

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**ELABORACIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS
ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE
AYAVIRI, 2024.**

PRESENTADA POR:

MARGOT MARILUZ VILLANUEVA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



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



5.85%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 18 JUL 2025, 3:05 PM

Similarity report

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

● IDENTICAL 0.48% ● CHANGED TEXT 5.37%

Report #27557499

MARGOT MARILUZ VILLANUEVA MAMANI // ELABORACIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE AYAVIRI, 2024. RESUMEN Los residuos orgánicos que son generados en el mercado central de la ciudad Ayaviri representan un problema ambiental y de gestión. Si no se manejan de forma adecuada, estos materiales pueden afectar la salud de la población y causar contaminación ambiental. Por esta razón, se realizó la presente investigación con el objetivo de elaborar compost a partir de los residuos sólidos orgánicos que son producidos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri en el año 2024. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, con un diseño descriptivo no experimental. Se determinó la cantidad total de residuos orgánicos aprovechables, se realizó su recolección y caracterización según tipo y proporción. El proceso de compostaje fue aeróbico y duró tres meses, durante los cuales se monitorearon la temperatura, la humedad y la aireación. Al finalizar, se realizó un análisis físico-químico del compost para evaluar su calidad. En los resultados se mostraron una generación promedio diaria de 122.14 kg de residuos orgánicos, compuestos por: verduras (37.45%), frutas (33.72%), tubérculos (20.69%), hojas, tallos y restos de flores (5.26%) y cáscaras (2.88%). Los análisis de laboratorio indicaron que el compost obtenido es estable, con buena textura y sin malos olores. Su composición química fue: 86.09% de

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS
ELABORACIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS
ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE
AYAVIRI, 2024.

PRESENTADA POR:

MARGOT MARILUZ VILLANUEVA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:


Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:


Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

ASESOR DE TESIS

:


Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería y Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de investigación: Ingeniería Ambiental y geológica

Puno, 24 de julio de 2025.

DEDICATORIA

A Dios, por iluminarme en los momentos difíciles, dándome la fuerza necesaria para seguir adelante y alcanzar mis objetivos. Sin su amor y bendiciones, este logro no habría sido posible.

A mis amados padres, cuyo amor incondicional y sacrificios han sido fundamentales en mi vida. Su apoyo constante y enseñanzas me han inspirado a esforzarme cada día. Gracias por su confianza, sus palabras de aliento y por estar siempre conmigo en cada etapa de este proceso. Este logro también les pertenece.

A mi pareja, por su motivación y apoyo en cada momento. Mi tesoro más valioso que DIOS me regaló: mi querido hijo que es mi motor y motivo para seguir. A mis hermanas que también me proporcionaron su apoyo incondicional.

Margot Mariluz Villanueva Mamani

AGRADECIMIENTOS

- Ante todo, expreso mi más sincera gratitud a Dios, por sus bendiciones y su amor incondicional que han sido la fuente de creatividad que me ha impulsado a perseverar, dándome la fuerza y determinación necesarias para superar cada obstáculo.
- Asimismo, manifiesto mi profundo agradecimiento a la Universidad Privada San Carlos, institución que ha desempeñado un papel clave en mi formación profesional. Gracias a sus preparaciones y valores, he logrado adquirir los conocimientos esenciales para mi crecimiento tanto académico como personal, consolidando así mi camino hacia el ejercicio profesional.
- De igual manera, extiendo mi reconocimiento a la Facultad de Ingenierías, y en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por proporcionarme las herramientas necesarias para mi aprendizaje. Cada experiencia vivida en sus aulas ha contribuido significativamente a mi formación y al fortalecimiento de mi compromiso con el ámbito ambiental.
- Quiero expresar un especial agradecimiento a mi asesor, el Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda, por su dedicación, paciencia y valioso acompañamiento durante todo este proceso. Su orientación ha sido fundamental para la culminación de este trabajo, brindándome su experiencia y conocimientos con total generosidad.
- Por último, con profundo cariño y respeto, agradezco a mis queridos padres y familiares, quienes han sido mi pilar incondicional. Su apoyo constante, sus palabras de aliento y sus sacrificios han sido fundamentales en la consecución de mis logros. Este éxito es tanto mío como de ellos.

Margot Mariluz Villanueva Mamani

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	12
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.2. ANTECEDENTES	15
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	15
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	16
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	21
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	22
2.1.1. DEFINICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	22
2.1.2. ORIGEN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	23
2.1.3. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	24
2.1.4. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTOS DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	26
2.1.5. LOS RESIDUOS ORGÁNICOS COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS	26
2.1.6. VENTAJAS DEL COMPOST	28
2.1.7. FASES DE COMPOSTAJE	28
2.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	29
2.2.1. HIPÓTESIS GENERAL	29
2.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	30

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	31
3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	31
3.1.2. UBICACIÓN POLÍTICA	32
3.1.3. IMPORTANCIA DE LA ZONA DE ESTUDIO	32
3.1.4. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	33
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	33
3.2.1. POBLACIÓN	33
3.2.2. MUESTRA	33
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	33

3.3.1. MÉTODOS	33
3.3.2. MATERIALES	34
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	39
CAPÍTULO IV	
EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS ORGÁNICOS APROVECHABLES EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE AYAVIRI.	41
4.2. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE AYAVIRI.	42
4.3. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL COMPOST DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE AYAVIRI Y REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD PARA DETERMINAR EL APORTE DE NUTRIENTES.	44
4.3.1. ANÁLISIS DE FERTILIDAD Y CALIDAD DEL COMPOST.	45
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	46
4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	48
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Operacionalización de Variables.	40
Tabla 02: Generación de Residuos Orgánicos en el Mercado Central de Ayaviri	41
Tabla 03: Generación de Residuos Orgánicos en el Mercado Central de Ayaviri.	42
Tabla 04: Composición química del compost elaborado a partir de residuos orgánicos.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Clasificación de residuos sólidos.	25
Figura 02: Mapa en la zona de estudio del mercado central de Ayaviri.	32
Figura 03: Mapa en lugar de Acopio - CAMAL.	36
Figura 04: Composición física de los Residuos Orgánicos.	43

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia. ELABORACIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE AYAVIRI, 2024	58
Anexo 02: Certificado de Análisis Físicoquímicos de residuos sólidos orgánicos	59
Anexo 03: Contenedores del Mercado central de Ayaviri.	60
Anexo 04: Encuesta realizada a los comerciantes.	60
Anexo 05: Acopio de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.	61
Anexo 06: Recolección de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.	61
Anexo 07: Acopio de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.	62
Anexo 08: Traslado de residuos orgánicos a la planta de compostaje de la Municipalidad de Ayaviri.	62
Anexo 10: Pesaje de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.	63
Anexo 12: Picado y armado de pila o cama de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.	65
Anexo 13: Picado y armado de pila o cama de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.	65
Anexo 14: Colocación de tubo PVC de 4" a la pila que se está armando.	66
Anexo 15: Tapado de la pila armada de residuos orgánicos del mercado central de Ayaviri.	66
Anexo 16: Después de un mes de la elaboración tomamos la temperatura.	67
Anexo 17: Volteo de la pila o cama.	68
Anexo 18: Zarandeo de compost.	69
Anexo 19: Toma de muestra de compost para el análisis en el laboratorio.	70

RESUMEN

Los residuos orgánicos que son generados en el mercado central de la ciudad Ayaviri representan un problema ambiental y de gestión. Si no se manejan de forma adecuada, estos materiales pueden afectar la salud de la población y causar contaminación ambiental. Por esta razón, se realizó la presente investigación con el objetivo de elaborar compost a partir de los residuos sólidos orgánicos que son producidos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri en el año 2024. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, con un diseño descriptivo no experimental. Se determinó la cantidad total de residuos orgánicos aprovechables, se realizó su recolección y caracterización según tipo y proporción. El proceso de compostaje fue aeróbico y duró tres meses, durante los cuales se monitorearon la temperatura, la humedad y la aireación. Al finalizar, se realizó un análisis físico-químico del compost para evaluar su calidad. En los resultados se mostraron una generación promedio diaria de 122.14 kg de residuos orgánicos, compuestos por: verduras (37.45%), frutas (33.72%), tubérculos (20.69%), hojas, tallos y restos de flores (5.26%) y cáscaras (2.88%). Los análisis de laboratorio indicaron que el compost obtenido es estable, con buena textura y sin malos olores. Su composición química fue: 86.09% de materia orgánica, 2.33% de nitrógeno, 1.05% de fósforo, 1.25% de potasio, pH de 9.007 y humedad de 9.37%. En conclusión, estos residuos orgánicos generados en el mercado central de la ciudad de Ayaviri alcanzan los 122.14 kg diarios, siendo en su mayoría verduras, frutas y tubérculos, que representan el 91.86%. Esta alta proporción de residuos biodegradables demuestra su potencial para la elaboración de compost, permitiendo obtener un fertilizante orgánico con buen contenido de nutrientes, útil para mejorar la fertilidad de los suelos y fomentar prácticas sostenibles de manejo de residuos.

Palabras claves: Composición fisicoquímica, Compost, Fertilidad, Residuos orgánicos.

ABSTRACT

The organic waste generated at the central market in Ayaviri represents an environmental and management problem. If not managed properly, these materials can affect the health of the population and cause environmental pollution. For this reason, this research was conducted with the goal of producing compost from the organic solid waste produced at the central market in Ayaviri by 2024. The study used a quantitative approach, with a descriptive, non-experimental design. The total amount of usable organic waste was determined, and its collection and characterization were carried out by type and proportion. The composting process was aerobic and lasted three months, during which temperature, humidity, and aeration were monitored. Upon completion, a physical-chemical analysis of the compost was performed to assess its quality. The results showed an average daily generation of 122.14 kg of organic waste, composed of: vegetables (37.45%), fruits (33.72%), tubers (20.69%), leaves, stems and flower remains (5.26%) and peels (2.88%). Laboratory analysis indicated that the resulting compost is stable, with good texture and without unpleasant odors. Its chemical composition was: 86.09% organic matter, 2.33% nitrogen, 1.05% phosphorus, 1.25% potassium, pH of 9.007 and humidity of 9.37%. In conclusion, this organic waste generated in the central market of the city of Ayaviri reaches 122.14 kg daily, being mostly vegetables, fruits and tubers, which represent 91.86%. This high proportion of biodegradable waste demonstrates its potential for composting, allowing for the production of an organic fertilizer with a high nutrient content, useful for improving soil fertility and promoting sustainable waste management practices.

Keywords: physicochemical composition, Compost, Fertility, Organic waste.

INTRODUCCIÓN

La expansión de la ciudad ha generado una creciente demanda de servicios de manejo de residuos orgánicos que las municipalidades no pueden manejar. Esto ha provocado que muchos de estos servicios se realicen de manera inapropiada, lo que genera riesgos para la salud pública y el medio ambiente, especialmente por la exposición a los residuos orgánicos. Cuando los residuos orgánicos se gestionan de manera adecuada, se pueden aprovechar para crear un ciclo cerrado que promueva la sostenibilidad, reduciendo el impacto ambiental y generando subproductos útiles como el compost (Zuluaga, 2020)

En el Mercado Central de la ciudad de Ayaviri, se genera una gran cantidad de residuos orgánicos, principalmente restos de frutas, verduras y tubérculos. Estos residuos manifiestan un gran desafío, pero también brindan una oportunidad. Si bien se generan grandes cantidades de residuos orgánicos, no cuentan con una adecuada gestión, lo cual nos lleva a plantearnos alternativas sostenibles para aprovechar estos residuos de forma eficiente. Este trabajo tiene como objetivo detallar la calidad de los residuos sólidos orgánicos generados en el Mercado Central de de la ciudad de Ayaviri para evaluar su potencial para ser reutilizados a través de procesos como el compostaje, contribuyendo a una mejor gestión de los residuos y a la mejora de la alta calidad del suelo.

La estructura de esta investigación se organiza en cuatro capítulos. En el Capítulo I, se plantea el problema de investigación, se presentan los antecedentes de estudios previos relacionados y el sustento científico que respalda el estudio, así como los objetivos de la investigación. En el Capítulo II, se desarrolla el marco teórico, que proporciona los fundamentos teóricos clave para la investigación. El Capítulo III describe la metodología aplicada, considerando el tipo y diseño de la investigación, zona de estudio, muestra, métodos y técnicas utilizadas, de igual forma la identificación de variables. Finalmente, en el Capítulo IV, se presentan los resultados obtenidos y su análisis, concluyendo con las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, mayormente en las ciudades más grandes de los países de América Latina y el Caribe, el problema del manejo de los residuos sólidos se da debido, a que la población generan grandes cantidades de residuos sólidos; el manejo inadecuado de estos, puede afectar la salud de los pobladores y la contaminación del medio ambiente. Debido a esta situación se da la necesidad de comprender el manejo actual del manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe, de igual forma las acciones y estrategias que se están empleando para mejorar, ya que la generación de residuos es un problema global que afecta a cada país con distintos niveles de intensidad, según un informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). No obstante, un tercio de los desechos urbanos producidos en América Latina y el Caribe todavía acaban en vertederos a cielo abierto. La perspectiva es que los residuos sólidos continúen creciendo por falta de una economía circular, la poca capacidad de reciclaje, entre otros (Defensoría del Pueblo, 2019).

En el Perú se generan cada año más de 7 millones de toneladas de residuos sólidos civiles ; alrededor de 20 mil toneladas al día y casi mil toneladas por hora. El 70% de estos residuos se generan en las viviendas. Del total de residuos sólidos producidos en el

Perú, el 58,75% son residuos orgánicos , el 18,60% reciclables, el 14,28% no reutilizables y el 8,37% inseguros (Defensoría del Pueblo, 2019).

Grandez (2019), en su estudio se puede apreciar, más de la mitad de los residuos sólidos generados en el país son orgánicos (restos de alimentos, cáscaras de frutas, entre otros), los cuales se pueden aprovechar para elaborar abonos o fertilizantes de origen orgánico. pero menos del 1% de estos residuos se usan para producir compost, lo cual significa que casi todo los residuos sólidos terminan en rellenos sanitarios o en botaderos ilegales e incluso en las calles. .

Rodríguez (2024), en distrito de Ayaviri, según el estudio de residuos sólidos del Distrito de Ayaviri, se dio en conocimiento que la generación per cápita (GPC) de residuos de domicilios es de un aproximado de 0.04 Kg/hab/día.

El uso inadecuado de los residuos sólidos provoca problemas de carácter ambiental en la ciudad de Ayaviri, que rompen el equilibrio ecológico y dinámico del ambiente; esto se origina por la falta de algún tipo de proceso para aprovechamiento de residuos, por la falta de alguna actividad establecida para la reducción de residuos sólidos en la zona. Además, la falta de ordenamiento y planificación de actividades para reciclamiento y reutilización de estos residuos que se visualiza en una gran carencia de educación ambiental; lo que se ve plasmado en la entidad. (Diagnóstico Ambiental Regional,2020).

Por otro lado en el marco del (Decreto Legislativo N° 1278, 2017)“Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos”, los municipios tienen como función principal implementar programas de selección y acopio selectiva de los residuos sólidos, promoviendo la valorización y garantizando una adecuada disposición final. El compostaje es un método de producción de abono orgánico empleando residuos orgánicos urbanos, industriales, agrícolas y ganaderos que reconoce el valor de los residuos de simple descomposición, considerado como un método biológico que permite la degradación controlada de los residuos orgánicos, realizada por microorganismos benéficos en condiciones favorables

de humedad temperatura y oxigenación contrarrestando la acción de patógenos. El compostaje es una alternativa eficaz en el reciclaje de los residuos, posibilitando el beneficio del producto como abono agrícola (Cruz, 2024).

En el mercado Central de la ciudad de Ayaviri, los desechos orgánicos producidos por comerciantes de frutas, verduras, carnes, entre otros, representan un problema al no ser oportunamente aprovechados en algún tipo de tratamiento como el compost, a causa de su rápida producción, acumulación y putrefacción produciendo olores nauseabundos, atrayendo la proliferación de vectores para la transmisión de enfermedades a los comerciantes y para el resto de productos contaminando el ambiente del mercado. La mejor alternativa es aprovechar estos residuos para la elaboración de compost no sólo mitigará la contaminación, sino que también proporcionará un abono orgánico valioso, promoviendo una gestión más sostenible de los residuos del mercado. La presente investigación busca aprovechar el compost de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri, contribuyendo con la disminución de residuos orgánicos evitando la contaminación del mencionado mercado en beneficio de los comerciantes y la salud de los habitantes.

Un estudio de la calidad de los residuos orgánicos del mercado central de Ayaviri permitirá utilizarlo adecuadamente para la elaboración de compost, minimizando el impacto ambiental. Al convertir estos residuos en compost, se generará un ciclo sostenible que aprovechará los desechos y reducirá el foco contaminante depositado en el botadero del distrito de Ayaviri.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Es la elaboración de compost una alternativa viable para aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri, 2024?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuanto es la generación total de residuos orgánicos en el mercado Central de la

ciudad de Ayaviri?

- ¿Cómo es la composición física de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de la ciudad de Ayaviri?
- ¿Cuáles son los procedimientos de elaboración y la fertilidad del compost elaborado a partir de residuos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

da Silva et al, (2023), los sistemas automáticos para recolectar residuos sólidos domiciliarios se comprende como un buen plan de gestión, bien considerada por residentes y gestores quienes distinguen su eficacia desde el punto de vista económico, optimiza la higiene urbana, brinda más protección y eficiencia laboral para los administradores de estos sistemas. Los residentes requieren un servicio de limpieza urbana frecuente y eficiente, generando así una mayor aceptación a la gestión municipal.

Chuquitapa, (2022), la mala gestión de residuos sólidos en nuestro entorno ha ocasionado múltiples desafíos ambientales efecto de la carencia de cultura ambiental. Además, la deficiencia de contenedores o lugares de depósitos, la colecta y disposición final insuficientes, ocasionan diferentes impactos ambientales en diversos puntos de nuestro planeta. A nivel nacional, se llega a emitir 4482 millones de Tm. de CO₂, atribuido al tratamiento final de los desechos; de modo que los residuos orgánicos se comprenden como los más altos emisores de gases de efecto invernadero. De tal forma, es preciso emplear correctamente estos residuos, pudiendo convertirse en abono.

Vargas (2019), en su estudio titulado *“El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento”*, se expone que en una central de abastos del municipio de Acacias, departamento del Meta, existen 352 establecimientos comerciales, de los cuales 185 generan residuos orgánicos de

diversa índole, incluyendo restos vegetales, animales, así como alimentos frescos y procesados. Esta significativa producción de desechos orgánicos sugiere un alto potencial de aprovechamiento a través del compostaje. El autor destaca la importancia de realizar una adecuada cuantificación y caracterización en el lugar de origen de estos residuos, ya que ello permite determinar tanto la cantidad como la calidad del material orgánico disponible para su valorización. Los resultados del estudio revelan que el compost obtenido posee características fisicoquímicas favorables, lo cual lo convierte en un fertilizante viable para su uso en actividades agrícolas. En conclusión, el compostaje se presenta como una estrategia eficaz de gestión ambiental para reducir y valorizar la fracción orgánica de los residuos sólidos.

1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Llave (2020), en su estudio en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, que titula: Determinación del Potencial de Generación de Compost a Partir de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales en el Distrito De Yauri; Provincia de Espinar. Plantea como objetivos; Definir el porcentaje de composición de los residuos sólidos orgánicos, inorgánicos y compostables obtenidos en el sitio de estudio e identificar la proporción y la cantidad de residuos sólidos compostables producidos en el Distrito de Yauri Espinar. Concluyeron que el porcentaje de composición de los residuos sólidos orgánicos compostables fue de 50.22%, los residuos sólidos inorgánicos componen el 44.84% y los residuos sólidos orgánicos no compostables el 4.94%. La cantidad de residuos sólidos compostables del Distrito de Yauri, es de 9 614.88 kg/día con un volumen de 60.5m³ /día. Suni (2018), en su Investigación realizada en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, que se titula: Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Compost del Mercado Mayorista Metropolitano Río Seco – La Parada. Cerro Colorado. Se ha planteado como objetivos; Aprovechar los residuos sólidos de origen orgánico para el compostaje del Mercado Mayorista Metropolitano de Río Seco – La Parada de Cerro

Colorado. En el cual recolectó residuos orgánicos para tres pilas de compostaje, las cantidades fueron 1.35 toneladas de frutos en descomposición, 1.35 toneladas de residuos ruminales, 0.87 toneladas de césped de poda de jardines, 0.45 toneladas de estiércol de vacuno y 0.030 toneladas de cartones y papeles; procedentes del mercado Mayorista Metropolitano de Río Seco, Jardines aledaños del pueblo de Río Seco y Camal Metropolitano de Río Seco, para elaborar el compost.

Moya (2022), nos dice que la elaboración de compostaje es determinado por condiciones ambientales esenciales tales como el pH, la temperatura, el contenido de humedad, la aireación y algunas propiedades (como la relación C/N, el tamaño de las partículas y los nutrientes) de los residuos orgánicos. Los residuos orgánicos se componen para regular la materia biodegradable, incrementar la riqueza de nutrientes en plantas, disminuir el contenido de humedad, destruir semillas de malezas y patógenos, controlar enfermedades y reducir la generación de gases de efecto invernadero. Los criterios para la calidad del compost se fundamentan en su destino final, ya sea para paisajismo urbano, horticultura y agricultura.

Ytavclerh (2017), en su estudio en la Universidad Nacional del Centro del Perú, titulado: Calidad del Compost Producidos a Partir de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales en el Centro de Protección Ambiental "Santa Cruz", Ciudad de Concepción. Se ha planteado como objetivo, definir la calidad de compost en base a sus propiedades microbiológicas en función a los parámetros de aceptación categorizados por la Norma Mexicana 020 y la Norma Chilena 2880. Llegó a la conclusión de que la eficiencia del compost iniciando de RSOM en el CEPASC, de acuerdo a sus características químicas, físicas y microbiológicas evaluadas en su estudio, señala que en un 50% lo clasifica como compost de Clase B según la norma mexicana 020 y en un 64% como compost de calidad de Clase B según la norma chilena 2880.

Alva (2019), en su estudio titulado “Determinación de la eficiencia de los microorganismos (*Saccharomyces Cerevisiae*, *Lactobacillus Sp.*) en la generación del compost a partir de los residuos sólidos de origen orgánico en el centro poblado de Jancao distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco - 2018”. Planteó como objetivo, definir los parámetros químicos y físicos del compost generado por los microorganismos (*S. cerevisiae*, *Lactobacillus sp.*) en función a los residuos sólidos. Concluyó que la eficacia de los microorganismos (*S. cerevisiae*, *Lactobacillus sp.*) en la generación del compost en base a los residuos sólidos orgánicos domésticos en la localidad de Jancao la esperanza resultando como la mejor dosis el T2(4L de M.E/20L de agua) con una tasa de descomposición de 38 días. Asimismo obtuvo los valores de los parámetros químicos del compost en función de los microorganismos (*S. cerevisiae*, *Lactobacillus sp.*) en la generación del compost tomando en cuenta los residuos sólidos orgánicos domésticos logrando así un resultado de excelente calidad.

Chancahuana (2019), en su investigación titulada “Propuesta de valorización de residuos orgánicos en el mercado mayorista plaza Unicachi Sur-Villa el Salvador”. En la valoración del diagnóstico de la gestión de RSO hay escasez de conocimiento en función a los RSO y grandes desafíos, a partir de la generación hasta llegar a su disposición final siendo este su lugar de acopio, considerando el volumen y las grandes dimensiones de peso que genera el mercado. El sistema más eficaz es el compostaje en pilas, considerando el área disponible para su uso, el costo mínimo de implementación y operaciones, considerándose así la mejor alternativa en cuanto a la valorización de los RSO del mercado Mayorista plaza Unicachi sur.

1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES

Aroquipa (2022), en su estudio titulado: Manejo y Disposición Final de los Residuos Sólidos Domiciliarios Generados en la Ciudad de Huancané, Provincia de Huancané. Se ha planteado como objetivo, identificar la cantidad de residuos sólidos compostables

originados en esta ciudad. Ha tenido la siguiente conclusión: en la ciudad de Huancané se produce 0,50 kg/Hab/día de residuos sólidos domiciliarios y considerando su composición se originan sobre todo compuestos orgánicos que abarcan un 59,67%, seguido de restos de servicios higiénicos con un 8.91%, posteriormente papel con un 7,96%, seguidamente de botellas y envases de Vidrio con un 5,15% y finalmente latas y tapas de lata con un 3,01%.

Lima (2020), en su estudio titulado: “Caracterización de residuos sólidos urbanos y Gestión en la ciudad de Umachiri, Melgar-Puno”, señala que el análisis de la composición física de los residuos sólidos urbanos tiene un porcentaje de 32.06% y es potencialmente aprovechable, lo que indica que es una muestra directa de la calidad ambiental de la ciudad de Umachiri, ante esto plantea que es viable el aprovechamiento de la fracción orgánica para elaborar el compost, para posteriormente ser empleado como abono orgánico en diferentes áreas verdes de la ciudad con el propósito de contribuir en la calidad ambiental de la misma, además señala otros resultados obtenidos del análisis como la producción per cápita de 0.40 kg/hab/día, esto indica 0.29 t/día, con una densidad de 424.70 kg/m³.

Terrazas (2023), en su estudio titulado: “*Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la zona urbana de la ciudad de Puno - 2022*”, definió la producción y composición de residuos sólidos domiciliarios utilizando el procedimiento definido por el MINAM (Resolución Ministerial N° 457-2018). La evaluación abarcó 119 viviendas, en el cual por un periodo de siete días se recolectaron los residuos producidos. En sus resultados indicó una producción per cápita de 0.64 kg/hab/día, compuesto en un 43.17% de residuos orgánicos y con 56.83% de residuos inorgánicos, además de un promedio de densidad de 180.30 kg/m³. En conclusión, evidenció el valor de la caracterización de los residuos para su manejo y aprovechamiento adecuado.

Condori (2019), en su trabajo de investigación titulado “Evaluación de métodos de

compostaje de los residuos sólidos generados por el distrito de Juli, provincia de Chucuito” evaluó las técnicas de compostaje en su etapa de maduración, haciendo uso de residuos orgánicos producidos en el distrito de Juli, llevó a cabo tres tratamientos de compostaje y dos repeticiones, desarrollando en total seis unidades experimentales: tratamiento uno (vermicompost-T1), tratamiento dos (em-compost-T2) y tratamiento tres (control-T3), para el primero utilizó lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), para el segundo uso microorganismos eficientes (ME) en camas composteras y para concluir el tratamiento control con desechos orgánicos. Llegó a la conclusión de que existe una diferencia significativa entre los tres tratamientos, al realizar la prueba de Duncan determinó que el T1 difiere del T2 y T3 en el tiempo promedio de maduración, resultando que el T1 muestra un periodo más largo de promedio de maduración correspondiente a 93.0 días, el T2 presentó un lapso promedio de maduración de 36.5 días y finalmente el T3 expresa un tiempo promedio maduración de 39.5 días, en este sentido concluyó que el más factible para emplear es el T2 con un promedio de maduración de 36.5 días.

Limachi (2025), en su estudio: 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 planteó como su objetivo analizar los procesos químicos y físicos, igualmente las fases que influyen en la calidad del compost casero en los domicilios haciendo uso de desechos orgánicos. Para realizar este estudio eligió cinco viviendas como muestra, en las cuales se generó compost con residuos orgánicos, parámetros como el pH, temperatura, color, olor, y humedad fueron controladas en un periodo de 90 días, haciendo uso de instrumentos como medidores de pH y termómetros, la evaluación reveló que no existe diferencias determinantes en los parámetros de pH, temperatura, color, olor y humedad entre las muestras. En torno a esto concluye que los métodos de producción de compost son eficaces y que la calidad del compost obtenido es adecuada.

Quispe (2024), en su investigación titulada: “Educación ambiental y el manejo de residuos sólidos en los comerciantes del mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno- 2023”, evaluó la asociación del nivel de educación ambiental con el manejo de residuos sólidos entre los comerciantes. Su investigación fue de tipo descriptivo no experimental, en el cual seleccionó 246 comerciantes empadronados. Los resultados revelaron que un 25% de los participantes no realizaron una gestión adecuada de los desechos, 32% de los evaluados afirmó no haber recibido formación ambiental anteriormente. Tan solo un 7% se involucró en acciones vinculadas al cuidado ambiental. Además, se detectó la carencia de infraestructura básica como son los contenedores adecuados, que complica la segregación de los residuos. Determinó la presencia de una correlación positiva baja ($Rho = 0,231$) del adecuado manejo de residuos y la educación ambiental, demostrando que una mejor capacitación ambiental impacta de manera positiva en la gestión de residuos sólidos.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar compost a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de la ciudad de Ayaviri, 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la generación total de residuos orgánicos aprovechables en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri
- Determinar la composición física de los residuos orgánicos generados en el mercado Central de de la ciudad de Ayaviri
- Elaborar y determinar la composición química del compost de los residuos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri y realizar el análisis de fertilidad para determinar el aporte de nutrientes..

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. DEFINICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Según Montes (2020), los residuos sólidos urbanos (RSU) son materiales generados por actividades humanas que, si no se manejan eficientemente, pueden causar impactos ambientales significativos. La revisión destaca la importancia de técnicas de reaprovechamiento y medidas de mejoramiento en la gestión pública para mitigar estos impactos.

Según Cortés, (2019), afirma que los residuos sólidos son aquellos materiales orgánicos o inorgánicos de característica compacta, que luego de consumir su parte vital han sido desechados, estos se clasifican por el material del que está compuesto el desecho, los cuales pueden dividirse en orgánicos; estos son susceptibles de ser degradados por la misma naturaleza con el tiempo.

Según Castillo, (2020) El objetivo de analizar las posibles confusiones físicas, químicas y biológicas entre los componentes de una mezcla, surgió el tema del "Control de calidad y usos del compost como parte de tierras, cambios y materiales naturales". Es fundamental conocer las mezclas que utilizan compost. Se presentan algunas reglas para interpretar las pruebas de tierras y cambios de esta manera, las cuales son de suma importancia cuando el compost forma parte de la mezcla. Finalmente, se analizan los usos del compost en el sector de tierras, cambios y materiales naturales, señalando las

limitaciones de su uso como parte de la tierra (debido al exceso de sal en el compost residual) y como material natural (debido a la falta de nitrógeno)..

2.1.2. ORIGEN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente, (2021), desde que el ser humano nace, genera residuos. Por lo tanto, los residuos sólidos han estado presentes en la Tierra desde siempre. No obstante, debido a la rapidez de generación o a la propia composición química de los residuos, se convierten en un problema ambiental cuando empiezan a acumularse en la biósfera. Además, considerando la acción directa del ser humano como generador, impiden su descomposición en el ciclo natural. En este contexto, se define como desecho sólido a todo material que se deja de lado por su fabricante o dueño, pudiendo surgir de un proceso de producción, transformación, uso, consumo o limpieza.

Para Contreras, (2020). El impacto ambiental más notorio de la gestión incorrecta de los RSM es el deterioro estético de las ciudades, así como del paisaje natural, ya sea urbano o rural, con la inevitable devaluación, tanto de los terrenos donde se encuentran los vertederos como de las zonas vecinas debido al descuido y la acumulación de desechos sólidos; no obstante, entre los impactos ambientales más graves se incluyen la contaminación del suelo, del aire y los cuerpos de agua. La salvaguarda del medio ambiente, el mejoramiento de la salud pública, la estética y el fortalecimiento de las finanzas locales son el resultado de un adecuado diseño y funcionamiento de un sistema de manejo de desechos..

Según lo fijado por las reglas del país sobre el medio ambiente y la salud, tomando en cuenta los daños al entorno y al bienestar que puedan surgir, para que así se puedan regular con un proceso completo que abarque las acciones o pasos siguientes, según sus tipos: (Ley General de Residuos Sólidos, 2000).

- Minimización de residuos: se refiere a aminorar los residuos que produce la gente o la sociedad, lo cual para esta reducción se necesita un plazo de tiempo, utilización de energía y recursos.
- Segregación en la fuente: Es, sobre todo, la partición de los restos firmes en dos partes en zonas o puntos.
- Reutilizar: alude a sacar otra ganancia en el avance de una tarea.
- Almacenamiento: se refiere a mantener ya sea física o digitalmente información o datos de todo tipo.
- Recolección: se refiere a recolectar objetos para una determinada actividad.
- Comercialización: es la venta de algo para un bien, al hacer la obra. en la ejecución de la producción.
- Transporte: traslado del residuo sólido de un lugar a otro sitio.
- Tratamiento: mejora del estado inicial del residuo sólido.
- Transferencia: Se entiende como un cambio de un sitio a otro, otorgando poderes.
- Disposición final: Es el tramo final de una serie de acciones los cuales son puestos en un lugar los desechos sólidos de modo seguro y sano para el medio ambiente en donde nos encontremos.
- Cortés. (2020) propone lo siguiente: los residuos sólidos son: “cosas que tiramos. Pueden provenir de seres vivos o no. Antes eran útiles, ahora son solo desechos indeseados”. En realidad, los residuos se relacionan con la rentabilidad de un lugar a medida que crece. Sin embargo, esta basura proviene de cosas humanas y también de la naturaleza, principalmente cosas desechadas después de que se agotan.

2.1.3. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos se subdividen de como se ve en la figura N°1.1 (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, 2009).

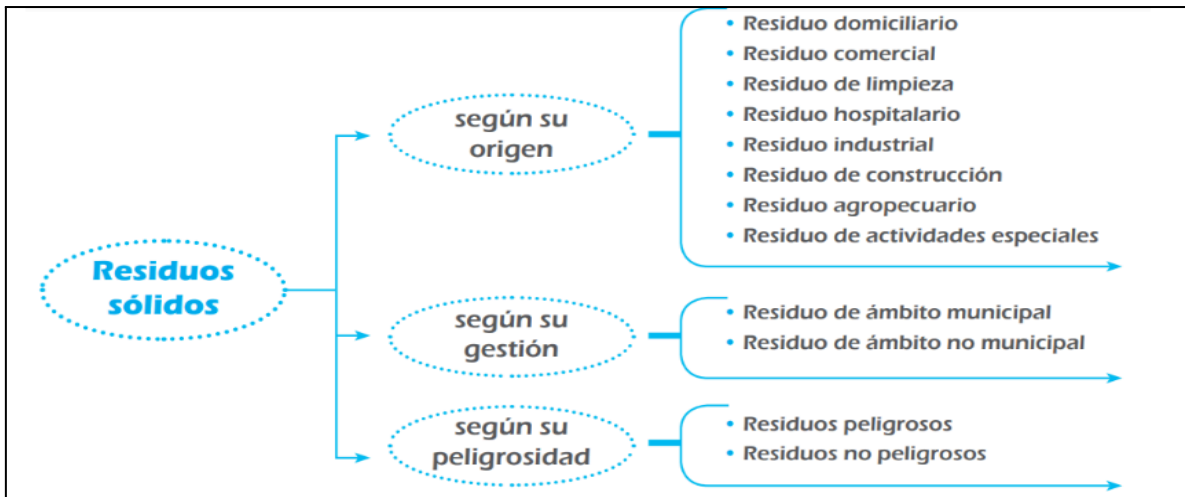


Figura 01: Clasificación de residuos sólidos.

Fuente: Sociedad peruana de derecho ambiental.

Entonces, los residuos se clasifican de acuerdo a su procedencia, según lo establecido en el Artículo 15° de la normativa nacional (Ley General de Residuos Sólidos, 2000).

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014), indica que la tipificación de los residuos sólidos son los siguientes:

2.1.3.1. De acuerdo a su origen.

- Residuos domiciliarias
- Residuos en zonas comerciales
- Residuos de limpieza en zonas públicas
- Residuos Hospitalarios
- Residuos industriales
- Residuos de construcción y demolición
- Residuos agrícolas o agropecuarios
- Residuos en instalaciones especiales

2.1.3.2. De acuerdo a su Gestión

- Residuos municipal
- Residuos no municipal

2.1.3.3. Por su Peligrosidad

- Peligroso y no peligroso

2.1.4. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTOS DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

Según la Organización Panamericana de la Salud OPS (2012) Las opciones escogidas deben ser técnicamente apropiadas a las particularidades locales, factibles económicamente y sostenibles ecológicamente. La recuperación, reutilización y/o conversión de los desechos en materiales valiosos para los sectores productivos es una alternativa con posibilidades frente a las alternativas que emergen a partir de una evaluación objetiva de la crisis ambiental en diferentes áreas. Las opciones más exitosas para la reutilización y/o reconversión han sido:

- Los residuos como alimento para los animales
- Los residuos como fuente energía
- Los residuos orgánicos como fuente abonos para la tierra

2.1.5. LOS RESIDUOS ORGÁNICOS COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS

Los abonos son los compuestos o elementos de origen biógeno que exhiben alguna característica ventajosa para los terrenos y los cultivos. (Organización Panamericana de la Salud, 2012)

Asimismo los minerales de los abonos son sustancias o mezclas de sustancias de laboratorio que pertenecen al campo de la química inorgánica u orgánica. Se conoce como inorgánicos todos los abonos que contienen potasio y fosfatos; por otro lado los nitrogenados y algunos, como el amoníaco y la urea, son pertenecientes a la química orgánica.

Para la Organización Panamericana de la Salud (2012), los abonos orgánicos o bioabonos, son aquellos que se encuentran en el ámbito de la química orgánica y son usualmente incorporados directamente al terreno sin necesidad de tratamientos previos.

En esta clasificación pueden abarcar los abonos verdes. Potencialmente, la inclusión de desechos orgánicos en el suelo puede tener un impacto positivo en la estructura y fertilidad de los suelos. Cuando se incluyen los residuos orgánicos frescos o en proceso incipiente de biodegradación en el suelo, conlleva con el tiempo a la mineralización que necesita el suelo. Para este tipo de procesos se necesita un alto consumo de oxígeno, y si no tienen una buena relación carbono/nitrógeno se agotan al inicio las reservas de nitrógeno del terreno.

Para sacar provecho del potencial que los residuos orgánicos poseen como fertilizantes, deben atravesar un proceso antes de su incorporación al terreno. De esta manera, el material que se aporte de manera definitiva, haya pasado por los procesos más enérgicos de la mineralización, se presente desde la perspectiva de la biodegradación de la manera más estable posible, y con los macros y micronutrientes en las formas más asimilables para los productores primarios. (Organización Panamericana de la Salud, 2012)

En ese sentido una de las técnicas que permite esta biodegradación controlada de la materia orgánica previa a su integración al suelo es el compostaje y el producto final es conocido como Compost.

El compostaje transforma de una manera segura los residuos orgánicos para los insumos de la producción agrícola. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2013) lo define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas por lo cual se emplea para la mejora de la estructura del suelo lo cual proporcionar nutrientes

El compostaje se define como biotécnica lo cual es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica. La biodegradación es una consecuencia de las actividades de los microorganismos estos crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición. El producto final de esta descomposición del

material depende de los tipos de metabolismo y de los grupos fisiológicos que hayan intervenido. (Organización Panamericana de la Salud, 2012)

2.1.6. VENTAJAS DEL COMPOST

De acuerdo al INIA (2008) El hacer el compost tiene ventajas y estas son:

- Mejora la estructura y componentes de los suelos.
- Reduce la permeabilidad del suelo reteniendo el agua para su uso.
- La absorción de los nutrientes del suelo por las plantas se mejora.
- Ayuda con la exclusión de las semillas de yervas o malezas que brotan durante los procesos del desarrollo del compostaje.
- Utiliza una variedad de materias primas como guano, rastrojos y residuos orgánicos disponibles.

2.1.7. FASES DE COMPOSTAJE

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2013) El abono orgánico es un camino vital, que se da en lugares donde hay aire puro siempre. Con el suficiente porcentaje de contenido de humedad y la temperatura de los residuos orgánicos se convierten higiénicamente en un material homogéneo que puede ser absorbido por las plantas..

Al desintegrarse en Carbono y Nitrógeno los microorganismos liberan calor mensurable del material orgánico inicial a través de fluctuaciones de temperatura a lo largo del tiempo. El compostaje tiene tres etapas las cuales son generadas durante el proceso de temperatura, y su etapa de maduración es variada. es por ello que los diferentes procesos del compostaje se subdividen según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], (2013) la temperatura, en:

- **Fase Mesófila.** Los residuos de partida empiezan con el proceso de compostaje con una temperatura ambiente adecuada en muy pocos días (e incluso en horas), y esta aumenta gradualmente hasta los 45°C. Este aumento es generalmente debido a que

los microorganismos se han adaptado y aclimatado al medio por ende empiezan a multiplicarse.

- **Fase Termófila o de Higienización.** Es cuando la temperatura es mayor a los 45°C, al superar y llegar a temperaturas entre 60-70°C y así permitir generar higiene el medio y eliminar bacterias y semillas de hierbas que estas pueden crecer. Los microorganismos convierten el nitrógeno en amoníaco y por ello el pH aumenta en el sitio.
- **Fase de Enfriamiento o Mesófila II.** En cuanto se acaban las fuentes de carbono, especialmente el nitrógeno del material compuesto, y la temperatura vuelve a 40-45°C.. Durante esta fase, sigue la descomposición restante de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles al ojo humano. Cuando desciende hasta los 40 °C, los mesófilos reinician su actividad y el pH del lugar desciende levemente.
- **Fase de maduración.** Esta fase se demora meses en una temperatura ambiente, en las cuales al ser la última etapa del proceso maduran además que a ello se suman nuevos microorganismos y esto hace que sea el compost húmedo y que no contenga toxinas.
- **Composición de residuos sólidos :** es la palabra utilizada para definir los componentes que son parte de los residuos sólidos y se distribuyen relativamente, donde son notorios los desechos convencionales generados por las viviendas. Además, las tiendas más pequeñas, las fábricas y los lugares clasifican las cosas según su material, a menudo usando el peso de las cosas como guía.

2.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

La elaboración de compost es una alternativa ambiental para aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri

2.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Conociendo la cantidad de residuos orgánicos generados en el mercado central de la ciudad de Ayaviri permite estimar el espacio y cantidad de compost.
- La composición física de los residuos orgánicos generados en el mercado central de la ciudad de Ayaviri facilita la segregación para la elaboración de compost.
- El análisis químico del compost elaborado a partir de residuos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri permite conocer el aporte de nutrientes esenciales para mejorar la fertilidad de suelos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El estudio de investigación se ha realizado en el Mercado Central ubicado en la provincia de Melgar que es una de las trece provincias que conforman el departamento de Puno en el sur del Perú. Ayaviri limita con el Norte con las provincias de Carabaya, al lado Este con la provincia de Azángaro; al lado Sur con la provincia de Lampa; y al lado oeste con las provincias de Canchis y Canas, en el departamento de Cusco. En esta zona montañosa crecen bastantes pastos altos, con plantas sabrosas que tienen fibra y proteínas, buenas para vacas y ovejas por encima de los 3.900 m, y llamas en lugares por encima de los 4.000 m de altura..

- Región Natural : Sierra Sur
- Latitud Sur : 14°52'42"
- Longitud Oeste : 70°35'18"
- Altitud : 3,907 m.s.n.m.



Figura 02: Mapa en la zona de estudio del mercado central de Ayaviri.

Fuente: Google Earth.

3.1.2. UBICACIÓN POLÍTICA

- Región : Puno
- Departamento : Puno
- Provincia : Melgar
- Distrito : Ayaviri

3.1.3. IMPORTANCIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

La Provincia de Melgar, con su capital Ayaviri, está definida como una ciudad en crecimiento social y económico, es considerada como el centro económico de la zona, de la provincia de Melgar. Por lo tanto, la gente que se dedica a la actividad de comercio de productos de primera necesidad y complementarios el cual contribuye también el ingreso económico a las familias. Por lo tanto, la importancia sobre el análisis de calidad de los residuos sólidos orgánicos sirvió como un inventario confiable y actualizado que proporcionará información sobre la generación y composición de los residuos orgánicos y de esta manera este inventario servirá como una herramienta de planeación para el manejo integral de residuos sólidos.

3.1.4. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

El clima de la provincia de Ayaviri es conocido por ser muy frío y seco debido a su ubicación geográfica, su altitud y su cercanía a las montañas occidentales. La temperatura promedio oscila entre 16,8 °C y -1,2 °C durante los meses de invierno. Sin embargo, en junio y julio, la temperatura puede descender a -12 °C por la noche y subir a 18,6 °C durante el día. De diciembre de 2023 a noviembre de 2024, el clima en Melgar se ha mantenido bastante estable, según el SENAMHI, con una temperatura máxima de 16,8 °C y una mínima de -1,2 °C en promedio cada año.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

En vista de tener información sobre la producción al día de los residuos sólidos orgánicos, esta constituye uno de los objetivos de esta presente investigación por lo que la población de estudio se menciona que estará conformada por los residuos generados en el mercado central de Ayaviri, 2024.

3.2.2. MUESTRA

La muestra considerada para la elaboración de compost es de 854.98kg y para los análisis físico químico es de 3.70 kg de residuo orgánico generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri que fueron recogidos en una bolsa kraft hermética de capacidad de 5 kilogramos mediante el método de cuarteo y así seguidamente someterlo a los análisis de laboratorio.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. MÉTODOS

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es descriptiva según Hernández (2014), un enfoque descriptivo para medir las características de la variable.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Es un diseño de investigación no experimental. Hernández, (2014) define los diseños no experimentales como “Estudios que se realizan sin variación o manipulación de las variables por ello se observa los fenómenos en ambiente real y natural para posteriormente analizarlos”. Dado que se observan y analizan un contexto ya existente como la generación de residuos sólidos orgánicos, el diseño no experimental será de tipo transaccional, por lo que recolectan información en solo un periodo de tiempo único con la finalidad de describir los variables y analizar su influencia en un momento determinado. (Hernández, 2014).

ENFOQUE

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, ya que se fundamenta en la recolección y el análisis de datos numéricos relacionados con la generación de residuos sólidos orgánicos en el Mercado Central de la ciudad de Ayaviri. A través de mediciones sistemáticas, se cuantifican las cantidades generadas, se evalúa el proceso de compostaje y se determina el rendimiento del compost producido. Este enfoque permitió identificar patrones, establecer relaciones entre variables y generar conclusiones objetivas que contribuyan a la optimización del manejo de residuos orgánicos en contextos similares.

TÉCNICA

- Registro

INSTRUMENTO para recolección, registro de datos y análisis:

Hoja de registro, observación directa y análisis de laboratorio para determinar el contenido de nutrientes.

3.3.2. MATERIALES

Materiales para Recolección de Residuos:

- Bolsas grandes

- Costales
- Guantes de goma
- Contenedores plásticos

Materiales para Elaboración de Compost:

- Palas
- Termómetro
- Manguera de agua
- Tubería de 4" (para airear)
- Carretilla
- Picadora de residuos

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

El establecimiento optado es del tipo no domiciliario cuya fuente de generación es en el Mercado denominado mercado central de la ciudad de Ayaviri..

DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA NO DOMICILIARIA

Se definió que la muestra será los residuos sólidos orgánicos producidos en el Mercado Central de Ayaviri.

DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo específico 1. Determinar la generación total de residuos orgánicos aprovechables en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri para su transformación en abono orgánico.

➤ Estrategia metodológica:

- Se llevó a cabo una recolección de residuos de los comerciantes de puestos de venta (frutas, verduras, tubérculos y otros productos perecibles) para estimar el peso promedio de residuos generados diariamente, haciendo uso de una balanza debidamente calibrada. Posteriormente, se realizó la observación directa de los residuos orgánicos durante un período prudencial hasta obtener los datos

necesarios. Los datos serán clasificados y analizados para obtener una visión detallada de la cantidad y volumen de los residuos orgánicos durante un periodo de monitoreo de al menos 7 días continuos, dicha información se registrará en una ficha de registro de datos (anexo).

➤ **Procedimiento:**

- Se recolectó los residuos generados por los comerciantes que se empezó el estudio el 21 de noviembre al 28 de noviembre del 2024 en las cuales se obtuvo apoyo por el Área de Medio Ambiente del Municipio de Ayaviri a través del servicio de recolección de residuos, luego clasificarlos como orgánicos aprovechables.
- Las muestras recolectadas durante los 7 días son trasladadas en una unidad móvil de montacarga, hasta la zona destinada, que está ubicada en el Camal de la ciudad, salida sicuani a 2 kilometros del distrito de Ayaviri - Provincia de Melgar, para realizar los estudios correspondientes.



Figura 03: Mapa en lugar de Acopio - CAMAL.

Fuente: Google Earth.

- Se utilizó una **balanza digital calibrada** para el pesaje diario.

- La información se registró en una **ficha de recolección de datos** (ver Anexo 2).
- Con los datos obtenidos se calculó el promedio **diario**.
- Se utilizaron **estadísticos descriptivos** (promedios, porcentajes y gráficos) para analizar el volumen y comportamiento de generación de residuos.

➤ **Resultados esperados:**

Una estimación clara de la cantidad total de residuos orgánicos aprovechables generados por los comerciantes del mercado central de Ayaviri, lo cual permitió dimensionar la capacidad necesaria para el compostaje.

Objetivo específico 2. Determinar la composición física de los residuos orgánicos generados en el mercado Central de Ayaviri.

➤ **Estrategia metodológica:**

Se realizó la clasificación física separándolos de acuerdo a su origen (frutas, verduras, otros) de los residuos orgánicos recolectados para pesarlos y determinar su contenido en porcentaje, así como su estado de conservación y aprovechamiento a fin de no afectar la calidad del compost durante el proceso de compostaje considerando las condiciones de factores como temperatura, humedad y aireación. La influencia de la composición en la eficiencia del compostaje, registrando detalladamente los datos observados en fichas de registro.

➤ **Procedimiento:**

- Los residuos recolectados se **clasificaron manualmente** en grupos homogéneos según su tipo (cáscaras, restos de hojas, frutas dañadas, tallos, etc.).
- Cada grupo es **pesado por separado** para calcular su proporción respecto al total.
- Se evaluó visualmente el **estado de conservación** y el potencial de aprovechamiento de cada tipo de residuo.
- Se registraron las **condiciones ambientales** que puedan influir en el proceso de compostaje, como temperatura ambiente, humedad y presencia de aireación.

➤ **Resultados esperados:**

Conocer la **proporción y características físicas** de los residuos permitirá identificar cuáles son más aptos para el compostaje y cómo podrían influir en la eficiencia del proceso.

Objetivo específico 3. Elaborar y determinar la composición química del compost de los residuos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri y realizar el análisis de fertilidad para determinar el aporte de nutrientes.

➤ **Estrategia metodológica:**

Se llevó a cabo la **elaboración de compost en pilas estáticas aireadas**, seguido de un **análisis de laboratorio** para evaluar la calidad del producto final en términos de su composición química y capacidad de fertilización.

➤ **Procedimiento de compostaje:**

- Para el proceso de elaboración del compost orgánico se realizó el siguiente procedimiento:
 - Ubicación y acondicionamiento de terreno
 - Preparación de Área de composteo
 - Tener los residuos orgánicos debidamente picados
 - Construcción de la pila de residuos orgánicos en capas
- Agregar una capa de 20 cm de materia orgánica seca (hojas, flores, aserrín, papel, rastrojos de cebada, rastrojos de avena, etc).
- Agregar una capa de 20 cm de restos de residuos orgánicos de verduras.
- Agregar cal
- Agregar una capa de 20 cm de estiércol y aserrín.
- Agregar una capa de 20 cm de restos de residuos orgánicos de frutas.
- Agregar cal
- Agregar una capa de 20 cm de estiércol y aserrín.

Nota: repetir el procedimiento 2 a más veces.

- ❖ Introducir el tubo de pvc de 4”
- ❖ Cubrir toda la pila con plástico.
- ❖ Hacer un volteo cada 15 días durante 3 meses

En todo el procedimiento regar con agua para mantener húmedo

- Se realizó un análisis de calidad del compost final mediante pruebas de laboratorio para medir el contenido de nutrientes, la estabilidad del compost para ello se tomará una muestra representativa del compost estas son: pH, Materia, orgánica (%) Nitrógeno total (N), Fósforo (P), Potasio (K), Relación C/N, Estabilidad y madurez del compost.
- Se envió la muestra debidamente codificada para el análisis en laboratorio del compost obtenido para luego de obteniendo los resultados de laboratorio para su interpretación analizar y discusión considerando el aporte de nutrientes a fin de destinar el producto abono orgánico para mejorar la fertilidad de suelos agrícolas o suelos degradados por contaminación.

➤ **Resultados esperados:**

Obtener un compost químicamente caracterizado y apto para su uso agrícola, capaz de mejorar la fertilidad de suelos degradados o empobrecidos.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente : Residuos sólidos orgánicos

Variable Dependiente : Compost.

Tabla 01: Operacionalización de Variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala
V.I Residuos Orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> • Generación total de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de residuos 	(Kg/día)
	<ul style="list-style-type: none"> • Composición Física 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechables 	%
V.D. Compost	<ul style="list-style-type: none"> • Composición química 	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad, • N - P - K , 	Alta
	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de Compost 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura, • Aporte de nutrientes 	Media Alta

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

La estadística se hace con los resultados obtenidos con relación a la calidad, y composición de los residuos orgánicos y parámetros evaluados mediante diagrama de barras el cual representa los valores encontrados.

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS ORGÁNICOS APROVECHABLES EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE AYAVIRI.

El cálculo de generación de residuos sólidos orgánicos en el mercado central de Ayaviri fue de 122.14 kg/día; este cálculo se obtuvo a partir de los 7 días de estudio menos el día 0.

Tabla 02: Generación de Residuos Orgánicos en el Mercado Central de Ayaviri

ESTABLECIMIENTO	Promedio (kg/día)	Total de días	Generación total (kg/día)
Mercado Central de Ayaviri	122.14	1	122.14

La **generación total de residuos sólidos orgánicos** en el Mercado Central se estimó en **122.14 kg por día**, resultado obtenido a partir del pesaje sistemático durante el periodo de recolección y análisis. Esta cantidad es representativa de una fuente de generación **no domiciliaria**, similar a la reportada por Jiménez (2020) en su estudio titulado “*Análisis de la Calidad de Residuos Sólidos Orgánicos en el Mercado Central de Ayaviri Melgar Puno, 2019*”, donde se reportó una generación total de **296.87 kg/día**, y estas son similares a la reportada por Rojas (2021), en su estudio titulado “*Propuesta del diseño técnico de*

segregación y valorización de residuos sólidos del centro de abastos Virgen de Chapi de José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa”, donde se reportó una generación total de **695.36 kg/día**. Si bien existen diferencias en los volúmenes, en los tres estudios coinciden en que los mercados locales son **focos significativos de producción de residuos orgánicos aprovechables**, principalmente provenientes de frutas, verduras y restos de productos perecibles, lo que respalda la viabilidad del compostaje como estrategia de valorización.

4.2. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE AYAVIRI.

Después de clasificar su composición, pesar y hacer luego de la segregación mediante cálculos durante 7 días, se identificó en una tabla. La tabla muestra los resultados como porcentajes para cada tipo de residuos sólidos orgánicos que teníamos.

Tabla 03: Generación de Residuos Orgánicos en el Mercado Central de Ayaviri.

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	PORCENTAJE DE COMPOSICIÓN	RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS SEGREGADOS
2. Residuos Utilizables		
1.1. Residuos Orgánicos		
Verduras (tomates, zanahorias, etc)	37.45 %	320.18

Frutas (manzanas, papayas, etc)	33.72 %	288.33
Tubérculos (papas, camote, oca, etc)	20.69 %	176.89
hojas, tallos, restos de flores (alfalfas, etc)	5.26 %	44.94
Cáscaras (en general)	2.88 %	24.64
TOTAL	100 %	854.98

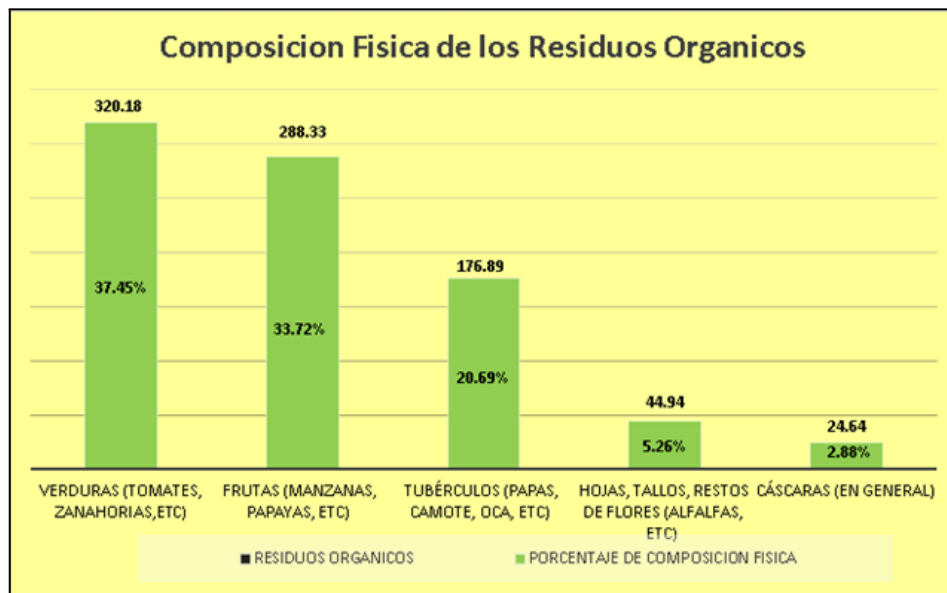


Figura 04: Composición física de los Residuos Orgánicos.

Se puede observar en la figura 04 que los componentes que predominan en porcentaje son: Verduras con 37.45 %, frutas con 33.72 % , tubérculos con 20.69 %, (tabla y figura), seguido de hojas, tallos, restos de flores con 5.26 % y cáscaras con 2.88% teniendo así un total del 100% del material orgánico segregado. Estos datos muestran que los residuos orgánicos generados en el mercado Central son aptos para la elaboración del compost, ya que en su mayoría corresponden a material vegetal fresco, lo cual permite una descomposición eficiente y un compost de buena calidad.

4.3. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL COMPOST DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE AYAVIRI Y REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD PARA DETERMINAR EL APOORTE DE NUTRIENTES.

El compost elaborado a partir de los residuos orgánicos recolectados en el Mercado Central de Ayaviri llevando una muestra de 3.70 kg. que fue sometido a un análisis químico en la universidad nacional del altiplano de la facultad de química para determinar su calidad y potencial como enmienda orgánica. Los resultados obtenidos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 04: Composición química del compost elaborado a partir de residuos orgánicos.

ENSAYOS	RESULTADOS	MÉTODOS DE ENSAYO
Humedad %	9.37	NTP. 205.002.1979 (Revisada el 2016) (1979)
Ceniza %	13.91	NTP 205.004.2017
Proteína %	14.44	NTP 205.005.2018.CEREALES
Grasa %	1.33	NTP 205.003.2017/CT 1:2018
Fibra cruda %	18.75	NTP 205.003.2017/CT 1:2018

Carbohidratos %	42.20	Por diferencia
Energía total (Kcal/100g)	238.53	Por cálculo
Materia Orgánica %	86.09	NTP 205.004.2017
Nitrógeno %	2.33	NTP 205.005.2018
pH	9.007	Potenciómetro
Fósforo (P ₂ O ₅) %	1.05	Digestión ácida y Espectrofotometría
Potasio (K ₂ O) %	1.25	Fotometría de llama
Calcio (Ca ⁺⁺) %	4.43	Espectrofotometría
Magnesio (Mg ⁺⁺) Meq/100g	1.87	Titulación Directa

4.3.1. ANÁLISIS DE FERTILIDAD Y CALIDAD DEL COMPOST.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los residuos sólidos orgánicos en el mercado central la cual es:

- **Materia orgánica (86.09%):** Indica un excelente contenido que favorece la estructura del suelo, retención de humedad y actividad microbiana.
- **Nitrógeno (2.33%):** Se encuentra en un nivel adecuado para promover el desarrollo vegetativo de cultivos.
- **Fósforo (1.05%) y Potasio (1.25%):** Valores suficientes que permiten clasificar al compost como un fertilizante orgánico balanceado, útil tanto en etapas de crecimiento como de floración.

- **Calcio (4.43%) y Magnesio (1.87 Meg/100g):** Micronutrientes esenciales para el fortalecimiento celular y la fotosíntesis, que mejoran la calidad del suelo y la salud vegetal.
- **pH = 9.007:** Aunque ligeramente alcalino, es aceptable en suelos ácidos o neutros, y puede regularse mezclando con materia ácida o aplicando en menor cantidad.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los hallazgos de la presente investigación confirman que el Mercado Central de la ciudad de Ayaviri presenta un alto potencial de valorización de residuos sólidos orgánicos (RSO), alcanzando una generación diaria de 122.14 kg/día, cifra relevante si se compara con estudios similares en otros contextos nacionales y locales. Este volumen, además de evidenciar el crecimiento de la actividad comercial, concuerda con los estudios de Chanchahuana (2019) y Suni (2018), quienes también destacaron el elevado volumen de residuos orgánicos en mercados mayoristas urbanos del Perú y su potencial aprovechamiento mediante compostaje.

Respecto a la composición de los residuos, la predominancia de residuos biodegradables como verduras (37.45%), frutas (33.72%) y tubérculos (20.69%), sitúa a Ayaviri en un contexto favorable para el compostaje, comparándose directamente con estudios como el de Llave (2020) en Yauri, quien identificó un 50.22% de residuos compostables, y Aroquipa (2022) en Huancané, donde los residuos orgánicos representaron el 59.67%. Esta similitud en la composición orgánica refuerza la pertinencia del compostaje como estrategia de valorización.

Asimismo, los resultados sobre la calidad del compost producido, con 86.09% de materia orgánica, 2.33% de nitrógeno, 1.05% de fósforo, y 1.25% de potasio, evidencian un producto de alta calidad agronómica, comparable a estudios como los de Limachi (2025), quien confirmó la eficacia de los procesos caseros de compostaje a nivel domiciliario, y Alva (2019), quien halló compost de alta calidad usando microorganismos eficaces. El

contenido de nitrógeno en particular supera el 1%, umbral considerado ideal por Limachi y Moya (2022), quien menciona que el compost debe tener un balance adecuado de nutrientes (NPK) para su uso agrícola, con beneficios adicionales como reducción de emisiones de GEI y eliminación de patógenos.

En el plano internacional, el estudio de da Silva et al. (2023) refuerza la idea de que una gestión eficiente de residuos, como lo es el compostaje en mercados, no solo mejora la limpieza urbana, sino también aumenta la aceptación de la ciudadanía hacia la gestión municipal. Este vínculo entre eficiencia técnica y percepción ciudadana también puede aplicarse al contexto de Ayaviri, donde la implementación de compostaje contribuiría no solo a la sostenibilidad ambiental, sino también a una mayor legitimidad del gobierno local.

Por otro lado, si bien Chuquitapa (2022) alerta sobre los problemas de educación ambiental y la mala disposición final de residuos, este estudio en Ayaviri representa una respuesta técnica viable para mitigar ese problema, mediante la transformación de residuos en insumo agrícola. Sin embargo, como señala Quispe (2024), la educación ambiental sigue siendo un factor limitante, por lo que la implementación de un sistema de compostaje debería ir acompañada de programas de formación y sensibilización ciudadana, especialmente dirigidos a los comerciantes del mercado.

En términos de metodologías de compostaje, los resultados en Ayaviri no detallan el tipo de técnica utilizada, pero dada la calidad del compost obtenido, se deduce que se cumplieron adecuadamente los parámetros ambientales clave (temperatura, humedad, aireación), tal como proponen Moya (2022) y Condori (2019). En este sentido, una futura línea de investigación podría evaluar y comparar distintas técnicas (como vermicompostaje o uso de microorganismos eficientes) para optimizar el tiempo y la calidad del compost, como lo hizo Condori con resultados favorables en el tratamiento T2.

Finalmente, los resultados aquí obtenidos se alinean con las observaciones de Vargas (2019), quien subrayó la necesidad de cuantificar y caracterizar adecuadamente los RSO en su lugar de origen para implementar estrategias de aprovechamiento efectivas. El presente estudio no solo cumple con esta premisa, sino que también demuestra cómo dicha caracterización puede traducirse en un producto útil y sostenible, posicionando al compostaje como una solución integral de gestión de residuos en mercados urbanos intermedios.

4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa (HA) La elaboración de compost es una alternativa ambiental para aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri.

Hipótesis nula (H₀) La elaboración de compost no es una alternativa ambiental para aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri.

Regla de decisión:

Se establece un nivel de significancia (α) del 95% (0.05).

- Si el valor *p-value* es $<$ a 0.05, se rechaza H₀
- Si el valor *p-value* es $>$ que 0.05 no se rechaza H₀

CONCLUSIONES

PRIMERA: Los resultados obtenidos demuestran que la elaboración de compost constituye una alternativa viable y efectiva para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el Mercado Central en la ciudad de Ayaviri. La generación diaria promedio de 122.14 kg de residuos, compuesta en un 91.86% por materiales biodegradables como frutas, verduras y tubérculos, evidencia un alto potencial para procesos de compostaje. Este tipo de residuos orgánicos, por su composición rica en nutrientes, permite la producción de un abono orgánico de calidad, el cual puede ser aplicado para la recuperación de suelos degradados y el fortalecimiento de prácticas agrícolas sostenibles. En consecuencia, el compostaje se presenta no solo como una solución ambientalmente responsable, sino también como una estrategia sostenible de gestión de residuos en el mercado central de Ayaviri.

SEGUNDA: La composición física de los residuos orgánicos generados en el Mercado Central de Ayaviri está conformada principalmente por verduras (37.45 %), frutas (33.72 %) y tubérculos (20.69 %), seguidos por hojas, tallos y restos de flores (5.26 %) y cáscaras (2.88 %). Esto indica que los residuos orgánicos en este mercado presentan una predominancia de verduras, frutas y tubérculos, lo que los convierte en un material altamente biodegradable y óptimo para el proceso de compostaje. El compost obtenido a partir de los residuos orgánicos, mediante técnicas básicas de compostaje aeróbico, resultó en un producto maduro, estable y de buena textura, sin olores desagradables ni

atracción de vectores. Este resultado demuestra su potencial para la producción de abono orgánico, constituyéndose como una alternativa ecológica y sostenible.

TERCERA: El análisis químico del compost indicó una composición adecuada para su uso como abono orgánico, destacándose su alto contenido de materia orgánica (86.09 %), baja humedad (9.37 %), un pH moderadamente alcalino (9.01), y presencia de macronutrientes esenciales para el desarrollo vegetal: nitrógeno (2.33 %), fósforo (1.05 %) y potasio (1.25 %). Esto lo convierte en una opción sostenible para la recuperación de suelos degradados, representando una alternativa viable frente al uso de fertilizantes químicos.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: A las autoridades responsables del manejo de residuos orgánicos de la Municipalidad de Ayaviri que consideren los resultados de la presente investigación para implementar la conversión de residuos orgánicos en compost. Esta alternativa no solo contribuiría a la reducción de la contaminación ambiental, sino que también fomentaría una gestión más sostenible y eficiente de los desechos orgánicos municipales.

SEGUNDA: A la municipalidad de Ayaviri aprovechar los residuos orgánicos generados en los centros de abasto y viviendas para su compostaje, con el fin de producir abono destinado para el mantenimiento de las áreas verdes y contribuir a la mejora de las condiciones ambientales de la ciudad.

TERCERA: A los promotores ambientales dar capacitación a los comerciantes del mercado central de Ayaviri para así poder segregar los residuos orgánicos correctamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Alva, J., & Alex, F. (2019). DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS MICROORGANISMOS (*Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus* sp.) EN LA PRODUCCIÓN DEL COMPOST A PARTIR DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN EL CENTRO POBLADO DE JANCAO DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO - 2018. *Universidad de Huánuco*. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6498074>
- Aroquipa Ccalla, C. A. (2022). Manejo y disposición final de los residuos sólidos domiciliarios generados en la Ciudad de Huancané, Provincia de Huancané—Puno. *Universidad Nacional del Altiplano*. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18107>
- Castro, L. A. G., Osorio, J. W. M., & Bonilla, G. Á. E. (2018). Compostaje enriquecido con fósforo como método de reaprovechamiento de los residuos orgánicos. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(11), 7-15. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss11.2018pp7-15>
- Chancahuana Sifuentes, G. (2019). *Propuesta de valorización de residuos orgánicos en el mercado mayorista plaza Unicachi sur – Villa El Salvador 2019*. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6595748>
- Condori Espinoza, M. M., & Choquepata Luicho, H. E. (2019). *Evaluación de métodos de compostaje de los residuos sólidos generados por el distrito de Juli, provincia de Chucuito – Puno*. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2710>
- Contreras, E., Gálvez, A., Pacheco, J. F., Rondón Toro, E., & Szantó Narea, M. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. <https://hdl.handle.net/11362/40407>
- Cruz, Y. H. 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), Article 1. <https://doi.org/10.18271/ria.2024.577>
- Defensoría del Pueblo. (2019). *Recomendaciones para mejorar la gestión de los residuos sólidos municipales*. <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/INFORME-DEFENSORIAL-181.pdf>
- Diagnóstico Ambiental Regional. (2012). *DIAGNÓSTICO AMBIENTAL REGIONAL (DAR) PUNO*.
- Grandez Barrón, P. (2019, enero 9). Retos y oportunidades del compostaje en el Perú. *Actualidad Ambiental*. <https://www.actualidadambiental.pe/opinion-retos-y-oportunidades-del-compostaje-en-el-peru/>
- Hannibal, B., Rafaela, V., Luis, G., Mario, V., Janeth, J., Silvio, J., Paola, M., & Carina, P. (2016). "Obtención De Compost A Partir De Residuos Sólidos Orgánicos Generados En El Mercado Mayorista Del Cantón Riobamba". *European Scientific Journal, ESJ*, 12(29), Article 29. <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n29p76>
- Hernández, Z. (2014). *Metodología de la investigación de Hernández, Fernández y Baptista (2014)*.
- INIA. (2008). Preparación y uso del compost. *Ministerio de Agricultura*. <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/4d264a27-4602-40cd-8f6f-6f714ae4d2ea/content>
- Jiménez Menéndez, D. (2021). Análisis de la calidad de residuos sólidos orgánicos en el Mercado Central de Ayaviri-Melgar-Puno, 2019. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC S.A.C./93>
- Ley General de Residuos Sólidos. (2000). *Ley General de Residuos Sólidos*. 27314. Ley

General de Residuos Sólidos.

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos>

Lima Kacha, J. R. (2020). Caracterización de residuos sólidos urbanos y gestión en la ciudad de Umachiri, Melgar—Puno. *Universidad Nacional del Altiplano*.
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/13959>

Limachi Flores, W. (2025). 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. *Universidad Privada San Carlos*.
<http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1246>

Llave Chacca, E. (2020). *Determinación del potencial de generación de compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales en el Distrito de Yauri; Provincia de Espinar*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6149>

Ministerio del Ambiente. (2016). *Ministerio del Ambiente*.
<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/MPRIMIR-PLANRES-2016-2024-25-07-16.pdf>

Montes Cortés, C. (2009). *Regimen Juridico Y Ambiental De Los Residuos Solidos*. AndesLibreria.com.
<http://www.andeslibreria.com/libros/humanidades/derecho/derecho-ambiental/regimen-juridico-y-ambiental-de-los-residuos-solidos-de-carolina-montes-cortes-libro-impreso-9789587104233?srsId=AfmBOor8TnGNcLXHEvOHdZrBdIsRFPruEg-418U6hRy4mWyjJOAJVIAi>

Montes Matos, M. M. (2020). Revisión global del manejo de residuos sólidos urbanos. *Universidad Científica del Sur*. <https://doi.org/10.21142/tb.2020.1206>

Olazabal Quenaya, M. M. (2016). *Determinación del potencial de generación de compost a partir de residuos sólidos municipales en el distrito de Paucarpata*.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10251>

- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial: Informe 2014-2015*.
<http://repositorio.oefa.gob.pe/handle/20.500.12788/57>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2013).
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO].
<https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2012). *Organización Panamericana de la Salud (OPS)*.
https://www.ciama-mex.org/biblioteca/opac_css/doc_num.php?explnum_id=28
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2012). *Manual para la elaboración De Compost Bases Conceptuales y Procedimientos*.
- Quispe Chura, Y. V. (2024). Educación ambiental y el manejo de residuos sólidos en los comerciantes del mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno- 2023.
Universidad Privada San Carlos.
<http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/905>
- Rodríguez-Araujo, J. M., Valiente-Saldaña, Y. M., Díaz-Valiente, F. A., Díaz-Gómez, C., Rodríguez-Araujo, J. M., Valiente-Saldaña, Y. M., Díaz-Valiente, F. A., & Díaz-Gómez, C. (2024). Composición de la generación de residuos sólidos en la municipalidad distrital de Santa, Perú. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 9(17), 144-153. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i17.3159>
- Rojas Villar, N. D., & Revilla Paz, A. G. (2021). *Propuesta del diseño técnico de segregación y valorización de residuos sólidos del Centro de Abastos Virgen de Chapi de José Luis Bustamante y Rivero—Arequipa*. 2020.
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10743>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2009). *Sociedad Peruana de Derecho Ambiental*.

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/manual-educativo-residuos-solidos>

Suni Torres, L. L. J. (2018). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en compostaje del mercado mayorista metropolitano Río Seco – La Parada. Cerro Colorado*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6546>

Terrazas Mamani, A. (2023). Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la zona urbana de la ciudad de Puno—2022. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/599>

Vargas-Pineda, O. I., Trujillo-González, J. M., Torres-Mora, M. A., Vargas-Pineda, O. I., Trujillo-González, J. M., & Torres-Mora, M. A. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *ORINOQUIA*, 23(2), 123-129. <https://doi.org/10.22579/20112629.575>

Ytavclerh Vargas, C. (2017). Calidad del compost producido a partir de residuos sólidos orgánicos municipales en el centro de protección ambiental Santa Cruz, ciudad de Concepción. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4145>



ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia. ELABORACIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE AYAVIRI, 2024

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>General ¿Es la elaboración de compost una alternativa viable para aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri, 2024?</p> <p>Específicos ¿Cuánto es la generación total de residuos orgánicos en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri? ¿Cómo es la composición física de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de la ciudad de Ayaviri? ¿Cómo es la composición química del compost elaborado a partir de residuos orgánicos generados en el mercado central de la ciudad de Ayaviri?</p>	<p>General Elaborar compost a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de la ciudad de Ayaviri, 2024.</p> <p>Específicos Determinar la generación total de residuos orgánicos aprovechables en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri. Determinar la composición física de los residuos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri. Elaborar y determinar la composición química del compost de los residuos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri y realizar el análisis de fertilidad para determinar el aporte de nutrientes.</p>	<p>General La elaboración de compost es una alternativa ambiental para aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri</p> <p>Específicos Conociendo la cantidad de residuos orgánicos generados en el mercado central de la ciudad de Ayaviri permite estimar el espacio y cantidad de compost. La composición física de los residuos orgánicos generados en el mercado central de la ciudad de Ayaviri permitirá su segregación para la elaboración de compost. El análisis químico del compost elaborado a partir de residuos orgánicos generados en el mercado Central de la ciudad de Ayaviri permite conocer el aporte de nutrientes esenciales para mejorar la fertilidad de suelos.</p>	<p>V. Independiente Residuos orgánicos</p> <p>V. Dependiente Compost</p>	<p>Cantidad de Residuos (Kg/día)</p> <p>Composición física de los residuos (% de humedad, % de materia seca)</p> <p>Contenido de nutrientes del compost (Materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio)</p> <p>Calidad del compost (estructura)</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: No experimental</p> <p>Diseño No experimental descriptivo</p> <p>Población Residuos orgánicos</p> <p>Muestra 854.98kg de residuo orgánico</p> <p>Muestreo Muestreo no probabilístico</p> <p>Técnica Registro</p> <p>Instrumento Ficha de registro de datos, observación directa de nutrientes</p> <p>Diseño estadístico: Descriptivo tabla de frecuencias media aritmética</p>

Anexo 02: Certificado de Análisis Físicoquímicos de residuos sólidos orgánicos



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N.º 000121

Certificado de Análisis

ASUNTO: ANALISIS FISICO QUIMICO DE COMPOST A PARTIR RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS

SOLICITANTE	: MARGOT MARLUZ VILLANUEVA MAMANI
PROCEDENCIA	: UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA E. P. DE INGENIERIA AMBIENTAL
PRESENTACION	: 3 Kg. APROX.
TESIS	: ELABORACION DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUO SOLIDOS ORGANICOS GENERADOS EN EL MERCADO CENTRAL DE LA CIUDAD DE AYAVIRI, 2024
FECHA DE RECEPCION	: 20/03/2025 (LABORATORIO)
FECHA DE ENSAYO	: 20/03/2025
CODIGO	: B009 - 000756

ENSAYOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Humedad %	9,37	NTP 205.002:1979 (Revisado el 2016) (1979)
Ceniza %	13,91	NTP 205.004-2017.
Proteína %	14,44	NTP 205.005:2018. CEREALES
Grasa %	1,33	NTP 205.003:2017/CT 1:2018
Fibra cruda %	18,75	NTP 205.003:2017/CT 1:2018
Carbohidratos %	42,20	Por diferencia
Energía total (Kcal / 100 g)	238,53	Por calculo
Materia Orgánica %	86,09	NTP 205.004-2017.
Nitrógeno %	2,33	NTP 205.005:2018.
pH	9,007	Potenciometro
Fosforo (P ₂ O ₅) %	1,05	Digestión acida y Espectrofotometría
Potasio (K ₂ O) %	1,25	Fotometría de llama
Calcio (Ca ⁺⁺) %	4,43	Espectrofotometría
Magnesio (Mg ⁺⁺) Meq/100g	1,87	Titulación directa

CONCLUSIÓN: Los resultados de los análisis Físico Químicos y Minerales están conformes.

Puno, C.U. 28 de abril del 2025.

VºBº



MARGOT MARLUZ VILLANUEVA MAMANI
Laboratorio de Control de Calidad
Facultad de Ingeniería Química




Dr. Teglio Donaluis Flores
DECANO DE LA F.I.Q.
UNA - PUNO

Ciudad Universitaria Av. Floral N° 1153, Facultad de Ingeniería Química – Cel.: 951755420

Anexo 03: Contenedores del Mercado central de Ayaviri.



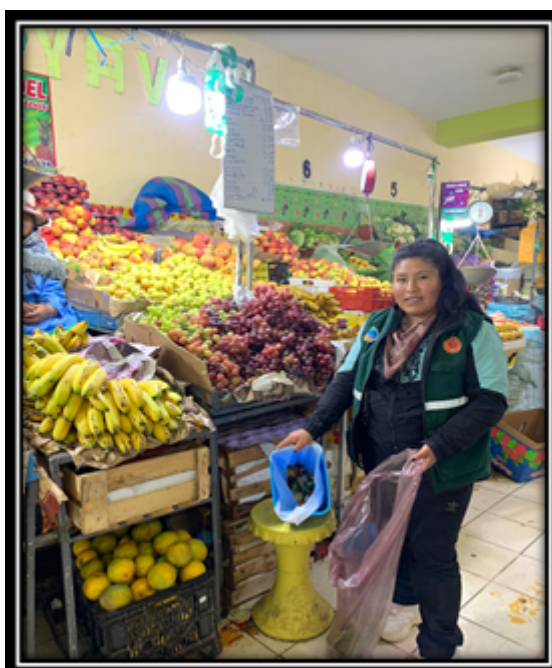
Anexo 04: Encuesta realizada a los comerciantes.



Anexo 05: Acopio de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.



Anexo 06: Recolección de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.



Anexo 07: Acopio de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.



Anexo 08: Traslado de residuos orgánicos a la planta de compostaje de la Municipalidad de Ayaviri.



Anexo 09: Selección de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.



Anexo 10: Pesaje de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.



Anexo 11: Picado y armado de pila o cama de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.



Anexo 12: Picado y armado de pila o cama de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.



Anexo 13: Picado y armado de pila o cama de residuos orgánicos del mercado central de la ciudad de Ayaviri.



Anexo 14: Colocación de tubo PVC de 4" a la pila que se está armando.



Anexo 15: Tapado de la pila armada de residuos orgánicos del mercado central de Ayaviri.



Anexo 17: Volteo de la pila o cama.



Anexo 18: Zarandeo de compost.



Anexo 19: Toma de muestra de compost para el análisis en el laboratorio.

