

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA ELABORACIÓN
DE COMPOST CASERO A NIVEL DOMICILIARIO EN LA URBANIZACIÓN
NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN DE LA CIUDAD DE ILAVE - 2024**

PRESENTADA POR:

WALTER LIMACHI FLORES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](http://www.upsc.edu.pe) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



6.39%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 27 FEB 2025, 9:04 AM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
1.05%

● CHANGED TEXT
5.33%

Report #25001561

WALTER LIMACHI FLORES // APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST CASERO A NIVEL DOMICILIARIO EN LA URBANIZACIÓN NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN DE LA CIUDAD DE ILAVE - 2024

RESUMEN En el presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar los procesos físicos y químicos, así como las etapas en la calidad del compost casero a nivel domiciliario, utilizando residuos orgánicos en la urbanización Nuestra Señora del Carmen de Ilave durante el año 2024, con la metodología de investigación cuasi-experimental y transversal, con una población de 60 habitantes en la urbanización. Se seleccionaron cinco hogares como muestra, donde se elaboró compost a partir de residuos orgánicos, se monitoreo parámetros como temperatura, pH, olor, color y humedad a lo largo de 90 días, utilizando herramientas como termómetros y pH metros, teniendo como resultados, los análisis mostraron que no hubo diferencias significativas en los niveles de temperatura, pH, humedad, olor y color entre las muestras. 21 Se identificaron cuatro fases en el proceso de compostaje: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración, con una duración máxima de 90 días. La calidad del compost resultante se consideró adecuada, con un pH neutro y características físicas que cumplen con los estándares de compost de buena calidad. La investigación concluye que los procesos de elaboración de compost en la urbanización Nuestra Señora del Carmen son efectivos y la calidad

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA ELABORACIÓN
DE COMPOST CASERO A NIVEL DOMICILIARIO EN LA URBANIZACIÓN
NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN DE LA CIUDAD DE ILAVE - 2024

PRESENTADA POR:

WALTER LIMACHI FLORES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

:



Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Líneas de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 07 de marzo del 2025

DEDICATORIA

Dios fuente de vida quien siempre nos permite una nueva oportunidad a mi familia cuyo fundamental apoyo es decisivo en cada paso. Y en especial a mi querida pareja Rosa H. Encinas Lima, mi compañera mi fortaleza y confianza quien es mi aliento y soporte permanente, sin ti nada hubiera sido posible el presente trabajo.

Quiero manifestar mi gratitud hacia el Dr. Esteban Isidro LEON APAZA, por su invaluable asesoría y apoyo durante el desarrollo de esta tesis, su experiencia, conocimiento y dedicación han sido cruciales para la culminación exitosa de este trabajo, su constante motivación y retroalimentación me han permitido superar los desafíos y alcanzar los objetivos planteados.

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A mis queridos padres por su incondicional apoyo, amor y sacrificio. Su fe en mí ha sido mi brújula. A mi familia por su paciencia y comprensión.
- ✓ Este trabajo está dedicado con todo mi corazón a mi hija Scarlett Stephany LIMACHI ENCINAS, es mi seguridad e inspiración para este proyecto.
- ✓ A mi asesor por su invaluable guía, paciencia y sabiduría su apoyo y orientación han sido fundamental para la realización de este trabajo.
- ✓ A mis compañeros por su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.2. ANTECEDENTES	14
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	14
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	16
1.2.3. ANTECEDENTE REGIONAL	17
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	19
2.2. MARCO CONCEPTUAL	20
	3

2.2.1. TIPOS DE COMPOSTAJE	21
2.3. PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO	22
2.3.1. HUMEDAD	22
2.3.2. TEMPERATURA	23
2.3.3. PH	24
2.3.4. OLOR	24
2.3.5. COLOR	26
2.4. MATERIA ORGÁNICA	28
2.5. MARCO NORMATIVA	30
2.6. HIPÓTESIS	31
2.6.1. HIPÓTESIS GENERAL	31
2.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	31
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	32
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	33
3.2.1. POBLACIÓN	33
3.2.2. MUESTRA	34
3.2.3. MATERIALES Y EQUIPOS	34
3.2.4. INSUMOS	35
3.2.5. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST	36
3.2.6. CANTIDADES UTILIZADAS DE RESIDUOS	41
3.2.7. ASPECTO BIOQUÍMICO EN EL PROCESO DE LA OBTENCIÓN DE COMPOST	42
3.2.8. TRATAMIENTO SEGÚN DISEÑO EXPERIMENTAL	43
3.2.9. TIPO DE INVESTIGACIÓN	44
3.2.10. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	45
3.2.11. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	45
	4

3.2.12. VARIABLES	45
3.2.13. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN	45

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: “Coordenadas de las cinco (5) muestras”	33
Tabla 02: Diferentes Residuos	41
Tabla 03: Procesos en la Elaboración de Compost	47
Tabla 04: Etapas o fases de compostaje	48
Tabla 05: Medición de Olor	51
Tabla 06: Medición de Color	51
Tabla 07: Análisis de varianza de temperatura	53
Tabla 08: Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias	53
Tabla 09: Comparaciones en parejas de Fisher Agrupar información con método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	54
Tabla 10: Análisis de Varianza de PH de los tratamientos.	55
Tabla 11: Prueba de simultaneidad de Tukey para diferencias de las muestras	55
Tabla 12: Comparaciones en parejas de Fisher Agrupar con el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	56
Tabla 13: Análisis de Varianza de Olor de los tratamientos.	56
Tabla 14: Análisis de Varianza de Color de los tratamientos.	57
Tabla 15: Análisis de Varianza de Humedad de los tratamientos.	57
Tabla 16: Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias.	58
Tabla 17: Comparaciones en parejas de Fisher Agrupar con el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	59

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Diagrama de flujo del método tradicional de compostaje.	29
Figura 02: Ubicación de las cinco (5) muestras en la urbanización	32
Figura 03: Ubicación de las cinco (5) Domicilios según catastro de la Ciudad	33
Figura 04: Residuos orgánicos en los domicilios	36
Figura 05: Picado de residuos orgánicos	37
Figura 06: Recipiente donde se elaborará el compost	37
Figura 07: Mezclado de residuos orgánicos	38
Figura 08: Agregado de Tierra	38
Figura 09: Volteo de compost	39
Figura 10: Tapado del recipiente	39
Figura 11: Cosecha de compost	40
Figura 12: Medición de temperatura en las diferentes etapas de compostaje.	49
Figura 13: Medición de pH del compost	50
Figura 14: Medición de Humedad (%) del compost	52

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia.	67
Anexo 02: Viviendas focalizadas e investigadas	68
Anexo 03: Viviendas seleccionadas con mayor cantidad de residuos orgánicos	68
Anexo 04: Medición de temperatura	68
Anexo 05: Medición de pH del compost	69
Anexo 06: Medición de olor	70
Anexo 07: Medición color	70
Anexo 08: Medición de Humedad	70

RESUMEN

En el presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar los procesos físicos y químicos, así como las etapas en la calidad del compost casero a nivel domiciliario, utilizando residuos orgánicos en la urbanización Nuestra Señora del Carmen de llave durante el año 2024, con la metodología de investigación cuasi-experimental y transversal, con una población de 60 habitantes en la urbanización. Se seleccionaron cinco hogares como muestra, donde se elaboró compost a partir de residuos orgánicos, se monitoreo parámetros como temperatura, pH, olor, color y humedad a lo largo de 90 días, utilizando herramientas como termómetros y pH metros, teniendo como resultados, los análisis mostraron que no hubo diferencias significativas en los niveles de temperatura, pH, humedad, olor y color entre las muestras. Se identificaron cuatro fases en el proceso de compostaje: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración, con una duración máxima de 3 meses. La calidad del compost resultante se consideró adecuada, con un pH neutro y características físicas que cumplen con los estándares de compost de buena calidad. La investigación concluye que los procesos de elaboración de compost en la urbanización Nuestra Señora del Carmen son efectivos y la calidad del compost producido es satisfactoria. Se recomienda prestar atención a la selección de materiales orgánicos y considerar la dinámica de las comunidades microbianas para optimizar la calidad del compost y su impacto en la agricultura local. Además, se sugiere desarrollar modelos que correlacionen los resultados de productos biológicos para mejorar la calidad del compost y su aplicación en el suelo.

Palabras Clave: Compost, Residuos orgánicos, Temperatura.

ABSTRACT

The present study was formulated with the objective of evaluating the physical and chemical processes, as well as the stages in the quality of homemade compost at the household level, using organic waste in the Nuestra Señora del Carmen de llave urbanization during the year 2024: A quasi-experimental and transversal research design was used as the methodology, with a population of 60 inhabitants in the urbanization. Five households were selected as a sample, where compost was made from organic waste, parameters such as temperature, pH, odor, color and humidity were monitored for 90 days, using tools such as thermometers and pH meters. The results of the analysis showed that there were no significant differences in the levels of temperature, pH, humidity, odor and color between treatments. Four phases were identified in the composting process: mesophilic, thermophilic, cooling and maturation, with a maximum duration of 90 days. The quality of the resulting compost was considered adequate, with a neutral pH and physical characteristics that meet the standards of good quality compost. The research concludes that the composting processes in the Nuestra Señora del Carmen urbanization are effective and that the quality of the compost produced is satisfactory. It is recommended to pay attention to the selection of organic materials and to consider the dynamics of the microbial communities to optimize the quality of the compost and to improve the quality of the compost.

Key words: Compost, Organic waste, Temperature.

INTRODUCCIÓN

En la antigüedad los abonos orgánicos fueron utilizados como fuente de abono para los cultivos, como revolución verde los fertilizantes sintéticos surgieron, sin embargo, con consecuencias perjudiciales para el suelo, pero con el auge de la agricultura orgánica han vuelto a recobrar importancia los abonos orgánicos. Sin embargo, en nuestro país y región han sido pocos los trabajos realizados y que esta práctica se haya masificado. Teniendo en cuenta el elevado costo de los fertilizantes sintéticos, los agricultores han sido afectados con el elevado coste de fertilizantes, la idea de elaborar un abono orgánico con el fin de mejorar la calidad de vida de los mismos y de los consumidores; los primeros se verían beneficiados debido a que el abono a elaborar puede ser asequible gracias a su bajo costo, puesto que la materia prima a utilizar proviene de los residuos orgánicos de los domicilios. Así mismo, los consumidores se ven favorecidos por la no presencia de trazas de químicos, tendrán un menor precio y estarán constituidos por una cantidad considerable de nutrientes comparables con los fertilizantes sintéticos, los productos tienen trazas de químicos en los productos a consumir (Segura 2023)

La elaboración de abonos orgánicos en sus diferentes presentaciones, ha surgido de la necesidad de reemplazar los fertilizantes químicos, dado a que el uso desmedido de estos químicos en los últimos años en la agricultura ha traído consigo la infertilidad del suelo debido a la salinización de los suelos como a la poca disponibilidad de microorganismos (Soria 2018).

Una solución a esta problemática se da compostando el estiércol con residuos orgánicos, para obtener un abono de buena calidad rico en materia orgánica, de tal manera que por medio de la descomposición de ésta en el suelo se liberan poco a poco nutrientes que sean asimilables por las plantas; así mismo, las sustancias orgánicas encontradas en el abono mejorarán la estructura del suelo permitiendo su recuperación para cultivos posteriores (Berent & Vedoya 2006).

Por tal motivo, el propósito de este trabajo de investigación es básicamente calcular la producción de compost en una urbanización a partir de residuos orgánicos domiciliarios generados en la Urbanización Nuestra Señora del Carmen del distrito de Ilave.

CAPÍTULO I: Planteamiento del Problema: Este capítulo establece el contexto del estudio, describiendo los antecedentes, la relevancia del problema y los objetivos específicos del proyecto. Se detallan los motivos por los cuales es crucial entender y actuar sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos.

CAPÍTULO II: Marco Teórico, Conceptual e Hipótesis de la Investigación: Se desarrolla el marco teórico y conceptual que sustenta la investigación, explorando las teorías existentes sobre los residuos orgánicos y compost. Además, se formulan las hipótesis que guiarán el análisis empírico.

CAPÍTULO III: Metodología de la Investigación: Este capítulo describe el diseño metodológico adoptado, incluyendo las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como los métodos estadísticos utilizados para el análisis de los datos.

CAPÍTULO IV: Exposición y Análisis de los Resultados: Se presentan y discuten los resultados obtenidos del estudio, analizando las diferencias en los niveles de elaboración de compost a nivel de los domicilios en la Urbanización.

CONCLUSIONES: Se concluye el estudio con un resumen de los hallazgos principales, las implicaciones de estos resultados y recomendaciones para futuras políticas y acciones de mitigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gestión de desechos sólidos representa uno de los desafíos ambientales más serios a nivel global. Además de la grave contaminación del suelo, el agua y el aire, la acumulación incontrolada de residuos impone enormes costes económicos a la sociedad. El manejo inadecuado de los residuos sólidos contribuye al cambio climático y afecta negativamente a la biodiversidad y la salud (MINAM, 2022)

A nivel nacional, la situación en cuanto a la gestión de desechos sólidos es preocupante. Según datos del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2022), cada día se generan 23.166 toneladas de residuos sólidos, de los cuales el 78,4% se puede reciclar. Los residuos sólidos orgánicos constituyen el 57,2% del total de residuos generados. El problema impone pesadas cargas económicas, ambientales y de salud pública a las autoridades locales y nacionales.

La situación de los residuos sólidos no es diferente en el municipio de Ilove. Se generan 15 toneladas diarias de residuos sólidos, de los cuales el 44% son residuos orgánicos. Estos residuos proceden principalmente de residuos hortofrutícolas, materiales de poda y estiércol. El manejo inadecuado de estos residuos puede causar problemas de contaminación ambiental, afectar la calidad de vida de los residentes locales y amenazar la salud pública.

El principal problema es la mala gestión de los residuos sólidos, especialmente los orgánicos, en la ciudad de Ilove. La falta de sistemas eficaces para la gestión y

disposición final de estos residuos conduce a una acumulación descontrolada de residuos, contaminación ambiental y riesgos para la salud pública.

A nivel domiciliario en la urbanización Nuestra señora del Carmen, los residuos nos son segregados, por falta conocimiento y educación ambiental de los vecinos de la urbanización.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el beneficio de aprovechar los residuos orgánicos en la elaboración de compost casero a nivel domiciliario en la urbanización Nuestra Señora del Carmen de la ciudad de Ilave - 2024?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles son los procesos y etapas de la elaboración de compost casero a nivel domiciliario en la ciudad de Ilave?

¿Cuál es la calidad del compost casero obtenido y elaborado a nivel domiciliario?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Muñoz (2018), realizó un análisis económico de la viabilidad de crear un sitio de compostaje en la Universidad de Fortaleza para tratar los residuos generados en el campus. Los autores realizaron un análisis económico detallado y consideraron varios factores relevantes para evaluar la viabilidad de implementar un sitio de compostaje. El programa incluye recopilar datos sobre la generación y composición de desechos en el campus y examinar los costos asociados con la implementación y el mantenimiento de un sistema de compostaje. Los resultados obtenidos revelaron la viabilidad financiera de la propuesta de creación de un sitio de compostaje en la Universidad de Fortaleza. Se identificaron ahorros potenciales en los costos de gestión de residuos, así como beneficios ambientales al reducir los residuos enviados a los vertederos y producir abono para su uso en los espacios verdes del campus.

Solano (2020), identifica los principales objetivos para el diseño de un sistema compacto de gestión de residuos urbanos en la ciudad universitaria de Rodrigo Facio. Además, se

recomienda evaluar la viabilidad técnica y económica de implementar el sistema. Este método de investigación incluye el análisis de la composición de los residuos domiciliarios, la creación de un sistema compacto que satisfaga las necesidades y características del entorno universitario, así como la experimentación y evaluación de su eficacia. simulación. Resultados desarrolló un sistema de tratamiento de residuos municipales eficiente y compacto. El sistema demostró ser viable tanto desde el punto de vista técnico como económico y proporcionó una solución eficaz para la gestión de residuos en un entorno universitario.

Segura (2023), en la Ciudad Universitaria de San José Rodrigo Facio, Costa Rica, realizó un estudio para evaluar biopolímeros utilizados en envases de alimentos en condiciones de compostaje doméstico. El objetivo del estudio pasa por evaluar las propiedades de degradación de estos biopolímeros durante el compostaje doméstico y su impacto en la calidad del compost resultante. Para lograr estos objetivos se utilizó un riguroso procedimiento de investigación, incluida la selección de biopolímeros específicos, su uso en envases de alimentos y el seguimiento posterior del proceso de compostaje. Los resultados revelaron importantes conclusiones sobre la eficiencia de los biopolímeros en el compostaje doméstico y su impacto en la calidad del compost final.

Fallas (2019), realizó un estudio para caracterizar el proceso de compostaje y utilizar el calor generado durante el tiro forzado en el reactor para comprender mejor el proceso y sus posibles aplicaciones. Entre los objetivos del estudio, el objetivo del estudio fue analizar el proceso de compostaje, evaluar la eficiencia de la ventilación forzada en la producción de calor y determinar las condiciones óptimas para el compostaje. Para lograr estos objetivos, se implementó un programa de investigación que incluyó la recopilación de datos sobre la temperatura y composición del compost, así como el monitoreo del sistema de aireación. Los resultados mostraron una clara correlación entre la ventilación forzada y la producción de calor, destacando la importancia de este proceso para la eficiencia del compostaje. Además, se identificaron condiciones especiales para la

máxima mejora de la calidad del compost y la producción de calor, proporcionando información valiosa para aplicaciones prácticas en la gestión de residuos orgánicos.

Martinez & Martinez (2022), llevaron a cabo una investigación de “Preparación de compost a partir de residuos sólidos orgánicos de cultivos generados en diferentes municipios de la provincia de Córdoba (Puerto Escondido, Chinu, Cerete y Montería)”. Su investigación incluye los siguientes aspectos: Objetivo del estudio: Estudiaron los métodos de producción de compost a partir de residuos sólidos orgánicos de cultivos agrícolas en varios municipios de la provincia de Córdoba. Procedimiento de Investigación: Describen el proceso de recolección y tratamiento de residuos sólidos orgánicos de los cultivos, así como los métodos de producción de compost. Resultados de la investigación: Reflejan los resultados obtenidos en el proceso de producción de compost, incluyendo la calidad del compost producido y su viabilidad como alternativa para el manejo de residuos orgánicos en los municipios estudiados.

1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

García (2020), investigó la obtención de compost a partir de residuos orgánicos separados en el distrito de Bambamarca con el objetivo de analizar la viabilidad de este proceso como solución sostenible en la gestión de residuos orgánicos. La investigación se llevó a cabo mediante un enfoque experimental, que incluye tomar muestras de residuos orgánicos, procesarlos en un sistema de compostaje y analizar los parámetros fisicoquímicos del compost resultante. Los resultados muestran que el compostaje de desechos orgánicos separados en origen en Bambamarca es factible y puede producir un producto de calidad suficiente para ser utilizado como fertilizante orgánico para la agricultura local.

Torres (2021), describe la gestión de residuos sólidos municipales en Cabana-Ayacucho con el objetivo de proponer estrategias de reciclaje. El autor realizó un estudio detallado utilizando métodos mixtos como encuestas, entrevistas y observación directa para recopilar información sobre la gestión de residuos municipales en la ciudad. Los hallazgos revelan las prácticas actuales de manejo de residuos sólidos municipales en Cabana

Ayacucho e identifican oportunidades para implementar estrategias de reciclaje. Además, se destacan las percepciones públicas de estas prácticas y las posibles barreras para su uso.

Torres (2020) realizó una investigación con el fin de analizar el compost generado a partir de los residuos orgánicos del centro de entrega de Grau, con el objetivo de enriquecer el suelo en la región de Yarada - Tacna. Utilizó un método que implicaba tomar muestras de compost y realizar análisis posteriores en un laboratorio. Se realizaron pruebas específicas para determinar la calidad del compost y su potencial para mejorar las propiedades del suelo. Los resultados muestran que el compost obtenido de los residuos orgánicos del centro de entrega de Grau tiene propiedades beneficiosas que mejoran el suelo en la región de Yarada-Tacna. Los componentes principales del compost tienen un efecto positivo sobre la fertilidad del suelo y su capacidad para retener nutrientes importantes.

1.2.3. ANTECEDENTE REGIONAL

Cari (2023) su estudio sobre las características de los residuos sólidos municipales en el casco urbano de Puno Lampa en el año 2023 buscó comprender la composición y características de los residuos sólidos de la zona. en el campo específico. Se utilizó un método que implicó la recolección de datos primarios mediante muestreos sistemáticos de residuos sólidos municipales en el área urbana de Puno Lampa. Además, se realizaron análisis cualitativos y cuantitativos para determinar el tipo y cantidad de residuos sólidos generados en el sitio. Los resultados obtenidos revelan un panorama detallado de la composición de los residuos sólidos municipales en el área urbana, esto incluye datos sobre la cantidad y tipo de residuos generados, así como información sobre su potencial impacto en el medio ambiente y posibles estrategias de gestión y reducción.

Huayapa (2024) llevó a cabo una investigación sobre la evaluación del compostaje utilizando diversas mezclas para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en los hogares de la ciudad de Puno. El propósito del estudio fue identificar las condiciones que permiten obtener un abono orgánico de mejor calidad, analizando

tres montones de compostaje con distintas composiciones, así como una celda de lombricultura que no contenía lombrices. Para ello, se emplearon residuos orgánicos domésticos, restos de poda de parques y jardines, y estiércol de ovejas. Los resultados indicaron que la pila que utilizó 100% de residuos orgánicos domiciliarios en una celda de lombricultura (P4) produjo el compost con mayor contenido de nitrógeno, materia orgánica y sólidos totales. Además, se estimó que la ciudad de Puno genera aproximadamente 50 toneladas diarias de residuos orgánicos domiciliarios, lo que es suficiente para producir compost para 3,125 hectáreas al año.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los beneficios de elaborar el compost casero a nivel domiciliario con los residuos orgánicos, en la urbanización Nuestra Señora del Carmen de la ciudad de Ilave - 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Describir los procesos y etapas de elaboración de compost casero a nivel domiciliario en la ciudad de Ilave.
- ✓ Determinar la calidad física y química del compost casero mediante elaboración a nivel domiciliario.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Los residuos sólidos orgánicos, son todos aquellos residuos de origen natural que pueden "echarse a perder". Algunos ejemplos son: cáscaras de fruta o verdura, restos de comida, cascarones de huevo, pan, tortillas, filtros para café, bolsitas de té, heces de animales, lácteos (sin recipiente), huesos, semillas, flores, pasto y hojarasca.

El compost casero permite reutilizar los residuos orgánicos que se generan diariamente en los domicilios. La idea de hacer compost casero no es una moda pasajera. Cada vez más personas apuestan por reciclar la basura orgánica generada en el hogar con un fin: contribuir a una mejor gestión de los residuos.

El proceso de compostaje es la descomposición y estabilización de diversos residuos orgánicos, por la acción de diversas y sucesivas poblaciones de microorganismos benéficos que se desarrollan bajo

condiciones controladas de aire, temperatura y humedad. Este bioproceso aeróbico permite obtener un producto final suficientemente estable para el almacenamiento e incorporación al suelo, sin efectos ambientales adversos (Alvarado, 2004).

Cuanto más pequeño sea el tamaño de la partícula del material orgánico, mayor será el área superficial disponible para el ataque de los microorganismos; sin embargo, partículas muy pequeñas se empaquetan entre sí disminuyendo los espacios para el movimiento del aire entre ellas (oxígeno y dióxido de carbono). Si el tamaño de partícula es muy grande, el área superficial se reduce haciendo que la reacción proceda lentamente o que incluso se detenga (Añaños et al., 2004).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

El compost es un abono orgánico producido a partir de una mezcla de desechos orgánicos vegetales, cafés de cocina y animales que su proceso de descomposición se dio en condiciones controladas. También se le conoce con el nombre de tierra vegetal. (Guerrero, 1993).

Este abono orgánico se obtiene mediante un proceso biológico aeróbico (resultado del proceso de humectación de la materia orgánica en condiciones controladas y sin suelo), mediante el cual los microorganismos actúan sobre sustancias rápidamente biodegradables (residuos vegetales, estiércol y desechos domésticos), obteniendo así el "compost", un fertilizante agrícola excelente que mejora la estructura del suelo, reduce la erosión y ayuda a las plantas a absorber agua y nutrientes.

La descomposición aeróbica y a alta temperatura de materiales orgánicos sólidos de diversos orígenes por comunidades microbianas controladas en condiciones controladas se conoce como compostaje. En este proceso, bacterias, hongos y actinomicetos trabajan juntos para transformar en parte la materia orgánica biodegradable original en materia orgánica humificada. (Rearte, 2011).

El compost elaborado de residuos orgánicos, mejora la estructura del suelo y es aprovechable para jardines y macetas, aumenta la capacidad de absorción de agua y reduce la erosión mineralizada e hidrata la materia orgánica. (Filippini, 2011).

En los procesos aeróbicos, la conversión de sustancias orgánicas se produce más rápido y con más calor que en condiciones anaeróbicas. En presencia de oxígeno, se produce calor adicional que eleva la temperatura del material. (Frioni, 2010).

Las bacterias, los hongos, las levaduras y los actinomicetos son los organismos principales involucrados en la biotransformación aeróbica de desechos orgánicos. Este proceso produce un producto rico en microorganismos, sales minerales y materiales humectantes que mejoran la estructura del suelo y la vida vegetal. (Pineda, 1994).

La conversión de desechos orgánicos en abono es una tecnología bien conocida y fácil de aplicar para el tratamiento racional, económico y seguro de diversos desechos

orgánicos y la preservación de los nutrientes de estos desechos para su uso en agricultura y horticultura.

2.2.1. TIPOS DE COMPOSTAJE

2.2.1.1. Compost Común

El compostaje tradicional es el método más popular y sencillo para hacer compost en casa. Hay cantidad de métodos de preparación, influye principalmente la ubicación de los residuos orgánicos almacenada y descompuesta. Es crucial mantener la proporción adecuada entre los diferentes tipos durante la etapa de preparación de este tipo de compost. Los desechos se dividen generalmente en desechos húmedos y secos o desechos ricos en carbono o nitrógeno. Si el abono tiene un olor o apariencia fuerte, es probable que contenga una cantidad excesiva de desechos ricos en nitrógeno. Es posible que haya agregado demasiado carbono rico si la mezcla se separa muy lentamente. (Acosta, 2020).

Este es uno de los métodos más habituales que utilizan las personas que tienen un jardín o terreno de gran extensión, consiste en materiales orgánicos húmedos y secos apilados directamente sobre el suelo en capas alternas. Una práctica común es cubrir la pila con paja u otra cosa, agregue materiales similares y agua según sea necesario para mantener un cierto nivel de humedad y calor suficientes. Las publicaciones también deben eliminarse periódicamente. (Acosta, 2020).

2.2.1.2 Compost común en cajas o compostadores

Es uno de los métodos más habituales utilizados por los jardineros o aficionados a la jardinería, empíricamente su principal ventaja es la sencillez, ya que sólo tienes que comprar uno de los tantos modelos de compostaje (Acosta, 2020). Un contenedor de abono en él se depositan residuos orgánicos que con el tiempo se convierten en abono. Algunos contenedores son continuos, lo que significa que puedes seguir añadiendo residuos, otros en cambio producen abono con combinaciones especiales de ingredientes agregando todo de una vez. La mayoría de los compostadores están diseñados para acelerar y descomponer la materia orgánica mediante ventilación y humedad adecuada

con la combinación adecuada de aire y humedad, Ideal para las actividades de los organismos aeróbicos responsables de las altas temperaturas convertir materiales orgánicos en abono (Beaulieu, 2021).

2.2.1.3 Compost en pila

Si los residuos orgánicos son grandes y variados (alrededor de 1 metro cúbico o más), este tipo de compostaje es posible. Depende de la gestión de las pilas. (espacio, tecnología, tiempo de retención), hay todo tipo de formación de compost cambiando así su volumen, forma, ubicación y espaciado, es un ejemplo visualizado de este tipo de compostaje (Silbert & Olivia, 2018).

2.2.1.4 Compost en silo

El compostaje en silos es una forma utilizada para hacer compostaje de cantidades poco voluminosas o domiciliarias de residuos orgánicos. Los silos son cajones que no tienen fondo, para este proceso es fundamental el contacto de los residuos orgánicos con el suelo, adicional a lo anterior las cajas deben tener orificios de ventilación en todos sus lados. (Echenique, 2015).

2.2.1.5 Compost en superficie

Este es un método que le permite preparar y utilizar abono en un solo proceso. En los que la materia orgánica se aplica directamente a las tierras agrícolas, como abono verde o métodos de microorganismos y bacterias en la descomposición de materia orgánica y nutrientes que se integran al suelo para enriquecerlo. (Acosta, 2020).

2.3. PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICO

2.3.1. HUMEDAD

Durante el proceso de compostaje, es importante que el nivel de humedad esté en un nivel óptimo, 40-60%. Si hay una alta concentración de humedad, el agua llenará todos los poros, lo que provoca un proceso anaeróbico, en el que el material se descompone orgánicamente. Si la humedad es demasiado baja, la actividad bacteriana disminuirá y el proceso se retrasará. Las materias primas utilizadas determinarán el contenido de humedad. La humedad máxima permitida para materiales fibrosos o desechos forestales

gruesos es del 75-85 %, mientras que para materiales vegetales frescos es del 50-60 %. (González, 2021).

La técnica de "puño" para medir la humedad del compostaje es una práctica sencilla utilizada para evaluar la cantidad de agua en una mezcla de compost. Consiste en tomar un puñado de material compostado y apretarlo con la mano. Si al apretar el puño el material libera unas pocas gotas de agua, se considera que tiene una humedad adecuada (alrededor del 50-60%). Si no sale agua y el material se desmorona fácilmente, está demasiado seco. Si gotea agua abundantemente, está demasiado húmedo. Generalmente, esta técnica se encuentra documentada en recursos de organismos dedicados a la agricultura o manejo de residuos, como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015).

2.3.2. TEMPERATURA

Cuando las temperaturas se encuentran en 35 a 55 °C son ideales para eliminar patógenos, parásitos y semillas de malezas.

La medición de la temperatura del compostaje casero es clave para monitorear el progreso del proceso y garantizar que se desarrollen las condiciones óptimas para la descomposición de los materiales. El compostaje suele dividirse en cuatro fases principales:

La temperatura en el compostaje es uno de los indicadores más importantes para evaluar el estado del proceso de descomposición de los materiales orgánicos, el calor generado durante el compostaje proviene de la actividad de los microorganismos que descomponen los materiales. La temperatura en una pila de compost suele variar según la fase en la que se encuentre, y puede clasificarse en tres etapas:

Fase mesófila (20-40°C): Durante los primeros días del proceso de compostaje, microorganismos mesófilos, que prosperan a temperaturas moderadas, comienzan a descomponer los materiales más simples y liberan calor. En esta fase, se descomponen principalmente azúcares y proteínas.

Fase termófila (40-70°C): Esta es la etapa más activa del compostaje, donde los microorganismos termófilos, que prefieren temperaturas más altas, descomponen materiales más complejos, como la celulosa. Es en esta fase donde las temperaturas más altas eliminan patógenos y semillas de malezas, contribuyendo a la higienización del compost.

Fase de enfriamiento (40°C y menor): Una vez que los materiales más complejos han sido degradados, la temperatura de la pila comienza a disminuir. Los microorganismos mesófilos regresan para continuar descomponiendo los materiales restantes.

Fase de maduración: (temperatura casi ambiente) En esta etapa final, la pila de compost se enfría gradualmente a temperatura ambiente. Aunque la descomposición aún ocurre, el ritmo es mucho más lento y el compost se estabiliza. (Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura (FAO)., 2015)

2.3.3. PH

Se considera un indicador en el proceso de compostaje, disminuirá en las etapas iniciales debido a la formación de ácidos orgánicos y dióxido de carbono, comienza a subir la liberación de dióxido de carbono y aireación de la mezcla durante la descomposición del sustrato (Carmona, 2017).

Debido al uso de algunos microorganismos provienen de los ácidos orgánicos producidos en la primera fase La hidrólisis de proteínas produce amoníaco (Bohórquez, 2019).

El valor de pH ideal para el compost suele estar entre 5,5 y 8,0 (L.Zhang & Sung., 2016).

Los valores de pH altos hacen que el material del compost se vuelve alcalino, por lo que previene y favorece así la supervivencia de microorganismos sensibles al pH. Crear higiene en el compost. Además, el pH y la temperatura también influyen al término colectivo para los procesos de descomposición de residuos (Rastogi et al., 2020).

2.3.4. OLOR

Medir el olor en el compostaje casero es una herramienta importante para monitorear el proceso de descomposición y detectar problemas potenciales, ya que el olor refleja la actividad microbiana y las condiciones de la pila. Cada fase del compostaje casero tiene

características distintivas de olor que pueden indicar si el proceso está funcionando correctamente o necesita ajustes.

Fases del compostaje casero y evaluación del olor:

Fase mesófila inicial (días 1-7):

Olor esperado: En esta fase, el compost puede tener un leve olor fresco y ligeramente ácido o herbáceo, similar al olor del césped recién cortado o material vegetal fresco. Los microorganismos mesófilos, que se desarrollan en condiciones de temperatura moderada, son responsables de la descomposición de materiales que se degradan con facilidad.

Problema de olor: Si huele mal (como a podrido o amoníaco), puede ser un indicativo de exceso de humedad o falta de aireación. Se sugiere mezclar la pila y añadir materiales secos, como hojas o paja, para ayudar a absorber la humedad en exceso.

Fase termófila (días 7-30)

Olor esperado: En esta etapa, el compost debe tener un olor más neutro, cálido y terroso, ya que las temperaturas más altas favorecen una descomposición rápida de los materiales más resistentes como la celulosa. El proceso de descomposición debería ser mayormente aeróbico, lo que minimiza malos olores.

Problema de olor: Si se detecta un fuerte olor a amoníaco, esto indica un exceso de materiales ricos en nitrógeno o una falta de oxígeno. Si el olor es a huevos podridos (sulfuro de hidrógeno), es probable que haya descomposición anaeróbica, lo que requiere aireación inmediata.

Fase de enfriamiento (días 30-60):

Olor esperado: El compost debe empezar a tener un olor suave, a tierra húmeda, que indica que la actividad microbiana ha disminuido y que los materiales más complejos ya han sido descompuestos. El olor debe ser agradable y natural.

Problema de olor: Un olor agrio o fermentado en esta fase sugiere que la pila está compacta o mal aireada. En este caso, sería necesario voltear la pila para mejorar el flujo de aire.

Fase de maduración, 60 días en adelante.

Olor esperado: El compost que ha alcanzado su madurez presenta un aroma similar al de la tierra, este es el olor distintivo de un compost que ha terminado su proceso de descomposición y está preparado para ser utilizado en jardinería o en actividades agrícolas.

Problema de olor: Si persisten olores desagradables, es posible que el compost no esté completamente estabilizado o que se esté manteniendo una zona anaeróbica en alguna parte de la pila. Es recomendable volver a mezclar el compost y dejarlo reposar más tiempo.

¿Cómo medir el olor?

Aunque no existe un dispositivo para medir el olor, se puede realizar una evaluación sensorial simple:

Método sensorial: Acércate a la pila de compost y huele el aire alrededor y el material directamente después de remover una capa superficial. Compara el olor con los descritos en cada fase para identificar si el proceso marcha correctamente.

Gestión del olor:

Para evitar malos olores, sigue estas recomendaciones:

Aireación: Voltear la pila con frecuencia para asegurar la entrada de oxígeno.

Proporción carbono-nitrógeno (C): Mantener una proporción adecuada de materiales ricos en carbono (materiales secos y fibrosos) y nitrógeno (residuos verdes o frescos).

Control de humedad: La pila no debe estar ni demasiado húmeda ni demasiado seca, el nivel adecuado de humedad es cuando la pila se siente como una esponja bien escurrida.

(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2015)

2.3.5. COLOR

La observación del color del compost hecho en casa es un análisis visual que refleja el grado de descomposición del material orgánico, el color del compost cambia a lo largo del proceso, desde los tonos más claros de los materiales frescos hasta un color oscuro y homogéneo que indica que el compost está listo para su uso.

Fases del compost casero y el color asociado:

Fase inicial (material fresco):

Color esperado: El compost en esta fase tendrá una mezcla de colores de los materiales originales, como el verde de los restos de jardín o césped, y el marrón de las hojas secas o ramas. El color será variado y heterogéneo, dependiendo de los residuos utilizados.

Indicador: Este color heterogéneo indica que el material aún no ha comenzado a descomponerse significativamente.

Fase mesófila (días 1-7):

Color esperado: Durante los primeros días, los materiales comienzan a oscurecerse levemente. El color puede variar de marrón claro a verde oscuro, con algunos restos orgánicos aún reconocibles.

Indicador: El oscurecimiento leve es señal de que la actividad microbiana inicial ha comenzado.

Fase termófila (días 7-30):

Color esperado: A medida que la descomposición avanza, el compost se oscurece considerablemente. Durante esta fase, los materiales se vuelven de color marrón oscuro a negro, aunque es posible que todavía queden algunos fragmentos visibles de material no descompuesto.

Indicador: El color oscuro, especialmente en el centro de la pila, indica que la descomposición aeróbica está funcionando correctamente.

Fase de enfriamiento (días 30-60):

Color esperado: El compost en esta fase será predominantemente marrón oscuro o negro. La textura será más fina y homogénea, y el color indicará que los materiales están completamente descompuestos en su mayoría.

Indicador: El color homogéneo oscuro muestra que el proceso de compostaje está en sus etapas finales.

Fase de maduración (días 60 en adelante):

Color esperado: El compost completamente descompuesto presentará un tono marrón intenso o negro, con una textura suave y homogénea, semejante a la de la tierra de bosque, en esta fase, los materiales originales ya no son distinguibles.

Indicador: Un color marrón oscuro o negro es el mejor indicio de que el compost está listo para su uso. Este color refleja la estabilidad y madurez del compost.

Factores que influyen en el color del compost:

Materiales iniciales: La proporción de materiales ricos en carbono (como hojas secas, ramas) y nitrógeno (residuos verdes) afecta el color. Los materiales ricos en carbono suelen contribuir a un compost más oscuro.

Humedad: Un compost bien hidratado tendrá un color más oscuro debido a la actividad microbiana eficiente. Si el compost está demasiado seco, podría ser más claro y menos homogéneo.

Aireación: La aireación adecuada evita la descomposición anaeróbica, que puede resultar en colores claros o manchados si la pila no se voltea lo suficiente.

Cómo medir el color:

La medición del color es visual, pero es importante revisar varias partes de la pila para tener una idea representativa del color general del compost. Algunas personas utilizan escalas de color para comparar el compost en diferentes momentos del proceso. (Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y La Agricultura (FAO 2015).

2.4. MATERIA ORGÁNICA

Durante todo el proceso de compostaje, el contenido de materia orgánica total (MOT) debe ser reducido más o menos según el desarrollo del proceso, pero también tipos de materiales orgánicos y su degradabilidad. Aunque algunos autores indican que el contenido de la materia orgánica puede informar el progreso del proceso, incluida la preparación del compost, siempre debe evaluarse con precaución, ya que depende en gran medida del punto de partida. (Chávez Pérez, 2015).

El proceso de convertir materia orgánica fresca en abono consiste prácticamente en elaborar fertilizantes orgánicos o acondicionadores de suelo y reciclarlos residuos orgánicos y biomasa (Castillo Huamán, 2020).

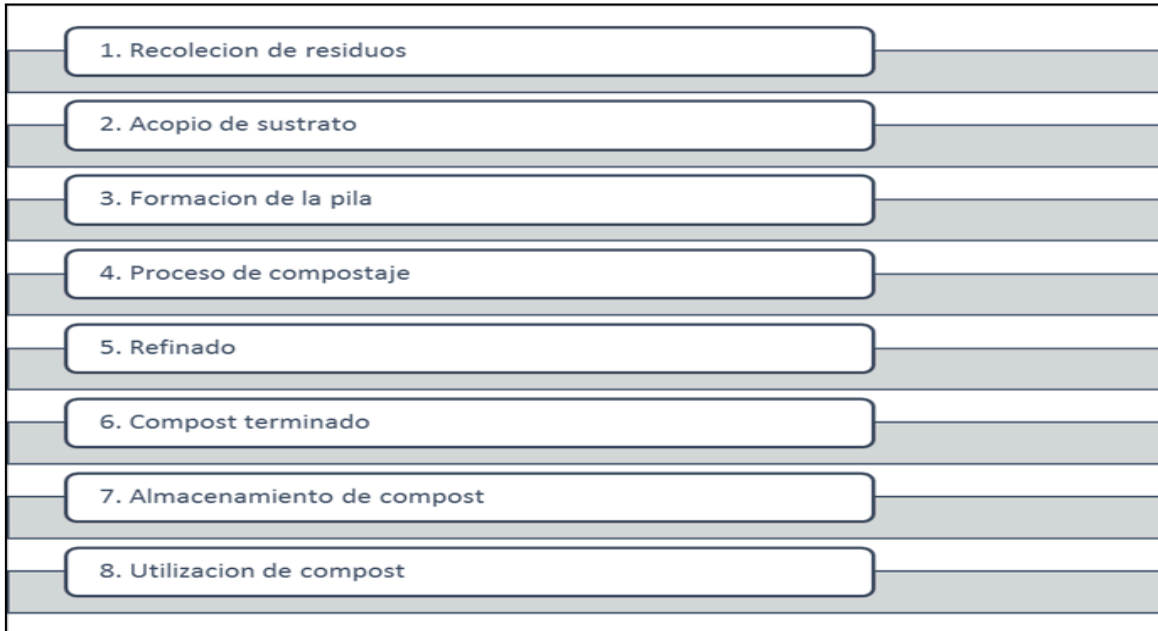


Figura 01: Diagrama de flujo del método tradicional de compostaje.

Nota: Proceso por el cual los residuos orgánicos se compostan desde la recolección hasta el uso del mismo.

Residuos de Cocina

Millones de toneladas de desperdicios de alimentos, desechos de jardín y productos de papel, principalmente cada año se envían a vertederos de diferentes países, desde donde se descomponen con el tiempo y producen grandes cantidades de metano. El metano es un gas que se convierte en efecto invernadero y es entre 28 y 36 veces más eficiente para capturar el calor atmosférico que el dióxido de carbono. Estos residuos se eliminan en la basura como basura. Los frutos no se consumen por su textura y presencia de semillas, restos vegetales, fruta madura y arrugada o marchita, mucha hierba cortada, periódicos y cartones, etc. exacerba el problema. Cuanto más desperdicio termines creando los vertederos producen más metano. Mientras se desvían los residuos de los vertederos puedes ayudar de alguna manera y el compostaje es una forma de hacerlo como parte de la solución ahora (Helmer, 2021).

2.5. MARCO NORMATIVA

Constitución Política del Perú 1993.

Artículo 2º Toda persona tiene derecho, numeral 22 La materialidad de este derecho está asociada a dos objetivos intermedios y gozar de un ambiente equilibrado, adecuado, así como a un objetivo final el desarrollo de su vida.

Ley N° 28611 Ley General del Ambiente.

Toda persona tiene el derecho inalienable a vivir en un ambiente sano, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y tiene la obligación de contribuir a la gestión eficaz del medio ambiente y a la protección del medio ambiente y sus componentes, especialmente para garantizar la salud humana individual y colectiva.

Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Más que cualquier otra opción, la gestión integrada de residuos sólidos tiene como objetivo principal prevenir o minimizar la generación de residuos sólidos en su origen. En segundo lugar, se debe priorizar el reciclaje de desechos y materiales y energía con valor agregado, incluida la reutilización, el reciclaje, el compostaje, el procesamiento y otras alternativas, para los desechos generados sobre la base de la protección de la salud y el medio ambiente. La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura correspondiente es la última alternativa de gestión, y deberá realizarse en condiciones ambientales adecuadas, las cuales serán determinadas en actos reglamentarios.

Ley General de Residuos Sólidos - LEY N° 27314

- Artículo 4.- Lineamientos de política

Adoptar medidas de minimización de residuos sólidos, a través de la máxima reducción de sus volúmenes de generación y características de peligrosidad

Desarrollar y usar tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización o reaprovechamiento de los residuos sólidos y su manejo adecuado.

Fomentar el reaprovechamiento de los residuos sólidos y la adopción complementaria de prácticas de tratamiento y adecuada disposición final.

2.6. HIPÓTESIS

2.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

La elaboración del compost casero a nivel domiciliario, tiene un impacto significativo a partir de residuos orgánicos en la urbanización Nuestra Señora del Carmen de la ciudad de Ilave durante el año 2024.

2.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- ❖ El proceso de elaboración de compost casero en la ciudad de Ilave sigue una serie de etapas físicas y químicas que influye de manera positiva en la calidad final del compost.
- ❖ La calidad física y química del compost casero producido a nivel domiciliario mejora conforme se optimizan las condiciones de los procesos de compostaje.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio estuvo en la Urbanización Nuestra Señora del Carmen del distrito de Ilave, provincia de El Collao, región Puno, dentro de zona urbana de la ciudad, se tienen cinco (5) muestras en diferentes domicilios (hogares), donde se realizó el compost respectivo. Con un clima de tipo lluvioso, frío y con otoño e invierno seco, esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 9°C a 19°C y temperaturas mínimas de -3°C a 3°C. Además, las precipitaciones pluviales varían desde los 500 mm hasta los 1,200 mm aproximadamente. A continuación, se muestra la ubicación de las muestras.

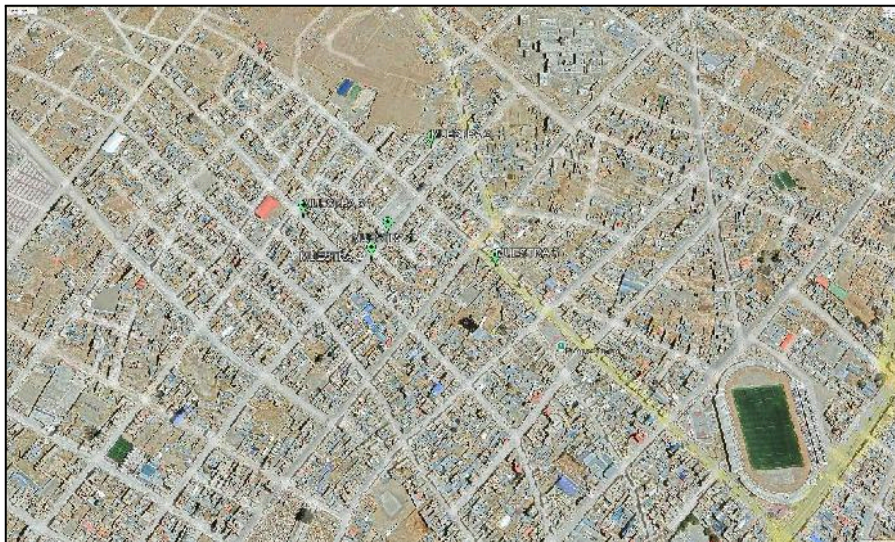


Figura 02: Ubicación de las cinco (5) muestras en la urbanización

Fuente: Reporte de Google Earth pro

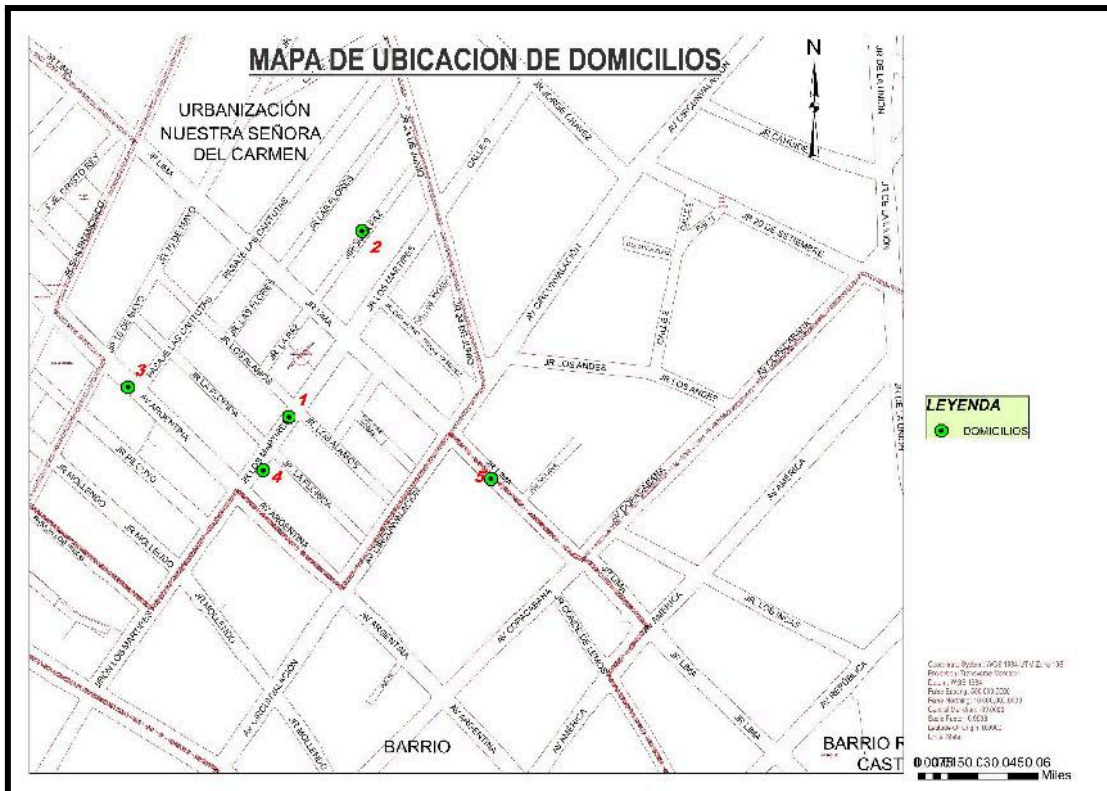


Figura 03: Ubicación de las cinco (5) Domicilios según catastro de la Ciudad

Fuente: Mapa elaborado en Arcgis 10.8

Las coordenadas UTM de los puntos de muestreo en la zona de Estudio de las muestras:

Tabla 01: “Coordenadas de las cinco (5) muestras”

N°	ESTE	NORTE	ALTITUD
1	431327.00	8222284.00	3844.00
2	431386.00	8222434.00	3850.00
3	431197.00	8222308.00	3844.00
4	431306.00	8222241.00	3845.00
5	431490.00	8222234.00	3847.00

Nota: Elaboración propia

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población de este estudio se definió como todos los habitantes y hogares de la urbanización Nuestra señora del carmen, que realizan algún tipo de reciclaje con los

residuos orgánicos en sus domicilios y así mismo como un método de reutilizar los residuos orgánicos. Para el caso de observación directa de los procesos se trabajará con la población (N), de 60 habitantes con domicilios que están empadronados en la urbanización Nuestra señora del Carmen en distrito de llave.

La urbanización seleccionada, es la Urbanización Nuestra Señora del Carmen, que se ubica en la zona norte del distrito.

3.2.2. MUESTRA

La coordinación con el presidente de la urbanización, así mismo viendo como un lugar estratégico y ubicación, teniendo en cuenta el tipo de habitantes, se seleccionó a cinco (5) hogares dentro de la urbanización. La urbanización y las cinco muestras fueron seleccionadas, que a partir de los productos de primera necesidad que consumen, los desechos orgánicos de estos consumos que serán utilizados para la elaboración de compost, en sus domicilios correspondientes.

El poder adquisitivo y consumismo de los usuarios (muestras) seleccionados es relativamente considerable, entonces se tiene consumo de productos vegetales (frutas, verduras y otros), en ese aspecto fue determinante para elegir a los usuarios.

Los puntos de muestreo se localizaron con imágenes geo referenciales.

- D1 = Primer Domicilio
- D2 = Segundo Domicilio
- D3 = Tercer Domicilio
- D4 = Cuarto Domicilio
- D5 = Quinto Domicilio

3.2.3. MATERIALES Y EQUIPOS

- Software (SPSS/PASW ó Minitab)
- Laptop
- Balde de Plástico
- Tierra Negra
- Viruta

- Tabla de Picar
- Cuchillo
- Lavador
- Tela Tul
- Jebe
- Bolsa Negra
- Pala Pequeña
- Guantes Lavable
- Termómetro
- PH metro
- Balanza
- Materia Orgánica

3.2.4. INSUMOS

- Cáscara de Papaya
- Hojas Secas de Plantas
- Cáscara de Plátano
- Cáscara de Melón
- Cáscara de Zapallo
- Cáscara de Papa
- Cáscara de Huevo
- Cáscara de Cebolla
- Lechuga
- Cascaras Piña
- Cáscaras de Betarraga
- Cáscaras de Zanahoria
- Cáscaras de Brócoli
- Cilantro
- Apio

- Perejil
- Cáscaras de Tomate
- Cáscaras Habas
- Cáscaras de Arvejas
- Cáscaras de Manzana
- Cáscaras de Mandarina

3.2.5. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST

Paso 1: picado de materia orgánica

El día (8 de junio del 2024), se realizó el corté de las cáscaras de las frutas y vegetales en pequeños tamaños, a fin de que la descomposición sea más rápida y fácil.



Figura 04: Residuos orgánicos en los domicilios



Figura 05: Picado de residuos orgánicos

Paso 2: Preparación de Recipiente

La preparación del recipiente consta de un balde de material polietileno, color blanco, que se utilizará para realizar el compost.



Figura 06: Recipiente donde se elaborará el compost

Paso 3: Mezclado o armado de compost

El mezclado de residuos orgánicos picados con estiércol y tierra negra, se realiza dentro de un recipiente (balde) de una capacidad de 20 litros.



Figura 07: Mezclado de residuos orgánicos



Figura 08: Agregado de Tierra

Paso 4: Volteado

Desde el día 05 de agosto del 2024 (cada 3 días), se realizó el volteado del compost, cada tres días, así mismo controlando la humedad, durante un periodo de aproximado de 90 días.

Al cabo de 5 a 6 días se tuvo una elevada temperatura llegando a tener hasta 50 °C. Esto es lo suficientemente alto para destruir las semillas de malezas y microorganismos

daños, pero perfecta para los microorganismos benéficos; por otro lado, acelera la descomposición de los restos vegetales y el estiércol.

Se deja así por una semana a la semana siguiente se empieza a realizar los volteos manualmente con el uso de un par de guantes.



Figura 09: Volteo de compost



Figura 10: Tapado del recipiente

Paso 5: Cosecha de Compost

Luego de dos meses aproximadamente, la temperatura del recipiente de compost empezó a bajar, el material tiene un color marrón oscuro, esponjoso y de un color agradable a tierra; estuvieron listos para cosecha de compost..




Se deja secar la pila descubierto por una semana, luego será tamizado en una malla metálica y tendremos listo el compost para ser utilizado inmediatamente como abono para las plantas; por ahí si tenemos suficiente cantidad se puede guardar en sacos de rafia, manteniendo una humedad del 14% para mantener la población microbiana benéfica.



Figura 11: Cosecha de compost

3.2.6. CANTIDADES UTILIZADAS DE RESIDUOS

Tabla 02: Diferentes Residuos

P E S A J E D E M A T E R I A L E S	Residuos orgánicos (de 5 días)	viruta	Tierra negra	Peso total del compost
				
T1	Total: 5.600 kg.	300g.	4.500kg	10.400kg
T2	Total: 5.300 Kg.	300g	4.100kg	9.700kg
T3	Total: 6.100Kg.	400g	5.00kg	11.500kg
T4	Total: 5.700 Kg.	300g	4.600kg	10.600kg
T5	Total: 5.900Kg	400g	4.800	11.100kg

3.2.7. ASPECTO BIOQUÍMICO EN EL PROCESO DE LA OBTENCIÓN DE COMPOST

La evolución del compostaje se da en cuatro etapas que siguen el orden: mesofílica, termofílica, de enfriamiento y maduración. En las fases mesofílica y termofílica se libera CO_2 y H_2O disminuyendo el contenido de carbono en el compost y aumentándole el porcentaje de minerales, aunque este último incremento se hace más elevado en la segunda etapa. En la primera fase los microorganismos mesófilos (bacterias y hongos) degradan azúcares, almidones y proteínas, obteniendo energía para multiplicarse y llevar a cabo su actividad descomponedora, calentando la materia compostable. En esta etapa mesofílica hay abundancia de nitrógeno NH_4 que predomina sobre la forma NO_3 .

En la fase termofílica la población microbiana (bacterias, Actinomicetos y hongos termofílicos) descomponen moléculas más difíciles como la celulosa, la hemicelulosa, la lignina, ceras, grasas, aceites y resinas; la actividad de los microorganismos es máxima, elevándose la temperatura; sigue el dominio de NH_4 sobre la forma NO_3 . Sin embargo, el nitrógeno amoniacal (NH_4) de la cadena proteínica, aminoácidos, aminos, amonio puede perderse a la atmósfera antes de pasar a nitrógeno NO_3^- . En esta etapa hay formación de fitotoxinas, pero aun así es trascendente porque se eliminan organismos patógenos al hombre o a las plantas de los cultivos. (Berent & Vedoya, 2006). En la tercera etapa correspondiente al enfriamiento, se reduce la población microbiana y dominan las bacterias mesofílicas.

Se descomponen los materiales más resistentes y las fitotoxinas (como ácidos orgánicos ejemplo el ácido acético). Prima la formación de nitratos sobre la forma amoniacal. Los nitratos y la abundancia de potasio en solución aumentan la salinidad. En esta fase el pH es cercano a 7.0.

La etapa final del proceso de compostaje es la de maduración, aumenta la porción mineral y nitratos, disminuye el contenido el porcentaje de carbono, se libera CO_2 y NH_4 . Se aumenta la población de Actinomicetos, responsables del olor de tierra fresca.

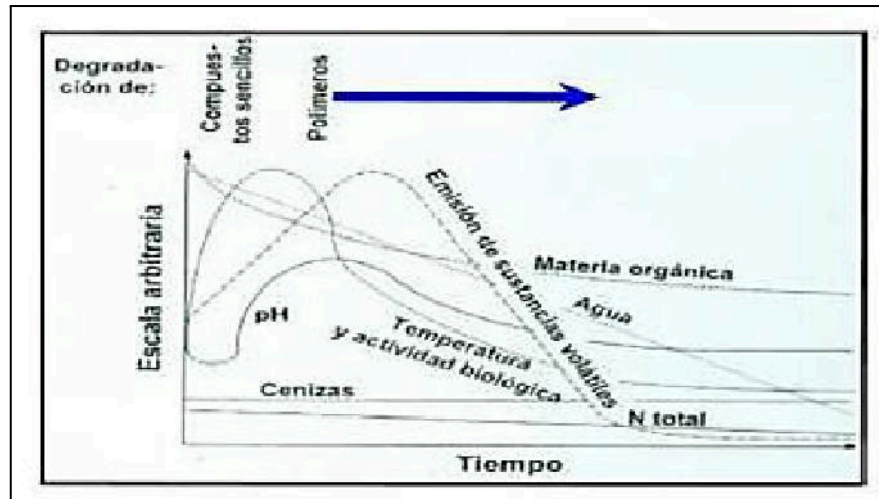


Figura 11 Maduración de compost

3.2.8. TRATAMIENTO SEGÚN DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos fueron implementados con una repetición en cinco (5) domicilios, cada tratamiento está conformado por una muestra, donde se identificaron las diferentes variables a evaluar.

- A. PRIMER TRATAMIENTO (M1), consistió en la mezcla de residuos orgánicos de 5.600 kg., viruta de 300 g. y tierra negra de 4.500 kg., teniendo un peso total de 10.400 kg
- B. SEGUNDO TRATAMIENTO (M2), consistió en la mezcla de residuos orgánicos de 5.300 kg., viruta de 300 g. y tierra negra de 4.100 kg., teniendo un peso total de 9.700 kg.
- C. TERCER TRATAMIENTO (M3), consistió en la mezcla de residuos orgánicos de 6.100 kg., viruta de 400 g. y tierra negra de 5.000 kg., teniendo un peso total de 11.500 kg.
- D. CUARTO TRATAMIENTO (M4), consistió en la mezcla de residuos orgánicos de 5.700 kg., viruta de 300 g. y tierra negra de 4.600 kg., teniendo un peso total de 10.600kg.
- E. QUINTO TRATAMIENTO (M5), consistió en la mezcla de residuos orgánicos de 5.900 kg., viruta de 400 g. y tierra negra de 4.800 kg., teniendo un peso total de 11.100kg.

Cada Tratamiento se removió de tal forma que se aseguró la aireación durante el proceso de descomposición, evitando la compactación que podría producirse por el riego periódico, los volteos se realizaron cada 3 días.

El riego se realizó manualmente con regadera y la frecuencia de la misma se llevó a cabo según requiriera el compost, para determinar la humedad se hizo con el método tacto para mantener en condiciones óptimas entre 30 a 60%. La humedad se midió cada 7, 28, 60 y 80 días. Usando el método puño.

La temperatura se midió utilizando un termómetro digital introducido directamente en el compost a una profundidad de 25 a 35 cm, a los 5, 28, 35 y 90 días.

Se determinó el pH, en forma directa con el Potenciómetro Electrométrico, los datos se obtuvieron cada 5, 21, 35 y 90 días.

El olor se midió con el olfato, de acuerdo al olor característico de cada tratamiento de muestra,

cuatro mediciones, a los 7, 28, 60 y 80 días.

El color característico, utilizando el método visual (ojo humano), para ver el color que presenta cada tratamiento en los cinco domicilios, estos fueron visualizados a los 7, 28, 60 y 80 días.

En el tamizado se procuró remover los residuos como hueso, plásticos, otros materiales que habían quedado luego de la primera selección y se retiró el material orgánico de mayor tamaño que requiere tiempo adicional de descomposición, se empleó una malla de 1 cm² de área para obtener una granulometría adecuada en el producto final, se pesaron los costales con el material tamizado y también las partículas que quedaron en el tamiz, para determinar el porcentaje de material no degradado.

3.2.9. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En cuanto al diseño de investigación será cuasi experimental - transversal, nivel descriptivo, tipo cuantitativo, con el efecto producido por la manipulación de las variables independientes, donde se desea comprobar los efectos de las variables independientes sobre las dependientes, evaluando el proceso.

3.2.10. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel es correlacional y explicativo.

3.2.11. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

a. Hipótesis General

La elaboración del compost casero a nivel domiciliario, tiene un impacto significativo a partir de residuos orgánicos en la urbanización Nuestra Señora del Carmen de la ciudad de Ilave durante el año 2024.

b. Hipótesis Específicos

- El proceso de elaboración de compost casero en la ciudad de Ilave sigue una serie de etapas físicas y químicas que influye de manera positiva en la calidad final del compost.
- La calidad física y química del compost casero producido a nivel domiciliario mejora conforme se optimizan las condiciones de los procesos de compostaje.

3.2.12. VARIABLES

✓ **Variable Independiente:** residuos orgánicos

procesos y etapas del compost.

✓ **Variable Dependiente:** Calidad de compostaje

Temperatura

PH

Olor

Color

Humedad

3.2.13. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

a. Estadísticos

Se utilizó un software estadístico denominado Minitab, para los análisis de medidas de tendencia central y de dispersión.

b. Representación

Las representaciones de la parte experimental se dieron por medio de reportes de laboratorios y gráficas o representaciones en Excel, las relaciones de variables mediante ecuaciones y los análisis estadísticos según el software estadístico desarrollado.

c. Técnica de Comprobación de la Hipótesis




Para el trabajo de investigación se utilizó el Análisis de varianza mediante una ANOVA mediante la prueba de Fisher.

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

OE1: Describir los procesos y etapas de elaboración de compost casero a nivel domiciliario en la ciudad de Ilave.

Tabla 03: Procesos en la Elaboración de Compost

PROCESOS EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST				
Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5
picado de residuo orgánico	Preparación de Recipiente	Armado de compost	de Volteado	Cosecha de Compost
				

El proceso de elaboración de compost inicia con el picado de residuos orgánicos, que se mezclan con viruta y tierra negra en un recipiente. Se realiza un volteado periódico durante 3 meses para favorecer la descomposición. Luego, el compost se seca y se tamiza para su cosecha. Finalmente, se utiliza como abono o se conserva adecuadamente.

El proceso de compostaje descrito en este estudio, que incluye el picado, mezclado y volteado de residuos orgánicos, muestra un enfoque tradicional de descomposición. En contraste, con el el estudio de Fallas (2019) resalta la importancia de la ventilación

proporcionando condiciones óptimas para su calidad. Ambos enfoques subrayan la relevancia de controlar la aireación en el proceso.

Tabla 04: Etapas o fases de compostaje

ETAPAS O FASES DE COMPOSTAJE					
FASES	mesófila	Termófila	o	enfriamiento	maduración
		higienización			
TIEMPO	2-5 días (1 semana)	(1 2 – 5 semanas		2 meses	3 meses

En el estudio de investigación de elaboración de compost, en la Urbanización nuestra señora del Carmen, distrito de llave, provincia de El Collao, Región Puno, mediante un sistema de composteras en forma en recipiente de 20 litros (balde), compuestos por materia orgánica, viruta y tierra negra, se monitorearon los parámetros temperatura, humedad, pH, color y olor en cada fase.

El estudio de García (2020) valida el compostaje de residuos orgánicos en Bambamarca, produciendo compost de calidad para la agricultura local. En llave, la investigación con residuos orgánicos también muestra resultados positivos, evaluando parámetros como temperatura, humedad y pH. Ambos estudios subrayan el potencial del compostaje como solución sostenible para gestionar residuos.

OB2: Determinar la calidad física y química del compost casero mediante elaboración a nivel domiciliario.

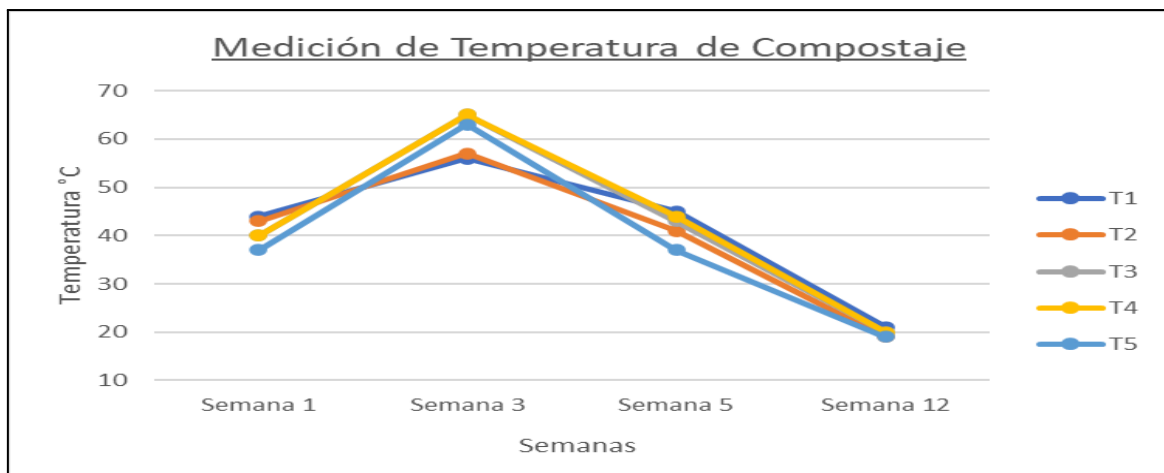


Figura 12: Medición de temperatura en las diferentes etapas de compostaje.

La figura 12 según el anexo: 4, representa el comportamiento de los promedios de la temperatura para cada prueba experimental observándose que en la primera semana se incrementa el valor de la temperatura sobrepasando los 40 °C debido a las reacciones exotérmicas que se generan a partir del crecimiento de los microorganismos ya que este es un crecimiento exponencial donde empiezan a degradar la mayor carga orgánica existente, en la semana tres va creciendo hasta llegar mayores a 60 °C, posteriormente descendiendo lentamente hasta llegar a la semana 12 donde llegan a obtener las temperaturas más bajas menores a 20 °C.

El incremento de temperatura observado en la figura 12 refleja las reacciones exotérmicas del crecimiento microbiano, similar a lo descrito por Torres (2020) sobre los beneficios del compost en Yarada-Tacna. Las altas temperaturas iniciales indican una descomposición activa de materia orgánica. La disminución en 3 meses sugiere la estabilización del compost, favoreciendo a la calidad de compost.

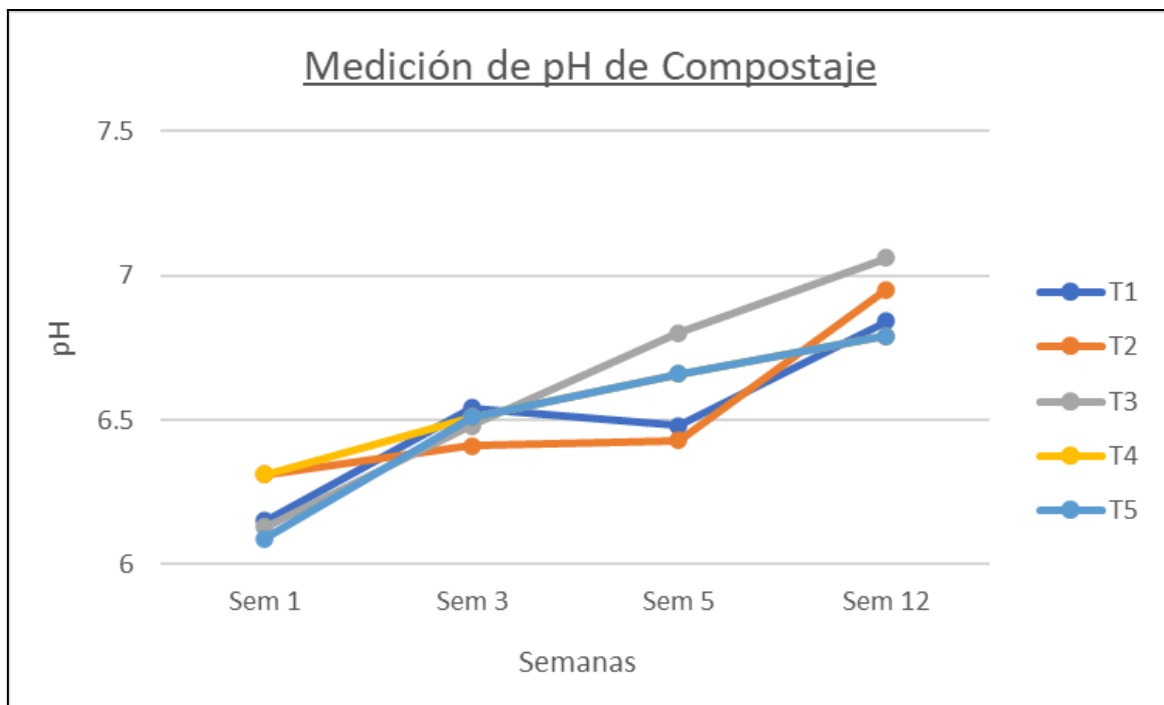


Figura 13: Medición de pH del compost

Según anexo: 5, La figura 13 representa el comportamiento de los promedios de la pH para cada prueba experimental observándose que en la primera semana se incrementa el valor de a pH sobrepasando el valor de 6, debido a realizados a diferentes características de materia orgánica, estiércol de ovino y microorganismos que empiezan a descomponer mayores, posteriormente asciende rápidamente hasta llegar a la semana 12 donde llegan a obtener las temperaturas mayores a 7.

Según Zhang y Sung (2019), el pH ideal para el compostaje debe estar entre 5,5 y 7,0. En la investigación, los resultados muestran que el pH aumenta rápidamente desde la primera semana, superando el valor de 6 debido a la descomposición de la materia orgánica y la actividad microbiana. Este incremento continúa hasta tres meses, alcanzando valores cercanos a 7, lo que indica un proceso de compostaje activo y dentro de los rangos aceptables para la calidad del compost.

Tabla 05: Medición de Olor

Medición	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4
SEMANA	Sem 1	Sem 4	Sem 6	Sem 12
M1	Olor vegetal	Tierra húmeda vegetal	Tierra húmeda	Tierra
M2	Olor fresco	Podrido	Tierra húmeda	Tierra
M3	Olor fresco	Amoniaco	Tierra húmeda	Tierra
M4	Olor vegetal	Tierra húmeda vegetal	Tierra húmeda	Tierra forestal
M5	Olor vegetal	Tierra húmeda vegetal	Tierra húmeda	Tierra

Los datos promedios monitoreados del tratamiento con respecto a la Olor para los cinco muestras según el diseño experimental planteado, se observan en la tabla 5 por un periodo de 3 meses iniciándose con olor vegetal y culminando en un olor a tierra, esto indica que la viéndose que alcanzó su madurez.

El antecedente mencionado por la FAO (2015) describe que el compost maduro debe tener un olor a tierra, similar al de un suelo forestal, lo que indica que está listo para usarse. En los resultados de la investigación, los datos muestran que las cinco muestras experimentales, después de 3 meses, experimentaron una transición de olor vegetal a un olor a tierra, lo que confirma que el compost alcanzó su madurez.

Tabla 06: Medición de Color

Medición	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4
SEMANA	Sem 1	Sem 4	Sem 8	Sem 12
M1	Marrón claro	Marrón oscuro	Negro	Color tierra
M2	Marrón poco oscuro	Marrón oscuro	Negro	Color tierra
M3	Marrón oscuro	Marrón oscuro	Negro	Color tierra
M4	Marrón claro	Marrón oscuro	Negro	Color tierra
M5	Marrón claro	Marrón oscuro	Negro oscuro	Color tierra

Los datos promedios monitoreados del tratamiento con respecto al color del compostaje en cuatro diferentes fases, para los cinco muestras según el diseño experimental planteado, se observan en la tabla 6 por un periodo de 3 meses iniciándose con marrón claro a oscuro y culminando en un color tierra, esto indica que las muestras son de buena calidad.

Según la FAO (2015), el compost maduro debe tener un color marrón oscuro o negro, indicando su estabilidad. Los resultados de la investigación muestran que, tras 3 meses, las muestras pasaron de marrón claro a oscuro, y luego a color tierra, lo que sugiere que alcanzaron la madurez. Esto refleja la buena calidad del compost obtenido.

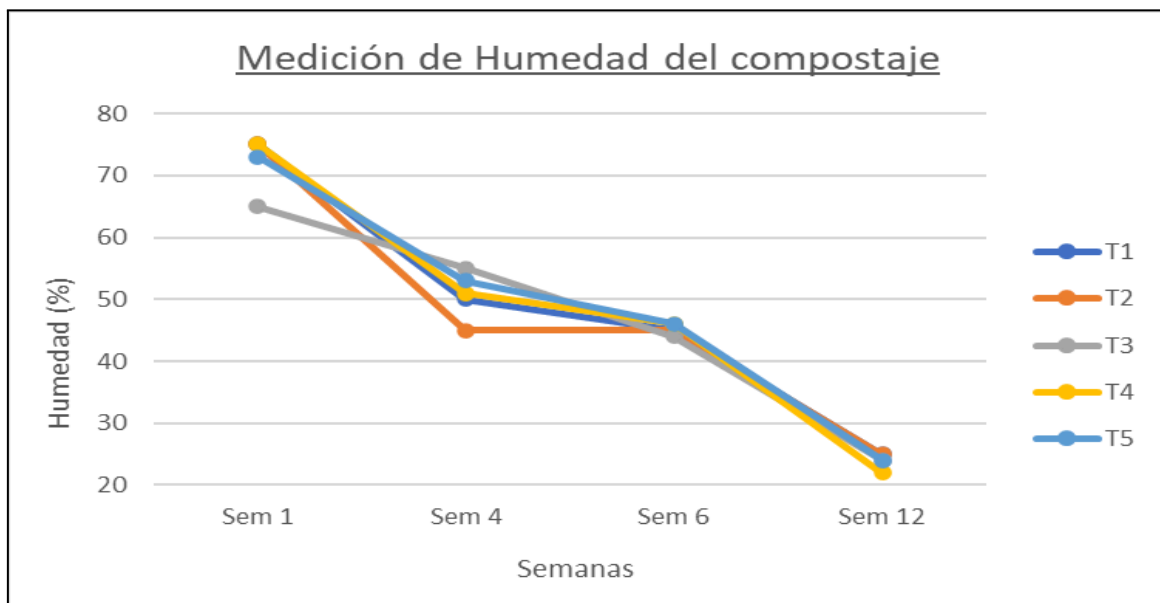


Figura 14: Medición de Humedad (%) del compost

Según anexo, 8 en la figura 14 representa el comportamiento de los valores de porcentaje de humedad, por el método tacto, para cada prueba experimental observándose que en la primera semana se presenta valores por encima del 70%, debido a la composición de la materia orgánica fresca, a medida que avanza el proceso de compostaje va bajando el nivel de porcentaje de humedad a valores por encima de 20%.

La FAO (2015) describe la técnica de "puño" como una forma sencilla de medir la humedad del compostaje, buscando un rango adecuado entre 50-60%. En los resultados de la investigación, el porcentaje de humedad inicial fue superior al 70%,

aproximadamente debido a la materia orgánica fresca, y conforme avanzó el proceso de compostaje, los valores disminuyeron a más del 20%, lo que indica una reducción gradual de la humedad conforme que madura el compost.

RESULTADOS ESTADÍSTICOS

Tabla 07: Análisis de varianza de temperatura

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	31.20	7.800	0.03	0.998
Error	15	4411.75	294.117		
Total	19	4442.95			

Fuente: Minitab V 18.0

La tabla 7 que proporcionas corresponde a un análisis de varianza (ANOVA) que evalúa si las diferencias entre las muestras de la temperatura, dado que el valor p es 0.998, que es mucho mayor que 0.05, esto significa que, según el análisis de varianza, no hay diferencias estadísticamente significativas entre las muestras en cuanto a la temperatura.

Tabla 08: Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia		IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
	de las medias	EE de diferencia			
M2 - M1	-1.5	12.1	(-39.0; 36.0)	-0.12	1.000
M3 - M1	0.5	12.1	(-37.0; 38.0)	0.04	1.000
4M - M1	0.8	12.1	(-36.7; 38.2)	0.06	1.000
M5 - M1	-2.5	12.1	(-40.0; 35.0)	-0.21	1.000
M3 - M2	2.0	12.1	(-35.5; 39.5)	0.16	1.000
M4 - M2	2.3	12.1	(-35.2; 39.7)	0.19	1.000
M5 - M2	-1.0	12.1	(-38.5; 36.5)	-0.08	1.000

M4 - M3	0.3	12.1	(-37.2; 37.7)	0.02	1.000
M5 - M3	-3.0	12.1	(-40.5; 34.5)	-0.25	0.999
M5 - M4	-3.3	12.1	(-40.7; 34.2)	-0.27	0.999

La Tabla 8 que mencionas corresponde a una prueba de Tukey para comparar las diferencias entre medias de diferentes muestras. Todos los valores p ajustados son 1.000, por lo tanto, no hay evidencia suficiente para afirmar que alguno de los grupos es significativamente diferente de otro.

Tabla 09: Comparaciones en parejas de Fisher Agrupar información con método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
M4	4	42.25	A
M3	4	42.00	A
M1	4	41.50	A
M2	4	40.00	A
M5	4	39.00	A

En esta tabla 9 se presentan los resultados de un análisis de comparación en parejas utilizando el método LSD (Least Significant Difference) de Fisher con un nivel de confianza del 95%. Dado que todos los grupos tienen la misma letra (A), se concluye que no hay evidencia suficiente para decir que las medias de los grupos M4, M3, M1, M2 y M5 sean significativamente diferentes entre sí al 95% de confianza.

Tabla 10: Análisis de Varianza de PH de los tratamientos.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	0.03610	0.009025	0.10	0.981
Error	15	1.37980	0.091987		
Total	19	1.41590			

Nota: Minitab V 18.0

La tabla 10 proporciona muestra un Análisis de Varianza (ANOVA) de los valores de pH de diferentes muestras, dado que el valor F es muy bajo (0.10) y el valor p es muy alto (0.981), no hay evidencia estadísticamente significativa para afirmar que los diferentes tratamientos tienen un efecto significativo sobre el pH.

Tabla 11: Prueba de simultaneidad de Tukey para diferencias de las muestras

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de a	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
M2 - M1	0.022	0.214	(-0.640; 0.685)	0.10	1.000
M3 - M1	0.115	0.214	(-0.548; 0.778)	0.54	0.982
M4 - M1	0.065	0.214	(-0.598; 0.728)	0.30	0.998
M5 - M1	0.010	0.214	(-0.653; 0.673)	0.05	1.000
M3 - M2	0.093	0.214	(-0.570; 0.755)	0.43	0.992
M4 - M2	0.043	0.214	(-0.620; 0.705)	0.20	1.000
M5 - M2	-0.013	0.214	(-0.675; 0.650)	-0.06	1.000
M4 - M3	-0.050	0.214	(-0.713; 0.613)	-0.23	0.999
M5 - M3	-0.105	0.214	(-0.768; 0.558)	-0.49	0.987
M5 - M4	-0.055	0.214	(-0.718; 0.608)	-0.26	0.999

Esta tabla 11 presenta los resultados de las pruebas simultáneas de Tukey para comparar las medias de distintos grupos (M1, M2, M3, M4, M5). En este caso indica que no existen

diferencias significativas entre los grupos en cuanto a las medias evaluadas en este análisis.

Tabla 12: Comparaciones en parejas de Fisher Agrupar con el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
M3	4	6.617	A
M4	4	6.567	A
M2	4	6.525	A
M5	4	6.512	A
M1	4	6.503	A

La tabla 12 muestra los resultados de las comparaciones en parejas utilizando el método LSD de Fisher para comparar diferentes factores (M3, M4, M2, M5, M1). los resultados de la prueba de LSD de Fisher, no hay diferencias significativas entre las medias de los factores analizados. Todos pertenecen al mismo grupo de agrupación (A).

Tabla 13: Análisis de Varianza de Olor de los tratamientos.

Variabl	Medi	Desv.E	Varian	Coef	Median	Mod	N			
e	a	st.	za	Var	Q1	a	para			
					Q3	IQR	o			
							moda			
SEMA	5.75	4.65	21.58	80.8	1.7	5.00	10.5	8.75	*	0
NA				0	5	0				

Fuente: Minitab V 18.0

La tabla 13 que mencionas parece ser un análisis de varianza (ANOVA) de las mediciones de Olor. La media es 5.75, pero hay una considerable dispersión en los datos, con una alta desviación estándar (4.65) y un coeficiente de variación elevado (80.80%), lo que sugiere que las mediciones de olor son bastante variables. La mediana (5.00) es el

valor central, pero el rango intercuartílico (IQR) muestra una diferencia notable entre el primer y el tercer cuartil (8.75). Además, no se detectó un valor modal claro en este caso.

Tabla 14: Análisis de Varianza de Color de los tratamientos.

Variable	Coeficiente de Variación								Modo	N para moda
	Media	Desviación Estándar	Varianza	Coefficiente de Variación	Media	Q3	IQR	Modo		
SEMANA	6.25	4.79	22.92	76.59	1.7	6.00	11.0	9.25	*	0
A					5		0			

Fuente: Minitab V 18.0

La tabla 14 que presentas parece ser parte de un análisis de varianza (ANOVA) que evalúa las diferencias de Color en muestras, con una media de 6.25, pero con una desviación estándar considerable (4.79). La alta dispersión de los datos se refleja en el coeficiente de variación (76.59%) y en el rango intercuartílico (9.25), lo que sugiere que no hay un valor central claro y los datos son bastante dispersos.

Tabla 15: Análisis de Varianza de Humedad de los tratamientos.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	11.80	2.950	0.01	1.000
Error	15	6112.75	407.517		
Total	19	6124.55			

Nota: Minitab V 18.0

La tabla 15 proporciona un Análisis de Varianza (ANOVA), dado que el valor p es 1.000, se puede concluir que no hay diferencias significativas entre las muestras en términos de humedad.

Tabla 16: Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias.

Diferencia de niveles	Diferencia			Valor T	Valor p ajustado
	de las medias	EE de diferencia	IC de 95%		
M2 - M1	-1.3	14.3	(-45.4; 42.9)	-0.09	1.000
M3 - M1	-1.8	14.3	(-45.9; 42.4)	-0.12	1.000
M4 - M1	-0.3	14.3	(-44.4; 43.9)	-0.02	1.000
M5 - M1	0.3	14.3	(-43.9; 44.4)	0.02	1.000
M3 - M2	-0.5	14.3	(-44.6; 43.6)	-0.04	1.000
M4 - M2	1.0	14.3	(-43.1; 45.1)	0.07	1.000
M5 - M2	1.5	14.3	(-42.6; 45.6)	0.11	1.000
M4 - M3	1.5	14.3	(-42.6; 45.6)	0.11	1.000
M5 - M3	2.0	14.3	(-42.1; 46.1)	0.14	1.000
M5 - M4	0.5	14.3	(-43.6; 44.6)	0.04	1.000

La tabla 16 presenta los resultados de prueba de Tukey muestran que no hay diferencias estadísticas significativas entre las medias de los grupos comparados (M1, M2, M3, M4, M5). Todos los valores p ajustados son 1.000, lo que indica que las diferencias observadas en las medias son demasiado pequeñas para considerarse significativas.

Tabla 17: Comparaciones en parejas de Fisher Agrupar con el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
M5	4	49.0	A
M1	4	48.8	A
M4	4	48.5	A
M2	4	47.5	A
M3	4	47.00	A

Según la tabla 17 los resultados de la prueba LSD de Fisher, las medias de todos los grupos (M1, M2, M3, M4, M5) no difieren de manera significativa entre sí. Todos los grupos forman parte del mismo grupo de agrupación "A", lo que indica que no hay evidencia suficiente para concluir que las medias son distintas a un nivel de confianza del 95%.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según (FAO, 2015) En el proceso de compostaje, los parámetros físico-químicos como la humedad, temperatura, pH, olor y color son esenciales para asegurar una descomposición eficaz y un compost de calidad. La humedad debe mantenerse entre el 40% y 60% para evitar condiciones anaeróbicas o una actividad bacteriana lenta. La temperatura varía a lo largo de las fases de compostaje, con valores entre 20-40°C en la fase mesófila y 40-70°C en la termófila, siendo crucial para la eliminación de patógenos. El pH debe mantenerse entre 5.5 y 7.0, favoreciendo la actividad microbiana. El olor indica el estado del compost, y el color, que pasa de verde y marrón a un tono oscuro, señala que el compost está maduro. Sin embargo, según los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANOVA), las pruebas post-hoc de Tukey y LSD de Fisher no revelaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras en relación con las muestras evaluadas, como la temperatura, el pH, la humedad, el olor y el color.

CONCLUSIONES

PRIMERA: El proceso de elaboración de compost en la ciudad de llave sigue una metodología tradicional que incluye la trituración de residuos, mezcla con viruta y tierra negra, y un volteo periódico, con una duración de 3 meses. Este proceso resalta la importancia de controlar parámetros como temperatura, humedad y pH para obtener un compost de calidad. Así, el compostaje se presenta como una opción sostenible para el manejo de residuos orgánicos a nivel domiciliario.

SEGUNDA: El compost casero en llave mostró resultados físico y químico positivos en su proceso domiciliario, con un aumento inicial de temperatura por encima de 40°C, seguido de una estabilización, lo que indicó una descomposición efectiva. El pH alcanza valores cercanos a 7, dentro del rango ideal, mientras que el olor y color evolucionaron hacia características de compost maduro. Además, la humedad disminuyó gradualmente, lo que reflejó un compost de buena calidad.

TERCERA: La calidad física y química, se ve en los resultados, estadísticos muestran que no existen diferencias significativas en los tratamientos evaluados para temperatura, pH, olor, color y humedad, ya que los valores p en los análisis de varianza y las pruebas de Tukey y Fisher son todos mayores a 0.05. Esto sugiere que, a pesar de las variaciones en las mediciones, los diferentes factores no influyen de manera significativa en los resultados obtenidos. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que el proceso de compostaje domiciliario mantiene consistencia en sus parámetros.

RECOMENDACIONES

Primera: Se recomienda a la autoridad local promover programas educativos y talleres sobre compostaje domiciliario en llave, brindando capacitación a la comunidad sobre la correcta mezcla de residuos, la importancia de la aireación y el monitoreo de factores como temperatura, humedad y pH. Además, sería beneficioso incentivar el uso de compost casero en jardines y huertos locales, apoyando la sostenibilidad y la reducción de residuos. Establecer centros de recolección y distribución de materiales orgánicos podría facilitar la implementación del compostaje a gran escala, contribuyendo al cuidado ambiental y mejorando la calidad del suelo en la agricultura local.

Segunda: Se recomienda a los habitantes de la urbanización Nuestra Señora del Carmen implementar y continuar con la práctica de compostaje domiciliario, dado que los resultados muestran que es un proceso efectivo y sostenible. Para ello, sería útil organizar talleres comunitarios para enseñar técnicas adecuadas de compostaje, como la correcta mezcla de residuos orgánicos y la monitorización de factores como la temperatura y la humedad. Promover el empleo de compost en espacios verdes urbanos, lo que no solo beneficiaría la salud del suelo, sino que también ayudaría a disminuir los desechos y a proteger el entorno natural.

Tercera: Se recomienda realizar futuras investigaciones que exploren posibles mejoras en la composición y manejo de los residuos orgánicos para optimizar el proceso de compostaje domiciliario. A pesar de que los resultados muestran consistencia en los parámetros evaluados, sería útil analizar factores adicionales, como el tipo de residuos utilizados o el tiempo de descomposición, para determinar si existen elementos que puedan mejorar aún más la calidad del compost. Además, se sugiere que los estudios

futuros incluyan técnicas de monitoreo más detalladas y evaluación de impacto en diferentes tipos de suelos o cultivos, con el fin de maximizar los beneficios del compost casero.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, B. (2020). *6 TIPOS DE COMPOST - Nombres y Características*. Ecología Verde.
- Alvarado P. 2004. Producción de compostaje. Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile.
- Añaños, R. Lozano, O. y Santa Cruz, Y. 2004. Elaboración de Criterios Técnicos de Calidad para la Evaluación de Compost. Tesis ciclo Optativo de Profesionalización en Gestión de la Calidad y Auditoría Ambiental UNALM. Perú.
- Beaulieu D. (2021). *How Compost Bins Work and How to Use Them*.
- Berent, M., & Vedoya, D. (2006). Modelo de gestión ambiental de residuos sólidos urbanos. Buenos Aires: Universidad Nacional Del Nordeste.
- Bohorquez w. (2019). *El proceso de compostaje*. Ciencia Unisalle.
- Cari Soncco, L. N. (2023). *CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE LAMPA–PUNO-2023*.
- Carmona, P. R. (2017). *Estudio de las propiedades fisicoquímicas de compost de residuos sólidos residenciales a partir de su caracterización térmica: Universidad Autónoma de Occidente de Cali*.
- Castillo Huaman, L. C. (2020). *Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo 2019: Universidad Continental*.
- Chavez Perez,, P. (2015). *Universidad Nacional Agraria de la selva informe final de prácticas pre profesional caracterización fisicoquímica y madurez del compost de las ciudades de Tingo María mediante test de autocalentamiento*.
- Fallas Conejo, D. (2016). *Caracterización del proceso de compostaje y aprovechamiento del calor generado en un reactor bajo aireación forzada: Universidad de Costa Rica Sede Rodrigo Facio*.
- Felippini, M. F. (2011). *Principios del compostaje, Apuntes de la clase, Facultad de Ciencias Agrarias, U.N. Cuyo, Mendoza, Argentina*.

- Frioni, L. (2010). *Apuntes de clase de Microbiología, Facultad de Ciencias Agrarias, U.N. Cuyo, Mendoza, Argentina.*
- Garcia Campos, J. (2020). *Obtención de un compost a partir de residuos orgánicos segregados desde la fuente, en el distrito de Bambamarca: Universidad César Vallejo.*
- Gonzales I. (n.d.). *El compostaje. 1ª parte.* Infoagro. Retrieved January 15, 2024, from
- Gonzalez, I. (2021). *El compostaje. 1ª parte.*
- Guerrero, J. (1993). *Abonos Orgánicos: Tecnología para el mejoramiento del suelo. Red de acción alternativa al uso de agroquímicos (RAAA). Lima, PE226P.*
- Huapaya Cruz, Y. H. (2024). Evaluación del compostaje a diferentes composiciones para aprovechar los residuos orgánicos domiciliarios de la ciudad de Puno para contribuir en contrarrestar el cambio climático. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 26(1), 24-35.
- Helmer, J. (2021). *A Guide to Composting: Turn Food Waste Into Garden Gold. TIPS & TROUBLESHOOTING THE LATEST.*
- Lewis, O. (2016). *Factors Affecting The Composting Process.* LinkedIn.
- Martinez Fuentes, L., & Martinez Salgado, E. (2022). *Elaboración de compost a partir de residuos sólidos orgánicos de cultivos generados en diferentes municipios del departamento de Córdoba (Puerto Escondido, Chinú, Cereté y Montería). Universidad de Córdoba.*
- Meek, B. D., & Chesworth, W. (2016). *Redox Reactions and Diagrams in Soil. Encyclopedia of Earth Sciences Series.*
- Muñoz Negret, L. (2018). *Análisis económico de la alternativa de implantación de un patio de compostaje en la Universidad de Fortalece para el tratamiento de residuos generados dentro del campus.*
- Pineda, R. (1994). *Lombricultura C.I.P.C.A. ediciones graficas. Piura, PE. 67 p.*
- Rastogi M., Nadal M., & Khosla B. (2020). *Microbes as vital additives for solid waste composting.*

- Rearte, E. (2011). *Tratamiento de los Efluentes de la Industria del Aceite de Oliva Mediante el Uso de la Lombricultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Mendoza, Argentina.*
- Segura Rodriguez, K. (2023). *Evaluación de biopolímeros utilizados para empaque de alimentos empleados en condiciones de compostaje casero: Ciudad Universitaria Rodrigo Facio San José, Costa Rica.*
- Silbert, V. V., Olivia, A. (2018). *Manual de buenas prácticas para producir compost hogareño.*
- Solano Hernandez, M. (2020). *Diseño de un sistema compacto para el tratamiento de residuos urbanos: Ciudad Universitaria Rodrigo Facio San José, Costa Rica.*
- Soria Tito, L. M. (2018). *Aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos como abono orgánico en municipalidades distritales: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.*
- Tokarrz E., & Urban 5. (2015, D). *SOIL REDOX POTENTIAL AND ITS IMPACT ON MICROORGANISMS AND PLANTS OF WETLANDS.*
- Torres Palacios, J. (2021). *Caracterización y percepción del manejo de los residuos sólidos domiciliarios para la propuesta de reutilización en Cabana – Ayacucho, 2021.*
- Torres Yabar, C. (2020). *Evaluación del compost a partir de los residuos orgánicos del Centro de Abastos Grau para el mejoramiento de suelos del distrito de Yarada - Tacna: Universidad Católica de Santa María.*
- Zhang L., & Sun X. (2016). *influence of bulking agents on physical, chemical, and microbiological properties during the two-stage composting of green waste. Waste Management (New york, N.Y.), pp 115-126*

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia.

Título: APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST CASERO A NIVEL DOMICILIARIO EN LA URBANIZACIÓN NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN DE LA CIUDAD DE ILAVE - 2024.

problema	objetivos	hipótesis	metodología	población
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es el beneficio de aprovechar los residuos orgánicos en la elaboración de compost casero a nivel domiciliario en la urbanización Nuestra Señora del Carmen de la ciudad de Ilave - 2024?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son los procesos y etapas de la elaboración de compost casero a nivel domiciliario en la ciudad de Ilave?</p> <p>¿Cuál es la calidad del compost casero obtenido y elaborado a nivel domiciliario?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar los beneficios de elaborar el compost casero a nivel domiciliario con los residuos orgánicos, en la urbanización Nuestra Señora del Carmen de la ciudad de Ilave - 2024.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Describir los procesos y etapas de elaboración de compost casero a nivel domiciliario en la ciudad de Ilave.</p> <p>Determina la calidad física y química del compost casero mediante la elaboración a nivel domiciliario.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La elaboración del compost casero a nivel domiciliario, tiene un impacto significativo a partir de residuos orgánicos en la urbanización Nuestra Señora del Carmen de la ciudad de Ilave durante el año 2024.</p> <p>Hipótesis Específicos</p> <p>El proceso de elaboración de compost casero en la ciudad de Ilave sigue una serie de etapas físicas y químicas que influye de manera positiva en la calidad final del compost.</p> <p>La calidad física y química del compost casero producido a nivel domiciliario mejora conforme se optimizan las condiciones de los procesos de compostaje.</p>	<p>tipo y diseño</p> <p>La investigación es cuasi experimental - transversal, nivel descriptivo, tipo cuantitativo, con el efecto producido por la manipulación de las variables independientes, donde se desea comprobar los efectos de las variables independientes sobre las dependientes, evaluando el proceso.</p>	<p>Población</p> <p>la población (N), de 60 habitantes con domicilios que están empadronados en la urbanización Nuestra Señora del Carmen.</p> <p>Muestra (no probabilístico)</p> <p>Se seleccionaron cinco (5) hogares dentro de la urbanización.</p>

Anexo 02: Viviendas focalizadas e investigadas

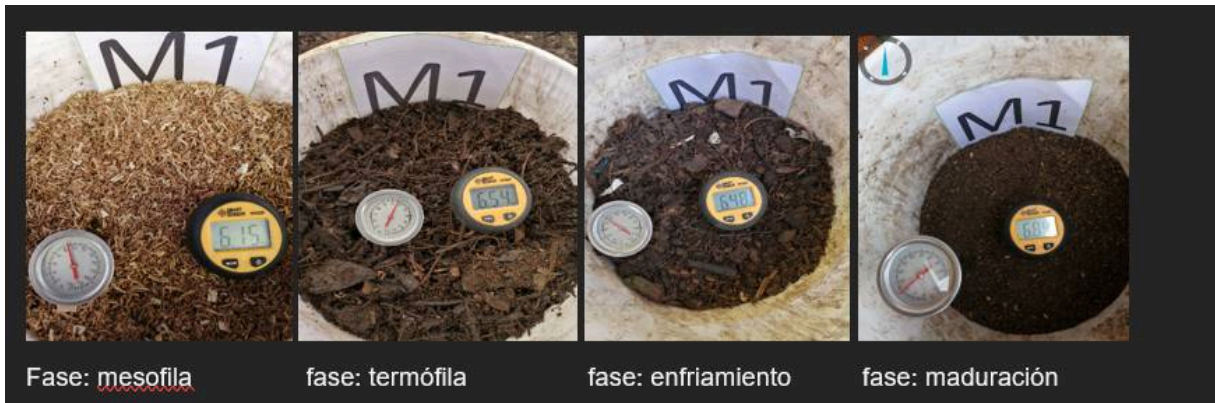
"REGISTRO DE VIVIENDAS EMPADRONADAS DE LA URBANIZACIÓN NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN DE ILAVE"					
NÚMERO	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	DIRECCIÓN	URBANIZACIÓN	N° HABITANTES
1	ROSA HERMELINDA ENCINAS LIMA	48546688	Jr. ALAMOS. MZ-O L-10	NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN	5
2	HERMELINDA LAQUI TACANAHUI	42895264	Jr. LA PAZ. MZ-L L-10	NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN	4
3	VICTOR JAVIER COTRADO TICONA	41716856	Av. ARGENTINA N° 597	NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN	6
4	FREDY MARON HUANACUNI	1320743	Jr. LOS MÁRTIRES MZ-S L-2	NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN	5
5	YANETH ENCINAS LIMA	45881306	Jr. LIMA N° 723	NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN	6

Anexo 03: Viviendas seleccionadas con mayor cantidad de residuos orgánicos

GENERACIÓN DE CANTIDAD (GPC) RESIDUOS ORGÁNICOS								
N°	DIRECCIÓN DE VIVIENDA	N° DE FAMILIA	DÍAS DE ESTUDIO					GPC
			cantidad / DIA 1	cantidad / DIA 2	cantidad / DIA 3	cantidad / DIA 4	cantidad / DIA 5	
			Kg, N° hab.	Kg, N° hab.	Kg, N° hab.	Kg, N° hab.	Kg, N° hab.	CANTIDAD/TOTAL KG. N° HABITANTES
1	Jr. ALAMOS. MZ-O LT-10	5	1.200 KG	1.100 KG	950 G.	1.150 KG	1.200 KG	5.600 KG.
2	Jr. LA PAZ. MZ-L L-10	4	1000 KG	1100 KG	1050 KG	1000 KG	1150 KG	5.300 KG.
3	Av. ARGENTINA N° 597	6	1.300 KG	1.200 KG	1.100 KG	1.200 KG	1.300 KG	6.100 KG
4	Jr. LOS MÁRTIRES MZ-S L-2	5	1.200 KG	1.000 KG	1.300 KG	1.100 KG	1.100 KG	5.700 KG
5	Jr. LIMA N° 723	6	1.300 KG	1.150 KG	1.150 KG	1.200 KG	1.100 KG	5.900 KG

Anexo 04: Medición de temperatura

Medición	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4
Semana	Semana 1	Semana 3	Semana 5	Semana 12
M1	44	56	45	21
M2	43	57	41	19
M3	40	65	43	20
M4	40	65	44	20
M5	37	63	37	19

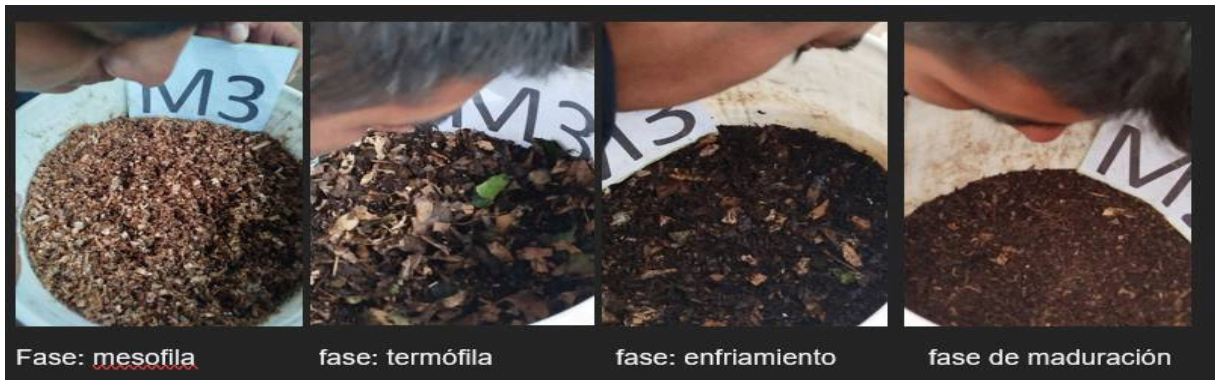


Anexo 05: Medición de pH del compost

Medición n	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4
SEMANA	Semana 1	Semana 3	Semana 5	Semana 12
M1	6.15	6.54	6.48	6.84
M2	6.31	6.41	6.43	6.95
T3	6.13	6.48	6.8	7.06
T4	6.31	6.51	6.66	6.79
T5	6.09	6.51	6.66	6.79



Anexo 06: Medición de olor



Anexo 07: Medición color



Anexo 08: Medición de Humedad

Medición	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4
SEMANA	Sem 1	Sem 4	Sem 6	Sem 12
M1	75	50	45	25
M2	75	45	45	25
M3	65	55	44	24
M4	75	51	46	22
M5	73	53	46	24





UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS SAC

Coordinación de Investigación

Facultad de Ingenierías

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

MEMORANDO MÚLTIPLE N° 0319-2024-UPSC/CIFI

PARA : Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Asesor de tesis

WALTER LIMACHI FLORES

Egresado de la Escuela Profesional Ingeniería Ambiental

ASUNTO : Comunico inscripción de Proyecto de Tesis

FECHA : Puno, 31 de mayo de 2024.

Mediante el presente me dirijo a ustedes, para expresarle un cordial saludo a nombre de la Coordinación de Investigación de la Facultad de Ingenierías, al mismo tiempo para comunicarle que su proyecto de investigación de Tesis titulada **APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST CASERO A NIVEL DOMICILIARIO EN LA URBANIZACIÓN NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN DE LA CIUDAD DE ILAVE - 2024**, ha sido inscrito con fecha 31 de mayo del 2024, por lo tanto tiene 1 año como máximo para la ejecución y presentación, pasado ese tiempo en caso no haya ejecutado podrá solicitar la ampliación de tres meses para su presentación del informe final, de no ser así deberá presentar un nuevo proyecto.

Asesor: Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Con la seguridad de su atención al presente, es oportuno expresar muestras de mi estima personal.

Atentamente,

LUIS ALBERTH ROSSEL BERNEDO
Coordinación de Investigación
Facultad de Ingenierías
UPSC - Puno