una opción ecológica que evita la contaminación del suelo, agua y aire, y mejora la calidad del suelo como enmienda.

Del mismo modo Barrera y Arevalo (2022) llevaron a cabo un estudio en Cacatachi, con el propósito de examinar el desempeño de microorganismos presentes en el compost urbano. De esa manera, establecieron cinco pilas de residuos orgánicos, incluyendo una pila de control y cuatro pilas que fueron inoculadas con diversas combinaciones que se encuentran relacionadas al MM y ME, en la que llevaron a cabo análisis relacionados a los parámetros del pH, con elementos presentes en materia orgánica. Los resultados indicaron que los microorganismos contribuyeron a mejorar la calidad del compost y aceleraron la descomposición de los residuos, destacándose la eficacia de los microorganismos eficientes en comparación con los de montaña.

2.2. Bases teóricas

El presente trabajo se sustenta con algunas teorías, involucran varios aspectos relacionados con el compostaje, los MM y el uso del jugo de caña para mejorar el proceso. En Perú, para el diario La República (2005) existen regulaciones legales que rigen la gestión y manejo de los residuos. Estas regulaciones están enmarcadas en el Plan Nacional Ambiental (PNA) y la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611) y abordan varios aspectos clave:

- **Minimización de Residuos:** Se busca reducir la generación de desechos a lo largo de la vida útil de bienes y servicios, disminuyendo tanto su cantidad como su potencial peligrosidad.
- **Promoción de Tecnologías y Prácticas Sostenibles:** Se fomenta el desarrollo y la aplicación de tecnologías y métodos que promuevan la minimización y el reciclaje de residuos sólidos.
- **Reaprovechamiento y Tratamiento Adecuado:** Se promueve el reúso de residuos sólidos y la implementación de prácticas adecuadas para su tratamiento y disposición final.

Se hace referencia a una ley anterior, la Ley N° 26664 del año 1996, que transfirió la administración de parques de municipalidades provinciales a municipalidades distritales. Posteriormente, en 2003, la Ordenanza Municipal 525 declaró que las áreas verdes de uso público en Lima Metropolitana son intangibles e imprescriptibles debido a su importancia para el equilibrio ecológico y la calidad de vida (Rengifo, 2021).

La Ley General del Ambiente N° 28611, promulgada en 2005, reconoce el derecho inalienable de todas las personas a vivir en un entorno saludable y equilibrado. También destaca la responsabilidad de proteger el medio ambiente y sus componentes, incluyendo la diversidad biológica y el desarrollo sostenible. En cuanto al marco legal específico para la producción orgánica o ecológica, la Ley N° 29196 del Congreso de Perú, promulgada en 2008, impulsa esta forma de producción como una vía para combatir la escasez y conservar el medio ambiente. Se enfoca en el fomento de la dinámica biológica en la agricultura, la promoción del uso sostenible de microorganismos y la minimización de la contaminación, además de promover el uso responsable del agua y los recursos acuáticos (Romero, 2021).

El Decreto Supremo N° 016-2012-AG, menciona la Constitución Política del Perú y la Ley N° 27314, que establece directrices para la gestión de residuos sólidos. En particular, el Capítulo VII de esta ley aborda pautas para la gestión de residuos procedentes de establecimientos avícolas. El marco legal en Perú pone énfasis en la importancia de gestionar

de manera sostenible los residuos sólidos, promover la producción orgánica y el uso responsable de los recursos naturales para proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de la población (Estado Peruano, 2012).

También es importante conocer algunas teorías que fundamentan el propósito de la investigación como es la teoría de la descomposición de residuos orgánicos. A continuación, se resumen los principales aspectos de esta teoría:

- **Los Materiales Orgánicos:** Residuos biodegradables como restos de comida y vegetales pueden descomponerse en componentes más simples.
- **Microorganismos descomponedores:** Agentes que se alimentan de la materia orgánica, convirtiéndola en sustancias más simples.
- **Proceso de compostaje:** Aceleración controlada de la descomposición de residuos orgánicos para crear compost, con giros y ajustes para favorecer la descomposición eficiente.
- **Productos finales:** La descomposición produce compost, un producto rico en nutrientes y materia orgánica estable. El compost mejora el suelo, retiene la humedad y reduce la necesidad de fertilizantes químicos, disminuyendo la cantidad de residuos en vertederos.
- **Beneficios ambientales:** La teoría de la descomposición de residuos orgánicos es clave en la gestión de residuos y la agricultura sostenible. Al convertirlos en compost, se reducen impactos ambientales, como gases de efecto invernadero en vertederos. También se conserva el suelo y se promueve la sostenibilidad agrícola.

2.3. Definición de términos básicos

- **Compostaje:** proceso controlado que transforma desechos orgánicos en compost, un nutriente para el suelo. Según Azula-Barrera (2023) esto se logra mediante la descomposición microbiana en condiciones controladas. Ayuda a enriquecer el suelo y

reducir la cantidad de residuos en vertederos, siendo una práctica ambientalmente responsable.

- **Microorganismos:** Los microorganismos invisibles a simple vista, como bacterias, virus, hongos, protozoos y algas unicelulares, son fundamentales en diversos procesos biológicos y ecológicos en la Tierra. Algunos de estos microorganismos son beneficiosos, ya que contribuyen a la digestión, la descomposición de materia orgánica, la producción de alimentos mediante fermentación y la purificación del agua. Además, desempeñan un papel importante en la generación de nutrientes para las plantas en el suelo. Sin embargo, también pueden ser perjudiciales en ciertos contextos. (Gregorutti & Caviglia, 2021).
- **Impacto ambiental:** considera las consecuencias de las actividades humanas y proyectos en el medio ambiente, abordando tanto efectos positivos como negativos. Esto incluye la construcción, explotación de recursos y contaminación del aire, agua y suelo. Se analiza cómo estas acciones afectan la biodiversidad, calidad del aire, agua, suelo y la sostenibilidad a largo plazo para generaciones futuras. (Yousaf *et al.*, 2023).
- **Descomposición:** es un proceso natural en el que la materia orgánica se desintegra con el tiempo, gracias a microorganismos como bacterias y hongos que la convierten en sustancias más simples. Esto es esencial para el ciclo de nutrientes en la naturaleza, el reciclaje de materiales en los ecosistemas y la eliminación de residuos orgánicos, manteniendo la salud del suelo y del entorno (Aguirre-Forero *et al.*, 2022).
- **Residuos orgánicos:** son materiales biológicos, como restos de comida, hojas y cáscaras de frutas, que pueden descomponerse naturalmente. Microorganismos descomponen estos compuestos orgánicos en el proceso de descomposición, produciendo compost, un fertilizante rico en nutrientes. La gestión adecuada de los residuos orgánicos es fundamental para reducir la cantidad de desechos en vertederos y promover prácticas sostenibles en el manejo de residuos (Rincones *et al.*, 2023).

III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

3.1. Metodología de la solución

En el presente trabajo se busca encontrar la optimización del tiempo de descomposición de residuos orgánicos, para ello se planteó dos alternativas que se denominarán Opción A y Opción B, los cuales a continuación se detalla:

Opción A

Esta opción se plantea dos pruebas en medio sólido y líquido; en medio sólido a 4 sacos con hojarasca de montaña se agregó 3 galones de melaza por 50 litros de agua. Y en el medio líquido se agregó en un barril de 200 litros, 9 kg, de microorganismos de montaña eficientes (en adelante MME) y melaza disuelta en agua sin cloro, este proceso toma un periodo de tiempo de 3 meses. En los MME en estado sólido no se observó la presencia de una población significativa de micelios; de igual manera en el medio líquido, no aporta aroma al proceso; esto indica su ausencia en este medio. Cabe resaltar que los insumos solicitados por las municipalidades tardan en ser atendidos; esta demora genera que la melaza llegue espesada, lo que hace que se pierda sus propiedades.

Opción B

Para este proceso se utilizaron 4 sacos de hojarasca de montaña, en donde fue agregado en un balde de 30 litros jugo de caña de azúcar a forma de reemplazo de la melaza. Así se evita el uso de agua y melaza. Del mismo modo para el medio líquido en un barril de 200 litros fueron agregados 9 kg de MME juntamente a otros productos naturales, como jugo de caña, leche de vaca, suero de leche, levadura seca y hojas que contengan *Erythrina*. En los MME en estado sólido se observó la presencia de una población significativa de micelios; de igual manera en el medio líquido, aporta aroma al proceso; esto indica la presencia de estos en este medio. Este proceso reduce el tiempo de descomposición de 3 meses a 1 mes.

3.2. Desarrollo de la solución

Luego de evaluar el mejor resultado de los procesos descritos en el numeral 3.1 de este informe, se eligió la opción B, que juntamente a otros productos naturales, como jugo de caña, leche de vaca, suero de leche y hojas que contengan *Erythrina*, presentó mayor eficiencia en el proceso y redujo el tiempo de obtención del compost.

Tecnología implementada

Con la finalidad de acelerar el proceso de compostaje de más de 10 toneladas de residuos orgánicos utilizando tecnologías limpias, se optó por recolectar, activar y reproducir MM que son colocados en pilas de residuos orgánicos para así acelerar la descomposición de estos.

A continuación, se detalla la activación de los MM, que se inicia por:

- **Recolección**

La recolección de microorganismos de montaña de las áreas seleccionadas, como la "Zona de Conservación Cerro Tamburco", se inicia retirando la capa de hojas que cubre la superficie. Bajo esta capa, podemos identificar los micelios de hongos, que son más abundantes cuando la hojarasca está en avanzado estado de descomposición, como se muestra en la Figura 3. Se recolectan cuatro sacos de hacen un total de 100 kg de material y luego se cubre nuevamente el área de la que se extrajeron.

Figura 3*Recolección*

- **Reproducción**

Después de la recolección de los MM, se procedió a su reproducción de manera inmediata, primero en un medio sólido y luego en un medio líquido. En la Figura 4 se muestra la Planta Piloto de Valorización, donde se llevó a cabo la reproducción de los MME.

Figura 4*Producción*

Activación de Microorganismos de Montaña en Medio Sólido:

Los materiales, equipos y la cantidad se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2

Materiales y Equipos Medio Sólido

Materiales y Equipos	Cantidad	Unidad
Hojarasca de Montaña	4	Sacos grandes
Polvillo de arroz	2	Quintales
Jugo de caña	2	Baldes
Barril de plástico de 200 litros	1	Barril
Mazo de Madera	1	Unidad

Nota. Elaboración propia.

A. Pasos de la elaboración de MME Sólidos:

Paso 1: Se realizó la limpieza y desmenuzado del material (hojarasca de montaña) manualmente, eliminando piedras, palos gruesos y materiales extraños. En la Figura 5 podemos observar el proceso.

Figura 5

Paso 1 – Medio Sólido



Paso 2: Se agregó 2 quintales de polvillo de arroz a la hojarasca, mezclando manualmente, como se aprecia en la Figura 6.

Figura 6

Paso 2 – Medio Sólido



Paso 3: En una regadera se colocó el jugo de caña para humedecer de manera uniforme todo el material, con la finalidad de determinar mediante la conocida “prueba del puño”, que se trata de recoger una cantidad equivalente a un puñado de material, para posteriormente comprimirlo de tal manera que se obtenga una forma esférica en la cual no se cuenten con restos de humedad y que al tacto debe desintegrarse sin mayor dificultad o resistencia. En la Figura 7 se observa el proceso.

Figura 7*Paso 3 – Medio Sólido*

Paso 4: Se colocó el contenido mezclado dentro de un depósito. Formando capas de aproximadamente 15 centímetros, de la misma manera se procedió a compactar el material con un mazo de madera, por capas dentro del barril. Una vez que se llenó completamente el contenedor, se dejó reposar el contenido dejando un espacio vacío de 10 cm, entre la tapa y el material. Como se observa en la Figura 8.

Figura 8*Paso 4 – Medio Sólido*

Paso 5: Colocamos el plástico dentro del barril, para luego agregar la arena de forma que el barril quedó herméticamente sellado sin ingreso de oxígeno (proceso anaeróbico). Como se muestra en la Figura 9.

Figura 9

Paso 5 – Medio Sólido



Paso 6: Se cerró la tapa del barril con un aro metálico, luego se dejó en reposo durante 30 días, en la planta piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales, en un lugar fresco que favoreció la reproducción de los microorganismos. A partir de la cuarta semana se utilizó como acelerante para la descomposición de los residuos, además realizamos la reproducción en medio líquido. Figura 10 proceso de sellado.

Figura 10

Paso 6 – Medio Sólido



Después del tiempo estimado, destapamos el barril, donde se percibió un agradable aroma a fermentación, con una coloración de un tono café claro en los MME. Como se observa en la Figura 11.

Figura 11

Compostaje Final



Activación de Microorganismos en Medio Líquido:

Los materiales, equipos y la cantidad se determinan en la presente tabla:

Tabla 3

Materiales y Equipos Medio Líquido

Materiales y Equipos	Cantidad	Unidad
Microorganismos de montaña eficiente	9	Kilogramos
Leche	60	Litros
Suero	60	Litros
Jugo de caña	60	Litros
<i>Erythrina</i>	1	Kilogramo
Levadura	500	Gramos
Barril de plástico de 200 litros con tapa hermética	1	Barril

Nota. Elaboración propia

B. Pasos de la elaboración de MME Líquido

Paso 1: Se colocó 9 Kilogramos de MME, divididos en 3 partes dentro de sacos.

Paso 2: Agregamos en un barril de 200 litros los insumos, 60 litros de suero, 60 litros de leche, 60 litros de jugo de caña, los 500 gramos de levadura, se agregó el kilo de hojas de *Erythrina* picadas a la mezcla del barril, removiendo uniformemente con una paleta de madera durante 5 minutos. Como se muestra en la Figura 12.

Figura 12*Paso 2 – Medio Líquido*

Paso 3: Sumergir los 9 kg de MME, repartidos en tres sacos con (MME sólidos) dentro del barril como si fuera una bolsita de té. Como se observa en la Figura 13.

Figura 13*Paso 3 – Medio Líquido*

Paso 4: Sellamos completamente el contenedor, dejando en reposo por un periodo de 15 días, tiempo en el que permaneció en un ambiente fresco, favoreciendo su tratamiento para la aplicación como agente acelerador en la técnica de compostaje. Como se observa en la Figura 14.

Figura 14

Paso 4 – Medio Líquido



C. Forma de aplicación de MME:

Construcción de pilas y Aplicación de Microorganismos Eficientes

Los residuos sólidos orgánicos llegaban a la planta piloto de valorización – Vivero Municipal. De manera diaria (lunes a viernes), se realizaba el pesado, para luego efectuar la segregación de algunos residuos que podían venir inmersos; se descontaba esta pequeña cantidad para saber el peso real al momento de ingresar a la pila compostera; su construcción equivale una capa por día, es decir, que semanalmente se construiría un bloque con un volumen aproximado a 1.5 M de altura.

Aplicación de Microorganismos de Montaña Eficientes

Los microorganismos de montaña eficientes (MME) se aplicaron en una proporción de 3 litros o 3 kilos según la evaluación de los residuos orgánicos que llegaban a la planta piloto de valorización, si este material orgánico llegaba con mayor proporción sólido, se agregaba MME líquido y si el material orgánico llegaba a mayor proporción líquido, se agregaba MME sólido, cada 20 cm por cada capa de la construcción de pilas.

3.3. Factibilidad técnica – operativa

3.3.1. Factibilidad técnica

Para la factibilidad técnica se evalúa mediante un cuadro comparativo entre las opciones A y B, tanto para medio sólido y líquido:

Medio Sólido

Tabla 4

Factibilidad técnica – Medio Sólido

OPCIÓN A			OPCIÓN B		
Materiales y Equipos	Und.	Cant	Materiales y Equipos	Und.	Cant
Hojarasca de montaña	4	Saco	Hojarasca de montaña	4	Saco
Salvado de arroz	2	Quintales	Salvado de arroz	2	Quintales
Melaza	2	Galones	Jugo de caña	2	Baldes
Barril de 200 litros	1	Barril	Barril de 200 litros	1	Unidad
Agua	40	Litros	Mazo de madera	1	Unidad
Mazo de madera	1	Unidad			

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 4, podemos notar que la opción B ofrece mayores beneficios utilizando menos recursos. Por lo tanto, podemos concluir que la opción B, que incluye el jugo de caña, es la más adecuada.

Medio Líquido**Tabla 5***Factibilidad técnica – Medio Líquido*

OPCIÓN A			OPCIÓN B		
Materiales y Equipos	Cant.	Und.	Materiales y Equipos	Cant.	Und
MME medio sólido	9	Kilogramo	MME medio sólido	9	Kilogramo
Melaza	6	Galones	Jugo de caña	60	Litros
Levadura seca	500	Gramos	Leche de vaca	60	Litros
Hojas de <i>Erythrina</i>	20	Hojas	Suero de leche	60	Litros
Agua sin cloro	50	Litros	Levadura seca	500	Gramos
			Hojas de <i>Erythrina</i>	1	Kilogramo
Barril 200 lt	1	Unidad	Barril 200 lt	1	Unidad
Polvillo de arroz	2	Sacos			
Leche de vaca	60	Litros			
Suero de leche	60	Litros			

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 5, notamos que la opción B ofrece mayores beneficios utilizando menos recursos. Por lo tanto, podemos concluir que la opción B, que incluye el jugo de caña, es la más adecuada.

3.3.2. Factibilidad operativa

En primer lugar, se evaluó la factibilidad operativa del cada uno de los medios tanto sólido como líquido. Como podemos observar en la Tabla 6 y Tabla 7.

Tabla 6

Factibilidad Operativa – Medio Sólido

Factibilidad Medio Sólido									
Ítem	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	
Activación de Microorganismos de Montaña									
Recolección	█								
Reproducción	█	█							
Pasos para la elaboración									
Paso 1	█								
Paso 2	█								
Paso 3	█								
Paso 4	█								
Paso 5	█								
Paso 6	█	█							

Nota. Elaboración propia

Tabla 7

Factibilidad Operativa – Medio Líquido

Factibilidad Medio Líquido				
Ítem	Semana 1	Semana 2	Semana 3	
Paso 1	█			
Paso 2	█			
Paso 3	█			
Paso 4	█	█		

Nota. Elaboración propia

3.4. Cuadro de inversión

A continuación, en la Tabla 8 y Tabla 9 se detalla la inversión realizada para cada medio:

Medio Sólido

Tabla 8

Cuadro de inversión – Medio Sólido

INSUMOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Hojarascas con MM	4 sacos	-	-
Polvillo de arroz	2 sacos	S/ 15.00	S/ 30.00
Jugo de caña	2 baldes	S/ 20.00	S/ 40.00
Barril 200 lt.	1	S/ 200.00	S/ 200.00
Mazo o palo de madera	1	-	-
TOTAL			S/ 270.00

Nota. Elaboración propia

Medio Líquido:

Tabla 9

Cuadro de inversión – Medio Líquido

INSUMOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MME medio sólido	9 kg	-	-
Jugo de caña	60 lt	S/ 1.00	S/ 60.00
Leche de vaca	60 lt	S/ 1.50	S/ 90.00
Suero de leche	60 lt	S/ 0.30	S/ 18.00
Levadura seca	500 gr	S/ 20.00	S/ 20.00
Hojas de <i>Erythrina</i>	500 gr a 1 kg	-	-
Barril	1	S/ 200.00	S/ 200.00
TOTAL			S/ 388.00

Nota. Elaboración propia

IV. ANALISIS CRÍTICO

4.1. Análisis costo – beneficio

En la Tabla 10 se muestra la comparación de costos y beneficios de la implementación de las alternativas A y B:

Tabla 10

Análisis costo – Beneficio General

OPCIÓN A MEDIO SÓLIDO			OPCIÓN B MEDIO SÓLIDO		
Hojarascas con MM	-		Hojarascas con MM	-	
Polvillo de arroz	S/	30.00	Polvillo de arroz	S/	30.00
Melaza	S/	120.00	Jugo de caña	S/	40.00
Barril 200 lt	S/	200.00	Barril 200 lt	S/	200.00
Agua	-		Palo de madera	-	
Palo de madera	-				
OPCIÓN A MEDIO LÍQUIDO			OPCIÓN B MEDIO LÍQUIDO		
MME medio sólido	-		MME medio sólido	-	
Melaza	S/	360.00	Jugo de caña	S/	60.00
Levadura seca	S/	20.00	Leche de vaca	S/	90.00
Hojas de <i>Erythrina</i>	-		Suero de leche	S/	18.00
Agua sin cloro	-		Levadura seca	S/	20.00
Barril 200 lt	S/	200.00	Hojas de <i>Erythrina</i>	-	
Polvillo de arroz	S/	36.00	Barril	S/	200.00
Leche de vaca	S/	90.00			
Suero de leche	S/	18.00			
			OPCIÓN A	S/	350.00
			OPCIÓN B	S/	270.00
			OPCIÓN A	S/	724.00
			OPCIÓN B	S/	388.00

Haciendo una comparativa de los montos presupuestados para cada una de las opciones tanto en medio sólido y medio líquido, se determina el hay diferencia significativa entre ambas

opciones, siendo así para el medio sólido una diferencia de S/ 80.00 entre la opción A y B, mientras que en el medio líquido hay una diferencia de S/ 336.00.

V. APORTES MÁS SIGNIFICATIVOS A LA EMPRESA / INSTITUCIÓN

La investigación aporta significativamente a la municipalidad de varias maneras:

- **Reducción de residuos sólidos:** Al disminuir la cantidad de residuos orgánicos enviados a vertederos o incineradoras, se logra una gestión más eficiente de los residuos, reduciendo costos y liberando recursos para otras áreas municipales.
- **Producción de abono orgánico de calidad:** La obtención de abono de calidad a partir de residuos orgánicos mejora la calidad del suelo en áreas municipales como parques y jardines, reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos y los costos de mantenimiento.
- **Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero:** Al desviar los residuos orgánicos hacia el compostaje eficiente, se contribuye a la mitigación del cambio climático y al cumplimiento de compromisos ambientales, evitando sanciones futuras.
- **Fomento de la educación ambiental:** El programa de compostaje puede ser una herramienta educativa valiosa para concienciar a la comunidad sobre la gestión de residuos y la protección ambiental, alentando la participación ciudadana y la adopción de prácticas sostenibles.
- **Reducción de espacio dentro de la Planta Piloto de Valorización:** al obtener el compost en menos tiempo exactamente 1 mes (antiguamente de 2 a 3 meses), el espacio en la planta piloto de valorización se liberó para poder seguir acumulando más cantidad de residuos orgánicos y por ende más cantidad de compost.
- **Reducción de mano de obra:** el tiempo de descomposición de los residuos orgánicos para la obtención del compost se redujo, el personal también terminaba sus labores mucho más rápido, por lo cual se optó por reducir personal en esta actividad (de 6 brigadistas ambientales a solo 4) y rotar a ese personal a otras actividades dentro del cumplimiento de incentivos a la gestión municipal.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones de este estudio abordan de manera integral los problemas planteados a lo largo de la investigación. Se ofrece un análisis exhaustivo y reflexivo sobre cada uno de los aspectos abordados, proporcionando una visión completa y detallada de los resultados obtenidos. Además, se destaca la relevancia de los hallazgos en relación con los objetivos planteados, subrayando la contribución significativa de este trabajo a la comprensión y posible solución de los desafíos planteados inicialmente.

El proceso de descomposición eficiente: Se logró mediante la integración de Microorganismos de Montaña con ingredientes naturales potenciadores como jugo de caña, tanto en medio sólido y líquido. Esta combinación demostró ser altamente efectiva en el proceso de descomposición de residuos orgánicos. La meticulosa elección y mezcla de estos componentes potenciaron la actividad microbiana de manera notable, lo que resultó en una aceleración significativa en la descomposición de la materia orgánica. Este enfoque integrado no solo demostró eficacia, sino que también resalta la importancia de una selección cuidadosa de ingredientes para optimizar los resultados en la gestión sostenible de residuos orgánicos.

Comparación de insumos: El estudio evaluó la eficacia de dos insumos, melaza y jugo de caña de azúcar, en el contexto de la activación de microorganismos de montaña. Ambas alternativas demostraron ser efectivas, pero se identificó que la inclusión de jugo de caña de azúcar resulta ser una opción innovadora, económica y eficiente para potenciar el proceso de descomposición. Además, se ha constatado que los Microorganismos de Montaña potenciado con jugo de caña desempeñan un papel fundamental como el principal insumo que impulsa la descomposición de los residuos sólidos. Estos MME actúan como el agente activo del compost, subrayando así su importancia crucial en el desarrollo de un proceso eficaz de descomposición

Reducción en el tiempo de maduración del compost: A lo largo de este estudio, se ha demostrado de manera concluyente la viabilidad de acelerar el proceso de maduración del compost mediante la implementación de compostaje en combinación con la introducción de Microorganismos de Montaña y la adición de jugo de caña. Antes de incorporar esta mejora en el proceso de activación de MME, el tiempo requerido para la maduración del compost variaba entre 2 y 3 meses y medio. Sin embargo, al utilizar el potenciador de jugo de caña en lugar de melaza, se logró una optimización significativa, reduciendo el tiempo de maduración a tan solo 1 mes. Los resultados obtenidos indican de manera concluyente que esta técnica tiene el potencial de acortar de manera significativa el período de descomposición de residuos orgánicos. Este avance constituye un hito significativo en la gestión sostenible de residuos orgánicos, resaltando la eficacia y la relevancia práctica de esta metodología para mejorar la eficiencia del proceso de compostaje.

Finalmente, este estudio posibilita una reducción tanto en costos como en espacio: La optimización del proceso ha llevado a una disminución de los costos de producción del compost al aprovechar de manera más eficiente los insumos disponibles. Además, la reducción del tiempo de almacenamiento ha generado espacio adicional en la planta de valorización de residuos, permitiendo la acumulación de mayores cantidades de residuos y compost (reporte positivo presentado al MINAM en cumplimiento de la meta 3). Este progreso ha desempeñado un papel significativo en la mejora de la eficiencia espacial, generando un impacto directo en la disminución de la acumulación de residuos sólidos orgánicos en el botadero municipal, y reduciendo la demanda de mano de obra.

En conjunto, estas conclusiones respaldan de manera sólida la viabilidad y efectividad de la propuesta de solución para optimizar el tiempo de descomposición de residuos orgánicos, generando beneficios económicos, ambientales y operativos para la municipalidad.

VII. RECOMENDACIONES

- Para la implementación de la técnica de compostaje con MM y jugo de caña: Se recomienda la adopción de la técnica de compostaje que se ha presentado en este trabajo, que implica la combinación de MM y la adición de jugo de caña de azúcar. Esta técnica ha demostrado ser altamente efectiva para acelerar la descomposición de residuos orgánicos, lo que contribuye a la gestión sostenible de los mismos.
- Selección de microorganismos de montaña adecuados: Es importante llevar a cabo una cuidadosa selección de los MM que se utilizarán en el proceso de compostaje, dependiendo de las condiciones locales y los objetivos específicos. Se recomienda realizar análisis microbiológicos para determinar los microorganismos más adecuados para el entorno particular en el que se lleva a cabo el compostaje.
- Optimización de las concentraciones de jugo de caña: Se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales para determinar las concentraciones óptimas de jugo de caña que maximicen la eficiencia de la descomposición de residuos orgánicos. Esta optimización podría variar según los tipos de residuos y las condiciones ambientales, por lo que es fundamental adaptar las concentraciones en función de las circunstancias.
- Evaluación del impacto ambiental: Para garantizar que el proceso de compostaje potenciado con jugo de caña de azúcar sea sostenible y respetuoso con el medio ambiente, es esencial llevar a cabo un análisis detallado de su impacto ambiental. Esto incluye la evaluación de emisiones de gases de efecto invernadero, consumo de recursos naturales y la calidad del compost resultante.
- Análisis económico: Se debe realizar un análisis económico que examine los costos asociados con la implementación de esta técnica y compare estos costos con los beneficios derivados, como la reducción de residuos y la producción de compost de alta calidad. Esto ayudará a determinar la viabilidad económica de la aplicación a gran escala.
- Capacitación y divulgación: Para promover la adopción de esta técnica, se sugiere llevar a cabo programas de capacitación dirigidos a agricultores, jardineros y gestores de

residuos. La divulgación de los beneficios y mejores prácticas del compostaje con MM y jugo de caña de azúcar puede contribuir a su implementación exitosa.

- Monitoreo a largo plazo: Se recomienda establecer un sistema de monitoreo a largo plazo para evaluar la durabilidad y eficacia a lo largo del tiempo de esta técnica de compostaje. Esto permitirá ajustar las prácticas según sea necesario y garantizar resultados sostenibles.

REFERENCIAS

- Aguilar-Paredes, A., Valdés, G., Araneda, N., Valdebenito, E., Hansen, F., & Nuti, M. (2023). Microbial Community in the Composting Process and Its Positive Impact on the Soil Biota in Sustainable Agriculture. *MPDI*, 13(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy13020542>
- Aguirre-Forero, S., Piraneque-Gambasica, N., & Cabarcas-Saumeth, D. (2022). Compost de cáscara de naranja: una alternativa de aprovechamiento y ciclaje de materia orgánica en la Región Caribe de Colombia. *Scielo*, 18(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.8063>
- Alarcon, J., Gordillo, Y., & Rivera, G. (2019). Optimización del proceso de compostaje mediante la introducción de un abono microbiano que contiene *Streptomyces* sp, *Aspergillus niger* y *Lactobacillus* sp. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 1. <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/handle/unicolmayor/280>
- Arevalo, J. (2022). Incorporación de estiércol para el mejoramiento del Compost y Concentración de Macronutrientes, en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos de Utcubamba 2022. Universidad Politécnica Amazónica. <https://repositorio.upa.edu.pe/handle/20.500.12897/171>
- Azula-Barrera, M. (2023). Validation of compost produced from invasive species as a propagation substrate in an ecological restoration process. *Scielo*, 57(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/rca.57-1.12>
- Barrera, D., & Arevalo, P. (2022). Comportamiento de los Microorganismos de Montaña (MM9 y Microorganismos Eficientes (EM) en la Producción de Compost Orgánico Urbano, Cacatachi, 2022. Repositorio Universidad Cesar Vallejo, 1. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/113594/Arevalo_C PA-Barrera_TD-SD.pdf?sequence=1

- Bernal, M. P., Albuquerque, J. A., & Moral, R. (2008). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresour Technol*, 100(22). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>
- Bustinza, R., & Gomero, L. (2023). Optimization of the composting process with coffee pulp in the annex Unión Pucusani (Chanchamayo-Junín). *Luis Gomero*, 41(1), 85–95. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292023000100085>
- Camacho, F. (2019). Biofertilización orgánica de almácigos de café (*Coffea arabica* L.) con compost producido a partir de residuos biomásicos locales, microorganismos de montaña y lodos digeridos de biodigestor en la región de Monteverde, Costa Rica. *Universidad Nacional de Costa Rica*, 1. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/18921>
- Castañeda, C., Vargas, L., Bao, C., Saavedra, F., & García, P. (2023). Manejo de residuos sólidos en el barrio Sinaí y propuesta de educación ambiental, distrito Elías Soplín Vargas-Rioja-San Martín-2015. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1). https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4850
- Cazalla, A. (2021). Microorganismos eficientes de montaña: evaluación de su potencial como fertilizante de utilidad agronómica. *Universidad de Jaén. Facultad de ciencias experimentales*. <https://crea.ujaen.es/handle/10953.1/14558>
- Cristóbal, J., Aguilar, C., Vásquez, H., Solís, M., Gómez, E., & Aguilar, J. (2022). Evaluation of the use of activated mountain microorganisms in the cultivation of roses, Zinacantán, Chiapas. *Scielo*, 9(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3500>
- Estado Peruano. (2012). Decreto Supremo No 016-2012-AG — Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario. *El Peruano*. <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC117805/>

- Galecio-Julca, M., León, K., & Aguilar-Ancocota, R. (2020). Efecto de fuentes orgánicas y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de banano orgánico (*Musa spp.* L.). *Revista de Investigación Científica Manglar*, 17(4). <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/195>
- Gonzales, C., & Pinedo, S. (2021). Compostaje de estiércol del camal municipal, mediante utilización de aserrín, cascarilla de arroz y microorganismos descomponedores de montaña, Lamas, 2021. Repositorio Universidad Cesar Vallejo, 1. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82657>
- Gregorutti, V., & Caviglia, O. (2021). Addition of cover crop residues and organic amendments: effect on nitrifiers and cellulolytic microorganisms. *SciELO*, 39(1). https://doi.org/http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672021000100039&lang=pt
- Guzmán, B. (2021). Análisis de la Eficiencia de los Microorganismos de Montaña en el Cultivo de Repollo (*Brassica Oleracea* var. *capitata*) en la Vereda Soagá, Finca los Pinos(Ubaté-Cundinamarca). Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/34765>
- Huamaní, C., Tudela, J., & Huamaní, A. (2020). Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca - Puno - Perú. *SciELO*, 22(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.541>
- Huaraca, K. (2020). Diferentes protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña sobre las características fisicoquímicas de abonos orgánicos. Universidad Agraria de La Selva, 1. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1830>
- Huerta, C., & Treviño, E. (2021). Determinación de la calidad del compostaje producido por ventilación forzada y por pilas (cielo abierto) a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión. Universidad Peruana Unión, 1. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4525>

- Juarez-Robles, B., Gomez, I., Mañon, M., Hernández, M., Vaca, R., & Fuente, J. de La. (2017). Quality and time of composting of biosolids by varying the proportions and weights of the substrates. *Scopus*, 23(3), 95–104. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2016.12.065>
- Leshita, P., Sen, S. K., & Bomba, D. (2012). Composting of common organic wastes using microbial inoculants. *Three Biotech*, 2(2), 127–134. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007%2Fs13205-011-0033-5>
- Maldonado, J. (2020). Comparación de la calidad del compost resultante del proceso realizado por microorganismos eficientes comerciales y naturales en el distrito de Jepelacio, región San Martín. Universidad Católica Sede Sapientiae, 1. https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1026/Tesis_____-Maldonado_Rojas%2C_Jeisy_Del_Pilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Naciones Unidad. (2023). New UN ‘roadmap’ shows how to drastically slash plastic pollution. Delegate The UN Intranet-ISEek for Member States. <https://www.un.org/en/delegate/new-un-‘roadmap’-shows-how-drastically-slash-plastic-pollution>
- Pedroso, I., Gonzales, L., Luis, J., Perez, L., Vandecasteele, C., & Van, J. (2022). Extraction yield of humic substances from organic materials. *Scopus*, 89(223), 107–113. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n223.101666>
- Quispe, A. (2015). The potential value of organic, rural and urban residues for sustainable agriculture. *Scielo*, 6(1). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000100008
- Recalde, C. G., Echevarría, M., & Castro, R. (2013). DESCOMPOSICIÓN DE MATERIA ORGÁNICA CON MICROORGANISMOS BENÉFICOS MAGNETIZADOS.

Scielo, 24(6). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000600003>

Rengifo, I. (2021). Optimización del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos, en el distrito de Contamana, provincia de Ucayali, departamento de Loreto. Universidad Nacional de Ucayali. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5355/B5_2022_UNU_AMBIENTAL_2021_T_ISABEL_RENGIFO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

República, C. de la. (2005). Ley General del Ambiente. Sinia. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-ambiente#:~:text=Ley N° 28611 ,.-Ley General del Ambiente.&text=La presente Ley N°,gestión ambiental en el Perú.>

Rincones, P., Zapata, J., Figueroa, O., & Parra, C. (2023). Evaluación de sustratos sobre los parámetros productivos de la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*). Scielo, 34(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642023000200011>

Rivera, Y., & Quispe, S. (2023). Determinación de la calidad del compost elaborado a partir de residuos agroindustriales (bagazo de caña (*Saccharum officinarum*), cáscara de cacao (*Theobroma cacao*), cascarilla de arroz (*Oryza sativa* L.)) y residuos orgánicos domiciliarios. Universidad Nacional de Ucayali, 1. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6629>

Romero, E. (2021). Diagnóstico de cumplimiento del título I de la ley 28611 ley general del ambiente en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco - 2021. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2410/1/T026_46114255_T.pdf

Santos, A., Bustamante, M. A., Tortosa, G., Moral, R., & Bernal, M. P. (2016). Gaseous emissions and process development during composting of pig slurry: the influence of the proportion of cotton gin waste. Elsevier, 112(1), 81–90. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.084>

- Silva, M., & Méndez, F. (2019). Evaluación de Microorganismos de Montaña MM como aceleradores de compostaje para la producción de cultivos aromáticos. *Ciencia Unisalle*, 85(1). <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/58>
- Tuesorn, S., Wongwilaiwalin, S., Champreda, V., Leethochawalit, M., Nopharatana, A., Techkarnjanaruk, S., & Chairasert, P. (2013). Enhancement of biogas production from swine manure by a lignocellulolytic microbial consortium. *Elsevier*, 579–586. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.07.013>
- Uribe, L., Newcomer, Q., Masters, K., Kinyua, M., & Camacho, F. (2019). Fitotoxicidad de compost producido con cultivos de microorganismos de montaña y lodos de biodigestor. *Scielo*, 11(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22458/urj.v11i2.2197>
- Yousaf, A., Hussain, M., Ahmad, S., Riaz, A., Shaukat, S., Shah, S. W. A., Mishr, R. S., Akram, S., Majeed, M., Tabassum, A., Amin, M., & Jabeen, F. (2023). Environmental sustainability assessment of softwood and hardwood seedlings production in forest nurseries: A case study from Pakistan. *Scielo*, 84(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1519-6984.260615>
- Zhang, C., Tong, X., Hualiang, F., & Shaohua, C. (2019). Greenhouse Gas Emissions from Landfills: A Review and Bibliometric Analysis. *MPDI*, 11(8). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su11082282>

ANEXOS

Anexo 1

Comparación del año 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023

Utilización de Microorganismo de Montaña –MM utilizando melaza disuelta en agua. La proporción usada era 2lt de MM por 1 lt de agua sin cloro.

ANEXO N°11.								
REPORTE DE TONELADAS DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES ORGÁNICOS VALORIZADOS Y LA CANTIDAD DE PRODUCTO OBTENIDO DE JUNIO A NOVIEMBRE DE 2019								
N°	Residuo origen	Proceso	Cantidad de residuos (t/mes)					Peso Total
			Jul	Ago	Set	Oct	Nov	
1	Mercados	Recolectado	3.432	3.031	2.159	1.627	1.814	12.063
		Valorizado	3.397	3.006	2.139	1.597	1.778	11.917
		Producto obtenido	1.045	0.924	0.658	0.491	0.547	3.665
2	Mantenimiento de Áreas Verdes	Recolectado	0.230	0.225	0.250	0.240	0.255	1.200
		Valorizado	0.200	0.200	0.190	0.210	0.200	1.000
		Producto obtenido	0.60	0.60	0.58	0.64	0.60	0.302
3	Otros especificar (...)	Recolectado	-	-	-	-	-	-
		Valorizado	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-

	Producto obtenido	-	-	-	-	-	-
Peso Total Recolectado (t)							13.263
Peso Total Valorizado (t)							12.917
Peso Total de Producto Obtenido (t)							3.967

Nota. Elaboración propia

Anexo 2

RESULTADOS DEL 2020, UTILIZANDO LOS MICROORGANISMO DE MONTAÑA –MM POTENCIADO CON EL JUEGO DE CAÑA. Cabe resaltar que durante este año solo se trabajó a partir de Agosto 2020 por la emergencia sanitaria del COVID-19, mes donde recién aprobaron la continuidad de la META 3.

DATOS DE LA MUNICIPALIDAD

Ubigeo	220801
Departamento	RIOJA
Provincia	RIOJA
Distrito	RIOJA
Nombre de la Municipalidad	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA
Nombre del responsable de llenado	ROSARIO RIOS AREVALO
Cargo	JEFE DE LA UNIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS

REPORTE DE TONELAS DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS 2020

Mes	Recolectado (TN)	Valorizado (TN)	Producto Obtenido (TN)
Agosto	3.1502	3.0007	1.9872
Setiembre	7.6470	7.5321	1.9901
Octubre	7.541	7.4715	5.1202
Noviembre	10.6393	10.5073	4.481

Diciembre	9.5709	9.4808	6.146
TOTAL			19.72445

Nota. Ficha de reporte al MINAM a través del aplicativo SIGERSOL, donde se puede apreciar mayor recolección de residuos sólidos orgánicos por conseguir la aceleración por la obtención del compost en 1 mes dentro de la Planta Piloto de Valorización de RRSS Orgánicos. Se puede comparar el 2019 y 2020, donde se aprecia que se trabajó igual 5 meses, donde se obtuvo mejor resultado 2020 con un total de 19,700 TN valorizadas, distribuidas en parques y jardines para embellecer la ciudad de rioja, además de brindar compost a la población participante.

Anexo 3

Captura de pantalla al aplicativo SIGERSOL, cantidad de residuos orgánicos valorizados por la MPR en el año 2020 e inicio del 2021

The screenshot shows the SIGERSOL application interface. The top navigation bar includes the DGRS logo and the user's name, MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA. A green success message box states: "Éxito. Se ha guardado correctamente el reporte mensual." The main content area displays the title "Lista de Reportes Mensuales - Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales" and a "Nuevo Reporte Mensual" button. Below this is a table with columns for N°, RUC, Municipalidad, Periodo, Recolectado (TN), Valorizado (TN), Producto Obtenido (TN), and Fecha Registro. The table contains six rows of data for the months of August, September, October, and November 2020, and January 2021.

N°	RUC	Municipalidad	Periodo	Recolectado (TN)	Valorizado (TN)	Producto Obtenido (TN)	Fecha Registro
1	20148170933	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA	2021 - ENERO	4.129	4.063	2.031	11/05/2021 14:26:56
2	20148170933	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA	2020 - DICIEMBRE	9.5709	9.481	6.146	29/12/2020 10:43:27
3	20148170933	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA	2020 - NOVIEMBRE	10.6393	10.5073	4.481	30/11/2020 15:11:26
4	20148170933	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA	2020 - OCTUBRE	7.541	7.4715	5.1202	30/10/2020 16:25:22
5	20148170933	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA	2020 - SEPTIEMBRE	7647.04	7532.08	1990.05	01/10/2020 15:01:53
6	20148170933	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA	2020 - AGOSTO	3150.2	3000.7	1987.2	14/09/2020 10:50:59

Anexo 4

Reporte 2021 de valorización de residuos sólidos orgánicos – aplicación de microorganismo de montaña potenciado con jugo de caña de azúcar

RESUMEN DE VALORIZAR RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS					
ME S	ESTABLECIMIE NTO	R. RECOLECTADO S	R. NO VALORIZADOS	R. VALORIZADO S	P. FINAL (TN)
E N E R O	M. SANTA ANITA	728.9	9.6	719.3	2031
	M. ZONAL	895.3	12	883.3	
	M. CENTRAL	897.7	16.3	881.4	
	MIGUEL GRAU	1607.3	28.8	1578.5	
	TOTAL	4129.2	66.7	4062.5	2.031
F E B R E R O	M. SANTA ANITA	958.8	9.9	948.9	2508
	M. ZONAL	1129.6	9.5	1120.1	
	M. CENTRAL	1110.6	10.3	1100.3	
	MIGUEL GRAU	1864.5	16.3	1848.2	
	TOTAL	5063.5	46	5017.5	2.508
M A R Z O	M. SANTA ANITA	1201.1	20.4	1180.7	2743
	M. ZONAL	1234.7	13.6	1221.1	
	M. CENTRAL	1149.9	12.8	1137.1	
	MIGUEL GRAU	1982.9	36	1946.9	
	TOTAL	5568.6	82.8	5485.8	2.743
A B R I L	AREAS VERDES	1234	110	1124	0
M A Y O	M. SANTA ANITA M. ZONAL M. CENTRAL MIGUEL GRAU	4946	48	4898	2.449
J U N I O	M. SANTA ANITA	1299.6	13.8	1285.8	2788
	M. ZONAL	1124.5	7.9	1116.6	
	M. CENTRAL	666.6	10.5	656.1	
	MIGUEL GRAU	2541.2	22.5	2518.7	
	TOTAL	5631.9	54.7	5577.2	2.788
	M. SANTA ANITA	1006.1	12.3	993.8	2000

J U L I O	M. ZONAL	959.1	12.2	946.9	2
	M. CENTRAL	601.7	8.8	592.9	
	MIGUEL GRAU	1495.3	16.6	1478.7	
	TOTAL	12531.1	128.9	12402.2	
A G O S T O	M. SANTA ANITA	897	10.2	886.8	2075
	M. ZONAL	844.6	9.1	835.5	
	M. CENTRAL	623.16	9.6	613.56	
	MIGUEL GRAU	1827.4	13.2	1814.2	
	TOTAL	4192.16	42.1	4150.06	2.075
S E T I E M B R E	M. SANTA ANITA	798.3	12.9	785.4	1773
	M. ZONAL	781.6	11.8	769.8	
	M. CENTRAL	723.5	10.7	712.8	
	MIGUEL GRAU	1293.9	14.8	1279.1	
	TOTAL	3597.3	50.2	3547.1	1.773
O C T U B R E	M. SANTA ANITA	851.7	12.5	839.2	1842
	M. ZONAL	879.2	11.7	867.5	
	M. CENTRAL	783	9.7	773.3	
	MIGUEL GRAU	1220.5	15.8	1204.7	
	TOTAL	3734.4	49.7	3684.7	1.842
N O V I E M B R E	M. SANTA ANITA	865.1	12.5	852.6	1854
	M. ZONAL	891	11.7	879.3	
	M. CENTRAL	783	9.7	773.3	
	MIGUEL GRAU	1219.6	15.8	1203.8	
	TOTAL	3758.7	49.7	3709	1.854
D I C I	M. SANTA ANITA	786.1	12.9	773.2	1700
	M. ZONAL	804.4	11.7	792.7	
	M. CENTRAL	737.1	11.5	725.6	
	MIGUEL GRAU	1126.1	15.8	1110.3	

E M B R E	TOTAL	3453.7	51.9	3401.8	
	TOTAL	61599.26	830.4	57059.86	23723
	TOTAL (TN)	61.59926	0.8304	57.05986	23.723

Nota. Cabe recalcar que en los meses de Abril y Mayo no se recolectó los residuos sólidos orgánicos de lo mercado por el aumento de casos contagiados por COVID 19 en la ciudad de Rioja.

Anexo 5

Reporte 2022 de valorización de residuos sólidos orgánicos – aplicación de microorganismo de montaña potenciado con jugo de caña de azúcar

RESUMEN DE VALORIZAR RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS					
MES	ESTABLECIMIENTO	R. RECOLECTADOS	R. NO VALORIZADOS	R. VALORIZADOS	P. FINAL (TN)
ENERO	M. SANTA ANITA	802.1	10.3	791.8	2203.6
	M. ZONAL	953.2	12.8	940.4	
	M. CENTRAL	962.2	16.9	945.3	
	MIGUEL GRAU	1759.9	30.2	1729.7	
	TOTAL	4477.4	70.2	4407.2	2.2036
	TOTAL TN	4.4774	0.0702	4.4072	
FEBRERO	M. SANTA ANITA	1502.4	9.9	1492.5	3219.9
	M. ZONAL	1157	9.5	1147.5	
	M. CENTRAL	887.6	10.3	877.3	
	MIGUEL GRAU	2938.8	16.3	2922.5	
	TOTAL	6485.8	46	6439.8	3.2199
	TOTAL TN	6.4858	0.046	6.4398	
MARZO	M. SANTA ANITA	1475.1	14.3	1460.8	2674.6
	M. ZONAL	1183.9	15.6	1168.3	
	M. CENTRAL	1213.1	20.9	1192.2	
	MIGUEL GRAU	1567.7	39.8	1527.9	
	TOTAL	5439.8	90.6	5349.2	2.6746
	TOTAL TN	5.4398	0.0906	5.3492	
ABRIL	M. SANTA ANITA	1000	9.4	1470.4	2096.35
	M. ZONAL	850	9.8	835.5	
	M. CENTRAL	700	10.7	759.6	
	MIGUEL GRAU	1700	27.4	2640.5	
	TOTAL	4250	57.3	4192.7	2.09635
	TOTAL TN	4.25	0.0573	4.1927	
MAYO	M. SANTA ANITA	1013.8	11.8	1002	1973.75
	M. ZONAL	600.7	11.6	589.1	
	M. CENTRAL	650.2	12.5	637.7	
	MIGUEL GRAU	1750.5	31.8	1718.7	

	TOTAL	4015.2	67.7	3947.5	1.97375
	TOTAL TN	4.0152	0.0677	3.9475	
J U N I O	M. SANTA ANITA	1020	9.4	1010.6	1843.8
	M. ZONAL	560	9.8	550.2	
	M. CENTRAL	580.9	10.7	570.2	
	MIGUEL GRAU	1584	27.4	1556.6	
	TOTAL	3744.9	57.3	3687.6	1.8438
	TOTAL TN	3.7449	0.0573	3.6876	
J U L I O	M. SANTA ANITA	890	8.3	881.7	1441.75
	M. ZONAL	400	7.5	392.5	
	M. CENTRAL	397	6.4	390.6	
	MIGUEL GRAU	1230	11.3	1218.7	
	TOTAL	2917	33.5	2883.5	1.44175
	TOTAL TN	2.917	0.0335	2.8835	
A G O S T O	M. SANTA ANITA	1001.4	9.8	991.6	1482.44
	M. ZONAL	560.7	7.6	553.1	
	M. CENTRAL	630.2	10.5	619.7	
	MIGUEL GRAU	1560.5	18.8	1541.7	
	TOTAL	3752.8	46.7	3706.1	1.48244
	TOTAL TN	3.7528	0.0467	3.7061	
S E P T I E M B R E	M. SANTA ANITA	1122	10.2	1111.8	1157.631
	M. ZONAL	575	9.4	565.6	
	M. CENTRAL	595.67	8.7	586.97	
	MIGUEL GRAU	1620	25.6	1594.4	
	TOTAL	3912.67	53.9	3858.77	
	TOTAL TN	3.91267	0.0539	3.85877	1.157631
O C T U B R E	M. SANTA ANITA	898	8.3	889.7	1220.2
	M. ZONAL	473	7.5	465.5	
	M. CENTRAL	465	6.4	458.6	
	MIGUEL GRAU	1248	11.3	1236.7	
	TOTAL	3084	33.5	3050.5	1.2202
	TOTAL TN	3.084	0.0335	3.0505	
N O	M. SANTA ANITA	905	6.5	898.5	1235.04
	M. ZONAL	475	7	468	

VI E M B RE	M. CENTRAL	465	6.1	458.9	
	MIGUEL GRAU	1268	5.8	1262.2	
	TOTAL	3113	25.4	3087.6	1.23504
	TOTAL TN	3.113	0.0254	3.0876	

Nota. Diciembre un total de valorizado de 1.86810, haciendo un total del año 22.41716 TN

Anexo 6

Reportes 2023 de valorización de residuos sólidos orgánicos – aplicación de microorganismo de montaña potenciado con jugo de caña de azúcar

RESUMEN DE VALORIZAR RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS					
MES	ESTABLECIMIENTO	R. RECOLECTADOS	R. NO VALORIZADOS	R. VALORIZADOS	P. FINAL (TN)
ENERO	M. SANTA ANITA	802.1	10.3	791.8	2203.6
	M. ZONAL	953.2	12.8	940.4	
	M. CENTRAL	962.2	16.9	945.3	
	MIGUEL GRAU	1759.9	30.2	1729.7	
	TOTAL	4477.4	70.2	4407.2	2.2036
	TOTAL TN	4.4774	0.0702	4.4072	
FEBRERO	M. SANTA ANITA	1502.4	9.9	1492.5	3219.9
	M. ZONAL	1157	9.5	1147.5	
	M. CENTRAL	887.6	10.3	877.3	
	MIGUEL GRAU	2938.8	16.3	2922.5	
	TOTAL	6485.8	46	6439.8	3.2199
	TOTAL TN	6.4858	0.046	6.4398	
MARZO	M. SANTA ANITA	1475.1	14.3	1460.8	2674.6
	M. ZONAL	1183.9	15.6	1168.3	
	M. CENTRAL	1213.1	20.9	1192.2	
	MIGUEL GRAU	1567.7	39.8	1527.9	
	TOTAL	5439.8	90.6	5349.2	2.6746
	TOTAL TN	5.4398	0.0906	5.3492	
ABRIL	M. SANTA ANITA	1000	9.4	1470.4	2096.35
	M. ZONAL	850	9.8	835.5	
	M. CENTRAL	700	10.7	759.6	
	MIGUEL GRAU	1700	27.4	2640.5	
	TOTAL	4250	57.3	4192.7	2.09635
	TOTAL TN	4.25	0.0573	4.1927	
MAYO	M. SANTA ANITA	1013.8	11.8	1002	1973.75
	M. ZONAL	600.7	11.6	589.1	
	M. CENTRAL	650.2	12.5	637.7	
	MIGUEL GRAU	1750.5	31.8	1718.7	

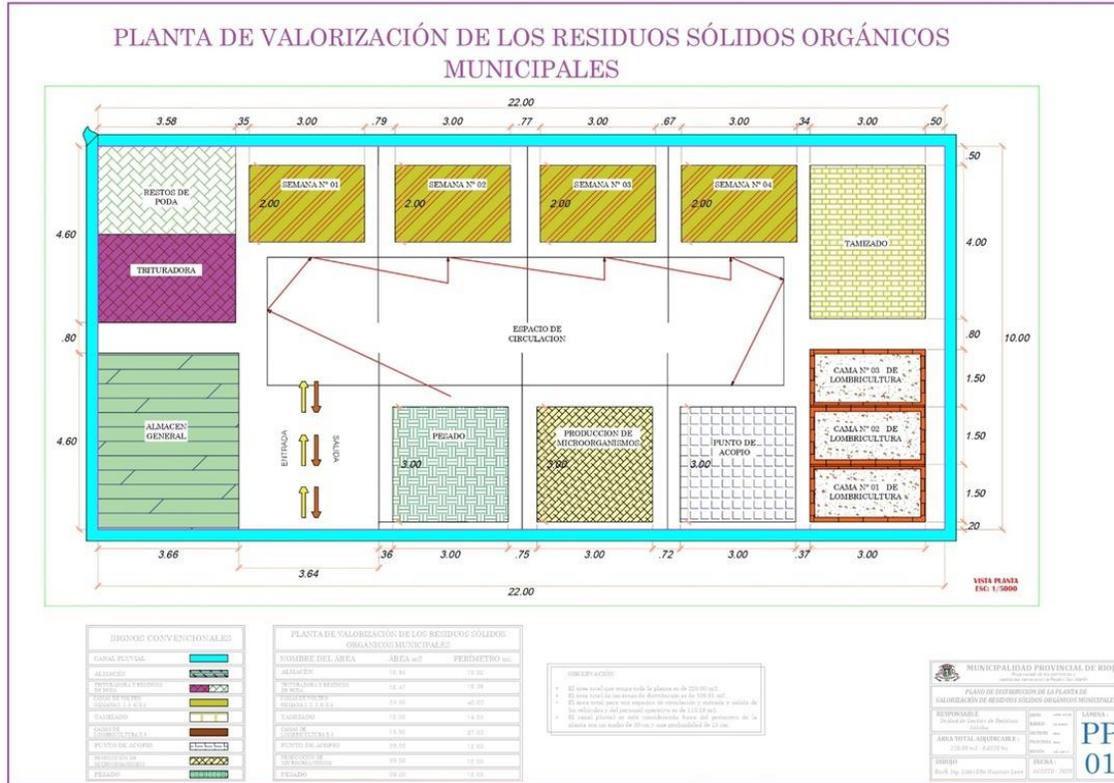
	TOTAL	4015.2	67.7	3947.5	1.97375
	TOTAL TN	4.0152	0.0677	3.9475	
J U N I O	M. SANTA ANITA	1020	9.4	1010.6	1843.8
	M. ZONAL	560	9.8	550.2	
	M. CENTRAL	580.9	10.7	570.2	
	MIGUEL GRAU	1584	27.4	1556.6	
	TOTAL	3744.9	57.3	3687.6	1.8438
	TOTAL TN	3.7449	0.0573	3.6876	
J U L I O	M. SANTA ANITA	890	8.3	881.7	1441.75
	M. ZONAL	400	7.5	392.5	
	M. CENTRAL	397	6.4	390.6	
	MIGUEL GRAU	1230	11.3	1218.7	
	TOTAL	2917	33.5	2883.5	1.44175
	TOTAL TN	2.917	0.0335	2.8835	
A G O S T O	M. SANTA ANITA	1001.4	9.8	991.6	1482.44
	M. ZONAL	560.7	7.6	553.1	
	M. CENTRAL	630.2	10.5	619.7	
	MIGUEL GRAU	1560.5	18.8	1541.7	
	TOTAL	3752.8	46.7	3706.1	1.48244
	TOTAL TN	3.7528	0.0467	3.7061	
S E P T I E M B R E	M. SANTA ANITA	1122	10.2	1111.8	1157.631
	M. ZONAL	575	9.4	565.6	
	M. CENTRAL	595.67	8.7	586.97	
	MIGUEL GRAU	1620	25.6	1594.4	
	TOTAL	3912.67	53.9	3858.77	
	TOTAL TN	3.91267	0.0539	3.85877	1.157631
O C T U B R E	M. SANTA ANITA	898	8.3	889.7	1220.2
	M. ZONAL	473	7.5	465.5	
	M. CENTRAL	465	6.4	458.6	
	MIGUEL GRAU	1248	11.3	1236.7	
	TOTAL	3084	33.5	3050.5	1.2202
	TOTAL TN	3.084	0.0335	3.0505	
N O	M. SANTA ANITA	905	6.5	898.5	1235.04
	M. ZONAL	475	7	468	

VI E M B RE	M. CENTRAL	465	6.1	458.9	
	MIGUEL GRAU	1268	5.8	1262.2	
	TOTAL	3113	25.4	3087.6	1.23504
	TOTAL TN	3.113	0.0254	3.0876	

Nota. La meta se activó recién en el mes de Julio 2023

Anexo 7

Distribución de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos



Nota. Con la acumulación masiva de residuos orgánicos provenientes de los mercados, la Municipalidad a través de la Gerencia de Desarrollo Ambiental realizó la compra de una trituradora, mejorando el proceso del picado manual de los residuos, por tanto, esta acción permitió la aceleración del armado de pilas compostera dentro de la plata piloto de valorización

Anexo 8

Barriles con microorganismos de montaña eficientes en medio líquido realizados durante el presente año

