

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN EL  
MERCADO CENTRAL DE AYAVIRI-MELGAR-PUNO,2019**

**PRESENTADO POR:**

**DARCY JIMÉNEZ MENÉNDEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO-PERÚ**

**2021**

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**TESIS****ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN EL  
MERCADO CENTRAL DE AYAVIRI-MELGAR-PUNO, 2019**

PRESENTADO POR:

**DARCY JIMÉNEZ MENÉNDEZ**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

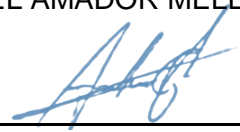
**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:


PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
Dr. ANGEL AMADOR MELENDEZ HUISA

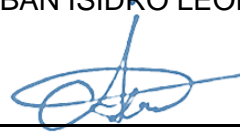
PRIMER MIEMBRO

  
\_\_\_\_\_  
M. Sc. JORGE ARUHUANCA CARTAGENA

SEGUNDO MIEMBRO

  
\_\_\_\_\_  
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

ASESOR DE TESIS

  
\_\_\_\_\_  
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

Área: Ingeniería y Tecnología

Disciplina: Otras Ingenierías y Tecnologías

Especialidad: Residuos Sólidos

Puno, 21 de diciembre de 2021.

## DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño a mi padre Alex A. Jimenez Guerrero, mi madre Hermelinda Menéndez Villanueva y mi abuela Eulalia Esther Villanueva Herencia, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, por sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor y comprensión.

A mi pareja Yesica Zegarra Navarro por haber estado conmigo en los momentos más turbulentos, por motivarme y apoyarme en todo momento con su amor.

Mi tesoro más preciado que DIOS puso en mis brazos: mi querida hija Luciana Sofia Jimenez Zegarra.

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

## AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la Universidad Privada San Carlos, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada San Carlos, por compartir y brindarnos sus valiosas enseñanzas, que constituyen el pilar fundamental de mi formación profesional.

A Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos les agradezco, porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida.

A mi asesora Magíster Elvira Anani DURAND GOYZUETA, que con su apoyo incondicional supo guiarme en la elaboración de mi proyecto de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>2</b>
1.1.1. Problema General	4
1.1.2. Problemas Específicos	4
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
1.2.1. A nivel Internacional	4
1.2.2. A nivel Nacional	6
1.2.3. A nivel Regional	8
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>10</b>
1.3.1. Objetivo General	10

1.3.2.Objetivos Específicos	10
-----------------------------	----

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>11</b>
2.1.1.DEFINICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	11
2.1.2.CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	12
2.1.3.RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	16
2.1.4.IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	19
2.1.5.EFECTOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN EL RELLENO SANITARIO Y BOTADEROS	24
2.1.6.PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	25
2.1.7.RESIDUOS SÓLIDOS Y DESARROLLO SOSTENIBLE	26
2.1.8.ECONOMÍA CIRCULAR	27
2.1.9.APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	28
2.1.10.TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	30
2.1.11. CALIDAD DE COMPOST	35
2.1.12.MARCO LEGAL	40
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>44</b>
<b>2.3. HIPÓTESIS</b>	<b>46</b>
2.3.1.Hipótesis General	46
2.3.2.Hipótesis Específicas	46

**CAPÍTULO III****METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>3.1.ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>47</b>
<b>3.2.TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>50</b>
<b>3.3.MÉTODO Y TÉCNICAS</b>	<b>50</b>
<b>3.4.IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>56</b>
<b>3.5.MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>56</b>

**CAPÍTULO IV****EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

<b>4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO</b>	<b>57</b>
<b>4.2. DISCUSIONES</b>	<b>63</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>67</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1: Clasificación de residuos sólidos.....	54
Tabla N° 2: Generación de residuos en el mercado central de Ayaviri.....	57
Tabla N° 3: Composición de residuos sólidos del mercado central de Ayaviri.....	58
Tabla N° 4: Humedad de residuos sólidos orgánicos.....	63



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°01: Clasificación de los residuos sólidos.....	12
Figura N°02: Clasificación de residuos sólidos orgánicos municipales según su fuente de generación.....	18
Figura N°03: Clasificación de residuos sólidos orgánicos según su naturaleza y/o características físicas.....	19
Figura N°04: Ubicación del mercado central de la ciudad de Ayaviri.....	48
Figura N°05: Ubicación designada por la municipalidad para elaborar el estudio.....	51
Figura N°06: Composición física de residuos sólidos del mercado central de Ayaviri.....	61
Figura N°07: Análisis físico químicos de residuos sólidos orgánicos.....	62
Figura N°08: Promedio total de la densidad de los residuos sólidos orgánicos.....	62

## INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia.....	81
Anexo 02: Certificado de análisis físico químico de residuos sólidos orgánicos...	85
Anexo 03: Solicitud para autorización para realizar estudios.....	86
Anexo 04: Contenedores del mercado central de Ayaviri.....	87
Anexo 05: Pesajes de residuos sólidos generados en el mercado central de Ayaviri .....	87
Anexo 06: Recipientes para calcular la densidad generada por los residuos sólidos .....	88
Anexo 07: Recolección de residuos sólidos en moto carga de la municipalidad....	88
Anexo 08: Lugar de acopio designado por la municipalidad para el estudio.....	89
Anexo 09: Traslado de residuos sólidos al lugar de estudio.....	89
Anexo 10: Personal de servicio de recolección de residuos sólidos del mercado central de Ayaviri.....	90
Anexo 11: Muestreo de residuos sólidos para determinar la composición física de residuos sólidos orgánicos.....	90
Anexo 12: Propuesta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos.....	91

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar, departamento de Puno, en el mercado central de Ayaviri teniendo como objetivo principal analizar la calidad de los residuos sólidos orgánicos. Para cumplir con el objetivo, primero se calculó la generación de residuos sólidos orgánicos (I), analizar la composición de los residuos sólidos orgánicos en el mercado central de Ayaviri (II) por último elaborar una propuesta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos del mercado central de ayaviri. Para la metodología se utilizó la guía metodológica (MINAM, 2018). Los trabajos que se desarrollaron fueron, la recolección, pesaje, humedad y densidad promedio y se analizó la composición físico química de la muestra de residuos sólidos orgánicos del mercado Central de Ayaviri tomadas durante 8 días. Los resultados obtenidos determinaron que su generación es de 296.87 kg/día, una composición de los residuos orgánicos generados en el mercado central de Ayaviri es de 84.77 % en total subdividida en las siguientes categorías: presentados en porcentajes: Verduras con 31.75 %, frutas con 17.54 % , tubérculos con 28.59 %, hojas, tallos, restos de flores con 4.46 % y cáscaras con 2.44%, esto indica que en el mercado central de Ayaviri, respecto a la propuesta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el mercado central de Ayaviri la municipalidad cuenta con una plan de trabajo “implementación de una planta de procesamiento de abono orgánico a través de residuos sólidos orgánicos en la Ciudad de Ayaviri” el cual no es ejecutado de manera adecuada.

**Palabras Clave:** Residuos sólidos orgánicos, Calidad, Composición, Compost, Valorización, Economía circular.

### ABSTRACT

This research work was carried out in the district of Ayaviri, province of Melgar, department of Puno, in the central market of Ayaviri with the main objective of analyzing the quality of organic solid waste and specific objectives to determine the generation of organic solid waste (I), analyze the composition of organic solid waste in the central market of Ayaviri and prepare a proposal for the treatment of organic solid waste in the central market of ayaviri. For the methodology, the methodological guide (MINAM, 2018) was used. The works that were developed were, the collection, weighing, humidity and average density and the physical chemical composition of the sample of organic solid waste from the central market of Ayaviri taken during 8 days was analyzed. The results obtained determined that its generation is 296.87 kg / day, a composition of the organic waste generated in the central market of Ayaviri is 84.77% in total, subdivided into the following categories: presented in percentages: Vegetables with 31.75%, fruits with 17.54%, tubers with 28.59%, leaves, stems, flower remains with 4.46% and peels with 2.44%, this indicates that in the central market of Ayaviri, with respect to the proposal of treatment of organic solid waste for the central market of Ayaviri The Municipality has a work plan "Implementation of an organic fertilizer processing plant through organic solid waste in the City of Ayaviri" which is not properly executed.

Key Words: Solid organic waste, quality, composition, Generation, Composting, Organic matter, Market.

## INTRODUCCIÓN

El aumento urbano genera una demanda de servicios de manejo de residuos que rebasa las capacidades de las municipalidades. Ahora bien esto ocasiona que los servicios se realicen de manera inadecuada, generando riesgos a la salud de la población y el medio ambiente, por exposición a los residuos, en especial a los residuos orgánicos.

Los residuos orgánicos, cuando se eliminan apropiadamente, son una gran oportunidad para crear un ciclo cerrado enfocado en la sostenibilidad, con un impacto ambiental mucho menor y subproductos utilizables.

Con todo y lo anterior el mercado central de Ayaviri genera una gran cantidad de fracción orgánica y por lo tanto teniendo en cuenta todo lo anterior el presente trabajo tiene la finalidad de analizar la calidad de los residuos sólidos orgánicos en el mercado central de Ayaviri, para así analizar la calidad de estos para su posterior valorización y/o método de reaprovechamiento mediante técnicas sustentables.

La estructura del trabajo de investigación está constituido por cuatro capítulos que a continuación se mencionan. En el capítulo I, se expone el planteamiento del problema de investigación, sobre los antecedentes a estudios previos relacionados se agrega también la base o sustento científico sobre el tema, también los objetivos de investigación. Así mismo en el capítulo II detalla temas relacionados con el marco teórico conceptual, que permite comprender de manera más amplia los aspectos teóricos en donde se fundamenta la presente investigación. Prosiguiendo con el capítulo III donde se considera el aspecto metodológico de la investigación donde se precisa el tipo y diseño de investigación, zona de estudio, tamaño de muestra, población, métodos y técnicas e identificación de variables y finalmente el capítulo IV donde se detalla la exposición y análisis de los resultados. Finalmente, el resultado de la investigación, presenta las conclusiones y recomendaciones más importantes.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

América Latina y el Caribe se encuentran urbanizadas siendo países en desarrollo, además con alrededor de un 80 % de su población viviendo en áreas urbanas. La región continuará organizándose alrededor de las próximas décadas, se estima que esta tendencia continuará incrementándose con el pasar del tiempo, siendo las mega ciudades los espacios que concentran preferentemente los mayores niveles de crecimiento de la población y por ende la contaminación y degradación ambiental que no solo está ligada a la falta de lugares de disposición final, si no también generará un costo económico.

Los residuos sólidos se clasifican según su biodegradabilidad en residuos orgánicos e inorgánicos que se generan tras el proceso de fabricación, transformación o utilización de bienes y servicios, cabe recalcar que si estos residuos no se tratan de manera adecuada en especial los residuos orgánicos que constituyen una mayor fracción pueden llegar a causar alteraciones al medio ambiente y desencadenar cambios que afectarán la salud humana.

Con el fin de exponer el estado actual de la gestión de los residuos sólidos en el país, se estima que se generan por día 19 000 toneladas de ellos siendo así los habitantes de la costa son los que producen la mayor cantidad de basura en el Perú lo cual constituye un gran problema, sólo en Lima, donde se ubica la capital, en la que viven más de ocho millones de personas, se genera un promedio de 2, 123.016 toneladas de residuos al año por ejemplo cada persona en promedio genera 0.61 kilos al día, lo cual supone un

incremento significativo de los residuos sólidos que por su composición estos residuos se tiene registro que en su mayor son restos orgánicos, de cocina, alimentos, vegetales y frutas, y la otra parte vendría a corresponder a lo que es el plástico y residuos peligrosos, es decir, aquellos residuos que representan riesgos para la salud de las personas, residuos industriales u hospitalarios, en menor proporción: papel, residuos de construcción, vidrio, cartón, fierro, madera y residuos electrónicos, entre otros.

Hoy en día el mayor problema ambiental, económico y social a nivel mundial, es la gestión de los residuos sólidos urbanos, teniendo en cuenta que el volumen de residuos sólidos crece más rápido que la población.

Ahora bien, a grandes rasgos a nivel regional y local los residuos están siendo dispuestos en el ambiente sin ningún tipo de tratamiento, en el caso de residuos orgánicos provenientes del mercado central de Ayaviri, se genera en su mayor parte una gran cantidad de residuos sólidos. Actualmente estos residuos no tienen una disposición adecuada.

Con todo y lo anterior el mercado central de la ciudad de Ayaviri es el principal generador de residuos orgánicos (frutas, verduras, cartones entre otros) provocando impactos ambientales, emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera y elevados costos para su disposición final por lo tanto tiene una importancia significativa el manejo adecuado de estos residuos.

En definitiva, un análisis de la calidad de los residuos orgánicos del mercado central de Ayaviri nos permitirá tenerlos adecuadamente, generando un impacto ambiental mínimo, dándole un valor agregado a estos residuos se creará un ciclo cerrado sostenible y así mismo aprovechandolos mediante alternativas adecuadas como compost, humus, biochar entre otros derivados de estos, dentro de este marco estas alternativas contribuyen a mitigar la cantidad de contaminantes que son echados en el botadero de la ciudad de Ayaviri.

### 1.1.1. Problema General

¿Cuál es la calidad de los residuos sólidos orgánicos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri?

### 1.1.2. Problemas Específicos

¿Cuál es la generación de residuos orgánicos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri, 2019?

¿Cuál es la composición de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de Ayaviri, 2019?

¿El mercado central de la ciudad de Ayaviri cuenta con una propuesta de gestión para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos, 2019?

## 1.2 ANTECEDENTES

### 1.2.1. A nivel Internacional

(Castro, Martinez, y Estrada, 2018), informa que se genera 20.8 toneladas de residuos en la plaza del sur de la ciudad de Tunja, 17 toneladas de residuos corresponden a residuos orgánicos, este trabajo tuvo como objetivo estudiar el proceso de compostaje de residuos orgánicos evaluando diferentes parámetros físico químicos. Los resultados demostraron que la aplicación de fósforo a la materia orgánica elevó la presencia de fósforo en el compost, teniendo este al final un alto contenido de nutrientes (Nitrógeno, Potasio, Calcio, Sodio y Magnesio), los cuales son esenciales para el desarrollo vegetal y renovación de suelos, a su vez obteniendo una alta calidad de compost y alto potencial agrícola.

Hannibal et al., (2016), indica en su trabajo de investigación "Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado mayorista del Cantón Riobamba" para lo cual, se armó una pila de 1,0 tonelada constituida de tres componentes orgánicos vegetales: residuos sólidos orgánicos del mercado mayorista (600 kg), residuos de poda de árboles de la escuela superior politécnica de chimborazo (300 kg) y residuos de poda de palma ornamental (*Phoenix canariensis*) de la ciudad de Riobamba (100 kg) para lograr una adecuada relación de (C/N) una vez finalizado el proceso se comprobó la calidad del compost mediante análisis físicos, químicos para



determinar su calidad. Resultando así que el producto final posee propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas para ser empleado como abono orgánico.

Jaramillo y Zapata , s.f.(2008), argumenta que, en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, la cantidad de materia orgánica presente en los residuos sólidos urbanos supera el 50% del total generado por los países como: México (43%), Costa Rica (58%), El Salvador (42%), Guatemala (63.3%), Trinidad y Tobago (27%), Perú (50%), Chile (49%), Colombia (52.3%), Uruguay (56%), Bolivia (59.5%), Ecuador (71.4%), Paraguay (56.6) y Argentina (53.2%) asimismo, para Venezuela se reportó un valor de 70.42% (Sánchez, 2000) y Brasil 69.8% (Pereira, 1996). De estos, en promedio, el 2% recibió el tratamiento adecuado, El resto se limitó a vertederos. Otra fracción se desechó indebidamente en vertederos sin la higiene y el tratamiento adecuados.

Vargas, Trujillo, y Torres, (2019), menciona en su estudio “El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento”. En la central de abastecimiento de mercado cuenta con 352 establecimientos en total y 185 de ellos generan residuos orgánicos de origen vegetal, animal y de alimentos frescos y procesados por consiguiente hay una cantidad considerable de generación de residuos orgánicos. En la central de abastecimiento de mercado del municipio de Acacias - Meta, se obtiene como resultado que la fracción orgánica que se genera tiene potencial para fines agrícolas a través de tecnologías adecuadas como el compostaje, a raíz de eso se debe realizar una cuantificación y cualificación en su fuente, de tal manera se podrá cuantificar la cantidad y calidad del material orgánico para su respectivo aprovechamiento. En conclusión, la caracterización fisicoquímica del compost derivado de los residuos orgánicos presentó una óptima calidad y rendimiento, como tal el abono orgánico es aplicable en actividades agrícolas, por lo tanto el autor manifiesta que el compostaje puede ser utilizado como una herramienta de gestión de residuos para la minimización y aprovechamiento de la fracción orgánica.

Oviedo, Marmolejo y Torres (2012), en su investigación perspectivas de aplicación del compostaje de biorresiduos provenientes de residuos sólidos municipales un enfoque

desde lo global a lo local indica que existe una alta fracción de residuos degradables los cuales representan un gran potencial de contaminación; es por eso que se opta por el compostaje de estos residuos de este modo mitigará los impactos ambientales generados por su inadecuado manejo y asu vez influirá en la sostenibilidad de la producción agrícola. Es por ello que se propone la separación en la fuente y recolección selectiva, posicionarse al aprovechamiento de biorresiduos en un marco político y normativo.

### **1.2.2. A nivel Nacional**

Ytavclerh (2017), realizó su investigación titulada: Calidad del compost producidos a partir de residuos sólidos orgánicos municipales en el centro de protección ambiental “Santa Cruz”, ciudad de Concepción, la investigación llegó a las siguientes conclusiones:

el compost producido a partir de RSOM según sus características físicas corresponde a un 83.33 % a un compost de clase B según la norma chilena 2880 y un 100 % según la norma mexicana 020 para ambos periodos de evaluación y en lo que se refiere a la calidad del compost producido por RSOM según sus características microbiológicas, físicas y químicas corresponden que en un 64% es el compost de calidad de Clase B según la norma chilena 2880 y en 50% lo clasifica como compost de Clase B según la norma mexicana 020.

Chancahuana (2019), destaca en su investigación titulada “Propuesta de valorización de residuos orgánicos en el mercado mayorista plaza Unicachi Sur-Villa el Salvador”. En la evaluación del diagnóstico del manejo de RSO se tiene una falta de información de acuerdo a los RSO y grandes dificultades, desde su punto de generación hasta su disposición final que es su punto de acopio, por sus grandes dimensiones de peso y volumen que genera el mercado. La tecnología más óptima es el compostaje en pilas, por la disponibilidad de área que disponen, el bajo costo de implementación y operaciones, siendo esta la mejor propuesta para la valorización de los RSO del mercado Mayorista plaza Unicachi sur.

Heredia (2019), como expresa en su investigación titulada “Evaluación de la calidad de compost a base de residuos orgánicos provenientes de la poda de áreas verdes y

mercados del distrito de San Borja” destaca el compost elaborado a base de los residuos orgánicos provenientes los centros de abastos de la municipalidad de San Borja y sus características físico- químicas resulta ser de mejor calidad en comparación al compost elaborado a partir de los residuos sólidos orgánicos de áreas verdes, resulta que los parámetros fisicoquímicos del compost elaborado a base de los residuos orgánicos provenientes los centros de abastos están dentro de los valores permitidos que las normativas vigentes en materia de la calidad de compost permiten actualmente; mientras que que los parámetros fisicoquímicos obtenidos del compost a base de residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de San Borja, presenta coloración marrón oscuro, pH alcalino de 8.12.

Rodríguez (2017), indica en su investigación “Influencia del uso de residuos orgánicos de domicilios, mercados y jardinería, en la calidad y eficiencia del compost Takakura, Laredo” que las características iniciales de los residuos orgánicos favorecen a analizar el comportamiento del producto final por lo tanto plantea que los diferentes residuos orgánicos tiene influencia significativa en la calidad y eficiencia del compost, pues no todos presentan las mismas condiciones en su desarrollo. La humedad se encontró alrededor del 40%, indica un grado óptimo del producto final y el pH fue estable en los tres tipos de residuos. En lo que respecta a la materia orgánica, todas las muestras sobrepasaron el 60% que es el indicador óptimo que debe tener la materia a compostar.

La calificación de la calidad y eficiencia en el caso de mercados, el resultado tiene una cifra menor en comparación al resto, sin embargo no la excluye para el aprovechamiento a futuro.

Ortiz y Gonzales (2015), como plantea en su investigación titulada “Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos del mercado central Virgen de Fátima Huaraz – Ancash, optimizando el proceso de compostaje” mejorar las condiciones de compostaje para ello cuantifico la generación de residuos sólidos por puesto producidos en el mercado se determinó su composición física, con los residuos sólidos orgánicos se elaboró tres tipos de tratamientos de compostaje: convencional, con microorganismos eficaces y con

inóculo. Finalmente se verifica la producción de compost con un inóculo es más eficiente que el convencional y EM, tanto en los factores de tiempo: G-1 (42 días), C-EM (48 días) y C-C (54 días); calidad nutricional: inóculo (MO 40%, N 1,85%,  $P_2O_5$  1,94%,  $K_2O$  0,80%); EM (MO 38%, N 1,6%,  $P_2O_5$  1,6%,  $K_2O$  0,7%); convencional (MO 36,50%, N 1,70%,  $P_2O_5$  1,70%,  $K_2O$  0,60%).

### 1.2.3. A nivel Regional

Kacha (2020), afirma en su investigación "Caracterización de residuos sólidos urbanos y Gestión en la ciudad de Umachiri, Melgar-Puno", describe que en el análisis de la composición física de los residuos sólidos urbanos el porcentaje de residuos sólidos contiene es un 32.06% y tiene potencial aprovechable esto significa que es un indicador directo de la calidad ambiental de la ciudad de Umachiri, por lo tanto propone que la fracción orgánica es factible para ser aprovechada para la elaboración del compost, utilizado como abono orgánico en las áreas verdes de la ciudad con el fin de contribuir en la calidad ambiental de la ciudad y señala otros resultados obtenidos de la evaluación de la generación como la generación per cápita que es de 0.40 kg/hab/día, lo que representa 0.29 t/día, la densidad es de 424.70 kg/m<sup>3</sup>.

Condori y Choquepata (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" se analizó los métodos de compostaje en el periodo de maduración del compost a base residuos orgánicos generados en el distrito de Juli a través de 3 tratamientos de compostaje y dos repeticiones haciendo un total de 06 unidades experimentales: vermicompost-T1, em-compost-T2 y control-T3, se utilizó lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), microorganismos eficientes (ME) en camas composteras y finalmente el tratamiento con residuos orgánicos respectivamente. Concluyendo de los 3 tratamientos realizados hay una diferencia significativa entre ellos, realizando la prueba de Duncan se determina que el T2 y T3 son distintos al T1 en cuanto al tiempo promedio de maduración, dado que que el T1 presenta un mayor tiempo promedio de maduración que equivale a 93.0 días, la prueba T2 presenta un tiempo promedio de 36.5 días y por

último el T3 con un tiempo promedio de 39.5 días, finalmente se concluye que la T2 es el más práctico a utilizar con un promedio de 36.5 días.

Pari (2019), en su trabajo de investigación "Optimización del compostaje de residuos orgánicos de frutas y verduras con intervención del aserrín en la Ciudad de Juliaca", tuvo como objetivo evaluar el efecto del aserrín en el tiempo del proceso de compostaje de residuos orgánicos, el método a emplear fue mediante pilas o montones dinámicos; se llegó a analizar las 5 muestras y se obtiene como resultado que los parámetros analizados y los macronutrientes son considerados según la norma de calidad de compostaje Chilena como un compost de clase "A", que es un compost de alta calidad con resultados físico químicos de (pH=6.85, C/N=24.85, C.E dS/m=9.80, %M.O.=68.11, %Hum.=31.89, %N=1.59, %P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=1.50, %K<sub>2</sub>O=1.98, %Ca=5.88, %Mg=0.51) en un tiempo de compostaje de 56 días clasificado como un compost de clase "A" siendo así el mejor resultado en calidad de compost.

En la investigación titulada propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la Ciudad de Ayaviri-Melgar, Barrios (2015), define los siguientes objetivos: caracterizar los tipos de residuos sólido y su manejo, identificar el porcentaje de producción per cápita de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Ayaviri; para ello se trabajará en base a la metodología aplicada por el Ministerio del Ambiente en base al número de viviendas y se evaluó a través de encuestas piloto y definitivo y se ha llegado a las siguientes conclusiones: la generación per cápita de residuos sólidos en la localidad de Ayaviri-Melgar de 0.23 kg./hab./día, la generación de residuos sólidos domiciliarios resulta ser de 5.22 TN./día y la generación de residuos sólidos no domiciliarios es de 0.266 TN/día, la fracción con mayor porcentaje de los residuos sólidos que se tiene es la materia orgánica que alcanza el 88.33 % que tiene alto potencial para obtener abono de alta calidad mediante la tecnología apropiada por lo tanto el programa para el manejo de residuos sólidos propuesto establecerá las condiciones para una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos municipales, asegurando una eficiente y eficaz prestación

de servicios en todo el ciclo de la limpieza pública, desde la generación de los residuos hasta su disposición final.

Rodriguez (2019), como expresa en su investigación “Caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de Macusani-Carabaya” tuvo como objetivo caracterizar los residuos sólidos municipales generados en el distrito de Macusani; el método aplicada se basa en la guía metodológica del ministerio del ambiente, zonificando en tres zonas A, B y C. La investigación da a conocer las siguientes conclusiones: la Generación total de Residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios es de 6.64 tn/día, la generación per cápita es de 0,57 kg/hab/día, la densidad de los residuos sólidos domiciliarios es de 141,68 kg/m<sup>3</sup> y no domiciliarios encontrados es 108,85 kg/m<sup>3</sup> y la humedad de los residuos sólidos domiciliarias y no domiciliarios encontrados es 67,5% asimismo la fracción que predomina en mayor cantidad en la composición física es la materia orgánica en 55,54% domiciliarios y 44,46% no domiciliarios siendo así el componente con mayor porcentaje que se caracteriza.

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Analizar la calidad de los residuos sólidos orgánicos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri-Melgar, 2019.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Determinar la generación de residuos orgánicos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri-Melgar, 2019.

Analizar la composición de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de Ayaviri-Melgar, 2019.

Elaborar una propuesta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Ayaviri-Melgar, 2019.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. DEFINICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se define como aquellos subproductos o material no deseado en estado sólido o semisólido de los que el generador tiene la responsabilidad de disponer adecuadamente, de acuerdo a lo establecido al marco normativo nacional en materia ambiental y Salud teniendo en consideraciones de las afectaciones ambientales y de salud que pueda ocasionar, y así de esta manera puedan ser manejados a través de un ciclo cerrado que incluya las siguientes operaciones o procesos según sus características: (Ley General de Residuos Sólidos 27314, 2000)

- Minimización de residuos: se refiere a reducir los residuos que produce el hombre o la sociedad, lo cual para esta reducción se necesita tiempo, utilización de energía y recursos.
- Segregación en la fuente: consiste básicamente en la separación de los residuos sólidos en dos componentes en áreas o fuentes.
- Reaprovechamiento: referido a volver a obtener algún beneficio en el desarrollo de alguna actividad.
- Almacenamiento: se refiere a guardar ya sea física o digitalmente información o datos de toda índole.
- Recolección: se refiere a recoger algún objeto para alguna actividad.
- Comercialización: es la venta de algún objeto para un beneficio, en la realización de la producción.

- Transporte: movilización del residuo sólido de un lugar a otro.
- Tratamiento: mejoramiento de las condiciones iniciales del residuo.
- Transferencia: se podría considerar como un traslado de un sitio a otro, concediendo derecho
- Disposición final: procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

Según (Montes, 2009) plantea lo siguiente: los residuos sólidos son definidos como “aquellos materiales orgánicos o inorgánicos de naturaleza compacta, que fueron desechados luego de consumir su parte vital”. En efecto los residuos sólidos tienen relación con el desarrollo económico y productivo de una sociedad a medida que evoluciona”

Sin embargo los residuos sólidos son producto de todas las actividades antropogénicas y naturales en su gran mayoría son residuos sólidos que son desechados después de cumplir su vida útil (Tchobanoglous, 1994).

### 2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos se clasifican de acuerdo a la figura N°1.1(Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, 2009).

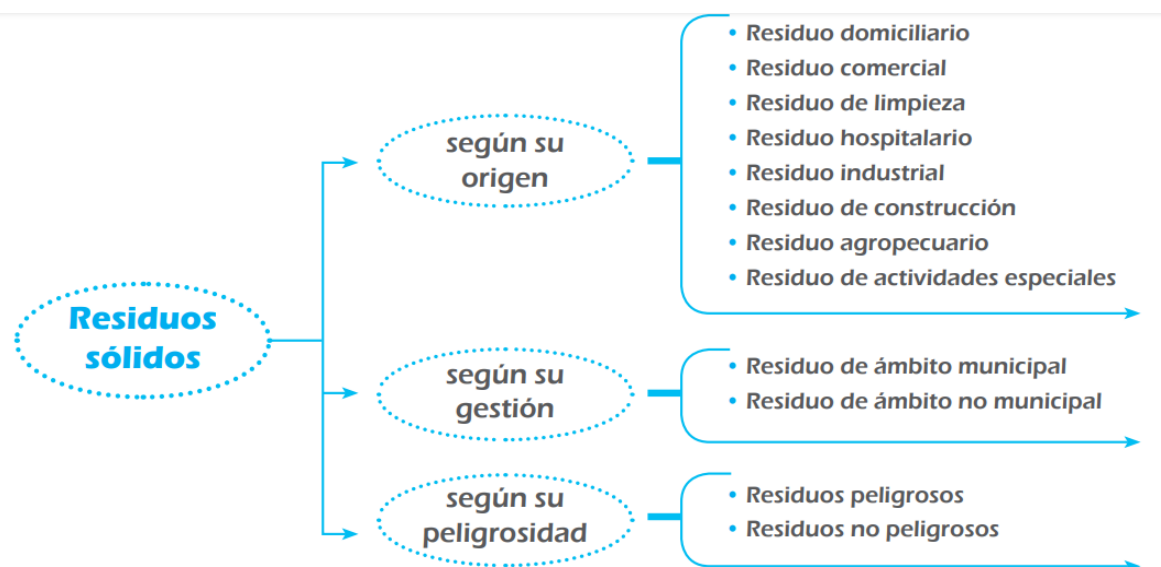


Figura N° 01 : Clasificación de residuos sólidos



**Fuente:** Sociedad Peruana de Derecho Ambiental

Al mismo tiempo los residuos sólidos están basados según su origen, que se encuentra tipificado en el Artículo 15° de la normativa nacional (Ley General de Residuos Sólidos 27314, 2000).

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

#### **2.1.2.1. De acuerdo a su origen**

##### **Residuos domiciliarios**

(Ley General de Residuos Sólidos 27314, 2000) explica que los residuos provienen de las actividades domésticas generados en los mismos y estos son: botellas, los restos de alimentos, periódicos, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros de igual similitud.

##### **Residuos comerciales**

Son los residuos generados en el desarrollo de actividades comerciales tales como mercados mayoristas o centros comerciales y están constituidos mayormente por papel, plásticos, embalajes diversos, restos de aseo personal, latas, entre otros similares.

Como lo establece la (Ley General de Residuos Sólidos 27314, 2000) son aquellos generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como centros de abastos de alimentos, restaurantes, supermercados, tiendas, bares, bancos, oficinas de trabajo, entre otras actividades comerciales y laborales análogas

##### **Residuos de limpieza de espacios públicos**

Son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas , independientemente del proceso de limpieza utilizado; cabe recalcar que el barrido de espacios públicos puede ejecutarse de manera manual o con ayuda de algún tipo de equipamiento.

**Residuos de los establecimientos de atención de salud y centros médicos de apoyo**

Estos residuos tienen las características de estar biocontaminados con agentes biológicos o infecciosos, como también por presentar altas concentraciones de microorganismos patógenos potencialmente peligrosos como: agujas hipodérmicas, algodones, inyectables, órganos patológicos, sangre contaminada, residuos de laboratorios; ya que estos residuos sólidos son generados en mayor parte por aquellos que realizan actividades para la salud como hospitales, postas de salud, clínicas, centros de salud, laboratorios clínicos, consultorios dentales, entre otros de igual similitud o afines a dicho rubro.

**Residuos industriales**

Dichos residuos son peligrosos como también no peligrosos los cuales son generados en los procesos productivos de las distintas industrias, tales como la industria manufacturera, minera, química, energética, pesquera y otras similares. Los residuos antes mencionados se presentan como lodo, ceniza, escoria metálica, vidrio, plástico, papel, cartón, madera, fibra, que generalmente se encuentran mezclados con sustancias alcalinas o ácidas, aceites pesados, entre otros, incluyendo en general los residuos considerados peligrosos.

**Residuos de la Industria de construcción**

Se define a aquellos que son generados en actividades de rehabilitación de áreas, restauración de edificaciones, edificios, carreteras, represas, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructura, básicamente son aquellos residuos inertes generados en la industria de la construcción.

**Residuos agrícolas o agropecuarios**

Las actividades netamente agrícolas y pecuarias son las que generan en el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias, principalmente residuos como envases de fertilizantes químicos, plaguicidas, agroquímicos, entre otros.

### **Residuos de instalaciones especiales**

Generalmente provienen industrias que representan una gran complejidad y que conlleva un riesgo en la disposición de estos, entre las cuales tenemos los PTAR's, tratamiento de agua para consumo humano, de aguas residuales, puertos pesqueros, terminales terrestres, instalaciones navieras entre otros.

#### **2.1.2.2. De acuerdo a su Gestión**

### **Residuos de gestión municipal**

La gestión de estos tipos de residuos es una responsabilidad del municipio desde el momento en que el generador los dispone a la entidad responsable que presta el servicio de recolección hasta su disposición final en el relleno sanitario, los principales generadores de este tipo de residuos son los domicilios, comercios y otros similares.

### **Residuos de gestión no municipal**

Se refiere a los residuos generados en las actividades que no estén incluidas en el ámbito de gestión municipal y por lo tanto su disposición final se realiza en los rellenos de seguridad, conforme con el Artículo 83° del Reglamento de la Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos.

#### **2.1.2.3. Por su Peligrosidad**

Se clasifican en:

### **Residuos Sólidos Peligrosos**

Se consideran residuos peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características a continuación: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad, a la vez presentan un riesgo considerable en el manejo, y disposición a los que son sometidos tanto para la salud de las personas y el medio ambiente, de acuerdo con la (Ley General de Residuos Sólidos 27314, 2000).

## **Residuos Sólidos no Peligrosos**

Son aquellos que se generan en los domicilios de las personas y el desarrollo de sus actividades por lo tanto presentan un riesgo mínimo el cual no es dañino para la salud de las personas y el medio ambiente además de que no presentan características de peligrosidad, conforme al marco normativo ambiental vigente.

### **2.1.3. RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS**

Estos residuos en su mayor parte están compuestos por materia orgánica que son bastantes biodegradables, entre los cuales son los restos de cocina, hojas secas, hojas del proveniente del mantenimiento de jardines y otros (Tchobanoglous, 1994).

Todo residuo orgánico ya sea de flora o fauna están sujetos a biodegradarse por ende su descomposición es rápida.

Desde la perspectiva de (Prieto, 2003), manifiesta que los propiedades intrínsecas que presentan los residuos orgánicos son aprovechables y de estos se puede obtener subproductos ecológicos ya que están compuestos por residuos orgánicos vegetales y animales que son susceptibles a una rápida descomposición en cambio los residuos inorgánicos no son biodegradables, a cambio sí pueden ser reutilizados.

#### **Clasificación de residuos orgánicos**

(Flores, 2001) las maneras más utilizadas y conocidas para clasificar los residuos sólidos orgánicos tienen relación con la fuente de generación, su naturaleza y sus características físicas las cuales son:

##### **Según su Fuente de generación**

Según su fuente se clasifican en:

##### **Residuos orgánicos provenientes del barrido de las calles**

Se refiere a aquellos residuos almacenados en áreas públicas, su contenido puede ser muy variado como también pueden encontrarse residuos de frutas, papeles y plásticos.

**Residuos orgánicos institucionales**

Estos residuos en su mayor parte provienen de instituciones públicas gubernamentales como también del sector privado; y tienen la peculiaridad de estar conformados por papeles bond, folders, cartones y residuos de alimentos provenientes de los comedores institucionales.

**Residuos orgánicos de mercados**

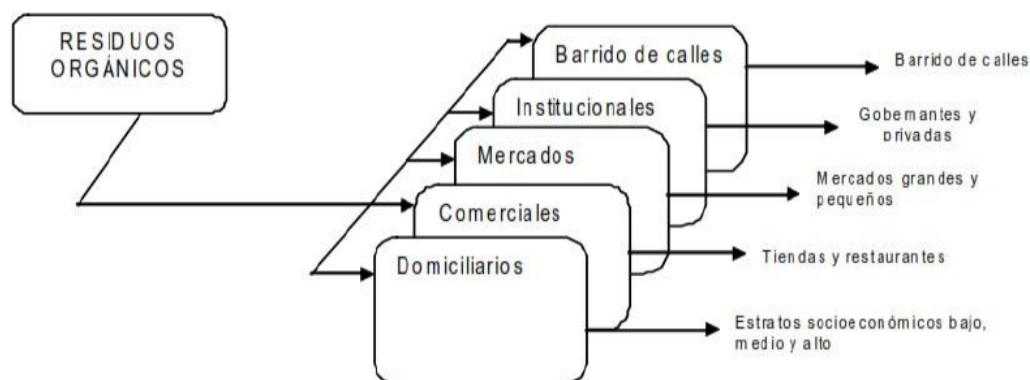
Se define como todo residuo procedente de los mercados de abastos; estos residuos orgánicos son fuente principal de materia orgánica los cuales pueden ser aprovechados y posteriormente se puede obtener productos ecológicos como fertilizantes orgánicos tales como el compost, humus entre otros.

**Residuos sólidos orgánicos de origen comercial**

Son residuos provenientes de los establecimientos comerciales, entre los que se incluyen tiendas y restaurantes, los cuales son la fuente con mayor generación de residuos orgánicos debido al tipo de servicio que ofrecen como es la venta de comidas. Estos residuos requieren de un trato especial por ser fuente aprovechable para la alimentación de ganado porcino.

**Residuos sólidos orgánicos domiciliarios**

Son residuos provenientes de hogares, cuya característica puede ser variada, pero que mayormente contienen restos de verduras, frutas, residuos de alimentos preparados, podas de jardín y papeles. Representa un gran potencial para su aprovechamiento.



**Figura N°02:** Clasificación de los residuos orgánicos municipales según fuente de generación.

**Fuente:** Dante Flores: Guía para el Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos (2001).

### De acuerdo a su Naturaleza o Característica Física

Los residuos orgánicos de este tipo son clasificados de acuerdo a su naturaleza y peculiaridad física que presente los cuales son:

#### Residuos de alimentos

vienen de distintas procedencias de las que disponemos entre ellas tenemos: restaurantes, comedores, hogares y otros establecimientos de expendio de alimentos.

#### Estiércol

Son residuos fecales de animales (ganado) provenientes de camales que se aprovechan para su transformación en bioabono o para la generación de biogás.

#### Restos vegetales

Son residuos provenientes de podas o deshierbe de jardines, parques u otras áreas verdes; también se consideran algunos residuos de cocina que no han sido sometidos a procesos de cocción como legumbres, cáscara de frutas, etc.

**Papel y cartón**

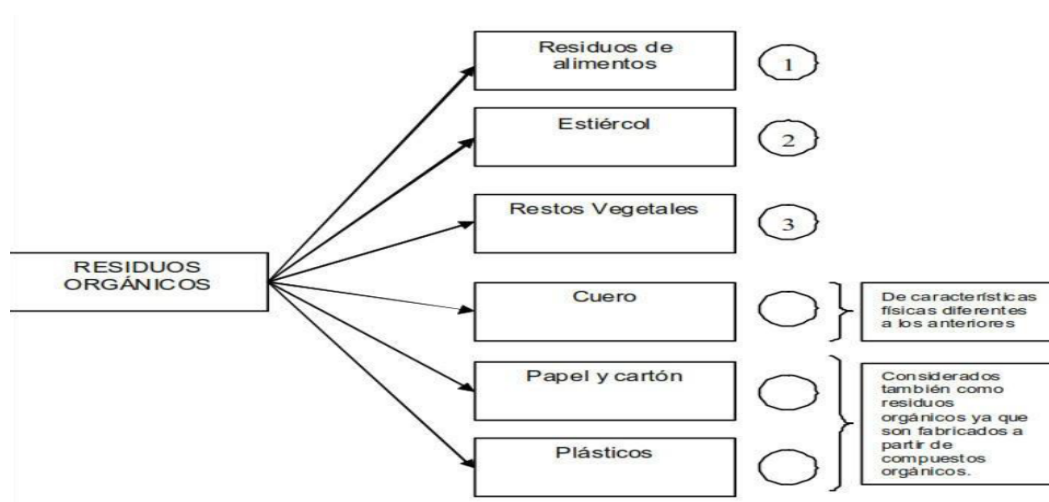
Son residuos provenientes en su mayoría de actividades comerciales y domiciliarias, los mismos que por estar constituidos por fibra celulosa representan un gran potencial orgánico para su reciclaje.

**Cuero**

Estos residuos generalmente provienen de productos de cuero no utilizados.

**Plásticos**

Estos desechos son de origen orgánico, pero estos están compuestos básicamente por químicos como el etanol (componente de gas natural) y también derivados del petróleo.



**Figura N° 03 :** Clasificación de residuos sólidos orgánicos según su naturaleza y/o características físicas.

**Fuente:** Dante Flores: Guía para el Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos (Marzo 2001).

**2.1.4. IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

Los residuos sólidos orgánicos ocasionan problemas ambientales en las áreas urbanas, rurales y zonas industrializadas de ámbito municipal, ya que generan impacto ambiental

negativo por el inadecuado manejo de los mismos que amenazan la sostenibilidad, sustentabilidad ambiental y la salud humana.

(Trinidad, 2020), manifiesta en su investigación que el manejo de residuos sólidos en el mercado modelo de Huánuco, tiene un impacto ambiental tanto en la dimensión suelo, agua, aire y salud y por lo tanto existe una relación entre el Impacto ambiental y el deficiente manejo de residuos sólidos en el mercado modelo de Huánuco.

De acuerdo con (Barrera y Velecela, 2015), expresan que debido al aumento de los mercados la contaminación ambiental se agrava a raíz de que estos mercados no cuentan con un manejo adecuado de residuos de estas características y una adecuada zona de almacenamiento de estos residuos peligrosos; evidenciando además que la mayoría tuvo un deficiente manejo de los mismos, a la falta de información por parte de las autoridades municipales y el grado de escolaridad de los dueños de cada puesto.

(DIGESA, 2004), reporta sobre los principales Impactos Ambientales que tiene una mala gestión de residuos son las siguientes:

- Contaminación del aire por quema de basura y potenciales incendios.
- Polución de aguas superficiales y modificación de sistemas naturales de drenaje por el vertido de residuos en cuerpos de agua.
- Deterioro de la calidad de aguas subterráneas, por inadecuada disposición final y por inadecuado tratamiento de lixiviados en rellenos sanitarios.
- Degradación de suelos, sobre todo por residuos peligrosos
- Contaminación de alimentos, especialmente en crianza de ganado porcino.
- El paisaje llega a tomar una mala imagen.
- Se producen vectores como mal olor y ruidos molestos.

En la gestión de los residuos sólidos y sus fases que la componen desde su generación hasta su disposición final hay un riesgo significativo el cual por desconocimiento es manipular los residuos peligrosos lo cual está directamente vinculado con daños a la salud de las personas y generando impactos ambientales negativos como vectores



contaminantes, enfermedades, plagas (ratas) (Organización Panamericana de la Salud 2003).

De igual importancia en el (Informe Defensorial N° 125, 2003), se menciona que las poblaciones son susceptibles y vulnerables por causa de problemas de salud vinculados con el inadecuado manejo y gestión de residuos sólidos debido a lo siguiente:

- Algunos trabajadores formales e informales manipulan residuos desconociendo los riesgos.
- Existe un mal servicio de recolección para la población.
- Cerca del lugar de tratamiento y disposición final de residuos hay una población que vive.
- Hay la presencia de una población de segregadores y sus familias.
- Los cuerpos superficiales de agua, la calidad del suelo, los animales de consumo humano que están por la zona se encuentran contaminados y en condiciones insalubres debido a la exposición directa a los residuos sólidos peligrosos afectando a la población que vive en las periferias.

El inadecuado manejo y gestión de residuos sólidos tiene un impacto negativo en la salud de las personas, medio ambiente, condiciones de vida y económicamente, siendo los más afectados los pobladores de la zona. Se debe tener en cuenta que el sistema económico se encuentra directamente vinculado a los sistemas naturales (Informe Defensorial N° 133, 2009), por ello un entorno contaminado y en mal estado no cumple los servicios ambientales que podría prestar un ambiente en una situación adecuada.

### **Botaderos y los Residuos Sólidos**

Citando a (Herrera, 2012), considera que los residuos sólidos, comúnmente llamados “basura” los cuales se clasifican en orgánicos e inorgánicos son producto de las actividades antropogénicas del hombre, esto quiere decir que los residuos sólidos urbanos son un problema latente a nivel económico, político, social y ambiental; la dificultad es la cantidad de basura que se generada, y asu vez la ineficiencia de los servicios de recolección y disposición final de ellos.

### **Impactos de los residuos sólidos en los botaderos**

La presencia de agentes y/o organismos extraños en el medio ambiente produce contaminación ambiental en determinadas cantidades presentes, tiempo en el que permanezcan en el ambiente y las condiciones a las que estén sometidas provocando así desequilibrios y pérdidas ecológicas a causa de un incorrecto manejo y disposición de los residuos sólidos, por otro lado contaminan tres recursos básicos para la vida: el agua, suelo y aire (Guía Manejo de Residuos Hondupalma, 2011).

### **Contaminación del agua**

las aguas superficiales y subterráneas son contaminados en su mayor parte por la descomposición de los residuos orgánicos que se encuentran en los botaderos ya que estos generan líquidos lixiviados que se filtra a través del suelo, es por ello que se debe de dar un adecuado manejo y disposición final para no contaminar las aguas subterráneas (United States Environmental Protection Agency, 2016).

En resumen, los residuos orgánicos que se vierten en los botaderos a cielo abierto contaminan el agua superficial de ríos, arroyos y aguas subterráneas esto sucede cuando el líquido lixiviado de los residuos orgánicos se infiltran en el suelo esto junto con la contaminación bioquímica de los residuos producen sustancias orgánicas e inorgánicas presentes en el agua con una composición alta de agentes orgánicos sintéticos biodegradables lo cual sus altas concentraciones incrementan los niveles de toxicidad y generan un riesgo para la salud de las personas y el medio ambiente.

### **Contaminación del suelo**

De acuerdo con (Uriarte, Calvo, Moreno, y Cáceres, 2003) que al utilizar la superficie del suelo para disponer residuos sólidos el impacto inmediato es sobre el sistema edáfico, porque se reemplaza el suelo por residuos sólidos. La alteración de la calidad edáfica del suelo se da principalmente por la producción de lixiviados, que al tener alta concentración de sustancias químicas ocasionan desbalances en el ciclo de nutrientes, las propiedades físicas del suelo y los ciclos biogeoquímicos.

### Contaminación del Aire

Con base en (United States Environmental Protection Agency, 2016) los gases de los botaderos contienen una gran variedad de componentes corrosivos, tóxicos y olorosos. Entonces estos gases generan emisión, primeramente metano (CH<sub>4</sub>), segundo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) los cuales contribuyen al efecto invernadero y por ende al calentamiento global.

(Vegara, 2008) en su investigación “Metodología de diagnóstico ambiental de vertederos, adaptación para su informatización utilizando técnicas difusas y su aplicación a vertederos de andalucía” afirma lo siguiente: que la contaminación de la atmósfera en los botaderos se puede dar de manera local y global además Localmente se pueden apreciar efectos como olores desagradables, incendios y explosiones, esto como producto de la generación de biogás, asimismo incendios provocados; material particulado y los ruidos producidos por la operación de maquinarias y transporte de residuos este impacto global se da porque el biogás al tener principalmente componentes como el metano y dióxido de carbono pueden contribuir con el efecto invernadero, sumándose los clorofluorocarbonados que tiene efectos en la disminución de la capa de ozono.

- **Gases de efecto invernadero (GEI):** El metano como el bióxido de carbono tienen propiedades que retienen la radiación solar y elevan la temperatura de la atmósfera.
- **Deterioro de la capa de ozono:** Se debe al uso de los clorofluorocarbonos o CFC como se les conoce, estos son agentes químicos los cuales están presentes en los propulsores de aerosoles para el cabello y acondicionadores, en algunas pinturas, desodorantes y sprays, una vez que los envases de dichos productos llegan a la basura se convierten en una fuente de emisión gases dañinos para la atmósfera.

(Rojas Mamani, 2017) en su investigación “Evaluación cualitativa del impacto ambiental y distribución espacial de los botaderos vecinales temporales de residuos sólidos en la ciudad de Puno” Manifiesta que los impactos ambientales generados por los botaderos de residuos sólidos por componente ambiental con carácter negativo representan el 62,96 % tanto en el ambiente físico, biológico como en el socioeconómico; mientras que los

impactos positivos alcanzan el 37,04 % exclusivamente en el ambiente socioeconómico y dentro de las actividades de recolección municipal los impactos negativos alcanzan el 33,33 % en la actividad “permanencia”, la “disposición” y la “segregación” con 14,81 % de los impactos negativos en cada uno por otro lado la jerarquización de impactos se puede concluir que los impactos generados por los residuos sólidos en la ciudad de Puno son “no significativos”

#### **2.1.5. EFECTOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN EL RELLENO SANITARIO Y BOTADEROS**

De acuerdo con (Seonaez Calvo, 2000), la fracción orgánica de los residuos generados en un municipio corresponde a más del 60% del total de los residuos, por lo que es un componente fundamental que influye en todas las etapas del servicio de recolección, el transporte y la disposición final además estos residuos orgánicos además ocasionan problemas en la etapa de disposición final los cuales son:

- El gran contenido de humedad (50% a 80%) de esta fracción orgánica, es una de las principales fuentes de generación de lixiviados en el sitio de disposición final de los residuos sólidos, convirtiéndose en el principal problema ambiental de un relleno sanitario, dentro del Relleno sanitario la captación de estos lixiviados y el tratamiento que conlleva es uno de los mayores problemas técnico-económico a los que se enfrentan las entidades competentes.
- En el relleno sanitario la fracción orgánica presente sufre una degradación anaeróbica generando ciertos gases que contribuyen con el efecto invernadero entre los cuales son el ( $\text{CH}_4$ ) más conocido como metano el cual debe ser captado en el relleno para su aprovechamiento para obtener biogás antes de ser emitido a la atmósfera y comprometa la calidad del aire.
- El aprovechamiento del biogás en un relleno sanitario demanda problemas técnicos y económicos los cuales deben ser solucionados para su óptima captación.
- En botaderos de basura a cielo abierto genera la producción de un gas compuesto

aproximadamente por 55% de metano ( $\text{CH}_4$ ), 40% de gas carbónico ( $\text{CO}_2$ ) y 5% de nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) más otros gases minoritarios que son considerados como contaminantes dentro de gases de efecto invernadero.

- Los gases de efecto invernadero disminuyen considerablemente la vida útil de los rellenos sanitarios aumentando así la cantidad de residuos que son vertidos en ellos.
- La degradación de la fracción orgánica en condiciones anaeróbicas emite olores desagradables.

### 2.1.6. PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Tchobanoglous, (1994), describe que son las variaciones que pueden causar en la forma y composición de los mismos, deben tener en cuenta para mejorar y crear sistemas de gestión de residuos sólidos, ya que deben constituir la base para la toma de decisiones respecto a dicha gestión.

#### Propiedades Físicas

Las características físicas más importantes de los residuos sólidos incluyen: (Tchobanoglous, 1994)

- **Cantidad y densidad:** La cantidad está referida a la generación de residuos sólidos, expresado como tasa de generación permanente de residuos en Kg/hab/día; y a nivel municipal, comprendido como toneladas métricas de residuos sólidos (tn/día), esta magnitud permite conocer la demanda del servicio a prestar, así como planificar la infraestructura, la logística y los recursos necesarios en el mediano plazo, la producción anual de residuos sólidos determina la vida útil y demanda de lugares para rellenos sanitarios, la cantidad también puede servir como indicador de la gestión de residuos sólidos municipales.
- **Composición y granulometría:** La composición, es el término que se va aplicar para poder describir todos los componentes personales que tienden en constituir el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes

por peso, la información sobre la composición es importante para evaluar las necesidades de los equipos, los sistemas y programas y planes de gestión.

La granulometría se refiere a la distribución del tamaño de las partículas de los residuos.

### **Propiedades Químicas**

La alta variabilidad en la composición de los materiales que constituyen los residuos sólidos urbanos da como resultado una composición química muy variable, para el caso de los residuos sólidos, las características químicas frecuentemente evaluadas son:

- Poder calórico, proporción de carbón fijo, nitrógeno y azufre.
- Proporción de cenizas.
- Proporción de materiales volátiles (combustibles).
- Presencia de metales pesados (arsénico, cadmio, mercurio, antimonio, plomo, otros).

### **Propiedades Biológicas**

**Biodegradabilidad:** Posiblemente la característica biológica más significativa de la parte orgánica en los residuos sólidos es que aproximadamente todos los componentes orgánicos pueden ser manipulados biológicamente en gases y sólidos comparativamente inertes en ese sentido la obtención de olores y la procreación de moscas están relacionadas con el ambiente putrefactible de los materiales orgánicos encontrados.

#### **2.1.7. RESIDUOS SÓLIDOS Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

Los residuos sólidos y su valorización cumple un rol importante, utilizando alternativas locales sostenibles enfocadas hacia el desarrollo sostenible cabe recalcar que es una necesidad para alcanzar modelos de desarrollo ecológicamente conservadores y económicamente independientes, al convertirse en fuentes de trabajo, generadoras de alimentos orgánicos, conservar el medio ambiente natural, entre otros.

Mediante un tratamiento adecuado de los residuos sólidos orgánicos se busca fomentar la producción ecológica sostenible, sustituyendo la dependencia de productos químicos, el uso de bioplaguicidas, controles biológicos, los fertilizantes químicos por abonos orgánicos, un manejo integral de los residuos sólidos, implica no solamente tratarlos, reciclarlos y disponerlos adecuadamente, implica a todos y abarca desde la

responsabilidad y el compromiso por reducir, implementar tecnologías limpias, procesos ecoeficientes, basados en la sostenibilidad del desarrollo de la sociedad con el medio ambiente (Fernandez, 2005).

#### **2.1.8. ECONOMÍA CIRCULAR**

En efecto (Cerdá y Khalilova, 2017) enfatiza en su artículo de investigación que el modelo económico vigente hasta el día de hoy es la económica lineal que consiste básicamente en “tomar, consumir y arrojar” siendo un modelo de economía no sostenible, por ello propone que la economía circular como una alternativa viable hacia un modelo de sociedad que utiliza y optimiza los residuos sólidos, reducción del consumo de materias primas, valorizando y aprovechando los residuos esto constituye una alternativa al modelo lineal cerrando bucles en ecosistemas industriales y minimizando residuos garantizando un crecimiento sostenible.

No obstante (González, 2018), analiza y ratifica que la economía circular es una alternativa al modelo lineal con el único objetivo de mejorar la eficiencia de los recursos no renovables adoptando medidas ligadas a un crecimiento sostenible, es decir dando un valor a los productos, los materiales y los recursos se mantengan en la economía durante un tiempo mayor a su vida útil, reducir al mínimo la generación de residuos desde el enfoque que la economía circular es un tema transversal, es decir que abarca lo económico, social, ambiental y se retroalimentan generando así innovación responsable.

Del mismo modo en la (Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos D.L. N° 1278, 2017), hace mención de la gestión integral de residuos sólidos y tiene como uno de sus principios la economía circular, el cual debe cumplirse eficientemente en toda gestión por lo que se refiere a la recuperación de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos re-introduciéndolos dentro de un ciclo cerrado o técnico según el tipo de residuo, a su vez la valorización de estos residuos representan un gran potencial, por lo tanto, su valor agregado es considerado de utilidad en actividades de aprovechamiento de sustancias inorgánicas y orgánicas obteniendo productos ecológicos como fertilizantes los cuales

beneficiaran la productividad y recuperación de suelos, entre otras opciones adecuadas de acuerdo al tipo de residuo a aprovechar.

### **2.1.9. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS**

Salamanca, (2014) en su investigación “Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C.” indica lo siguiente: los residuos sólidos orgánicos hoy en día son arrojados a los rellenos sanitarios, botaderos así que como tal no tienen ningún valor, ocasionando problemas de tipo ambiental, económico y social por lo tanto la mejor manera de aprovecharlos y minimizarlos es mediante técnicas de transformación física, química y biológica.

Desde el punto de vista de Rodríguez , (2012) sostiene que el proceso de aprovechamiento de los residuos orgánicos conlleva fases, teniendo como objetivo valorizar el residuo orgánico dándole un valor agregado y a su vez obteniendo un subproducto eco amigable incorporandolo a un ciclo cerrado pero con un valor comercial, hay que hacer notar que el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos mediante una óptima gestión y manejo de estos mitigara el vertido sin control en los botaderos trayendo como beneficios conservar y reducir la demanda de recursos naturales, el consumo de energía, preservación de los sitios de disposición final, impacto ambiental mínimo, reducción de la cantidad de residuos orgánicos que son vertidos en los sitios de disposición final y reduciendo los costos de mantenimiento.

Desde la posición de Jaramillo y Zapata, (2008), consideran que el aprovechamiento de la materia inicial (residuos orgánicos) contemplan varias etapas, los cuales una vez valorizados forman parte de un sistema cerrado tomando un valor económico como un subproducto derivado de los residuos orgánicos (abono o fertilizantes orgánicos), entonces el aprovechamiento debe de ser vialmente económico, técnicamente factible y ambientalmente adecuado, de tal manera que las acciones de aprovechar los residuos estén dentro del marco normativo vigente.



- Los residuos orgánicos son considerados como materia prima con un valor comercial, por lo tanto están sujetos a las disposiciones del mercado y son considerados como insumo para otros subproductos.
- El aprovechamiento de los residuos sólidos se puede dar de manera directa y/o como resultado de un conjunto de etapas de proceso de tratamiento como la obtención de productos orgánicos como fertilizantes, abono, biocas, biochar, entre otros.
- Los residuos aprovechables deben de ser definidos en los planes de gestión de residuos sólidos los cuales son formulados por las autoridades en materia ambiental y municipalidades dentro de su jurisdicción.
- Debe haber un mercado para los residuos que se vayan a aprovechar, además los generadores de la materia prima a tratar y los productores finales que se encargará del tratamiento deben de estar comprometidos para generar una oferta de abonos orgánicos a un buen precio.

## **BENEFICIOS**

El aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, sea mediante compostaje o mediante otro tratamiento, generan los siguientes beneficios ambientales y económicos:

### **Beneficios ambientales**

- Menor cantidad de lixiviados generados y menor riesgo de contaminación de las aguas.
- Menor cantidad de gases efecto invernadero disminuyendo su impacto en relación al cambio climático.
- Menor uso de terreno para disposición final con posibilidad de extender la vida útil del relleno sanitario.
- Se produce compost que puede servir como mejorador de suelos y abono orgánico y no produce sobrecarga química al suelo.
- Reemplazo de fertilizantes químicos por un abono orgánico.

**Beneficios económicos**

- Posibilidad de extender la vida útil del relleno sanitario.
- Disminuye la generación de lixiviados en el relleno y por lo tanto los costos de tratamiento de éstos.
- Disminuye la generación de biogás en el relleno y por lo tanto los costos de captación y tratamiento de este.
- Se genera posibilidad de venta o de uso del compost o humus de lombriz para fines municipales (viveros, áreas públicas, protección de cuencas, reforestación de rellenos clausurados) o privados productivos (agricultura, jardinería)
- En el caso de aprovechamiento mediante biodigestión, uso del biogás como energía y/o de los subproductos, biol y compost como fertilizantes naturales.
- Reemplazo de fertilizantes químicos por un producto más económico y natural.

**2.1.10. TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS**

De acuerdo con Calcina, (2015) en su investigación “Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos para la producción de abono orgánico en el Distrito de Asillo” señala que la población urbana de Asillo genera el 42% de residuos orgánicos los cuales pueden ser aprovechados para la producción de abono orgánico en el distrito de Asillo siendo una actividad eficiente desde el punto de vista ambiental, siempre y cuando se realice adecuadamente por lo tanto pueden ser aprovechados para la producción de abonos orgánicos por el método de compostaje.

Citando a O’Brien, (2019), en su investigación “Análisis de las diferentes técnicas para el aprovechamiento energético de los residuos orgánicos municipales e industriales”, Sostiene que el compostaje también resulta una buena alternativa para gestionar los residuos orgánicos municipales e industriales, permitiendo obtener resultados a los que se les puede dar una buena gestión y uso adicional a eso también recomienda la fermentación anaeróbica, puesto que esta técnica permite la obtención de un biogás y da más facilidades en tanto al procedimiento para la obtención de energía aprovechando cualquier tipo de residuo orgánico.

El tratamiento de los residuos sólidos orgánicos consiste en el proceso de transformación del residuo orgánico en compost, humus, existen diferentes alternativas para el tratamiento de estos residuos (MMAyA/VAPSB/DGGIRS/Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, mediante compostaje y Lombricultura, 2012):

### **COMPOST**

Consiste en la transformación controlada de materiales orgánicos (restos de frutas y verduras, de podas, pasto, hojas, etc.), a través de un proceso biológico para obtener compost, un abono natural por ello esta transformación inicia con la descomposición de los residuos orgánicos por parte de microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos y fauna típica del suelo, gusanos de tierra, caracoles, cochinillas, etc.) en condiciones aerobias, es decir en presencia de oxígeno. A través del control y el monitoreo varios factores, se puede favorecer, e incluso acelerar, el proceso de degradación.

Teniendo en cuenta a Gutiérrez, (2014) recomienda para el tratamiento de residuos orgánicos tanto en distintos entornos socioeconómicos el compostaje es una tecnología muy versátil y adecuada entonces a pesar de la amplia gama de tecnologías, desde el simple compostaje doméstico hasta los sistemas de alta tecnología centralizados pueden llevarse a cabo de una forma relativamente simple, este tratamiento tiene una elevada aceptación social en comparación con otras tecnologías, como la incineración o el depósito en vertedero.

Por lo tanto, el compostaje es un proceso biológico aerobio (con presencia de oxígeno) que, bajo condiciones de ventilación, humedad y temperatura controladas, transforma los residuos orgánicos degradables en un material estable e higienizado llamado compost, que se puede utilizar como enmienda orgánica, el proceso de compost imita la transformación de la materia orgánica en la naturaleza, y permite homogeneizar los materiales, reducir su masa y su volumen e higienizarlos además este tratamiento favorece el retorno de la materia orgánica al suelo y su inserción en los ciclos naturales. Desde el punto de vista de Suni, (2018), en su investigación "Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en compost del mercado mayorista metropolitano Río Seco-La

parada Cerro Colorado” Sostiene lo siguiente: la cantidad promedio de residuos generados es de 80,779.1 toneladas/mes proyectada para un año es de 969,348.7 toneladas/año con lo que se podría elaborar 555,124.8 toneladas/año de compost por ende se elaboró compost donde se apilaron 1,2 toneladas de insumos por pila de compostaje que se sometieron a un proceso de descomposición obteniéndose homogeneidad en los parámetros al culminar el proceso de compostaje, lográndose la obtención del compost en 12 semanas con un pH de 7.6, conductividad eléctrica 1.04 dS/m, materia orgánica 37.88%, carbono orgánico 21.97%, nitrógeno 0.99%, relación C/N 22.19, fósforo 0.56%, potasio 1.25%, calcio 1.27% y magnesio 0.31%; teniendo en cuenta que la calidad obtenida al culminar el proceso de maduración de acuerdo a la norma chilena y la FAO se clasifica como compost de clase A, obteniéndose un rendimiento de 0,687 toneladas/pila de compostaje y con una rentabilidad de 44,69%.

### **FASES DEL COMPOSTAJE**

Las fases del compostaje se dan en condiciones aeróbicas (cuando hay presencia de oxígeno) bajo ciertas condiciones que tienen efecto directo en el producto final como la humedad y temperatura, entonces estos procesos comprenden un proceso biológicos y al final se obtiene subproductos orgánicos homogéneos que son asimilables por la flora.

El compost es la transformación final de un conjunto de etapas metabólicas y biológicas a las que están sujetos los residuos orgánicos, bajo diferentes microorganismos presentes en cada etapa, en tal sentido se afirma que en presencia de oxígeno, los microorganismos aprovechan el nitrógeno (N) y carbono (C) para así producir una biomasa y en este proceso los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos carbono (C) y nitrógeno (N), pero más estable en contraste con el compost.

Según la temperatura generada durante el proceso, se reconocen tres etapas principales en este proceso, además de de una etapa de maduración de duración viable por ello las diferentes fases del compostaje en función de su temperatura se dividen:

### **FASE MESÓFILA I**

Como señala Sztern y Pravia, (1999) indican que la primera fase de latencia o desarrollo, llamada también mesolítica o mesófito, en que los microbios se hallan adaptándose al medio putrefacto y comienza a multiplicarse, dura de 2 a 4 días y se desenvuelven bien a temperaturas que pueden superar los 50°C, los microorganismos oomicetos, zigomicetos, ascomicetos, basidiomicetos y hongos imperfectos se multiplican rápidamente por la actividad metabólica, que eleva la temperatura, produciendo ácidos orgánicos que hacen bajar el pH. En este periodo son atacadas sustancias carbonadas fácilmente oxidables como los glúcidos, almidón, aminoácidos y proteínas solubles.

### **FASE TERMÓFILA O DE HIGIENIZACIÓN**

Como señala Gallardo, (2013), afirma en su trabajo de investigación que la obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana afirma lo siguiente: Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de carbono, como la celulosa y la lignina.

Los microorganismos proceden a transformar el nitrógeno (N) en amoníaco (NH<sub>3</sub>) por lo que el pH tiende a elevarse, es entonces cuando alcanza una temperatura de 60 °C actúan las bacterias produciendo esporas y actinobacterias estos son los responsables de descomponer las ceras, hemicelulosas entre otros compuestos de carbono complejos, esta fase tiende a durar desde días hasta meses, de acuerdo al tipo de material que utilicen como materia prima, es preciso señalar que las condiciones ambientales como el factor climático influyen directamente en el proceso.

Por un lado a esta etapa también se le denomina higienización dado el calor que se genera elimina bacterias y demás contaminantes fecales como la Escherichia coli y Salmonella spp, en esta fase es indispensable que la temperatura esté por arriba de los 55 °C, para que elimine los quistes y huevos de helmintos (gusanos parásitos), esporas

de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que se encuentran en el material de origen y así obteniendo finalmente un producto higienizado.

### **FASE DE ENFRIAMIENTO**

Teniendo en cuenta a Naranjo, (2013), menciona que cuando hay una ausencia de carbono y nitrógeno (N) en esta etapa la temperatura tiende a bajar de 40-45°C, y a su vez continúa la degradación de ciertos polímeros como la celulosa, y surgen algunos hongos visibles. Sin embargo al descender la temperatura a unos 40 °C los organismos mesófilos reinician su actividad, el pH del medio de la pila desciende levemente, seguidamente el pH se mantiene ligeramente alcalino; por ende esta fase necesita de varias semanas y tiende a confundirse con la fase de la maduración.

En cambio Soria, (2018), describe que el agotamiento de ciertos nutrientes y la muerte de los microorganismos termófilos provocan una caída de la temperatura igual o inferior a los 40° C.

En cambio los microorganismos mesófilos utilizarán nutrientes como la celulosa y lignina restantes en la pila de compost provocando una caída de la temperatura cercanos a la temperatura ambiente, así mismo el material que está estable biológicamente tiende a durar de 2 a 5 semanas aproximadamente.

### **FASE DE MADURACIÓN**

Según Roman, Martínez, y Pantoja, (2013), sostienen que esta fase tiene un período que dura meses a una temperatura ambiente, dentro de las cuales se generan reacciones secundarias de condensación y polimerización de los compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

Por otro lado Naranjo, (2013) afirma que en esta fase de maduración se caracteriza por mantener una fermentación lenta, los microorganismos termófilos disminuye, pero aparecen otros como los basidiomicetos que degradan la lignina y los actinomicetos la celulosa, en esta etapa es el momento de la síntesis coloidal, húmico, hormonal, vitamínico, de antibióticos y otros compuestos

### 2.1.11. CALIDAD DE COMPOST

De acuerdo con Córdova, (2006) menciona que establecer la condición inicial del material a compostar es de suma importancia para determinar el contenido de las propiedades físicas y químicas, que favorecen el desarrollo y proliferación de microorganismos aeróbicos, además de determinar el medio más óptimo para las mismas las características finales servirán como medida de cómo se ha desarrollado el proceso.

Desde el punto de vista de Rodríguez, (2017), en su investigación “Influencia del uso de Residuos Orgánicos de domicilios, mercados y jardinería, en la calidad y eficiencia del compost Takakura, Laredo – 2017” enfatiza lo siguiente:

Las características iniciales de los residuos orgánicos ayudaron a analizar el comportamiento del compostaje, la humedad de los residuos resultó ser alta en los residuos de mercados, generado principalmente por el inadecuado almacenamiento, el pH tuvo valores ligeramente alcalinos en los residuos de mercados y domicilios, a diferencia de la cifra cercana a neutro de los restos de jardinería la relación carbono nitrógeno fue baja en todas las muestras, esto originado principalmente por la composición que poseen en lo que respecta a la materia orgánica, todas las muestras sobrepasaron el 60% que es el indicador óptimo que debe tener la materia a compostar.

Por lo tanto recomienda el uso de los diferentes residuos orgánicos y estos tienen influencia significativa en la calidad y eficiencia del compost, pues no todos presentan las mismas condiciones en su desarrollo.

Bueno, Díaz y Cabrera, (2008), proponen que es un factor clave para determinar un compost de calidad es el tipo de materia orgánica a compostar, la cual tiende a reducirse durante el proceso, debido a la mineralización y por consiguiente a la pérdida de carbono en forma de CO<sub>2</sub>. Las pérdidas representan aproximadamente el 20% en masa de los materiales a compostar.

Huerta, Martínez, Gallart, Soliva, y López, (2010), sostienen con relación a la calidad del compost como enmienda orgánica debe ser beneficiosa para el suelo y el crecimiento de las plantas en ese enfoque, se debe interpretar a tres niveles: calidad física, química y

biológica y así lograr un compost con una baja presencia de impurezas (calidad física), un buen nivel de componentes agrónomicamente útiles, un bajo contenido en contaminantes (calidad química) y una reducida carga patógena con o sin presencia de microorganismos (calidad biológica), las mismas que dependen de dos factores básicos: la composición inicial de los materiales de partida (restos vegetales) y el manejo del proceso.

Como afirma Juan de Dios (2019), determina que la calidad física, calidad química y la calidad biológica del compost a partir de RSO a través del compostaje es de calidad A, considerando la calidad física, consideración las propiedades químicas del compost y Considerando las propiedades biológicas a pesar de presentar inferior contenido de humedad en base a la Norma chilena 2880 se tiene que el compost es de calidad A.

Teniendo en cuenta a Huamán C. (2017), propone que para la generación de un compost de óptima calidad se debe de aplicar metodologías de control de calidad en base al tratamiento de los residuos orgánicos identificando si su composición presenta valores aceptables de carbono y nitrógeno (N) para que una vez combinados homogéneamente logren tener una relación C/N viable dentro de un rango de 30 a 40 % (materia húmeda) en función al residuo generado. Para el experimento se planteó variantes de 30(CB), 35(CR) y 40(CA), que indican la variación de la relación C/N, Combinación baja(CB), combinación regular o media(CR) y combinación Alta(CA) para conocer las proporciones del tratamiento, durante el proceso se monitoreo los parámetros de pH que alcanza valores por encima de 8, el contenido de humedad también se comporta de acuerdo a los parámetros de calidad comparados de otros países que llegan hasta el valor de 40%, la cantidad de materia orgánica se mantiene en un promedio de 20%, mientras que para los componentes en materia seca de Nitrógeno llega a un promedio de 1.5% y de Fósforo calculado a partir del Fosfato se tiene un valor mayor a 0.5% al final del proceso de compostaje el que tuvo mejor resultado fue el tratamiento CA, comparado con las otras y con el compost convencional luego se hizo una prueba de germinación con la especie *lepidium Sativum*, y se determinó una relación aproximada del 96% de crecimiento y desarrollo de la planta comparado con el



tratamiento CA, se concluye que la distribución C/N en base seca en un promedio de 7, que se aproxima a los estándares internacionales de calidad de compostaje.

## **FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL COMPOST**

### **RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO (C/N)**

Como expresa Rodríguez (2002), describe que en el proceso de compostaje los microorganismos utilizan el carbono y el nitrógeno (N) para conseguir energía y la síntesis de proteínas es por ello que estas dos elementos son imprescindibles para que haya presencia de organismos, por lo tanto deben estar adecuadamente proporcionados en caso contrario si el material a utilizar contiene bastante carbono la relación será muy alta y el proceso de compostaje será lento, las temperaturas no subirán lo suficiente y habrá una pérdida de carbono en forma de dióxido ( $\text{CO}_2$ ) y amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), por lo tanto es esencial una óptima relación de carbono y nitrógeno (C/N) para obtener un producto de calidad.

### **HUMEDAD**

Considerando a Barrena (2006), manifiesta que el material sometido a compostaje debe de tener un porcentaje de humedad dentro de un rango aceptable como es un factor esencial dado que los microorganismos utilizan moléculas orgánicas las cuales están disueltas en agua, por otro lado el agua beneficia la migración y la colonización microbiana, en ese sentido si la humedad es baja el proceso de transformación se reducirá hasta incluso detenerse y la actividad biológica empezará a disminuir a niveles de humedad del 40%, dicho esto la humedad alta va acompañada de una porosidad inadecuada lo cual genera una disminución en la transferencia de oxígeno, siendo este un factor que influye en la demanda metabólica y reduciéndose, teniendo como efectos la aparición de malos olores, la generación de lixiviados y la pérdida de nutrientes.

### **OXÍGENO**

La transformación biológica de los residuos orgánicos se puede dar mediante proceso aerobio, por lo tanto el oxígeno está presente en los residuos a compostar además esto es una característica intrínseca del proceso. Por otro lado las condiciones en las que el

proceso anaeróbico se de no solo va desacelerar el proceso de compost, sino que dará lugar a riesgos asociados a la generación de sustancias o vectores que causan mal olor. Además el aporte de oxígeno permite un control de la temperatura de la masa, la eliminación de agua y la evacuación de CO<sub>2</sub> y otros gases generados durante la biodegradación de la materia orgánica.

### **TEMPERATURA**

La temperatura es un factor de suma importancia ya que es una consecuencia del tipo de proceso a ejecutar además como indicador de que se está llevando un buen proceso de transformación, hay que mencionar que el incremento de la actividad biológica producirá calor el cual será retenido por el residuo, esto provoca un aumento general de la temperatura. El aumento de la temperatura en la primera fase del compostaje nos indica la presencia de materia en descomposición y que las condiciones en las que se someten son las adecuadas dando lugar a un desarrollo correcto del proceso finalmente las moléculas orgánicas además de contener energía en sus enlaces que se libera cuando la molécula se degrada y se transforma en otras más simples.

Por otro lado la temperatura que alcanza en cada etapa depende mucho de la energía desprendida en dicha etapa y de las pérdidas (convección, radiación, conducción) y de se capacidad de almacenamiento de calor (muy relacionada con el calor específico y la conductividad térmica del material), el cual afecta sobre todo cuando al desprendimiento de energía a su vez el contenido en humedad y de materia mineral intervienen en el mantenimiento de la temperatura en sus últimas fases del proceso de transformación gracias a su elevada capacidad de almacenar calor.

### **PH**

El pH es un parámetro que condiciona la presencia de microorganismos y en ciertos valores extremos es perjudicial para el proceso en sí, un óptimo valor de pH es cercano a 7, hay que mencionar que un pH extremo no es un factor limitante para el proceso pero si para la puesta en marcha de las reacciones y cinéticas de los microorganismos.

La reducción de pH puede llegar a bajar en algún momento del proceso y esto indicaría que se ha producido en condiciones anaeróbicas porque los microorganismos en ausencia de oxígeno producen ácidos de cadena corta como producto metabólico, acidificando así el medio en donde se encuentra por lo tanto el pH es un indicador de evolución en el proceso de compostaje además este parámetro es una medida de la acidez o basicidad del compost que a valores excesivamente elevados pueden producirse olores y pérdidas de amoníaco.

### **MATERIA ORGÁNICA**

Los abonos orgánicos que son aplicados al suelo deben presentar contenido de materia orgánica se minimiza en función del desarrollo del proceso de forma proporcional y asu vez el tipo de material orgánico y de su degradabilidad, pero paralelamente un elevado porcentaje de materia orgánica la cual debe de ser también resistente a la descomposición biológica además esta materia orgánica del compost varía en función del origen del mismo. Hay que señalar que el contenido de materia orgánica de un compost es importante por que influye sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como también, a pesar de la trascendencia de la concentración de materia orgánica, es indispensable conocer también su estabilidad.

### **CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

Es un Indicador de salinidad presente en el compost y aporta información sobre su aptitud para ser utilizado en suelos agrícolas además en síntesis es la capacidad del material de transmitir corriente eléctrica dependiendo de la concentración de iones, de la naturaleza de estos mismos y la temperatura del sustrato. Además, se tiene en cuenta la composición de los materiales de partida, ya que ésta determina la proporción de los iones.

Sin embargo la conductividad eléctrica en el proceso de compostaje está determinada por su naturaleza, composición del material de partida, esencialmente por la concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso, además la conductividad eléctrica tiene la tendencia generalmente de aumentar

durante el proceso del compostaje a causa de la mineralización de la materia orgánica, este hecho produce un aumento en la concentración de nutrientes y ocurre a veces una disminución de la conductividad eléctrica durante el proceso el cual se debe a fenómenos de lixiviación en la masa, provocados por una humectación excesiva de la misma.

### **PRESENCIA DE MICRO Y MACROORGANISMOS COMPOSTADORES**

Una elevada presencia de microorganismos (bacterias, actinomicetos, hongos, y otros) y la de microorganismos (insectos, lombrices, entre otros) es esencial por ser un proceso de descomposición, degradación de la materia orgánica, hasta la transformación en compost, por otro lado hay que mencionar que la presencia excesiva de agua y por exceso de compactación al apilarse los procesos fermentativos y de biodegradación son realizados por bacterias anaerobias las que dan lugar a la putrefacción produciendo metano, compuestos amoniacales los cuales desprenden olores desagradables.

### **TAMAÑO DE LOS RESIDUOS A COMPOSTAR**

El tamaño inicial de las partículas que componen la masa a compostar es una importante variable para la optimización del proceso de compostaje, ya que cuando mayor es el tamaño del residuo a compostar la superficie expuesta al ataque microbiano por unidad de masa, será lenta e incompleta será la reacción de ésta, en cambio el desmenuzamiento del material a compostar facilitara la descomposición y aumentará la velocidad del proceso haciendo más rápida su descomposición y reacción además de obtener un producto más fino.

#### **2.1.12. MARCO LEGAL**

(Ley General de Residuos Sólidos 27314, 2000)

El cumplimiento de las normativa de residuos sólidos es obligatorio en todos los sectores sociales a nivel nacional esto comprende desde su generación, internamiento, procesos de transformación, gestión y manejo de estos residuos tanto en sector privado y público.

Ley General del Ambiente N°28611, (2005)

En la presente Ley de carácter obligatorio de ámbito nacional establece algunas normas y principios con el fin de garantizar el cumplimiento del derecho a un ambiente saludable y

equilibrado para el pleno desarrollo de la vida y asu vez coadyuvar a una efectiva gestión ambiental, desarrollo de sus componentes en todo el territorio nacional y asi finalmente contribuir con la mejora continua de la calidad de vida de la población bajo un enfoque de desarrollo sostenible.

Norma Técnica de Salud N° 073-2008-MINSA/DIGESA/V.01, (2008)

La presente Norma tiene como Objetivo establecer las pautas para el desarrollo de actividades operativas que involucren manipuleo, segregación, embalaje, recolección y transporte de residuos sólidos del ámbito de gestión municipal, previo de su reaprovechamiento, y asegurar el manejo apropiado de los residuos sólidos para prevenir los riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona.

Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972 (2003)

Se menciona en el artículo 80 (saneamiento, salubridad y salud), que todas las municipalidades provinciales, distritales tienen funciones específicas y compartidas de regular y controlar los procesos de disposición final de los residuos de la misma manera de los líquidos, vertimientos industriales, emisión de gases y demás contaminantes de ámbito provincial y distrital, además administrar, reglamentar directamente o por concesión el servicio de tratamiento de residuos sólidos, difundir programas ambientales en coordinación con las municipalidades provinciales, distritales y organismos nacionales. Primeramente los residuos sólidos dentro del marco de la Ley que lo regula tiene como objetivo minimizar la generación de residuos sólidos en la fuente antes que cualquier otra alternativa y en segundo lugar los residuos generados se aprovechan mediante la valorización de estos, entre los cuales tenemos la obtención de compost y otras alternativas que garantice la reutilización de estos y por consiguiente la protección de la salud de las personas y el medio ambiente (Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2016).

Además en el Decreto Legislativo N°1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016) establece en su art.5 principios importantes los cuales son de aplicación en toda gestión y manejo de residuos sólidos.

- Principio de economía circular: Los residuos sólidos no se limitan a un consumo definitivo teniendo como antecedente el ciclo de vida de estos, en este sentido se debe de manejar eficientemente la recuperación de estos dentro de un sistema biológico cerrado para la obtención de otros subproductos de acuerdo al tipo de residuo a tratar.
- Principio de Valorización de residuos: en todas las actividades productivas y de consumo se produce una gran cantidad de residuos sólidos de todo tipo esto representa un potencial recurso económico aplicando las medidas adecuadas, por lo tanto se debe de priorizar la valorización de estos residuos teniendo en cuenta los productos que se pueden obtener como el compost, humus, biogás entre otros y los beneficios ambientales que implican sobre todo la minimización de los residuos sólidos los cuales son dispuestos en botaderos sin un análisis previo de estos.

Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, (2017)

Afirma en su artículo 19 Segregación en la fuente de residuos sólidos municipales, señala que el generador está obligado a realizar la segregación en la fuente de acuerdo a sus características físicas, químicas y biológicas, facilitando la valorización y/o disposición final de los mismos asimismo en el artículo 51 segregación en la fuente señala que los generadores de residuos sólidos no municipales están obligados a segregar los residuos sólidos en la fuente.

La finalidad es tener una óptima gestión y manejo de los residuos sólidos en este contexto se tiene la generación de residuos sólidos en la fuente, valorización de residuos según el tipo y su adecuada disposición final de los mismos, en resumen el objetivo es regular estas acciones mediante un buen servicio de limpieza pública.

D.S. N°014-2011-MINAM-Plan Nacional de Acción y Ambiental PLANAA PERÚ: 2011-2021, (2011)

Tiene como objetivo general mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de los ecosistemas saludables, visibles y funcionales en el largo plazo; en el desarrollo sostenible del país mediante la prevención, protección recuperación del ambiente y sus componentes la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de una manera responsable y congruente con respecto de los derechos fundamentales de la persona.

Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024, (2017)

Indica dentro de sus principios rectores:

**Educación:** la modificación de patrones de producción, estilos de vida y consumo insostenibles requieren de una estrategia educativa que fomente una cultura ambiental basada en la prevención y en la promoción de buenas prácticas ambientales en la escuela, hogar y comunidad incluyendo las actividades económicas con el apoyo de alianzas estratégicas.

**Prevención y minimización:** La salud de las personas y el medio ambiente es fundamental y, por tanto, las medidas para reducir la generación de residuos sólidos y sus niveles de peligrosidad son una prioridad absoluta.

**Control en la fuente:** El PLANRES contemplará acciones directas para la implementación de actividades de control en la fuente, como punto de inicio del ciclo de los residuos sólidos, es aquí donde se direccionará acciones hacia la reducción de la cantidad de residuos que terminen en disposición final a través de la segregación de los residuos y su respectivo recojo diferenciado.

**Reciclaje:** Se facilitará a través de la valorización de los residuos, la recuperación directa de los residuos, potenciando el reaprovechamiento y reciclaje formal y los mercados de los productos recuperados, introduciendo enfoques de economía y mercado en su gestión.

**Sostenibilidad:** Las acciones del PLANRES estarán enmarcadas en la búsqueda de la sostenibilidad ambiental, social y económica de la gestión integral de residuos sólidos a nivel nacional como a nivel local.

**Autosuficiencia:** Las acciones del PLANRES se basarán en que el poseedor o productor de los residuos debe asumir los costos de su correcta gestión ambiental. Los servicios de manejo de residuos sólidos se financiarán mediante los tributos o instrumentos similares gestionados por las entidades locales.

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

- **Residuos:** se refiere a una parte o un resto de un todo, como resultado de la descomposición o destrucción de algo, el cual es desechado como material inutilizable después de cumplir con su ciclo de vida o una actividad (CEPAL, 2016)
- **Residuos Orgánicos:** son desechos compostables o biodegradables que pueden ser generados tanto por autoridades municipales y no municipales. (MINSA, 2018).  
Por otro lado, (Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2017), establece que los residuos biodegradables susceptibles a descomposición pertenecen al ámbito municipal y ámbito no municipal en función a su gestión.
- **Economía circular:** Todos los residuos no solo se limitan a un solo uso, se debe tener en cuenta que estos residuos tienen la características de recuperarlos o aprovecharlos mediante ciclos biológicos cerrados según su fuente (D.L. N°1278-Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2016).
- **Valorización:** Se entiende por este término que los residuos generados en todo tipo de actividad tienen potencial para ser aprovechados, priorizando su valorización dándole un valor agregado según su origen, así mismo la valorización de los residuos trae beneficios económicos y ambientales de acuerdo a su utilidad o uso (Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2016).
- **Generación:** se precisa que es la acción de generar residuos de todas las actividades productivas y de consumo (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003).
- **Generación de Residuos Sólidos:** Las actividades antropogénicas del hombre, el crecimiento demográfico, la economía lineal, el incremento industrial entre otros están directamente vinculados con la generación de residuos sólidos (Sáez, 2014).



- **Mercado:** es un grupo de compradores y vendedores de un determinado bien o servicio, los compradores determinan conjuntamente la demanda del producto, y los vendedores, la oferta (Mankiw, 2020).
- **Composición de residuos sólidos :** es el término utilizado para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, donde aparecen desechos convencionales generados por los domicilios y las actividades de pequeños comercios, industrias e instituciones por tipo de material usualmente basada en porcentajes de peso (Tchobanoglous, 1982)
- **Tratamiento:** tiene el objetivo principal de disminuir los riesgos para la salud y su potencial contaminante en el medio ambiente. Por ello se deberá optar por la solución más adecuada a las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales (J. Jaramillo, 2002).
- **Compost:** se le dice a todo producto orgánico derivado de la descomposición controlada de residuos orgánicos de tipo vegetal y animal, los cuales son sometidos a un proceso de transformación donde los microorganismos interactúan en cada etapa del proceso teniendo como resultado final un producto orgánico (Ubillús, 2003)
- **Procesos de degradación de residuos sólidos orgánicos:** son todos los procesos que incluyen digestión, asimilación, transformación y metabolización de residuos orgánicos donde las bacterias, microorganismos, hongos y otros son los responsables de descomponer los residuos orgánicos bajo ciertas condiciones las cuales pueden ser por tratamientos aeróbicos o anaeróbicos (D.L. N° 1278 Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2017).
- **Manejo de residuos sólidos:** el manejo de residuos sólidos contempla actividades funcionales y operativas las cuales están vinculadas con la manipulación de los residuos sólidos desde el origen donde se generan hasta su disposición final (Ochoa, 2009).
- **Aprovechamiento de residuos sólidos:** se refiere a aprovechar un residuos de manera que tal se saque su máximo provecho obteniendo un bien como beneficio a

raíz de su adecuado aprovechamiento mediante la recuperación y reutilización de estos residuos (Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, 2017).

- **Tratamiento de residuos sólidos:** El tratamiento físico de residuos sólidos se refiere a los procesos de separación y clasificación de los diferentes componentes de los residuos sólidos, con el fin de recuperarlos y encaminarnos a un subsiguiente proceso, sea este productivo o de tratamiento adicional, por lo que el tratamiento físico se puede considerar como el primer eslabón de la cadena de valor de los residuos sólidos urbanos (Tello Espinoza, Campani, y Rosalba Sarafian, 2018), una práctica común de tratamiento es la transformación de los residuos orgánicos en compost o abono orgánico a través de un proceso biológico denominado compostaje (H. G. Jaramillo y Zapata, 2008).

## 2.3. HIPÓTESIS

### 2.3.1. Hipótesis General

La calidad de los residuos sólidos orgánicos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri es alta en materia orgánica para la elaboración de compostaje.

### 2.3.2. Hipótesis Específicas

- La generación de residuos sólidos orgánicos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri es alta.
- La composición de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de Ayaviri contiene altos nutrientes para la elaboración del compostaje.
- A través de una propuesta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos se aprovechará los residuos orgánicos generados en el mercado central de Ayaviri.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

##### 3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La investigación se desarrolló en el distrito de Ayaviri la cual es la capital de la Provincia de Melgar del departamento de Puno. El espacio geoeconómico de Melgar, se encuentra ubicado en las zonas agroecológicas Altiplano o Suni, Puna Húmeda, Puna Seca y Cordillera, discurriendo en su ámbito las cuencas del río Ramis. La provincia de Melgar está ubicada en la región Nor-Oeste de la Región Puno, está considerada como región del altiplano con predominancia de pradera alto andina, con presencia de especies de gramíneas y hierbas palatables de alto contenido de fibra y proteína con aptitud para la ganadería principalmente de vacunos y ovinos en la zona por encima de los 3900 y camélidos en las zonas que superan los 4000 msnm.

Región Natural : Sierra Sur

Latitud Sur : 14°52'42"

Longitud Oeste : 70°35'18"

Altitud : 3,907 m.s.n.m.

##### 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 un centro urbano en pleno desarrollo económico, considerada como el Núcleo Económico y centro de servicios de Producción, 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 servirá 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.



**Figura N°4:** Ubicación del mercado central de la ciudad de Ayaviri

**Fuente:** <https://earth.google.com/>

### 3.1.4. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

Por su localización geográfica, su altitud y la proximidad a la cadena de la cordillera occidental, el clima del Ayaviri se caracteriza por tener un clima muy frío y seco con una temperatura promedio de 16.8° C a -1.2° C en épocas de invierno, es decir en los meses de Junio y Julio durante la noche desciende hasta -12° C y al medio día asciende hasta los 18.6° C. Desde diciembre del año 2004 a noviembre del 2005, los indicadores del clima de la Provincia de Melgar, según el SENAMHI, se han comportado casi

establemente en sus valores promedios, llegando a alcanzar a temperatura máxima a 16.8 °C y la mínima a -1.2 °C de promedio anual.

### **3.1.5. CARACTERÍSTICAS CULTURALES**

El distrito de Ayaviri en cuanto a las actividades culturales se desarrolla en la plaza de armas de la ciudad de Ayaviri en la antigüedad se presentaba las actividades costumbristas llamadas tardes taurina en devoción a la virgen de altagracia, “entrada de cirios” que hoy en la actualidad se siguen desarrollando esta actividad.

En el aspecto de transporte la presencia de vehículos estacionados en el entorno de la catedral y la circulación de motocicletas y presencia de triciclistas empeora la imagen urbana del buen uso de espacio público urbano.

En cuanto a las actividades turísticas el distrito de Ayaviri cuenta con atractivos turísticos como Catedral de San Francisco de Asís, Balneario de Pojpoquilla, Tinajani, Keuñakuyo.

En el aspecto gastronómico la ciudad de Ayaviri cuenta con el kankacho que es uno de los platos más típicos y tradicionales.

### **3.1.6. CARACTERÍSTICAS SOCIALES**

El distrito de Ayaviri se encuentra en el estrato de pobreza - Quintil 02, ocupando 1,646 en el ranking de Mapa de Pobreza a nivel nacional, con una tasa de pobreza de 29 %. La tasa de desnutrición es de 30 % que es visible en las zonas urbanas marginales y en el sector rural, con mayor incidencia en la población de edades que oscilan entre 5 a 15 años; la tasa de analfabetismo alcanza a 18% (PIGARS Ayaviri 2016).

### **3.1.7. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS**

La base económica del ámbito distrital se sustenta en la producción agropecuaria que representa el 65%, los volúmenes de la producción agropecuaria se comercializan en el mismo distrito generalmente y pocas veces en otras ciudades. La actividad pecuaria durante los últimos años se ha intensificado debido a ello es importante señalar a la provincia de la Provincia de Melgar se la conoce como la capital de la cuenca lechera de la región Puno, sin embargo, sin embargo, la producción agropecuaria es vulnerable a las variaciones y condiciones climáticas.

### **3.2. TAMAÑO DE MUESTRA**

#### **Población**

La población de estudio está representada por los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de la ciudad de Ayaviri-Melgar-Puno, 2019.

#### **Muestra**

Se tomó una muestra de 800 gr de residuos orgánicos provenientes del mercado central de Ayaviri que fue recogido en una bolsa ziploc hermética de capacidad de 2 Kg a través del método del cuarteo para posteriormente someter a los análisis correspondientes.

### **3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS**

#### **IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA**

El establecimiento considerado es del tipo no domiciliario cuya fuente de generación es un Mercado.

#### **DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA NO DOMICILIARIA**

Se definió que la muestra será los residuos sólidos orgánicos generados en el Mercado Central de Ayaviri que se encuentran en los contenedores.

#### **METODOLOGÍA**

El método a utilizar en la presente investigación se tomó en cuenta a la Guía metodológica de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM) del Ministerio del Ambiente 2018.

#### **EJECUCIÓN EN CAMPO**

Para dar por iniciado las actividades de recolección de las muestras de residuos sólidos orgánicos del Mercado central de Ayaviri se aplicó la Metodología en la guía del MINAM Se empezó el estudio el 24 de Enero del al 31 de Enero del 2020 teniendo una duración de 8 días en las cuales se tuvo apoyo del Área de Medio ambiente de la Municipalidad de Ayaviri a través del servicio de recolección de residuos en algunos días. para lo cual se coordinó con dicho personal sobre los trabajos a realizarse y fines de la investigación, y como forma de apoyo se tuvo la colaboración.

## SELECCIÓN DEL LUGAR O ESPACIO

Cada día las muestras se fueron recolectando durante los 8 días de muestreo y fueron trasladados a la zona designada por el municipio, ubicado en el Camal municipal, salida sicuani kilómetro 2 del distrito de Ayaviri - provincia de Melgar, para realizar el estudio correspondiente.



**Figura N° 5:** Ubicación designada por el Municipio para elaborar el estudio.

**Fuente:** Google Earth Pro

## ZONA DE ACOPIO

El área donde se desarrollaron los trabajos para determinar la generación ,estuvo dentro del camal municipal específicamente en la planta piloto de compostaje de la Municipalidad el cual es un lugar a campo abierto alejado de la población.

## RECOLECCIÓN DE DATOS

### RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DEL MERCADO

La recolección se realizó durante 8 días por la mañana, iniciando a las 6:00 am hasta las 8:00 am este horario se coordinó con los señores del servicio de recolección. Diariamente se vaciaron los contenedores o cilindros en el mercado en una bolsa de rafia que estaba en la parte trasera de la moto carga.

La unidad móvil destinada para la recolección de los residuos de cada puesto fue una motocarga, la cual fue alquilada por los días Lunes, Viernes y Domingo y los demás días se tuvo apoyo de la moto carga del área de medio ambiente de la municipalidad.

### **DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN**

Para hallar la generación de residuos sólidos orgánicos del Mercado Central se realizó lo siguiente:

Luego de retirar los residuos del mercado se empezó a recolectar y segregar los residuos sólidos orgánicos, posteriormente se realizó el pesaje de estos, cabe mencionar que este procedimiento se realizó durante el periodo de 8 días

Para calcular la generación de los residuos sólidos por mercado se aplicará la siguiente Fórmula:

$$GMP = \frac{\text{Kg peso recolectados}}{\text{numero de mercados muestreados}}$$

Dónde:

GPM = Generación de residuos por mercado (kg/mercado/día)

Para calcular la generación total de los residuos sólidos se multiplica la generación per cápita por el total de puestos.

### **DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN**

#### **DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

Se realizaron los siguientes pasos en campo para poder determinar la densidad:

- a. Se utilizó un cilindro con capacidad de 150 a 200 litros con los lados homogéneos.
- b. Se procedió a medir la altura (H) y diámetro (D) del cilindro.
- c. Aleatoriamente se escogieron bolsas de las que se tomaron registro y peso luego se vaciaron su contenido dentro del cilindro tomando nota del código de las bolsas.
- d. Cuando se llenó el cilindro se procedió a levantar el cilindro 20 cm sobre el nivel del suelo seguidamente se dejó caer este proceso se repitió tres veces, con la finalidad de uniformizar la muestra llenando los espacios vacíos del cilindro.



- e. Cuando se llenó en su totalidad el cilindro se procedió a medir la altura libre que iba dejando los residuos en el cilindro, y así poder determinar la densidad y para después poder registrar en un cuaderno de apuntes.
- f. Luego de hacer las mediciones se vació el cilindro con las demás bolsas para proceder al cuarteo y la obtención de la composición física.
- g. Este proceso se realizó durante 8 días.

Por otro lado para el cálculo de la densidad se realizó empleando la siguiente fórmula:

$$Densidad(S) = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 x(H)}$$

Donde se tiene:

W: Peso de los residuos sólidos.

V: Volumen del residuo sólido.

D: Diámetro mayor del contenedor.

H: Altura total del contenedor.

h: Altura libre de residuos sólidos.

$\pi$ : Constante "pi" (3.1416).

### **HUMEDAD**

Para la determinación de la humedad de los residuos sólidos orgánicos no domiciliarios se tomó una muestra ,los cuales fueron picados, puestos en bolsas con auto sellado (bolsas ziploc) , y luego fueron llevados al Laboratorio de Agua y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

### **COMPOSICIÓN**

La metodología empleada es la siguiente:

- a. Se utilizó la muestra de 1 día donde los residuos sólidos deben ser colocados en un área pavimentada o sobre un plástico grande, con el fin de no combinar los residuos con la tierra.

- b. Rompiendo las bolsas vertimos los residuos sólidos formando un montón, con la finalidad y homogenizar la muestra, destrozamos los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable, utilizamos el método del cuarteo y se escogieron las dos partes opuestas, para luego formar un montón más pequeño, mezclamos de nuevo para posteriormente dividir nuevamente en cuatro partes, posteriormente trabajar con la muestra más manejable.
- c. Al obtener un gran volumen de residuos sólidos, se procedió a dividir en cuatro partes (método de cuarteo), se formó un montón grande luego se escogieron las dos partes opuestas para formar un nuevo montón de menor tamaño, este método del cuarteo se repite hasta obtener una muestra que sea más manejable.
- d. Se separan los componentes del último montón y se clasifican en:

**Tabla N°1:** Clasificación de residuos sólidos.

Tipo de residuos sólidos	Detalles
1. Materia orgánica	Son aquellos desechos de alimentos, cáscaras de frutas, vegetales, tallos de verduras, huesos y similares.
2. Maderas, ramas, follajes	dentro de los cuales se tiene ramas, tallos, raíces hojas o cualquier otra parte de las plantas producto podas y otros.
3. Papel	Es todo papel blanco tipo bond de distintos tamaños, papel periódico, entre otros.
4. Cartón	Son aquellas láminas gruesas conformadas por varias capas de pasta de papel como cartón marrón, cartón blanco, cartulinas entre otros.

5. Vidrio  
Son todos los recipientes transparentes o translúcidos como vidrio blanco, vidrio marrón, verde entre otros.
6. Plásticos PET  
En esta categoría se consideran todas las botellas de bebidas, gaseosas, aceites de polietileno o polímeros similares.
7. Plástico duro  
Se refiere a los frascos, bateas, otros recipientes de PVC o vinilo.
8. Bolsas  
Considera a aquellas bolsas chequeras o de despacho.
9. Tetrapak  
Considera envases de leche, jugos, etc.
10. Tecnopor  
Se consideran los envases donde se despacha comidas rápidas.
11. Metal, hojalatas  
Generalmente son hojalatas, conservas, fierro, envases de gaseosa en lata, productos laminados, etc.
12. Telas, textiles  
es todo aquel resto de telas, ropas o trapos.
13. Caucho, cuero y jebe  
Son aquellos restos de jebes, cueros de animales y cauchos.
14. Pilas  
son los restos de pilas eléctricas.
15. Restos de medicinas, focos, etc.  
Son restos de los envases o envolturas de las pastillas, focos fluorescentes, envases de pintura, envases de plaguicidas y similares.
16. Residuos sanitarios  
Se consideran todos los residuos a base de papel higiénico, pañales y toallas higiénicas.

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 17. Residuos inertes    | Tales como tierra, piedras y entre otros.   |
| 18. Otros (Especificar) | Aquellos restos que no se encuentran o no se pueden clasificar por tipo de residuo. |
- 

- e. Los componentes se clasificaron en bolsas.
- f. Con peso con una balanza los componentes.
- g. Se procedió a calcular el porcentaje de los componente considerando los datos del peso total de los residuos recolectados en un día (Wt) más el peso de cada componente (Pi):  
$$\text{Porcentaje (\%)} = (\text{Pi/Wt}) \times 100$$
- h. Por último se determinó el porcentaje promedio de cada componente, luego se hizo un promedio simple, sumando los porcentajes de todos los días y de cada componente dividiéndolo entre los siete días de la semana que se realizó el trabajo de investigación.

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Objeto de Estudio : Residuos sólidos orgánicos

Variable de estudio : Análisis de la calidad

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se efectúa en los resultados obtenidos en relación a la calidad, composición de los residuos sólidos orgánicos y parámetros evaluados a través de un diagrama de barras el cual representa los valores obtenidos.

## CAPÍTULO IV

## EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

## 4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO

## 4.1.1. DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

El cálculo de la generación de residuos sólidos orgánicos en el mercado central de Ayaviri es de 296.87 kg/día; este cálculo se obtuvo a partir de los 8 días de estudio sin considerar el día 0 en los cálculos.

**Tabla N°2:** Generación de Residuos en el Mercado Central de Ayaviri

ESTABLECIMIENTO	Promedio (kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
Mercado central de Ayaviri	296.87	1	296.87

**Fuente:** Elaboración Propia

La Generación Total de residuos sólidos orgánicos en el mercado central de Ayaviri es 296.87 kg/día, estos resultados de acuerdo a la fuente de generación no domiciliaria se asemeja con (Rojas y Revilla, 2021) en su investigación "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. 2021" en la cual obtuvo los siguientes resultados: se calculó una generación total de 695.36 kg al día.

#### 4.1.2. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

Se estimó la composición de residuos sólidos orgánicos luego de la segregación, el pesaje y su respectivo cálculo realizado durante los 8 días de estudio, en la tabla se identifican los resultados en porcentaje de cada tipo de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla N° 3:** Composición de residuos sólidos del mercado central de Ayaviri.

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	PORCENTAJE DE COMPOSICIÓN
<b>1. Residuos utilizables</b>	<b>97.10 %</b>
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	<b>84.77 %</b>
Verduras (tomates, zanahorias, etc)	31.75 %
Frutas (manzanas, papayas, etc)	17.54 %
Tubérculos (papas, morayas, etc)	28.59 %
Hojas, tallos, restos de flores (alfalfas, etc)	4.46 %
Cáscaras (en general)	2.44 %
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	<b>12.32 %</b>
<b>1.2.1. Papel</b>	<b>2.74 %</b>
Blanco (hojas bond A4, hojas de cuadernos, etc)	1.14 %
Periódico (hojas partidas o completas)	1.13 %

Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.47 %
<b>1.2.2.Cartón</b>	<b>4.07 %</b>
Blanco (liso y cartulina)	1.39 %
Marrón (Corrugado de cajas)	1.91 %
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, entre otros)	0.78 %
<b>1.2.3.Vidrio</b>	<b>1.46 %</b>
Transparente	0.73 %
Otros colores (marrón, verde, azul, entre otros)	0.74 %
Otros (vidrio de ventana)	0.00 %
<b>1.2.4. Plástico</b>	<b>3.26 %</b>
PET–Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros)	2.26 %
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante )	0.21 %
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, galletas, empaques de plástico de papel higiénico, entre otros)	0.17 %
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers de comida)	0.23 %
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de CD's, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de ayudin)	0.39 %

PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.00 %
<b>1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)</b>	<b>0.00 %</b>
<b>1.2.6. Metales</b>	<b>0.79 %</b>
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	0.49 %
Acero	0.00 %
Fierro	0.30 %
Aluminio	0.00 %
Otros Metales	0.00 %
<b>1.2.7. Textiles (telas)</b>	<b>0.00 %</b>
<b>1.2.8. Caucho, cuero, jebe</b>	<b>0.00 %</b>
<b>2. Residuos no utilizables</b>	<b>2.90 %</b>
Bolsas plásticas de un solo uso	1.45 %
Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, entre otros.)	0.10 %
Pilas eléctricas	0.05 %
Tecnopor (envases de comida rápida)	0.72 %
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	0.12 %
envolturas de medicamentos	0.02 %



Envolturas de, galletas, chupetes, entre otros 0.13 %

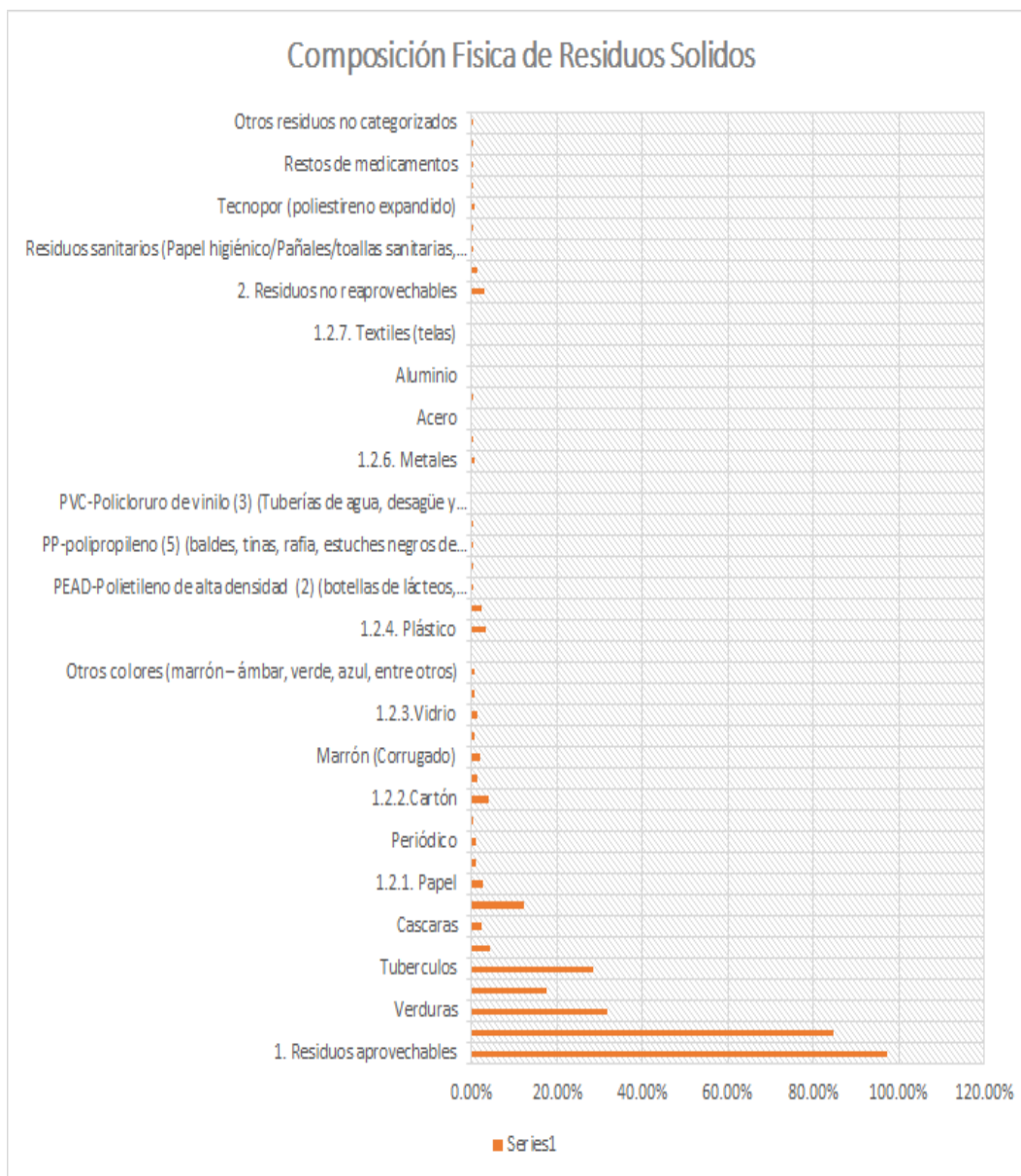
Otros residuos no categorizados 0.32 %

---

**TOTAL 100.00 %**

---

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura N° 6:** Composición física de residuos sólidos del mercado central de Ayaviri.

El componente que predomina en mayor porcentaje en el Mercado Central de Ayaviri son, son los residuos orgánicos con un total de 84.77 % en las siguientes categorías:

presentados en porcentajes: Verduras con 31.75 %, frutas con 17.54 % , tubérculos con 28.59 %, (tabla y figura ), hojas, tallos, restos de flores con 4.46 % y cáscaras con 2.44% seguido de Residuos Inorgánicos con un 12.32 % en las siguientes categorías: Papel con 2.74 %, cartón 4.07 %, vidrio con 1.46 %, Plástico con 3.26 %, Tetra brik (envases multicapa) con 0.00 %, Metales con 0.79 % y Residuos no Aprovechables con 2.90 %.

**4.1.2.1. Determinación de analisis fisicoquimicos de residuos sólidos orgánicos**

Los análisis fisicoquímicos realizados representados en porcentajes son los siguientes:

ENSAYOS	RESULTADOS M-1
Materia Seca	15.51 %
Cenizas	5.88 %
Proteínas	12.19 %
Grasa	7.76 %
Carbohidratos	74.17 %
Energías	415.28 Kcal
Relación C/N	0.81 %

**Figura N° 7:** Analisis Físico Químicos de Residuos Sólidos Orgánicos

**4.1.2.2. Determinación de la densidad de residuos sólidos orgánicos**

Se obtuvieron los datos del día 1 al día 7, resultando así la densidad de los residuos sólidos y el promedio de la densidad diaria durante los 7 días de estudio.

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m3)							DENSIDAD PROMEDIO Kg/m <sup>3</sup>
	DIA 1 Kg/m <sup>3</sup>	DIA 2 Kg/m <sup>3</sup>	DIA 3 Kg/m <sup>3</sup>	DIA 4 Kg/m <sup>3</sup>	DIA 5 Kg/m <sup>3</sup>	DIA 6 Kg/m <sup>3</sup>	DIA 7 Kg/m <sup>3</sup>	
<b>DENSIDAD (S)</b>	482.41	461.57	445.32	402.30	425.53	392.82	508.31	445.47

**Figura N°8:** Promedio total de la densidad de los residuos sólidos Orgánicos

**Fuente :** Elaboración propia

#### 4.1.2.3. Determinación de la humedad de residuos sólidos orgánicos

La humedad de los residuos sólidos orgánicos fue llevada a su respectivo análisis en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, obteniendo como resultado 84.49 % de humedad (Tabla 4 y Anexo N° 1 ).

**Tabla N° 4:** Humedad de Residuos sólidos orgánicos.

Porcentaje de Humedad	
MUESTRA M-1	
Ensayo	Resultados
Humedad	84.49 %

#### 4.1.3. PLAN DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y de acuerdo al diagnóstico actual de los residuos sólidos orgánicos en el mercado central de Ayaviri cuenta con una Propuesta de trabajo de “Implementación de una planta de procesamiento de abono Orgánico (Compost) a través de Residuos Sólidos Orgánicos en la Ciudad de Ayaviri” el presente Plan tiene su origen en el PIGARS-Municipalidad Provincial de Melgar-2016 al 2024 el cual empezó como una actividad previa a nivel piloto, teniendo como una de sus metas reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

Se adjunta la propuesta de tratamiento para los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de Ayaviri-Melgar (Ver Anexo N°12 )

#### 4.2. DISCUSIONES

Al obtener los resultados en calidad de los residuos sólidos orgánicos del mercado central de Ayaviri en definitiva presenta una mayor fracción orgánica en cambio Barrera y Velecela, (2015) por su parte sostienen que el aumento de los mercados genera una considerable contaminación ambiental y esto es la causal de que estos mercados no cuentan con un manejo adecuado de residuos en conclusión hay un nivel alto de residuos

sólidos orgánicos el cual es aprovechable y beneficioso dado que Vargas-Pineda et al., (2019) en su investigación obtiene un compost que presentó una calidad y rendimiento aceptable, que permite a su vez la aplicación de este producto final como abono orgánico en actividades agrícolas.

En este sentido se infiere que para la obtención de un abono orgánico de calidad es un factor indispensable contar con una buena calidad de residuos orgánicos como materia prima y asu ves es un condicionante o incide para la elaboración de compost por ende se le de un valor agregado y a su vez se incorpora hacia una economía circular que se interrelaciona con la sostenibilidad.

Por otro lado Ytavclerh, (2017) en su investigación “Calidad de compost producidos a partir de residuos sólidos orgánicos municipales en el centro de protección ambiental Santa Cruz, Ciudad de Concepción obtiene como resultados que el compost producido a partir de RSOM corresponde a un 83.33 % de compost de clase B según (Norma Chilena, 2005) y un 100 % según (Norma Ambiental Mexicana 020, 2012)..

Al determinar la generación de residuos sólidos orgánicos en el mercado central de Ayaviri; la generación que se obtuvo fue de 296.87 kg/día, teniendo en cuenta esta cifra como resultado de la investigación se relaciona con lo que plantea O’Brien, (2019), en su investigación sostiene que el compostaje resulta una buena alternativa para gestionar los residuos orgánicos municipales, entonces podemos afirmar que hay una relación en lo que se genera y el tratamiento de estos residuos en otras palabras el procedimiento de compostaje es idóneo para el aprovechamiento de cualquier tipo de residuo orgánico dando un valor agregado siendo así una solución sostenible.

Del resultado ya mencionado anteriormente se asemeja con la investigación de Barrios, (2015) “Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la Ciudad de Ayaviri-Melgar” que tiene como resultados la generación de residuos sólidos no domiciliarios es de 0.266 TN/día así mismo los resultados obtenidos en la presente investigación tienen similitud con los resultados de Kacha, (2020) en su investigación “Caracterización de residuos sólidos urbanos y gestión en la Ciudad de Umachiri,

Melgar-Puno” teniendo como resultados generación per cápita 0.40 kg/hab/día, lo que representa 0.29 TN/día.

Al determinar la composición de los residuos orgánicos generados en el mercado central de ayaviri se obtiene un 84.77 % la cual es subdividida en las siguientes categorías: verduras, frutas, tubérculos, hojas, tallos, restos de flores y cáscaras, esto se relaciona con lo que argumenta Prieto,( 2003) que los materiales de los residuos desechados, por sus propiedades intrínsecas que poseen son reutilizables y se les considera como un recurso, este porcentaje no es considerado por la municipalidad a falta de una buena toma de decisiones en materia ambiental, por lo tanto optimizar y maximizar el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en base a la composición que presenten reducirá la generación de residuos, estas ideas tienen congruencia con lo que afirma Jaramillo y Zapata, (2008) que el aprovechamiento de estos residuos es un conjunto de fases sucesivas de un proceso, se entiende que el objetivo económico es valorizar el residuo u obtener un producto o subproducto utilizable, aprovechable, reincorporándose al ciclo económico y con valor comercial además el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, sea mediante compostaje o mediante otro tratamiento, genera beneficios ambientales y económicos.

El plan de trabajo de tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la Municipalidad Provincial de Melgar cuenta con un plan el cual no es llevado a cabo en su totalidad a raíz de un mal manejo de gestión en materia de residuos sólidos y falta de conocimiento de las consecuencias de la contaminación de estos residuos en específico, por ello se concuerda con Calcina,(2015) que afirma que estos residuos orgánicos pueden ser aprovechados para la producción de abono orgánico haciendo énfasis que se realice adecuadamente y puedan ser aprovechados, dicho esto es de mucha importancia ya que esto se realiza a través de un plan de trabajo el cual de de ser implementado correctamente desde un punto de vista el plan de trabajo de residuos sólidos es una herramienta de gestión ambiental ya que este establece las condiciones y medios para llevar a cabo la gestión.

Así mismo estos resultados no se diferencian mucho con la investigación de Barrios, (2015), en el cual se obtuvo en mayor porcentaje la fracción de residuos orgánicos la cual alcanza un 88.33 %, así mismo en relación con la investigación de Jaramillo y Zapata, (2008) argumentan que en la mayoría de los países de América Latina y Caribe, predomina la materia orgánica que está presente en los residuos sólidos orgánicos y supera un 50 % del total generado; por otro lado se diferencia con la investigación de Rodriguez, (2019) que obtiene un 55.54 % de mayor cantidad en la composición física de materia orgánica proveniente de fuentes domiciliarias y un 44.46 % de fuentes no domiciliarias, con una humedad de 67.5 % que es un poco menor a la obtenida en la presente investigación que se obtuvo un 84.49 % de humedad.

Teniendo este escenario queda claro que existe una gran cantidad de residuos sólidos orgánicos que se generan en el mercado central de Ayaviri el cual puede ser aprovechado de manera sostenible para la obtención de subproductos de calidad de abonos orgánicos reintroduciendo en la economía circular aquellos productos que ya no se corresponden a las necesidades iniciales de los consumidores como es el caso.

En el estudio de Chanchahuana, (2019), indica no contar con la suficiente información y planificación respecto a los residuos sólidos orgánicos a partir de su generación hasta su disposición final a falta de una plan de trabajo, gestión e implementación, por ende teniendo claro la importancia de un plan de trabajo para la gestión de integral de los residuos.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Se obtiene en mayor parte la fracción Orgánica lo cual se evidencia en la Tabla N° 3, así mismo hay una favorable calidad respecto a los residuos orgánicos generados (ver figura N° 07), en resumen se obtiene una óptima calidad de compost a partir de residuos sólidos orgánicos (materia orgánica).

**SEGUNDA:** Como resultado de la generación de residuos sólidos orgánicos en el mercado central de Ayaviri se obtiene 296.87 kg/día (que representado en toneladas es 0.2968 TN/día) lo cual indica que se generan residuos sólidos en altas cifras diarias las cuales pueden ser canalizadas a la elaboración de abonos orgánicos.

**TERCERA:** La composición de los residuos orgánicos generados en el Mercado central de Ayaviri es de 84.77 % en total subdividida en las siguientes categorías: presentados en porcentajes: Verduras con 31.75 %, frutas con 17.54 % , tubérculos con 28.59 %, (tabla N°3 y figura N°6), hojas, tallos, restos de flores con 4.46 % y cáscaras con 2.44%, esto indica que en el mercado central de Ayaviri presenta una mayor fracción de residuos orgánicos alta en nutrientes de acuerdo a los siguientes análisis Humedad 84.49 %, materia seca 15.51 %, Cenizas 5.88 %, Proteínas 12.19 %, Grasa 7.76 %, Carbohidratos 74.17 %, Energía 415.28 Kcal y la relación C/N 0.81 % los cuales son favorables para la elaboración de compost a alta escala y la densidad promedio obtenida de residuos sólidos fue de 445.47 Kg/m<sup>3</sup>.

**CUARTA:** De acuerdo a la propuesta para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Ayaviri de la Municipalidad de Melgar se adjunta la propuesta de

trabajo para su ejecución, teniendo en cuenta el manejo y gestión de los residuos sólidos orgánicos, generados en el mercado central de Ayaviri (Ver anexo N° 12).



## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Con los resultados obtenidos en este estudio las autoridades correspondientes a la materia deben de tomar en cuenta dicho estudio para tener como base o estudio previo cuando se realice otros estudios similares.

**SEGUNDA:** La municipalidad debe tener en cuenta la generación obtenida, calidad, composición y densidad de dicho estudio para evaluar métodos de aprovechamiento de dicho residuos que se generan, además tener en cuenta dicho estudio para la elaboración del PIGARS.

**TERCERA:** Se recomienda a la municipalidad elaborar la caracterización del mercado de forma independiente puesto que estos presentan mayor variabilidad en lo que respecta a la generación de residuos sólidos.

**CUARTO:** Si bien es cierto la Municipalidad Provincial de Melgar cuenta con un Plan de trabajo de "Implementación de una planta de compostaje de abono orgánico (COMPOST) a través de los residuos sólidos generados en la Ciudad de Ayaviri" las autoridades competentes en materia ambiental deberían de ejecutar y verificar el cumplimiento de este plan en su totalidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barrena, G. R. (2006). Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Manual de producción de compost. Barcelona, España
- Barrera, G., y Velecela, R. (2015). *Diagnóstico de la contaminación ambiental causada por aceites usados provenientes del sector automotor y planteamiento de soluciones viables para el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Azogues*. 132.
- Barrios, C. L. (2015). *PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE AYAVIRI-MELGAR*. 137.
- Bueno Márquez, P., Díaz Blanco, M. J., y Cabrera, F. (2008). *Factores que afectan al proceso de compostaje*. Recuperado de <https://digital.csic.es/handle/10261/20837>
- Calcina, M. S. (2015). *PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO AMBIENTAL PUNO – PERÚ*. 63.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. Recuperado 12 de octubre de 2021, de Gob.mx website:  
<http://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos-62914>
- Castro, G., Martinez, wilson, y Estrada, G. B. (2018). *Compostaje enriquecido con fósforo como método de reaprovechamiento de los residuos orgánicos*. 2, 7-15.  
<https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss11.2018pp7-15>
- CEPAL. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. CEPAL.  
Recuperado de  
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/40407-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios>
- Cerdá, E., y Khalilova, A. (2017). *ECONOMÍA CIRCULAR*. 10.
- Chancahuana, S. G. (2019). Propuesta de valorización de residuos orgánicos en el mercado mayorista plaza Unicachi sur – Villa El Salvador 2019. *Universidad*

- Nacional Tecnológica de Lima Sur*. Recuperado de  
<http://repositorio.untels.edu.pe//handle/UNTELS/544>
- Condori Espinoza, M. M., y Choquepata Luicho, H. E. (2019). Evaluación de métodos de compostaje de los residuos sólidos generados por el distrito de Juli, provincia de Chucuito – Puno. *Universidad Peruana Unión*. Recuperado de  
<http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2710>
- Córdova Molina, C. (2006). *Estudio de factibilidad técnico-económica para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos*. Recuperado de  
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105098>
- Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM. (2017). Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM. Recuperado 22 de septiembre de 2021, de  
<https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/3695-014-2017-minam>
- D.L. N° 1278 Gestión Integral de Residuos Sólidos. (2017). Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos-DECRETO SUPREMO-N° 014-2017-MINAM. Recuperado 12 de octubre de 2021, de  
<http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-del-decreto-legislativo-n-1278-decreto-decreto-supremo-n-014-2017-minam-1599663-10/>
- D.L. N°1278-Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. (2016). Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos-DECRETO LEGISLATIVO-N° 1278. Recuperado 22 de septiembre de 2021, de  
<http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-de-gestion-integral-d-decreto-legislativo-n-1278-1466666-4/>
- D.S. N°014-2011-MINAM-Plan Nacional de Acción y Ambiental PLANAA PERÚ: 2011-2021. (2011). Decreto Supremo N° 014-2011-MINAM. Recuperado 22 de septiembre de 2021, de Ministerio del Ambiente website:  
<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-014-2011-minam/>
- Fernandez, C. A. (2005). *LA GESTION INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS*

*URBANOS EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE LOCAL*. (3), 6.

Flores Dante. (s. f.). Recuperado de <http://rfd.org.ec/biblioteca/pdfs/LG-056.pdf>

Gallardo, K. P. M. (2013). Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana. Recuperado 9 de septiembre de 2021, de <https://1library.co/document/y96xjjwy-obtencion-compost-partir-residuos-organicos-impermeabilizados-geomembrana.html>

González, A. Y. M. (2018). *ECONOMÍA CIRCULAR: CRECIMIENTO INTELIGENTE, SOSTENIBLE E INTEGRADOR*. 65.

Guía Manejo de Residuos Hondupalma—[PDF Document]. (s. f.). Recuperado 15 de agosto de 2021, de Vdocuments.mx website: <https://vdocuments.mx/guia-manejo-de-residuos-hondupalma.html>

Gutiérrez, M. del C. M. (2014). *Determinación y control de olores en la gestión de residuos orgánicos*. Recuperado de <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/11811>

Hannibal, B., Rafaela, V., Luis, G., Mario, V., Janeth, J., Silvio, J., ... 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), 76. <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n29p76>

Heredia, H. A. P. (2019). "EVALUACION DE LA CALIDAD DE COMPOST A BASE DE RESIDUOS ORGANICOS PROVENIENTES DE LA PODA DE ÁREAS VERDES Y MERCADOS DEL DISTRITO DE SAN BORJA". 94.

Herrera, E. P. (2012). *La Participación Ciudadana y el Medio Ambiente: Una relación que debe cambiar*. 43.

Huamán Carranza, M. M. (2017). Determinación de la concentración de nutrientes N, P, K y Ca en el compost producido a partir de residuos sólidos orgánicos de mercados populares y residencias en la zona urbana y del mercado de Huaraz—Ancash, mediante la modificación de la técnica de diseño estructural. *Universidad Nacional de Ingeniería*. Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/14782>

Huerta, O., Martínez, X., Gallart, M., Soliva, M., y López, M. (2010). *EL USO DE*

*COMPOST DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES COMO ENMIENDA ORGÁNICA: APORTACIONES DE DIFERENTES COMPONENTES SEGÚN ORIGEN. 9.*

Informe Defensorial N° 125: “Pongamos la basura en su lugar” - Propuestas para la gestión de los residuos sólidos municipales, 2007. [Text]. (s. f.). Recuperado 15 de agosto de 2021, de SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental website: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/informe-defensorial-no-125-pongamos-basura-lugar-propuestas-gestion>

Informe Defensorial N° 133. (s. f.). Recuperado 15 de agosto de 2021, de Defensoría del Pueblo—Perú website:

<https://www.defensoria.gob.pe/informes/informe-defensorial-no-133/>

Jaramillo, G., y Zapata, L. M. M. (2008). *APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN COLOMBIA*. 116.

Jaramillo Gladys, H., y Zapata Liliana Maia, M. (s. f.). *APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN COLOMBIA*. 116.

Jaramillo, H. G., y Zapata, M. L. M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Recuperado de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/45>

Jaramillo, J. (2002). *GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES*. 303.

Juan de Dios, H., y Diana, M. (2019). Calidad de compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos producidos en el caserío de marona, Tingo María – Región Huánuco. *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. Recuperado de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1522>

Kacha, J. R. L. (2020). *CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS Y GESTION EN LA CIUDAD DE UMACHIRI, MELGAR - PUNO*. 111.

Ley General de Residuos Solidos 27314. (2000). Ley General de Residuos Sólidos. [Text]. Recuperado 24 de enero de 2021, de SINIA | Sistema Nacional de Información

Ambiental website:

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

Ley N° 27972 .- Ley Orgánica de Municipalidades. (2003). Ley Orgánica de Municipalidades. [Text]. Recuperado 22 de septiembre de 2021, de SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental website:

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-organica-municipalidades>

Ley N°28611-General del Ambiente. (2005). Ley General del Ambiente. [Text].

Recuperado 22 de septiembre de 2021, de SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental website:

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

Mankiw, G. N. (2020). Principios de Economía. Recuperado 12 de octubre de 2021, de

Cengage website: <https://latam.cengage.com/libros/principios-de-economia-3/>

MINSA. (2018). Resolución Ministerial N° 1295-2018-MINSA. Recuperado 11 de octubre de 2021, de

<https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/223593-1295-2018-minsa>

Montes, C. C. (2009). *Régimen jurídico y ambiental de los residuos sólidos*. Universidad Externado de Colombia. Recuperado de

<https://books.google.com.pe/books?id=EjfSUYPsjloC>

MMAyA/VAPSB/DGGIRS/Guía para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos, mediante Compostaje y Lombricultura, 2012

Naranjo, E. I. P. (2013). *TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO*. 78.

Norma Ambiental Mexicana 020. (2012). *NORMA AMBIENTAL 020 EPECIFICACIONES MÍNIMAS DE CALIDAD DE LA COMPOSTAJE*. 15.

Norma Chilena. (2005). Composto-clasificación y requisitos. Recuperado 23 de noviembre de 2021, de <https://cupdf.com/document/nch-2880.html>

*NTP-900.058.2005.pdf*. (s. f.). Recuperado de

- <https://www.snp.org.pe/media/nada/Residuos-solidos/NTP-900.058.2005.pdf>  
NTS N° 073 – 2008 – MINSA / DIGESA –V.01. (2008, octubre 12). Aprueban “Norma Técnica de Salud que guía el manejo selectivo de residuos sólidos por segregadores” |. Recuperado 22 de septiembre de 2021, de <https://www.sni.org.pe/aprueban-norma-tecnica-de-salud-que-guia-el-manejo-selectivo-de-residuos-solidos-por-segregadores/>
- O'Brien, J. J. R. (2019). Análisis de las diferentes técnicas para el aprovechamiento energético de los residuos orgánicos municipales e industriales. *Universidad Católica San Pablo*. Recuperado de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1807979>
- Ochoa, O. (2009). Recolección y disposición final de los desechos sólidos, zona metropolitana. Caso: Ciudad Bolívar. Recuperado 12 de octubre de 2021, de <https://silo.tips/download/capitulo-4-desechos-solidos>
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014, diciembre 31). Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de gestión municipal provincial. Recuperado 3 de febrero de 2021, de OEFA website: <https://www.oefa.gob.pe/publicaciones/libro-residuos-solidos/>
- Ortiz Perez, D. A., y Gonzales Chavez, T. P. (2015). *Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos del mercado central Virgen de Fátima Huaraz – Ancash, optimizando el proceso de compostaje*. 212.
- Oviedo, R., Marmolejo, L., y Torres, P. (2012). PERSPECTIVAS DE APLICACIÓN DEL COMPOSTAJE DE BIORRESIDUOS PROVENIENTES DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES. UN ENFOQUE DESDE LO GLOBAL A LO LOCAL. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 11(20), 9.
- Pari, M. J. A. (2019). Optimización del Compostaje de residuos Orgánicos de frutas y Verduras con intervención del Aserrín en la ciudad de Juliaca – Puno. *Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez*. Recuperado de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3178>

- Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024. (2017). Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024 [Text]. Recuperado 22 de septiembre de 2021, de SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental website:  
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>
- PRIETO BOLIVAR, C. J. (2003). *BASURAS: MANEJO Y TRANSFORMACION PRACTICO ECONOMICO*. (2a. ed., 2a. reimp.). ECOE,.
- Rodríguez, C. (2002). Residuos ganaderos. Cursos de Introducción a la Producción Animal. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina.
- Rodríguez Herrera, H. (2012). *Gestión Integral de residuos Sólidos*. Fundación Universitaria del Área Andina. Recuperado de  
<https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/518>
- Rodríguez, M. J. P. (2019). Caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de Macusani – Carabaya – 2019. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de  
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4529>
- Rodríguez, N. Y. I. (2017). Influencia del uso de residuos orgánicos de domicilios, mercados y jardinería, en la calidad y eficiencia del Compost Takakura, Laredo—2017. *Universidad César Vallejo*. Recuperado de  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22505>
- Rodríguez Núñez, I. Y. (2017). Influencia del uso de residuos orgánicos de domicilios, mercados y jardinería, en la calidad y eficiencia del Compost Takakura, Laredo—2017. *Universidad César Vallejo*. Recuperado de  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22505>
- Rojas Mamani, J. S. (2017). Evaluación cualitativa del impacto ambiental y distribución espacial de los botaderos vecinales temporales de residuos sólidos en la ciudad de Puno. *Universidad Nacional del Altiplano*. Recuperado de  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6628>



- Rojas, V. N. D., y Revilla, P. 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. *Universidad Católica de Santa María*. Recuperado de <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/10743>
- Roman, P., Martínez, M. M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile: FAO.
- Sáez, A. (2014). *Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. 16.
- Salamanca, E. M. C. (2014). *Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C.* 81.
- Salud-DIGESA, P. M. de S. D. G. de, Salud, O. P. de la, y Ambiente, C. P. de I. S. y C. del. (2004). *Guía Técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos*. Recuperado de <http://repositoriodigital.minam.gob.pe/xmlui/handle/123456789/337>
- SEONAEZ CALVO, M. (2000). *TRATADO DE RECICLADO Y RECUPERACIÓN DE PRODUCTOS D*. Recuperado de [//www.mundiprensa.com//catalogo/9788471149015/tratado-de-reciclado-y-recuperacion-de-productos-d](http://www.mundiprensa.com//catalogo/9788471149015/tratado-de-reciclado-y-recuperacion-de-productos-d)
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2009). *Manual Educativo: Residuos Sólidos* [Text]. Recuperado 3 de febrero de 2021, de SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental website: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/manual-educativo-residuos-solidos>
- Soria, L. M. T. (2018). *APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS COMO ABONO ORGANICO EN MUNICIPALIDADES DISTRITALES*. 87.
- Suni, L. L. J. T. (2018). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en compostaje del mercado mayorista metropolitano Río Seco – La Parada. Cerro Colorado. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6546>
- Sztern y Pravia, D. y M. A. (1999). *Manual para la elaboración de compost: Bases*

*conceptuales y procedimientos*. Ginebra: OMS.

Tchobanoglous, G. (1982). *DESECHOS SÓLIDOS PRINCIPIOS DE INGENIERÍA Y*

*ADMINISTRACIÓN*. Recuperado de

[https://www.academia.edu/31682388/DESECHOS\\_S%C3%93LIDOS\\_PRINCIPIO\\_S\\_DE\\_INGENIER%C3%8DA\\_Y\\_ADMINISTRACI%C3%93N](https://www.academia.edu/31682388/DESECHOS_S%C3%93LIDOS_PRINCIPIO_S_DE_INGENIER%C3%8DA_Y_ADMINISTRACI%C3%93N)

Tchobanoglous, G. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. Madrid [etc.]:

McGraw-Hill.

Tello Espinoza, P., Campani, D., y Rosalba Sarafian, D. (2018). *GESTION INTEGRAL DE*

*RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS*. Recuperado 19 de octubre de 2021, de AIDIS

website: <https://aidisnet.org/libros/>

Trinidad, O. (2020). *UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO*. 83.

Ubillús, A. J. R. (2003). *COMPOSTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS*

*GENERADOS EN LA UNIVERSIDAD DE PIURA*. 117.

United States Environmental Protección Agency, E. (2016, septiembre 26). AP-42:

Compilation of Air Emissions Factors [Other Policies and Guidance]. Recuperado

15 de agosto de 2021, de

<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>

Uriarte, J. R., Calvo, J. F., Moreno, B., y Cáceres, M. Z. (2003). Metodología de

diagnóstico ambiental de vertederos como herramienta en la planificación

ambiental: Datos obtenidos en el Observatorio sobre Vertederos de Residuos de

2003. *Residuos: Revista técnica*, 13(75), 58-64.

Vargas-Pineda, O. I., Trujillo-González, J. M., y Torres-Mora, M. A. (2019). El compostaje,

una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de

abastecimiento. *Orinoquia*, 23(2). <https://doi.org/10.22579/20112629.575>

Vegara, M. E. G. (2008). *Metodología de diagnóstico ambiental de vertederos, adaptación*

*para su informatización utilizando técnicas difusas y su aplicación a vertederos de*

*andalucía* ([Http://purl.org/dc/dcmitype/Text](http://purl.org/dc/dcmitype/Text), Universidad de Granada). Universidad

de Granada. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=70414>

Ytavclerh, V. C. (2017). *CALIDAD DEL COMPOST PRODUCIDOS A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES EN EL CENTRO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL "SANTA CRUZ", CIUDAD DE CONCEPCIÓN*. 197.

**ANEXOS**

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN EL MERCADO CENTRAL DE AYAVIRI-MELGAR-PUNO, 2019					
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE ESTUDIO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>			Tipo de Investigación:  descriptiva y analítica.
¿Cuál es la calidad de los residuos sólidos orgánicos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri, 2019?	Analizar la calidad de los residuos sólidos orgánicos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri	La calidad de los residuos sólidos orgánicos en el Mercado Central de la ciudad de Ayaviri es alta en materia orgánica	Objeto de estudio:  Residuos sólidos orgánicos	Humedad  Materia Seca  Cenizas  Proteínas  Grasa	Método:  El método a utilizar será en base a la guía para la


		para la elaboración de compostaje		Carbohidratos Energía Kcal Relación C/N	caracterización de residuos sólidos municipales 2018.
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>			
¿Cuál es la generación de residuos orgánicos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri, 2019?	Determinar la generación de residuos orgánicos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri	La generación de residuos sólidos orgánicos en el mercado central de la ciudad de Ayaviri es alta.	Variable de estudio: Análisis de la calidad		Población de estudio:  Residuos sólidos orgánicos.  Muestra:  800 gr de Residuos orgánicos.

<p>¿Cuál es la composición de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de Ayaviri, 2019?</p>	<p>Analizar la composición de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de Ayaviri</p>	<p>La composición de los residuos sólidos orgánicos generados en el mercado central de Ayaviri contiene altos nutrientes para la elaboración del compostaje</p>			<p>Instrumento de recolección de datos:  Observación experimental.</p>
<p>¿El mercado central de la ciudad de Ayaviri cuenta con una propuesta de gestión para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos, 2019?</p>	<p>Elaborar una propuesta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Ayaviri.</p>	<p>A través de una propuesta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos se aprovechará los residuos orgánicos generados en el</p>			


		mercado central de Ayaviri.			
--	--	--------------------------------	--	--	--



Anexo N° 2: Certificado de Análisis Físicoquímicos de residuos sólidos orgánicos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA**  
**LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS**



---

**RESULTADO DE ANALISIS**

---

**ASUNTO** : ANÁLISIS QUIMICO DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS

---

**PROCEDENCIA** : AYAVIR – MERCADO CENTRAL  
**INTERESADO** : JIMÉNEZ MENÉNDEZ DARCY  
**PRODUCTO** : RESIDUO SOLIDO ORGÁNICO  
**FECHA DE MUESTREO** : 27/01/ 2020  
**FECHA DE ANALISIS** : 28/01/ 2020

---

**CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DE LA MUESTRA:**

**ASPECTO** : SÓLIDO  
**COLOR** : MARRÓN

---

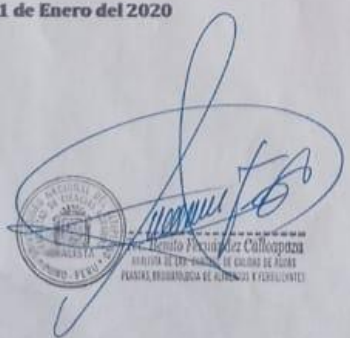
**RESULTADOS:**

De acuerdo al reporte de análisis que obra en los archivos del laboratorio los resultados son:


**DETERMINACIONES DE PROTEINAS:**

ENSAYOS	RESULTADOS M-1
Humedad %	84.49
Materia seca %	15.51
Cenizas %	5.88
Proteínas %	12.19
Grasa %	7.76
Carbohidratos %	74.17
Energías Kcal	415.28
Relación C/N %	0.81

Puno, 31 de Enero del 2020



**Darío Páez Collopaiza**  
ANALISTA DE LAB. DE CALIDAD DE AGUAS  
 PLANTAS, PRODUCCION DE ALIMENTOS Y FERTILIZANTES



**Longio Palacios Frisancho**  
**BIÓLOGO**  
CIBP. 2008

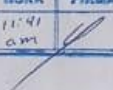
**Anexo 3:** Solicitud para autorización para realizar Estudio.

**CARGO**

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

SOLICITO: Autorización para ejecutar  
Proyecto de Investigación

Sr. Esteban Álvarez Ccasa  
Alcalde de la Municipalidad Provincial de Melgar

REGIÓN PUNO Municipalidad Provincial de Melgar AYAVIRI TRAMITE DOCUMENTARIO			
23 ENE. 2020			
REGISTRO	FOLIO	HORA	FIRMA
807	-06-	11:41 am	


YO Darcy Jiménez Menéndez, identificado con DNI N° 72131102, con domicilio en la Urb. FONAVI Mz. D Lt. 4 del Distrito de Ayaviri, Provincia de Melgar, Departamento Puno, con el debido respeto me presento y expongo ante usted lo siguiente:

Que, habiendo culminado la carrera Profesional de **Ingeniería Ambiental** en la Universidad Privada San Carlos-Puno SOLICITO a usted la autorización para ejecutar mi Proyecto de Investigación el cual lleva por título "**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL MERCADO CENTRAL DE AYAVIRI**" el cual tiene lugar de desarrollo en el Mercado Central de Ayaviri y en la Planta de Valorización de residuos sólidos de Ayaviri, para optar el grado de Ingeniero Ambiental.

**POR LO EXPUESTO:**

Ruego a Usted a acceder a mi Solicitud

Ayaviri, 23 de Enero del 2020



---

DARCY JIMÉNEZ MENÉNDEZ  
DNI 72131102

**Anexo 4:** Contenedores del Mercado central de Ayaviri



**Anexo 5:** Pesaje de residuos sólidos generados en el Mercado central de ayaviri.



**Anexo 6:** Recipiente para calcular la densidad generada por los residuos sólidos.



**Anexo 7:** Recolección de residuos sólidos en moto carga de la Municipalidad.



**Anexo 8:** Lugar de acopio designado por la Municipalidad para el estudio.



**Anexo 9:** Traslado de los residuos sólidos al lugar de estudio.



**Anexo 10:** Personal del servicio de recolección de residuos sólidos del Mercado central de Ayaviri.



**Anexo 11:** Muestreo de residuos sólidos para determinar la composición física de residuos sólidos orgánicos.



**Anexo 12:** Propuesta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos

**“PROPUESTA DE PROCESAMIENTO DE ABONO ORGÁNICO (COMPOST) A TRAVÉS DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y EXCRETAS DEL CAMAL MUNICIPAL, EN LA CIUDAD DE AYAVIRI”**

**01. PRESENTACIÓN**

La presente propuesta tiene su origen en el PIGARS-Municipalidad provincial de Melgar – 2016 al 2024, como una actividad previa y a nivel piloto, para ser implementado más adelante como una propuesta que soporta el reciclado de los residuos orgánicos urbanos en general de la ciudad de AYAVIRI, teniendo como una de sus metas reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

No debemos dejar de mencionar la importancia de este plan ya que permitirá contribuir con dos acciones esenciales que contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores, una de ellas es contribuir a resolver el problema de manejo de los residuos orgánicos y la otra es promover el desarrollo de la agricultura orgánica, mediante la producción de abono orgánico a partir de residuos orgánicos. Se debe tener presente que a diario se produce el 37.55 % de residuos orgánicos como se menciona en el PIGARS de la ciudad de AYAVIRI, los cuales ocupan un volumen importante en cualquier relleno sanitario, además de generar contaminantes como el metano (gas de efecto invernadero 20 veces más potente que el CO<sub>2</sub>), una carga alta de DBO<sub>5</sub> en los lixiviados que genera, además de hundimientos y posibles explosiones en los rellenos sanitarios a causa de los residuos orgánicos y no olvidar de una corta vida útil de un relleno sanitario y/o botaderos controlados.

Es muy importante el desarrollo de este plan de trabajo, el cual debe ser implementado considerando los recursos necesarios, para lo cual se deberá asignar los suficientes recursos económicos sin limitar los gastos ni poner restricciones en su requerimiento, para ser implementado de forma adecuado, ya que contribuirá a resolver un problema de importancia social que es la contaminación ambiental,

fortalecerá la agricultura orgánica trayendo beneficios al agricultor. Además que generará ingresos adicionales a la municipalidad por la venta del abono orgánico y/o humus, permitiendo el auto sostenimiento de dicha planta con la posibilidad de generar ganancias en el futuro los cuales puedan ser utilizado en la gestión.

Por lo tanto, la Municipalidad Provincial de Melgar –Ayaviri a través de sus órganos de línea, dentro de sus Planes de Desarrollo a concordado en la necesidad urgente de implementar el plan de re aprovechamiento de los residuos orgánicos a nivel piloto y orientado a investigar aspectos de importancia en la producción de abono orgánico para determinar la mejor forma de manejo de una futura planta de compostaje y lombricultura la ciudad de AYAVIRI. La municipalidad cuenta con las condiciones de hacerlo viable, por lo que ya se está promoviendo con urgencia la necesidad de implementar este plan de trabajo, cabe resaltar que nuestra ciudad cuenta con las condiciones y la necesidad que se ejecute el presente plan orientado a la investigación del aprovechamiento de los residuos orgánicos, con su parte de aplicación a la agricultura y sin descuidar de su utilización en los parques, avenidas, áreas verdes barrios, urbanizaciones laderas y principalmente los centros educativos, puesto que a nivel del departamento, es el principal lugar del flujo del turismo e inmigración y consecuentemente se requiere mejorar su vista panorámica actual de todo su alrededor; lo cual, con la ejecución de este plan se logrará contribuir al embellecimiento de nuestra ciudad y el distrito de manera que, con esto se logrará un efecto de bienestar e incremento en la calidad de vida del poblador urbano, como el incremento de la afluencia de turistas.

## **02. JUSTIFICACIÓN**

La propuesta tiene dos enfoques esenciales: Una es determinar los parámetros de manejo de una planta piloto y de reaprovechamiento de residuos orgánicos, para que cuando se ejecute la planta a escala real sea manejado óptimamente, contribuyendo con la conservación del medio ambiente, ya que contribuye a resolver el problema de la contaminación producido por la descomposición de los residuos



orgánicos, ya que estos generan lixiviados con un alto DBO (mucho mayor a las aguas residuales), Por lo general suele tener altas concentraciones de nitrógeno, hierro, cloruros, fenoles y manganeso., además genera gran cantidad de metano que contribuye al calentamiento global y cambio climático.

El otro enfoque es contribuir con el desarrollo de la agricultura orgánica en la ciudad, mejorando la calidad de los suelos y la producción de la agricultura incorporando productos naturales como el abono orgánico, comercializando las lombrices y determinando las dosis óptimas del humus producido con los residuos orgánicos para ser aplicados en los cultivos, generando ingresos para hacer sostenible a una futura planta de reaprovechamiento.

### **03. BENEFICIOS**

Cuando se manejan los residuos sólidos en forma adecuada se generan los siguientes beneficios.

#### **AMBIENTALES Y SANITARIOS**

- Disminución de los puntos críticos y recuperación de espacios públicos.
- Reducir los impactos negativos generados por el excesivo consumo de residuos sólidos de la población y reducción de la contaminación ambiental a causa de la proliferación de vectores, degradación de los ecosistemas, contaminación del agua, aire y suelo.
- Disminución de la extracción de recursos naturales como petróleo, minerales, árboles entre otros para la fabricación de nuevos productos.
- Fertilizar y contribuir al uso de abonos orgánicos producto del compostaje.

#### **SOCIAL**

- Organizar y fomentar a la sociedad civil en la inserción del mercado laboral mediante la formalización de recicladores.
- Mejorar la calidad de vida de la población.
- Mejora de la salud pública de las personas dedicadas a esta actividad.

- Mejorar la calidad de nutrientes, consumiendo productos no transgénicos.

#### **ECONÓMICO**

- Participar satisfactoriamente en el cumplimiento de metas del plan de incentivos municipales, organizaciones y población en general.
- Ahorro y disminución de los costos de servicios de limpieza pública.
- Disminuye el costo de clausura de los vertederos o puntos de disposición final de residuos sólidos.
- Reducir los costos de fertilizantes a cambio de abono natural.

#### **04. MARCO LEGAL**

Para la Implementación del siguiente programa se tomó en cuenta procedimiento en amparo de las normas legales vigentes para su ejecución como es:

##### **MARCO NORMATIVO LEGAL NACIONAL**

- Constitución Política del Perú, 1993 - Artículo 195;
- "Los gobiernos locales promueven el desarrollo y la economía local, y la prestación de los servicios públicos de su responsabilidad, en armonía con las políticas y planes nacionales y regionales de desarrollo".
- "Inc. 8. Desarrollar y regular actividades y/o servicios en materia de educación, salud, vivienda, saneamiento, medio ambiente, sustentabilidad de los recursos naturales,...".
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.
- Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental
- *Ley N° 27314, Ley General de RR. SS., Modificada por D.S. N° 1065.*
- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos

- Ley N° 29332, Ley que crea el Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal
- Ley que crea el Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades
- Las municipalidades en materia de saneamiento tienen como función regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito de su respectiva provincia.
- D. S. N° 014 - 2011 - MINAM, Plan Nacional de Acción Ambiental - PLANAA PERÚ: 2011 - 2021
- Tiene como objetivo general mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de los ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; en el desarrollo sostenible del país mediante la prevención, protección recuperación del ambiente y sus componentes la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de una manera responsable y congruente con respecto de los derechos fundamentales de la persona.
- 
- R.M. N° 702 - 2008/ MINSA, Norma Técnica de Salud que Guía el Manejo Selectivo por Segregadores - NTS N° 73 - 2008 - MINSA/DIGESA - V.01 Tiene como objetivo general establecer las pautas para el desarrollo de actividades operativas que involucre manipuleo, segregación, embalaje, recolección y transporte de residuos sólidos del ámbito de gestión municipal, previo de su reaprovechamiento, y asegurar el manejo apropiado de los residuos sólidos para prevenir los riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona.
- Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos: Tienen dentro de sus tres objetivos específicos el promover la adopción de modalidades de consumo sostenibles y reducir el mínimo de la generación de residuos sólidos y aumentar el máximo la reutilización y el reciclaje ambientalmente aceptables de los mismos.

## **NORMATIVA REGIONAL**

- Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos - Puno 2010.-

Tiene dentro de sus metas estratégicas incrementar los niveles de cultura en el manejo de residuos sólidos, educando y sensibilizando a la población y diferentes grupos de intereses organizados de la provincia de Puno, incluyendo a los tomadores de la decisión, implementando mecanismos de difusión para lograr la concientización y participación ciudadana, promover el reciclaje así como el rehúso de los residuos de la población.

## **NORMATIVA LOCAL**

- Ordenanza Municipal N° 014-2016-MPM-A; Que aprueba la actualización del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Melgar-PIGARS.
- Ordenanza Municipal N° 012-2007-MPM-A; del 12 de diciembre del 2007, que crea el comité de GALS Y PIGARS plan integral de Gestión de residuos sólidos.
- Ordenanza Municipal N° 014-2012-MPM-A; conformación de la CAM Melgar, establece la creación de la CAM, para que elabore propuestas ambientales, promueva la participación de la sociedad civil en la Gestión Ambiental.
- Política Ambiental Local; de la Provincia de Melgar, donde en su eje N° 2; gestión integral de la calidad ambiental, Promover la inversión pública para mejorar los procesos de manejo de residuos sólidos municipales.
- El Plan de acción Ambiental local.

## **05. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar y determinar las mejores condiciones para el reaprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios en una planta de compostaje a una escala mucho menor a la que se plantea para la ciudad de AYAVIRI, evaluando la tecnología ambiental combinada compost, producción de Biol y la lombricultura.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Construir una planta Piloto de reaprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en las instalaciones del camal municipal de la Provincia de Melgar- Ayaviri.
- Evaluar las características del abono orgánico y humus de lombriz a diferentes composiciones de residuos orgánicos.
- Desarrollar e intervenir en las instituciones educativas, la producción de abono orgánico a través de residuos sólidos orgánicos.
- Intervenir y trabajar con Urbanizaciones pilotos para la elaboración del abono orgánico.

### **06. METAS**

- Sensibilizar y crear el hábito el reusó de residuos orgánicos en un 80% de la población.
- Sensibilizar y capacitar a instituciones educativas en temas de procesamiento y reaprovechamiento de residuos orgánicos, produciendo abono orgánico (compost).
- Incentivar a los mercados a clasificar los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.
- Reducir el volumen de generación de residuos sólidos orgánicos municipales en un 30%, haciendo el reaprovechamiento y producción de compost

### **07. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

- Se capacitará al personal de limpieza y promotores ambientales sobre temas de recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos, disposición final, composteografía (abono orgánico), lombricultura, biol, humus entre otros referidos al tema.
- El especialista y/o responsable en producción de abono orgánico, realizará coordinaciones y sensibilización en los mercados que serán partícipes en dicho proyecto.
- El especialista y/o responsable en producción de abono orgánico desarrollará capacitaciones y elaboración de abono orgánico (compost) en las instituciones educativas que serán partícipes.
- Los promotores ambientales sensibilizan a la urbanización participante del programa en forma global y/o personalizada sobre la recolección de residuos orgánicos, frecuencia de las rutas; entregando material de información sobre el procesamiento de abono orgánico.
- Los promotores ambientales monitorearán y coordinarán de forma permanente la recolección selectiva de residuos orgánicos en el ámbito de la jurisdicción de las urbanizaciones.

#### **08. RUTA DE RECOLECCIÓN SELECTIVA DE RESIDUOS ORGÁNICOS**

- **ACOPIO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN MERCADOS:** Se realizará mediante los contenedores de plástico identificadas con stickers de residuos orgánicos, estos ubicados en puntos estratégicos del mercado, posteriormente se desarrollara el traslado de los residuos orgánicos seleccionados a lugar de procesamiento.
- **ACOPIO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN URBANIZACIONES PILOTO.-** Se
- Se realizará mediante un camión y/o motocargas identificada con spot del programa de segregación en la fuente quien realizará el recorrido de la ruta de recolección selectiva de residuos orgánicos conjuntamente con el personal para la recolección.

- TRASLADO DE RESIDUOS ORGÁNICOS ACOPIADOS.- Se realizará en el
- camión compactador de la Municipalidad del área de recolección de residuos sólidos, quien realizará el traslado hacia la planta de compostaje.

#### **09. TRANSFORMACIÓN EN ABONO ORGÁNICO**

- Se realizará en la planta Piloto de procesamiento de abono orgánico (compostaje).
- Estará a cargo por el personal capacitado para la transformación del compostaje.
- En las instituciones interesadas en procesamiento de abono orgánico se desarrollará en bandejas (baldes, barriles de plástico), conjuntamente con el asesoramiento de responsable y/o especialista en producción de abono orgánico.

#### **10. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

- El personal encargado del procesamiento de residuos orgánicos informará en forma quincenal sobre el avance del tratamiento a la Sub Gerencia de Gestión Ambiental, tomando en cuenta las deficiencias y debilidades.
- Se evaluará y resolverá las deficiencias para el buen desarrollo del proyecto.

#### **11. ÁREA DE INFLUENCIA Y BENEFICIARIOS POTENCIALES**

- El presente plan se ejecutará en las instalaciones del camal municipal de la Municipalidad Provincial de Melgar-Ayaviri, a una escala menor o Piloto.
- En tal sentido el área de influencia del plan será proyectada inicialmente se trabajará con los mercados y urbanizaciones piloto ya que se requerirá las características de los Residuos orgánicos de la zona intervenida.

- En las instituciones educativas de los tres niveles tanto; iniciales, primarios, secundarios e instituciones superiores, se ejecutará en áreas libres o en bandejas de plástico.
- Por otra parte, los beneficiarios reales serán la población a intervenir por promover un adecuado manejo ambiental de los desechos orgánicos; ya que los residuos orgánicos no tendrán como disposición final estos lugares evitando la generación contaminación por los mismos, así también los beneficiarios serán las áreas verdes de la ciudad, los agricultores de extendiéndose en el futuro a todo los agricultores de la región.