

FACULTAD DE INGENIERÍA
Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“EVALUACIÓN DEL COMPOST OBTENIDO A PARTIR
DE RESIDUOS ORGÁNICOS URBANOS EN EL
DISTRITO DE BREÑA, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Autores:

Estefano Sebastian Arellano Cisterna
Nickolas Colan Paredes

Asesor:

Mg. Ing. Iselli Josylin Murga Gonzalez
<https://orcid.org/0000-0002-1711-6144>

Lima - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ELVAR RENATO MIÑANO MERA
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	OSCAR RAUL HUAROC BRAVO
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	ISELLI JOSYLIN MURGA GONZALEZ
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

tesis

ORIGINALITY REPORT

10%
SIMILARITY INDEX

8%
INTERNET SOURCES

3%
PUBLICATIONS

3%
STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

< 1%

★ **www.mdpi.com**
Internet Source

Exclude quotes Off
Exclude bibliography Off

Exclude matches Off

DEDICATORIA

-A mis padres por su constante apoyo en todo el camino universitario; a mi laptop por aguantar 5 años de carrera y a mi mascota Bimba por estar todas las madrugadas conmigo. E. Arellano.

-El trabajo de investigación realizado se la dedico a mi computadora que aguanto una semana sin ser apagada y a mis queridos padres por aguantarme las noches durante el periodo universitario; a mi compañero de tesis Estefano que por apoyarme en el proceso. N. Colan

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte por brindarme el soporte durante estos 5 años de carrera, a mis padres por estar siempre presente y brindarme su apoyo incondicional. También, a nuestra asesora de Tesis, Ing. Iselli Murga por guiarnos a lo largo de este trabajo de investigación. E. Arellano

Doy las gracias a los buenos docentes de la universidad que me compartieron sus conocimientos, para poder ser un buen profesional y le doy gracias a la asesora de tesis que con su enorme paciencia y dedicación pudo guiarnos adecuadamente en los avances del presente trabajo de investigación. N.Colán.

Tabla de contenido

Jurado evaluador	2
Informe de similitud	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimientos.....	5
Tabla de contenido	6
Índice de tablas	7
Índice de figuras	8
Resumen	9
Capítulo I: Introducción	11
Capítulo II: Metodología	30
Capítulo III: Resultados	41
Capítulo IV: Discusión y Conclusiones	50
Referencias	58
Anexos	61

Índice de tablas

Tabla 1 Valores de la OMS	18
Tabla 2 Valores de la normativa chilena	19
Tabla 3 Resultados del pH.....	42
Tabla 4 Resultados de temperatura.....	44
Tabla 5 Comparativa con la normativa chilena 2880.....	46
Tabla 6 Comparativa con los valores de la OMS.....	47
Tabla 7 Precios de los materiales	48
Tabla 8 Caracterización de la materia prima utilizada	49

Índice de figuras

<i>Figura 1 Ubicación satelital del Mercado N°3</i>	<i>33</i>
<i>Figura 2 Diagrama de flujo.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 3 Pesado de los residuos sólidos urbanos</i>	<i>36</i>
<i>Figura 4 Pila de compost.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 5 Variación del pH.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 6 Variación de la temperatura.....</i>	<i>45</i>

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se realizó la evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos, recolectados en distintos puntos del distrito de Breña, en el año 2022. La problemática radica en la mala gestión de residuos sólidos por parte de ambulantes, comerciantes y civiles. Estos generan residuos como cáscaras de fruta, cáscaras de verdura, aserrín, entre otros. Lo cual genera un impacto directo hacia el suelo, aire y agua. Por ello, se realizó el diseño de una compostera teniendo en consideración la metodología empleada en el proyecto de investigación "Elaboración de compost a partir de los residuos orgánicos generados en la limpieza de planta de la empresa COPEINCA SAC". Finalmente, la muestra se llevó al laboratorio acreditado "Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C (SLAB)", obteniendo un compost de calidad dentro de los parámetros brindados por la OMS y también se realizó la comparativa con la normativa chilena 2880 del año 2015, obteniendo un compost de clase A. Por lo tanto, se brinda una mejor disposición final de los residuos orgánicos.

PALABRAS CLAVES: compostera, compost de clase A, residuos orgánicos, disposición final.

ABSTRACT

In this research work, an evaluation of the quality of compost obtained from organic waste collected in different points of the Breña district in the year 2022. The problem was carried out in the poor management of solid waste by street vendors, traders, and civilians, resulting in waste such as fruit peels, vegetable peels, sawdust, among others. This has a direct impact on soil, air, and water. Therefore, the design of a composter was carried out, taking into consideration the methodology used in the research project "Production of compost from organic waste generated in the cleaning of the COPEINCA SAC plant." Finally, the sample was taken to the accredited laboratory "Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C (SLAB)," obtaining high-quality compost within the parameters provided by the WHO (World Health Organization) and also comparing it with Chilean regulation 2880 from 2015, resulting in Class A compost. Therefore, it provides a better final disposal of organic waste.

PALABRAS CLAVES: composter, class A compost, organic waste, disposal

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En América Latina se posee la mayor cantidad de reservas de tierra productivas, alrededor del 47% del suelo aún se encuentra cubierto por bosques; sin embargo, debido a la producción agrícola esta cifra se encuentra decreciendo. La superficie agrícola durante (1961 - 2011) se encuentra en constante expansión, pasando de 561 a 741 millones de ha, y en América del Sur de 441 a 607 millones de ha. (FAO, 2023)

Usualmente, para el trabajo de suelos se realiza el uso intensivo de plaguicidas, este mal uso de fertilizantes, trae como consecuencias la degradación de aguas y suelos, deforestación, pérdida de biodiversidad, y disminución de la calidad del producto obtenido, además de la reducción de recursos naturales. (Vera, 2018)

Acorde con Bohórquez (2019), la elaboración del compost o compostaje se basa en la transformación del material orgánico realizado por microorganismos, que sirven de agentes descomponedores de la materia orgánica, dichos agentes microbianos pueden ser hongos y bacterias. Por lo que, se debe saber fundamentalmente los factores biológicos, físicos y químicos, que intervienen en sus reacciones y en el metabolismo, con la finalidad u objetivo de aumentar la velocidad de reacción de descomposición de los residuos orgánicos empleados, para la generación del producto final (compost) que será estable y de excelente calidad tanto biológica como química. Así también, se deben reducir los riesgos ambientales que existen durante la transformación de la materia orgánica, los más importantes son la generación de gases y lixiviados, que son perjudiciales para los cuerpos de agua y el ambiente en las cuales se está realizando la producción del compost. Estos gases y lixiviados al contaminar reducen la concentración de nutrientes del producto final; en consecuencia, se deben tomar medidas de aireación de estos gases y filtración de los lixiviados para prevenir la alteración de la calidad del producto. Además, se debe tomar en cuenta que los factores adecuados u óptimos para la

obtención del compost está muy relacionado con el metabolismo de los microorganismos que están implicados en todas las fases o etapas del proceso de compostaje, de esta forma los factores como: temperatura, oxígeno (aireación), pH, tamaño de partículas, relación de C/N (carbono/nitrógeno), % de humedad, son los que determinan la velocidad de las reacciones de oxidación y las características físicas y químicas del compost que se obtiene al final. Por ello, es fundamental tener en cuenta los factores físicos, químicos y biológicos para generar un compost de alto valor que contenga las características físicas y químicas adecuadas, que se desean obtener en el producto final (compost), descomponiendo los residuos orgánicos mediante la degradación microbiana.

Según la plataforma digital única del Estado peruano (GOB.PE), respecto al actual año 2022, el MIDAGRI, anuncia que debido al alza de los precios de los fertilizantes y a la carencia de los fertilizantes que se requieren para los cultivos del país, se puede apreciar que los costos de los alimentos derivados a los cultivos aumenten, debido a la gran demanda de éstos que no pueden abastecer en su totalidad a la población. Por ello, se promoverá el uso de fertilizantes orgánicos, úricos y de residuos sólidos, pues al mezclarse con los sintéticos mejoran la producción de bienes de primera necesidad hasta que los precios sean regularizados.

Bajo ese contexto en el Perú el manejo y la gestión de los residuos sólidos orgánicos (RSO), es un problema latente en ámbitos sociales, económicos, sanitarios y ambientales, lo que origina efectos colaterales. Por ejemplo, la generación de enfermedades, contaminación de suelos, entre otros. Es por ello que, nos basamos en el departamento de Lima donde podemos observar que gran parte de los gobiernos subnacionales, no presentan procedimientos adecuados para la gestión de los residuos sólidos, ya que, solo se limitan a barrer los escombros sin darle una disposición final de manera adecuada, generando así la contaminación en ríos y canales, comprometiendo su uso; así como también, la emisión de gases, la proliferación de roedores e insectos que son agentes transmisores de enfermedades. Por ello para nuestro trabajo

de investigación “Evaluación del compost obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña-2022”, es de suma importancia para la reducción de residuos orgánicos urbanos, debido a que estos pueden tener distintas consecuencias ambientales tales como la eutrofización, liberación de gases de efecto invernadero (GEI) y disminución de la calidad del suelo.

Debido a que en el territorio peruano no se cuenta con una normativa o ley que regule la calidad del compostaje, a fin de poder clasificar y utilizar los compost para destinos más adecuados; es por ello, que en la presente investigación se tomó en cuenta los parámetros de calidad brindados por OMS y los parámetros de calidad de la normativa chilena 2880 en su última versión del año 2015, en la cual especifican los valores estandarizados de los parámetros físico-químicos, para clasificar el compost según su calidad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Pregunta general

¿Cuál es la evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, 2022?

1.2.2. Preguntas específicas

¿Cuál es el resultado de los parámetros físico- químicos durante el proceso de elaboración del compostaje obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, 2022?

¿Cuál es la caracterización de las propiedades físico-químicas del compost obtenido?

¿Cuál es el costo de producir compostaje obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, 2022?

1.3. Marco Teórico

1.3.1. Bases teóricas

Fertilización:

La fertilización es la riqueza o cantidad de microelementos y macroelementos esenciales para que el suelo sea adecuado para los cultivos o para el crecimiento de las plantas, ya que estos elementos forman parte de los nutrientes esenciales; es por ello, que la fertilización del suelo es un componente importante para mejorar el desarrollo de las especies de plantas o cultivos que se desean obtener, enriqueciendo dichas especies o cultivos desde su etapa de formación. (FAO, 2013)

Compostaje:

El compostaje es un proceso en el cual se aprovecha las habilidades de los microorganismos para degradar la materia orgánica, con la finalidad de obtener unos residuos con los nutrientes y bioelementos esenciales para enriquecer suelos pobres en nutrientes. En el compostaje, se puede utilizar diversas fuentes de materia prima orgánica como: hojas, excretas, heno, ramas secas, restos de poda, aserrín, cáscaras de fruta, cáscaras de verdura, y que a través del proceso de compostaje se transformará estos elementos en residuos esenciales para la producción agrícola. Este proceso de compostaje presenta 4 fases: mesófila, termófila, fase de enfriamiento y maduración. (FAO, 2013)

Fases del compostaje:

Mesófila:

Es la fase en la cual comienza a subir la temperatura, hasta alcanzar temperatura ambiente y luego se eleva a una temperatura entre los 25-40 grados C°. Durante esta etapa, se desintegran productos solubles como los ácidos orgánicos y azúcares, el pH puede bajar y tener niveles ácidos. (Vera, 2018)

Termófila:

En esta fase la temperatura supera los 40 grados °C y puede llegar hasta los 60 grados C°. Aquí, las bacterias y microorganismos que degradan el material son en su mayoría termófilas, y los coliformes son erradicados por las altas temperaturas, lo que asegura la sanidad de las pilas de compostaje. Este proceso puede durar desde algunas semanas hasta meses, dependiendo del clima, los materiales, la humedad y el área donde se realiza el proceso de compostaje. (Vera, 2018)

Enfriamiento:

En esta fase la temperatura desciende a menos de 45 grados C°, aquí se comienza a degradar los polímeros de la celulosa y favorece la proliferación y crecimiento de los hongos, indicando que el compost será de buena calidad. (Vera, 2018)

Maduración:

En la fase de maduración, durante meses se mantiene la temperatura ambiente, en la cual predominan reacciones de condensación y polimerización de las mezclas de carbonados, generando ácidos húmicos y fúlvicos. (Vera, 2018)

Humedad:

Según la FAO (2013), la humedad es la cantidad de agua que posee un cuerpo. Para cada cuerpo el factor de humedad será distinto,

pH:

Acorde con la FAO (2013), el pH determina la cantidad de Iones (H⁺) que el suelo puede adsorber. Esto nos indica si el suelo es alcalino o ácido, proporcionándonos diversas características como: solubilidad, disponibilidad de nutrientes, entre otros.

Aireación:

Acorde con Soria (2018), la aireación es el proceso mediante el cual se aporta oxígeno al material compostado, trayendo como beneficios la regulación de temperatura, el control del nivel de humedad, la liberación del CO₂, entre otros.

Temperatura:

La temperatura varía según las fases del compostaje y según los tipos de materias primas orgánicas empleadas para el proceso de compostaje, se pueden llegar a temperaturas elevadas alcanzando hasta los 65 grados C°, sin ningún tipo de calentamiento externo durante la fase termófila, es importante monitorear la temperatura, ya que se espera que se mantenga por encima de los 45 grados C°, y que la temperatura no caiga demasiado. A mayor temperatura, se logra una mayor velocidad de degradación de la materia orgánica y mayor higienización, dado la eliminación de los coliformes y bacterias patógenas. (FAO, 2013)

Materia Orgánica:

La materia orgánica es muy importante para el suelo, debido a que sus componentes son importantes para la obtención de bioelementos esenciales para los microorganismos y organismos que habitan en la tierra. La composición de la materia orgánica es muy variada, ya que proviene de la degradación de plantas, animales y otros microorganismos que habitan el suelo. Por lo tanto, la materia orgánica incluye cualquier tipo de material de origen animal o vegetal que regresa al suelo después de pasar un proceso de degradación por microorganismos, que pueden ser hongos, bacterias, entre otros. Por ejemplo, hojas secas, raíces secas, excretas, huesos, piel de animales, animales muertos, cáscaras de fruta, entre otros. (FAO, 2013)

Sistema de Pilas Estáticas:

Acorde con Soria (2018), un sistema de pilas es un conjunto de dimensiones determinadas compuestas en su interior de distintos residuos orgánicos. Para este caso, el método de aireación es forzada mediante los volteos semanales.

Volteado:

Acorde con Soria (2018), el volteado es una técnica que consiste en la mezcla del compost, mejorando su aireación. Este método se realiza de manera paulatina y es importante para el desarrollo del producto final.

Método Takakura,

Es un procedimiento que reduce el tiempo de obtención del compost, para ello se requiere un pre-acondicionamiento para el uso de microorganismos a fin de facilitar la descomposición de los residuos orgánicos (Hernández, Torres, & Ramirez, 2015, p. 37)

1.3.2 Normativas para la calidad del compost

Con la finalidad de determinar la calidad del compost a obtener, se deben comparar los parámetros físico-químicos del producto final (compost) con las normativas vigentes. Dichos parámetros que se compararán serán los siguientes: pH, % de humedad, temperatura, relación carbono-nitrógeno, % de materia orgánica, % de carbono y % de nutrientes.

Las normativas vigentes que se emplearon en el presente trabajo son los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la norma chilena 2880 "Compost-Clasificación y requisitos".

1.3.2.1 Criterios según la OMS

La OMS recomienda que, para considerar un compost de calidad, el porcentaje de humedad debe estar entre el 30% y el 50%, la materia inerte debe estar en el rango desde 30% al 70%, el compost debe tener un contenido orgánico entre el 10% al 30%, el pH debe estar

entre 6-9 de preferencia cercano a pH neutro (7) , la materia orgánica debe estar del 25% al 50%, el tamaño de partículas debe ser fina de 2 mm a 10 mm, el contenido de carbono debe oscilar entre el 8% al 50% y los nutrientes como nitrógeno deben estar de 0.4 a 3.5%, fósforo de 0.3 a 3.5% y potasio de 0.5 a 1.8%. A continuación, en la Tabla 1 se observarán los rangos de las propiedades físico-químicas para un compost adecuado.

Tabla 1

Valores de la OMS

CALIDAD DEL COMPOST SEGÚN LA OMS	
Propiedades	Rango normal
Contenido de humedad (%)	30 a 50
Materia inerte (%)	30 a 70
Contenido orgánico (%)	10 a 30
pH	6 a 9
Tamaño máximo de las partículas (mm)	2 a 10
Materia orgánica (%)	25 a 50
Carbono (%)	8 a 50
Nitrógeno (%)	0.4 a 3.5
Fósforo (%)	0.3 a 3.5
Potasio (%)	0.5 a 1.8

Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS)

1.3.2.2 Norma Chilena Oficial de Compost-Clasificación y Requisitos

La normativa chilena respecto a la calidad del compost clasifica en compost A y compost B, con los requisitos que se pueden ver en la Tabla 2.

Compost Clase A: compost final de alta calidad que cumple con las exigencias establecidas para la norma, como se ven en la tabla para clase A.

Compost Clase B: compost final de calidad intermedia que cumple con las exigencias

establecidas para la norma, como se ven en la tabla para clase B.

Compost Maduro: compost que ha finalizado las etapas del proceso de compostaje.

Compost Inmaduro: compost que no ha completado las etapas del proceso de compostaje.

Tabla 2

Valores de la normativa chilena

CALIDAD DEL COMPOST SEGÚN NORMATIVA CHILENA		
	CLASE A	CLASE B
% Humedad	30% < x < 45%	x > 45%
pH	5 < x < 8.5	5 < x < 8.5
M.O	x > 20%	-
Conductividad eléctrica	x < 3dS/m	3dS/m < x < 8dS/m
C/N	x < 30%	-
N	x > 0.5%	.
P ₂ O ₅	x < 5%	.
Ca	x > 1%	.
Mg	x > 1%	.
K	x > 1%	.
Na	x < 1%	.
Cu	max 70ppm	max 400ppm
C.O	x > 11%	.
Zn	max 200ppm	max 800ppm
Ar	max 15ppm	max 20ppm
Cd	max 2ppm	max 8ppm
Hg	max 1ppm	max 4ppm
Ni	max 20ppm	max 30ppm
Pb	max 100ppm	max 300ppm
Cr	max 120ppm	max 600ppm

Fuente: Norma Chilena NCh 2880-2015

1.4 Antecedentes

1.4.1 Antecedentes Internacionales

Acorde con Pérez (2018), en su trabajo titulado “Compostaje y digestión anaerobia como procesos de tratamiento para la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos en la ciudad

de México”, como objetivo principal fue comparar el proceso de tratamiento de la fracción orgánica usado actualmente para generar resultados que sirvan como base para la gestión de residuos locales. La metodología empleada fue de tipo explicativo, de diseño experimental, en el cual se basó para la calidad del abono en características como: nitrógeno, carbono, malezas, entre otros. Para iniciar, el diseño comenzó con una selección al azar de 30 semillas debido a que es más factible medir sus parámetros para determinar el porcentaje de germinación, después se realizó una comparación a distintos porcentajes de compost con distintas semillas. Para el proceso de fermentación anaerobia, la mezcla se almacena en una bolsa plástica por 1 semana, el cual deberá tener un color oscuro, textura granular y olor a bosque. Los resultados obtenidos mostraron variaciones en la germinación a distintas concentraciones, lo cual se obtiene beneficios económicos, ambientales y sociales. Este trabajo se encuentra relacionado con nuestro objetivo.

Zamora (2018), en su trabajo titulado, “Metabolismo urbano de nutrientes: rehúso y compostaje de residuos asociados con la porcicultura en Ciudad Juárez”, tuvo como objetivo determinar el potencial para compostaje en Ciudad Juárez. La metodología fue de tipo explicativo, de diseño no experimental, en el cual se realizó la generación de datos sobre la porcicultura, mediante visitas y censos a personal cercano a las granjas porcícolas, a fin de determinar la cantidad de residuos necesarios por sector y poder diseñar una relación C/N, con estos datos y la cantidad de podas necesarias para su uso. En los resultados se calcula que para el compostaje de 5,403.85 kg/día de excretas porcinas son necesarios 3,400 kg/semana de podas, y para que la calidad de las pilas sea óptima, solo se debe reducir la cantidad de humedad mediante el uso de aserrín y volteos. Este trabajo de investigación está relacionado con nuestro objetivo.

Según Santorum (2018), en su trabajo titulado “Propuesta de diseño de biodigestores aerobios para compostaje en viviendas de Carapungo norte de Quito”. Tuvo como objetivo

diseñar biodigestores aerobios para compostaje en viviendas. La metodología empleada fue de tipo explicativo, de diseño experimental, en el cual se realizó un análisis de las bases teóricas para el diseño de compostaje, el sector de estudio (viviendas), y requisitos operacionales de los biodigestores, los cuales se trataron un promedio de 39,083 kg de restos de frutas por 35 días (0,8 kg de biosólidos generados por vivienda); además, de la recirculación de sus lixiviados para mejorar las características del biosólido. Como resultado se obtiene que, debido al sistema de aeración de los biodigestores, se encuentra gran cantidad de patógenos y para su eliminación se debe implementar un sistema de alcalinización. Sin embargo, el sistema mejoró considerablemente la calidad del biosólido en análisis relación C/N. Este trabajo de investigación se encuentra relacionado con nuestro objetivo.

Según Mizger (2018), en su trabajo titulado "Estudio del manejo de los residuos orgánicos generados en la Universidad de la Costa (CUC) a través del Compostaje". Tuvo como objetivo plantear un estudio sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos generados dentro de la universidad, lo cual permita la disminución y reutilización de estos RSO, obteniendo abono orgánico mediante el compostaje. La metodología aplicada en este trabajo fue de enfoque cuantitativo, diseño experimental, en el cual se realizó la comparación entre 2 composteras (fija y giratoria), con diferentes concentraciones de mezcla para determinar el mejor compost. Los resultados obtenidos nos indican que la mejor calidad del compost se obtuvo de la compostera giratoria. Además, este método nos ayuda a reducir los RSO y poder brindarle un nuevo uso. Por lo que, se encuentra relacionado con el objetivo de nuestra investigación.

Orden (2018), en su trabajo titulado "Evaluación del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos: respuesta agronómica de su utilización en un cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.)". Tuvo como objetivo obtener compost a partir de residuos de plantas de cebolla y desechos de producción bovina intensiva. La metodología empleada en el presente trabajo fue de enfoque

cuantitativo, diseño experimental. Para el proceso de compostaje se usó un sistema abierto de pilas con volteos, usando parámetros de seguimiento y control de las características físico-químicas del compost. Teniendo como resultados un incremento en la actividad microbiana, además de la viabilidad del compostaje de RSO de origen agropecuario. Por ende, el trabajo de investigación se encuentra relacionado con nuestro objetivo.

1.4.2 Antecedentes Nacionales.

Vera (2018), en su trabajo de titulación "Elaboración de compost a partir de los residuos orgánicos generados en la limpieza de planta de la empresa COPEINCA SAC". Tuvo como objetivo obtener un compost de excelente calidad, a partir de los residuos orgánicos generados en la planta de COPEINCA SAC, los cuales son residuos industriales pesqueros. La metodología que utilizaron en su trabajo de investigación fue de diseño experimental, con nivel explicativo, de alcance longitudinal, en la cual se utilizó el método tradicional empleando pilas o camas de compostaje abiertas, elaboradas con residuos orgánicos como: cascarilla de arroz, restos de poda de jardín, en las cuales se dosificaban residuos provenientes de lodos PTAR, para obtener el compostaje de buena calidad, guiándose de la normativa Chilena 2880 y de la normativa de la OMS, para clasificar el compostaje según la calidad obtenida. Se concluye que, reutilizar los residuos sólidos urbanos empleando diversos métodos de compostaje mediante la degradación de la materia orgánica de los microorganismos, puede llegar a ser beneficioso para reducir los residuos y emplearlos en el sector agrícola.

Castillo (2020), en su trabajo "Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo, 2019". Tuvo como objetivo evaluar la calidad del compost, a partir de la mezcla de cuatro tipos de residuos orgánicos y tres dosis de microorganismos eficaces, en el distrito de Huayucachi. La metodología que utilizó en su trabajo de investigación aplicada fue de enfoque cuantitativo, y cualitativo experimental longitudinal, de nivel descriptivo. En la fase inicial se

recolectaron y dispusieron residuos orgánicos de mercados, restos de cosecha, estiércol de ovino y vacuno. Posteriormente, en un área de 18 metros cuadrados (6mx3m), se realizó la colocación de las composteras, para que los microorganismos degraden el material orgánico proveniente de los residuos en un medio aeróbico. Se concluye que, reaprovechar el material orgánico proveniente de los residuos sólidos urbanos, empleando la capacidad de los microorganismos de degradar dicho material mediante métodos de compostaje, es beneficioso para la reducción de los RSU, generando un impacto negativo menor y que este compostaje sea aprovechado en la industria agrícola.

Nauto (2019), en su trabajo "Implementación de composteras en viviendas a partir de residuos orgánicos generados en domicilio ZV-5 de Cercado de Lima". Tuvo como objetivo evaluar la posible implementación de composteras, que sean hechas a partir de residuos sólidos orgánicos en viviendas participantes de ZV-5, del Cercado de Lima. La metodología que utilizó en su trabajo de investigación fue de enfoque cuantitativo y cualitativo experimental, en la cual realizó composteras tradicionales que iban volteando cada cierto tiempo, y en su materia prima fueron utilizados diversos residuos sólidos domésticos, que contengan materia orgánica y que puedan compostar. Las variables que tuvieron se relacionaron a los parámetros físico-químicos en el proceso de compostaje, como: relación de carbono-nitrógeno, pH, temperatura y cantidad de microorganismos. Se concluye que este trabajo es de utilidad, pues está relacionado con el objetivo, procedimiento y en la caracterización de los parámetros físico-químicos.

Soria (2018), en su trabajo "Aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos como abono orgánico en municipalidades distritales". Tuvo como objetivo aprovechar los residuos sólidos urbanos, como abono orgánico en las municipalidades distritales, para mejorar su calidad de vida ambiental y social. Las variables que empleó fueron: el porcentaje de reducción de los residuos sólidos orgánicos que fueron transportados al relleno sanitario, la cantidad de abono orgánico obtenido y la implementación de un sistema comercial de abono orgánico. La

metodología que utilizó en su trabajo de investigación fue de enfoque cuantitativo y cualitativo experimental, en la cual se diseñó una pila de compostaje, donde se realizó un volteo semanal y se determinaron los diversos factores físico-químicos tales como: pH, porcentaje de humedad y temperatura. Se concluye que este trabajo se relaciona con nuestro tema y con el procedimiento para obtener el compostaje, analizando los mismos parámetros físico-químicos.

Avellaneda (2019), en su trabajo "Protocolo para la producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado de la ciudad de Lambayeque en el año 2018". Tuvo como objetivo mejorar la eficiencia del uso de microorganismos, para la producción de compostaje a partir de residuos sólidos orgánicos del mercado de la ciudad de Lambayeque. La metodología que utilizó en su trabajo de investigación fue de enfoque cuantitativo y cualitativo experimental, en la cual se diseñaron camas de compostaje, que fueron apiladas con el material orgánico proveniente del mercado y se voltearon semanalmente, además fueron analizados parámetros físico-químicos como: humedad, temperatura y pH. Se concluye que este trabajo se relaciona con nuestro objetivo y tiene información relevante para la elaboración del compostaje a partir de residuos orgánicos, además se analizaron los mismos parámetros.

1.5 Marco conceptual:

Suelo:

Acorde con la FAO (2002), el suelo es un material que con el pasar del tiempo, ha sido transformada mediante las acciones meteorológicas, la vegetación y el ser humano; el material del cual suele ser formado son: suelos subyacentes, suelos aluviones o suelos de cenizas volcánicas.

Fertilizante orgánico:

De acuerdo con la FAO (2002), los fertilizantes nos ayudan a aumentar la oferta de nutrientes de las plantas, su origen puede ser mineral, vegetal, animal o mixto. También

presenta poca o nula participación humana para su formación. Por ejemplo, tenemos el estiércol.

Fertilizante inorgánico:

De acuerdo con la FAO (2002), cualquier material natural o industrializado, que en su composición tenga un %5 o más de los nutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio; pueden ser llamados fertilizantes inorgánicos.

Ambiente:

Acorde con el MINAM (2014), el ambiente es el entorno que nos condiciona para nuestro desarrollo, en el cual intervienen diversos procesos químicos, físicos y biológicos.

Residuos sólidos:

Según INEI (2019), los residuos sólidos son materiales que al no presentar un "valor de uso directo" para los generadores, generalmente son desechados sin ningún tipo de disposición previa.

Acorde con la Ley N° 27314.- Ley General de Residuos Sólidos, estos se clasifican:

- a) Por su origen:

Residuos domiciliarios:

Residuos generados por distintas actividades domésticas, la cantidad y contenido de estos residuos está condicionado a diversos factores. Por ejemplo, calidad de vida de la población, ingreso económico, entre otros.

Residuos industriales:

Residuos generados por diversos sectores industriales como: minera, pesquera, química, entre otros.

Residuos comerciales:

Residuos generados por establecimientos comerciales de bienes y servicios

Residuos espacios públicos:

Residuos generados por actividades como: barrido y limpieza de veredas, pistas, plazas, entre áreas públicas.

Residuos de trabajos de construcción:

Residuos generados por actividades de demolición y construcción de obras.

Residuos agropecuarios:

Residuos generados por actividades agrícolas y pecuarias

Residuos de atención de salud:

Residuos generados por actividades de investigación y atención médica en establecimientos como: laboratorios, consultorios, clínicas, entre otros.

b) Por su gestión:

Residuos sólidos municipales:

Son residuos de origen doméstico, comercial y de limpieza de espacios públicos; los cuales deben ser dispuestos en rellenos sanitarios

Residuos sólidos no municipales:

Son residuos de origen industrial, agropecuarios, establecimientos de salud, entre otros. Debido a sus características representan un peligro para la salud y el ambiente.

c) Por su peligrosidad:

Residuos sólidos peligrosos:

Son residuos cuyas características representan un riesgo latente para la salud y el ambiente.

Residuos sólidos no peligrosos:

Son residuos cuyas características no representan un riesgo para la salud y el ambiente.

Compostaje:

Acorde con la FAO (2013), el compostaje es un proceso biológico que se encarga de transformar residuos animales, vegetales en un material rico en materia orgánica para el suelo mejorando sus características tanto físicas como químicas.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Evaluar la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, 2022.

1.6.2 Objetivos Específicos

-Evaluar los parámetros físico-químicos durante el proceso de elaboración del compostaje; en el distrito de Breña, 2022.

- Realizar la caracterización de las propiedades físico-químicas del compost obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, 2022.

-Evaluar el costo de producir el compostaje obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, 2022.

1.7 Hipótesis

H0: El compost obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, 2022 es de calidad.

H1: El compost obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, 2022 no es de calidad.

1.8 Justificación

1.8.1 Justificación Teórica

Debido a la gran demanda de alimentos producto del crecimiento poblacional, además, la contaminación ambiental a los suelos, se requieren fertilizantes o compost que aporten los nutrientes necesarios para volver las tierras productivas. Por ello, el presente trabajo de investigación, quiere establecer los lineamientos para la elaboración de compostaje a base de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, los cuales serán recolectados en diferentes áreas. Por ejemplo, la poda será recolectada de parques y jardines; las excretas serán obtenidas mediante la crianza propia de cuyes, codornices y gallinas; el aserrín será recolectado en distintas carpinterías; los restos de frutas, cáscaras de vegetales, cogollos de piña se obtendrán de fruterías y verdulerías. En adición, se usará cascarilla de arroz y excretas de ovino, obtenidas en el mercado N° 03. Esta materia prima recolectada, será aprovechada en la elaboración de compostaje, empleando la técnica de "pilas con volteos", los cuales se efectuarán de manera semanal, para su adecuada aireación y homogenización de los componentes. Además, estos residuos orgánicos urbanos contienen gran cantidad de nutrientes que se aportarán en la obtención del compost.

El estudio e investigación para elaborar el compost, tiene como principal beneficiario al sector agrícola, brindándole la información necesaria para obtener los beneficios de emplear este compost a sus cultivos, dando como resultado, el aumento de producción, el enriquecimiento de suelos y una mejor gestión de residuos sólidos.

1.8.2 Justificación Práctica

En relación a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, en el cual se intenta obtener compostaje de calidad a base de distintos residuos orgánicos urbanos, como: cogollos de piña, aserrín, heces de ovino, cáscara de frutas, entre otros. Estos serán recolectados

de distintas fruterías y negocios locales. Este trabajo es importante porque no solo disminuirá los residuos orgánicos urbanos en los lugares de producción, como en los mercados; sino también, para que distintos agricultores puedan realizar un compost, debido a la crisis de abonos a nivel mundial; así podemos reutilizar estos residuos, fabricando compost de buena calidad, aportando beneficios ambientales, sociales y económicos.

1.8.3 Justificación Metodológica

Se realizó un procedimiento metodológico, sistematizado y ordenado; empleando manuales y guías de obtención de compostaje a partir de distintos residuos orgánicos, la técnica que permite la obtención del compost se basa en la construcción de una cama de compostaje, en la cual la materia orgánica se descompondrá por efectos del metabolismo de microorganismos como bacterias y hongos, obteniendo un producto de calidad. De esta manera, el presente trabajo de investigación, se realizó teniendo en cuenta la importancia de la fertilización de los suelos, utilizando compostaje tanto en el cuidado del ambiente, como en la economía relacionada a la agricultura y comercialización de alimentos provenientes de los cultivos.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Tipo de investigación

2.1 Enfoque

Aplicada:

Es muy importante aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad y en el proceso de investigación del presente trabajo. Estos conocimientos teóricos tratan sobre la elaboración del compostaje, medición y manejo de los parámetros, que involucra la obtención del compostaje de calidad, además que con la obtención del compost se pueden aplicar en diferentes áreas. Por ejemplo, en la disminución de los residuos sólidos urbanos, los municipios mediante camas de compostaje, puedan dar una mejor disposición de estos residuos, como en los viveros, para la utilización de abonado de áreas verdes, parques y jardines. También, el compostaje puede subsanar problemas agrícolas o ambientales como: la falta de fertilización y la degradación de suelos áreas agrícolas; siendo de utilidad en este sector, mejorando así la productividad y calidad de los cultivos. (Hernández, 2014)

Cuantitativa

El enfoque de la investigación es cuantitativo, acorde con Hernández (2014), una investigación cuantitativa es aquella que en su proceso se dan una secuencia de pasos que no se pueden eludir, se parte de una idea general que va delimitándose y estableciendo objetivos con preguntas de investigación. Además, se da la construcción de variables en un determinado contexto; se utilizan métodos estadísticos para poder establecer las conclusiones del trabajo. Para la presente investigación las mediciones se realizarán acorde a las variables presentadas en la matriz de consistencia.

2.2 Diseño

Experimental:

En el presente trabajo de investigación se analizó la cantidad de materiales a compostar y cómo los parámetros físico-químicos se relacionan con la calidad del compost a obtener.

2.3 Tipo

Explicativo

Es de nivel explicativo debido a que el presente trabajo tiene la finalidad de investigar, buscar, indagar y comparar información en trabajos pasados, para explicar cómo es el proceso de planificación y elaboración del compostaje a partir de residuos orgánicos urbanos. Además, de cómo determinar la calidad del compost obtenido, así como la determinación de los parámetros físico-químicos. (Hernández, 2014).

2.4 Alcance de la investigación

Longitudinal:

Su característica principal del actual trabajo de investigación es la toma de datos relacionados a los parámetros físico-químicos, durante el proceso de elaboración del compost como: pH, % de humedad, temperatura y las que se relacionen con dichos parámetros. (Hernández, 2014).

2.5 Población y muestra

Población

La población del presente trabajo de investigación es la cantidad de residuos orgánicos urbanos recolectados (100 kg), en distintas áreas en el distrito de Breña. Ver Anexo 1

Muestra

La muestra del presente trabajo de investigación está conformada por la cama de compostaje rectangular, que tiene una altura de 0.7 metros y contiene un peso de 60 kg, de los diferentes materiales y residuos orgánicos a compostar. Para la realización previa del compostaje se tuvo que seleccionar con rigurosidad el material para la compostera.

2.6 Materiales e instrumentos

2.6.1 Materiales de campo

Para el presente trabajo se tuvo en consideración un sistema abierto o en pilas, en la cual se usa una gran variedad de residuos orgánicos. Además, para la preparación de la mezcla orgánica y homogeneización se necesitaron los siguientes materiales e insumos.

-Mantas de polipropileno: Se usó las mantas de polipropileno a fin de cubrir nuestro compost de agentes externos y condiciones climáticas que puedan afectar.

-Picos y palas: Se usaron estos materiales para realizar el volteo correspondiente.

-Escoba y recogedor: Tuvieron el objetivo de apilar las pilas y recoger los sobrantes.

-Manguera y rastrillo: Se usaron para las acciones de aireación y para mantener la humedad.

-Indumentaria para realizar el trabajo de campo:

-Aserrín, restos de vegetales, restos de poda de jardín, cogollos de piña, heces de ovino, entre otros: Se realizó la elaboración de la cama de compostaje con estos materiales debido a su aporte de alto contenido en carbono, nitrógeno, entre otros elementos.

2.6.2 Equipos de laboratorio

Las muestras de compost obtenidas serán analizadas por el laboratorio de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB.

2.6.3 Materiales de gabinete

-Computadora.

-Ficha de registro de datos de campo.

-Datos de la muestra brindados por el laboratorio.

2.7 Área de estudio

El área de estudio se delimita al Mercado N°3, ubicado en el departamento de Lima, distrito de Breña, como referencia a dos cuadras del Hospital del Niño. A continuación, en la Figura 1 se observará la ubicación satelital del Mercado N°3.

Figura 1

Ubicación satelital del Mercado N°3



Fuente: Google Earth

2.8 Procedimiento

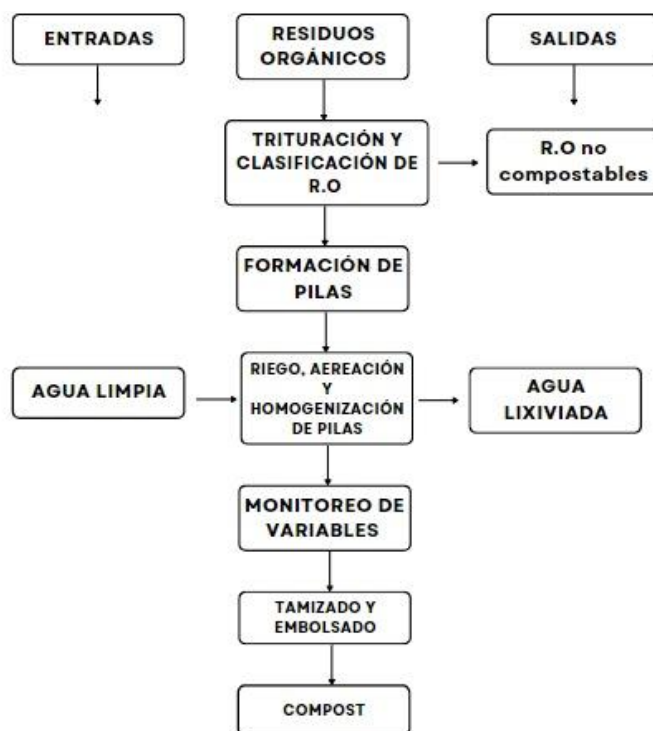
Se diseñó y acopló un espacio donde se procederá a elaborar la cama de compostaje de forma rectangular, se elegirá el tipo de proceso tradicional, para la obtención del compost a partir de residuos orgánicos urbanos. En dicho espacio, se añadió agua periódicamente para que se mantenga la humedad, se midió los parámetros en la superficie y en el interior de la cama de compostaje, además se realizó el volteo de la cama según sea necesario. A continuación, se detallará el procedimiento realizado en nuestro proyecto.

2.8.1 Diagrama de flujo

A continuación, se detallará en la Figura 2 el diagrama de flujo para la obtención del compost.

Figura 2

Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

2.8.2 Etapa de pre-campo

Se realizó una recopilación de información, así como de manuales, guías e información básica, para la realización del trabajo de investigación, la metodología, obtención de materiales y el solvento económico.

Adecuación del área experimental

Se acondicionó parte del patio delantero y área del jardín de la casa con mallas y calaminas, para proteger las composteras de posibles lluvias; además, el área rectangular del jardín fue extraída, para evitar que componentes de la tierra del área intervengan en el proceso

de compostaje. La dimensión donde se colocó la compostera rectangular fue de 1.5mx1m y una altura de 0.7 m. Ver Anexo 2.

2.8.3 Etapa de campo

Obtención y recolección de materias primas

Para la elaboración del compost, se detallará los diferentes lugares o puntos de acopio de los residuos orgánicos urbanos:

- Cogollos de piña que fueron obtenidos de distintas fruterías del mercado N° 3
- Aserrín fue obtenido a las afueras de las carpinterías que las desechan en costales o bolsas.
- También se recolectaron cáscaras de vegetales, frutas y se compró excretas de ovinos en el mercado Las Flores. Además, se aprovecharon excretas de cuyes y aves que son animales que se tenían en el domicilio.
- Se recolectaron hojas verdes y secas provenientes de poda de áreas verdes, parques y jardines del distrito de Breña. Ver Anexo 3.

El trabajo consistió en el traslado de los diversos residuos orgánicos urbanos, que fueron generados en el distrito de Breña, los cuales serían aptos para la elaboración del compostaje; además, se priorizó que los residuos estén frescos; es decir, sean recientes para que no haya interferencias en la calidad del resultado y contenga una cantidad mínima de elementos ajenos que puedan afectar el compost.

2.8.3.1 Clasificación de las materias primas

Se separó la materia prima para su posterior apilación. El estiércol de cuyes y aves como la cuyasa y gallinaza; además, las excretas ovino que son ricos en nitrógeno el cual aportará este elemento esencial para la elaboración del compost.

Las ramas secas, hojas secas, poda de áreas verdes, parques y jardines, aportarán carbono y nitrógeno; por otro lado, el material seco, gris y opaco aportará el carbono. Los restos

de césped, jardín, y las hojas de piña que presenten color verde aportarán nitrógeno. García (2014).

Figura 3

Pesado de los residuos sólidos urbanos



Fuente: Elaboración propia

Picado

Se realizó con la ayuda de cuchillos con elevado filo, con la finalidad de que el tamaño de partícula sea menor y más homogéneo, a fin de que el área de contacto de la materia orgánica de las diferentes capas sea mayor, a fin de optimizar la descomposición aeróbica que los microorganismos efectuarán durante el proceso de compostaje. (Vera, 2018)

Apilado

Se procedió a apilar los materiales en capas llegando a una proporción de los materiales que contienen nitrógeno con los materiales que contienen carbono de 1 a 2, por lo que se empezó la primera capa con materiales que contenga carbono, como: las hojas secas, maleza seca, ramas secas, hojas marrones; después, la capa que contiene nitrógeno tiene lo siguiente: estiércol, poda verde, las hojas de piña, hasta llegar a una altura aproximada de 0.7 metros.

García, C. (2014). Ver Anexo 4

Aireación

Con el propósito de mantener la fermentación aeróbica, se realizó el volteo de frecuencia semanal de las camas de compostaje o composteras, con la utilización de pico y palas. (Vera, 2018)

Regulación de temperatura y humedad

Para este proceso se mantuvo una humedad entre el 50% al 60%, mediante riegos con una frecuencia de 3 días.

Temperatura

En este proceso se usó el medidor de parámetros digital "Soil tester JHL-9918". Ver Anexo5.

Volteado de compostera

En este proceso se realizó con palas, para poder generar aireación en el compost. Este proceso se realizó de manera semanal, donde la parte superficial debe pasar al centro o interior del compost generando rotación. (Vera, 2018)

Humedad

En este proceso podemos medir la capacidad del compost de dos maneras. La primera es usar el medidor de parámetros digital "Soil tester JHL-9918" y monitorear por lo menos dos veces por semana. Por otro lado, se puede usar el tacto, es decir, se agarra un pedazo del compost y se aplasta con el puño, el cual deberá humedecerse sin escurrir agua entre los dedos. (Vera, 2018)

Determinación del nivel de pH

En este proceso se usará el medidor de parámetros digital "Soil tester JHL-9918".

Maduración del compost

Para este proceso el compost debe ser almacenado en un lugar fresco, aireado, evitando la exposición al sol y las lluvias. A continuación, en la Figura 4 se tiene la pila de compost, finalizada con los materiales previamente mencionados.

Figura 4

Pila de compost



Fuente: Elaboración propia

Toma de muestras

Este proceso se realizará con el fin de ser llevado al laboratorio acreditado SLAB, el cual nos brindó las siguientes indicaciones:

-Tamizado

-Pesado de la muestra: La muestra mínima solicitada por el laboratorio fue 0.250 kg

-Almacenamiento: Acorde a recomendaciones del laboratorio, se solicitó que el compost sea empacado en un envase de plástico, rotulado y transportado a su sede en el distrito de San Martín de Porres.

2.8.4 Etapa de laboratorio

Las muestras fueron llevadas para ser analizadas, en el laboratorio "SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB", para establecer el valor nutricional del compostaje de los elementos esenciales (materia orgánica, N, P, S, K, Ca, Mg, Zn) y el respectivo análisis de los parámetros físico, químicos y biológicos (pH, conductividad, microorganismos, temperatura), con la finalidad de determinar la calidad del compostaje elaborado a partir de residuos orgánicos urbanos.

2.8.5 Fase de gabinete

En la siguiente y última fase del procedimiento, se analizó los resultados, se ordenó sistemáticamente los datos obtenidos en la etapa de campo y en la etapa del laboratorio, se realizaron procedimientos estadísticos y programas como Microsoft Excel.

2.9 Validez y confiabilidad de información

Este trabajo tuvo como base la metodología empleada en el proyecto de investigación "Elaboración de compost a partir de los residuos orgánicos generados en la limpieza de planta de la empresa COPEINCA SAC". Gracias a esta metodología empleada, podemos demostrar la validez de nuestro trabajo; además, de la obtención de resultados brindados por el laboratorio acreditado "Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C (SLAB)".

2.10 Análisis de la información

Para el presente trabajo, se realizó el uso de la herramienta informática Excel 2016 para el registro, análisis estadístico y gráficos de los siguientes puntos.

- Datos de parámetros físico-químicos.
- Gráficos de parámetros físico-químicos.
- Ficha de registro.

2.11 Aspectos éticos de la investigación

En este trabajo de investigación se resalta la importancia de la ética. Es por ello que, se usaron fuentes confiables en el proyecto de investigación, además en la elaboración del trabajo de investigación se tomó en cuenta las normas APA 7^a edición. También, todos los autores se encuentran citados y referenciados a lo largo del texto evitando así el plagio. Además, se respeta la metodología tomada como base para nuestra validación; por último, se está empleando los servicios del laboratorio acreditado “Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C (SLAB)”, para brindar resultados reales.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 Resultados obtenidos por el laboratorio

Para este capítulo se adjunta los resultados obtenidos del laboratorio SLAB, para su posterior análisis con respecto a los objetivos planteados. Ver Anexo 6

3.2 Resultados de los objetivos.

Objetivo Específico N° 01: Evaluar los parámetros físico- químicos durante el proceso de elaboración del compostaje; en el distrito de Breña, 2022.

pH

El rango del pH para el compost obtenido, según la normativa chilena 2880-2015, se encuentra entre los valores 6.5 y 8.0. Sin embargo, al inicio del proceso tuvimos valores entre 4 y 5, debido a la fase mesófila. Además, para los valores inferiores a 5,5 y superiores a 9,5, inhiben el crecimiento de la gran mayoría de microorganismos; finalmente, para llegar a un compost maduro debemos tener valores aproximados al nivel neutro.

Para las mediciones del pH se usó el multiparámetro “Soil tester JHL-9918”, con una frecuencia semanal, obteniendo los siguientes resultados en la Tabla 3 y en la Figura 5

Tabla 3

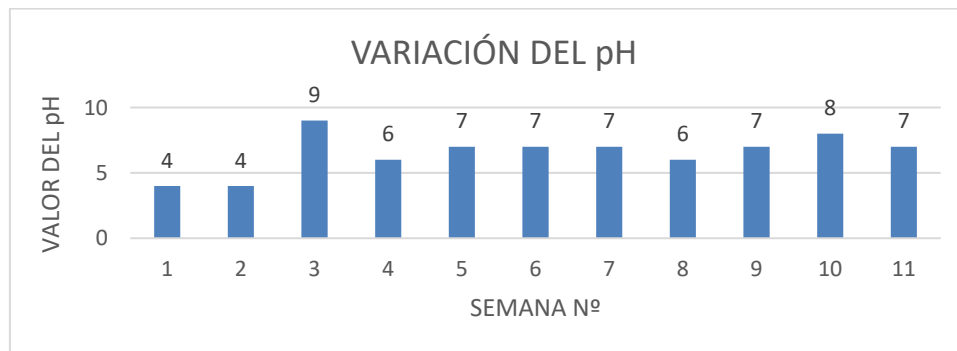
Resultados del pH

Fecha del muestreo	pH
06/08/2022- semana 1	4
13/08/2022- semana 2	4
20/08/2022- semana 3	9
27/08/22- semana 4	6
03/09/22- semana 5	7
10/09/22- semana 6	7
17/09/22- semana 7	7
24/09/22- semana 8	6
01/10/22- semana 9	7
08/10/22- semana 10	8
15/10/22- semana 11	7

Fuente: Elaboración propia

Figura 5

Variación del pH



Fuente: Elaboración propia

Acorde con los datos presentados en las 2 primeras semanas presentó un pH ácido, en la semana 3 se obtuvo un pH ligeramente alcalino y en las últimas semanas se obtuvo un pH neutro, el pH se encuentra relacionado directamente con las fases del compost (Mesófila, termófila)

HUMEDAD

Las mediciones se realizaron cada 3 días, mediante el uso del multiparámetro “Soil tester JHL-9918”. Para el resultado final de este parámetro, se obtuvo un valor del 32.58%; además, el resultado del análisis realizado por el laboratorio SLAB, se encuentra acorde a la normativa chilena 2880-2015 y los valores de la OMS.

TEMPERATURA

Para este proceso se determinó la temperatura de manera semanal, empleando el medidor de parámetros digital “Soil tester JHL-9918”. En la Tabla 4 se observan las fechas y las distintas temperaturas obtenidas en el proceso.

Tabla 4

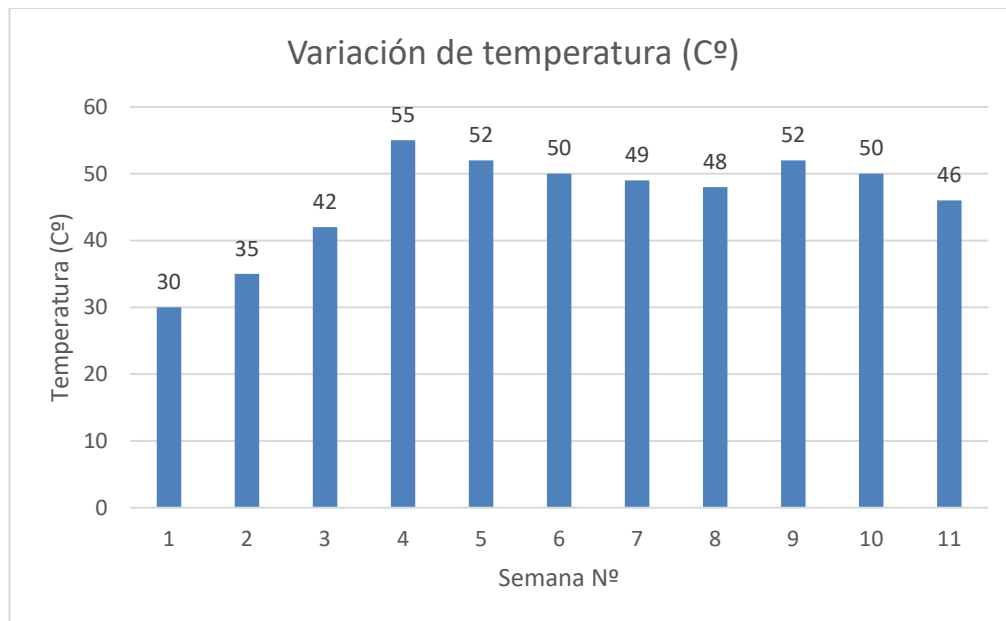
Resultados de temperatura

Fecha del muestreo	Temperatura (C°)
06/08/2022- semana 1	30
13/08/2022- semana 2	35
20/08/2022- semana 3	42
27/08/22- semana 4	55
03/09/22- semana 5	52
10/09/22- semana 6	50
17/09/22- semana 7	49
24/09/22- semana 8	48
01/10/22- semana 9	52
08/10/22- semana 10	50
15/10/22- semana 11	46

Fuente: Elaboración propia

Figura 6

Variación de la temperatura



Fuente: Elaboración propia

Se observa durante las primeras 3 semanas, un aumento de temperatura progresivo por debajo de los 45 °C (fase mesófila), a partir de la 4ta semana inicia la fase termófila, donde comienza a elevarse la temperatura, eliminando así los agentes patógenos como los coliformes. Sin embargo, observamos un ligero aumento de temperatura entre la semana nº 8 y la semana nº 9, este ligero incremento de temperatura puede tener distintos factores como los factores meteorológicos, el uso de aceleradores en la semana nº 7 (cerveza, levadura). A partir de la semana 10, comenzó a decrecer la temperatura, indicando la maduración del compost.

Objetivo Específico N°02: Realizar la caracterización de las propiedades físico-químicas del compost obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, 2022.

Acorde con la Normativa Chilena 2880 del año 2015 y la normativa de la OMS, realizamos la caracterización de las propiedades físico-químicas del compost obtenido; esto se comparará en las Tablas 5 y 6.

Tabla 5
Comparativa con la normativa chilena 2880

Características	Rangos normales de valores permitidos Clase A/Clase B	Resultados de nuestro compost	¿Cumple los estándares?
% de humedad	30-45	32.58	Sí cumple
Materia orgánica	≥ 20%	56.73	Sí cumple
% de nitrógeno	≥ 0.5%	1.16	Sí cumple
% de fósforo	No considera	X	X
% de potasio	No considera	X	X
Relación C/N	$25 \leq x \leq 30$	28.37	Sí cumple
pH	5.0 - 8.5	7.43	Sí cumple
Zinc	200 – 2000 mg/Kg	182.02	No cumple
Conductividad eléctrica	$X < 3 \text{ dS/m} \leq 8 \text{ dS/m}$	0.01988 dS/m	Sí cumple

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos y comparados con respecto a la normativa chilena 2880 (ver Tabla 6), nos arroja que nuestro compost cumple con los parámetros de calidad en los siguientes puntos: % de humedad, % de nitrógeno, pH, conductividad eléctrica, relación C/N, M.O, pudiéndose clasificar un compost de clase A. Sin embargo, el único parámetro que no cumple es el Zinc, que puede regularse mediante la dosificación de Zinc en el proceso de compostaje.

Tabla 6
Comparativa con los valores de la OMS

Características	Rangos normales de valores permitidos	Resultados de nuestro compost	¿Cumple los estándares?
% de humedad	30-50	32.58	Sí cumple
% de nitrógeno	0.4 – 3.5	1.16	Sí cumple
% de fósforo	0.3 – 3.5	0.63	Sí cumple
% de potasio	0.5 – 1.8	2.46	No cumple
Materia Orgánica	10-30	56.73	No cumple
pH	6-9	7.43	Sí cumple
Zinc	800 – 1,200 mg/Kg	182.02	No cumple

Fuente: Elaboración propia

El resultado obtenido y comparado con la normativa ver Tabla 6 de la OMS, nos indica que nuestro compost cumple con los parámetros de calidad, en las siguientes características: % de humedad, % de nitrógeno, % de fósforo, pH, y no cumple en % de potasio, cantidad de materia orgánica, % zinc. Uno de los parámetros más importantes es, la cantidad de materia orgánica, que supera el límite establecido, esto nos revela que nuestro compost se encuentra inmaduro y mientras este llegue a la madurez la cantidad de materia orgánica se reducirá (FAO, 2002)

Objetivo Específico N° 03: Evaluar el costo de producir el compostaje obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, 2022.

Para este punto se realizará la descripción de los materiales usados con sus respectivos

costos; estos pueden ser variables. Además, se tuvo en consideración la fecha, lugar, cantidad. También, no se tuvo en cuenta materiales como: rastrillos, manguera, pala, debido a que se contaban con estos mismos; tampoco, el alquiler del espacio para realizar el compostaje dado que, se realizó en un espacio dentro del hogar de uno de los autores. Además, para el producto final se obtuvo un rendimiento del 30%, es decir, un 70% del volumen inicial se redujo en este proceso de compostaje; lo cual se comparará en la Tabla 7 y 8

Tabla 7

Precios de los materiales

Material	Precio en soles
Cascarilla de arroz-15kg	s/20
Heces de ovino- 15 kg	s/20
Cáscaras de frutas-5 kg	Gratis
Cogollos de piña-5kg	Gratis
Poda – 5 kg	Gratis
Aserrín- 5kg	s/10

Fuente: Elaboración propia

Para un promedio de 50 kg procesados, de los 100kg que se habían recolectado inicialmente, se obtuvo un compost final de 15 kg. Teniendo un gasto de s/50, este promedio nos indica el costo de producción de s/3.33 por kg de compost producido, teniendo en consideración la compra de materiales. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, para cierto sector de la población cuenta con estos materiales, reduciendo así el costo de producción

Tabla 8

Caracterización de la materia prima utilizada

Materia prima	Cantidad(kg)	% del total de la materia prima utilizada
Hojas de piña	5kg	10%
Cáscaras de fruta y verdura	5kg	10%
Heces de ovino, cuyasa y gallinaza	15kg	30%
Poda seca de jardines	5kg	10%
Aserrín	5kg	10%
Cascarilla de arroz	15kg	30%
Total	50 kg	100 %

Fuente: Elaboración propia

Para este resultado se obtiene que, los principales aportantes del % del total de la materia prima utilizada son: la cascarilla de arroz y las heces del ganado, debido al aporte de carbono y nitrógeno, esencial para el desarrollo del compost.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 DISCUSIÓN

Se evaluó los siguientes parámetros: pH, temperatura y % de humedad; durante el proceso de elaboración del compostaje, obtenido a partir de residuos orgánicos como: cogollos de piña, cascarilla de arroz, restos de poda, aserrín, excretas de gallina, excretas de cuy - ovinos, restos de frutas como de vegetales, obtenidos en el distrito de Breña en el año 2022. En el cual se puede apreciar que dichos parámetros, intervienen en el proceso de degradación de la materia orgánica, producto de los microorganismos presentes en la cama de compostaje, los cuales fueron variando según las semanas; en el caso del pH se trató de regular la acidez y la alcalinidad con: cenizas, cáscaras de frutas, virutas o aserrín según corresponda; a fin de mantener un pH neutro, indicador de un compost maduro y de calidad.

Así mismo, la temperatura fue aumentando conforme pasaron las 3 primeras semanas hasta llegar a los 42 °C (fase mesófila), luego la temperatura incrementó hasta mantenerse por encima de los 50 °C, es decir, se llegó a la fase termófila. Sin embargo, se observa que en las semanas 8-9, se presenta una elevación de temperatura en lugar del declive, esto puede presentarse por diversos factores. Por ejemplo, a medida que madura el compost, vamos entrando en una estación donde se presenta un tiempo atmosférico con menos porcentaje de humedad y mayor temperatura (primavera), además que en la semana N° 7 se añadió los aceleradores como la cerveza y levadura (método de Takakura), a fin de lograr la descomposición en un menor tiempo, lo cual pudo influenciar en la ligera variación de la temperatura de nuestro compost. Finalmente, en las últimas semanas se observa que la temperatura de nuestro compost llega a la fase de enfriamiento, lo que significa que tiene una tendencia al declive de la temperatura (maduración del compost). Para todo este proceso se tuvo el espacio adecuado y las recomendaciones de distintos autores, para la elaboración de la cama de compostaje, a fin de obtener un compost de calidad. Esto coincide con Castillo (2020),

el cual nos indica que para obtener una sanidad adecuada del compost, la temperatura de este mismo se debe mantener por encima de 50 °C, debido a que en ese rango de temperaturas se eliminan los coliformes, producto de las excretas de los animales entre otros agentes patógenos; además, señala que la temperatura de su segunda compostera, durante las primeras semanas, la temperatura se incrementó de los 16 °C hasta 40 °C (fase mesófila); en las semanas siguientes la temperatura subía hasta picos de 48 - 49 °C (fase termófila), posteriormente la temperatura comenzó a decaer hasta retornar a los 16 °C (fase de enfriamiento).

Con respecto a la humedad se mantuvo un valor aproximado por encima del 30% y debajo del 60%, por lo que, para mantener ese rango de humedad que es el adecuado para el proceso de compostaje, se debía humedecer con agua cada semana, además de tener la aireación correcta, mediante volteos de pila con frecuencia semanal, a fin de que los microorganismos tengan el oxígeno y humedad necesaria, para realizar la degradación aeróbica de la materia orgánica. El control del parámetro de humedad se puede evidenciar también en el trabajo de investigación de Vera (2018), en el cual se midieron los siguientes parámetros: % de humedad, temperatura y pH, en los lodos que iban a suministrar a las camas de compostaje, también se midieron los parámetros en la compostera, que fueron alimentadas por los lodos. Respecto al % de humedad que fueron medidas en la compostera, se aprecia que en las primeras semanas variaba del 40% a 60% de humedad hasta llegar a la etapa de maduración del compost, el porcentaje de humedad llegó a bajar en un rango de 30% a 40%, según Vera es el rango óptimo del porcentaje de humedad para el compost final.

El valor del pH durante las dos primeras semanas fue 4 – 5, luego en el transcurso de las semanas este valor subió hasta un rango de 8-9, finalmente se regularizó el pH en 7-8 acercándose al pH neutro. Así mismo, cuando el pH tenía valores alcalinos se tuvo que emplear cenizas para neutralizar estos valores. Además, debido al limitante del tiempo se utilizaron levaduras y dosis de cerveza (250 ml), para acelerar el proceso de maduración. Según Nauto

(2019), recomienda que el pH se mantenga entre 5.8 -7.2, en ese rango sería el óptimo debido que se encontraría una eficiencia de actividad fúngica y bacteriana; además, indica que entre los valores 6 - 7.5, hay una mayor presencia bacteriana, también se indica que entre los valores 5.5- 8, se encuentra una mayor presencia fúngica, por lo que en el rango óptimo mencionado se encontrará una mayor eficiencia en el trabajo de la degradación de la materia orgánica realizada por estos microorganismos. Ante esta comparativa, se obtienen valores adecuados acorde a lo que indica Nauto.

Se realizó la caracterización de las propiedades físico-químicas del compost obtenido a partir de residuos orgánicos en el distrito de Breña, 2022; después de la degradación aeróbica de la materia orgánica empleando levaduras y cerveza en las camas de compostaje, para acelerar este proceso, a fin de mejorar la eficiencia de la degradación producto de los microorganismos. Para esto se logró reducir el volumen hasta un 30% de la materia prima usada inicialmente, para su posterior empaquetado, envío y análisis al laboratorio "Slab". Obteniendo luego de 10 días hábiles los resultados, los cuales indican que el producto final presenta los siguientes valores: pH de 7.43 cercano a neutro, el % de humedad es óptimo (32.58%), porcentaje de magnesio (0.74%), porcentaje de fósforo (0.63%), relación de C/N de 28.37, conductividad eléctrica relativamente baja, alto contenido de materia orgánica (56.73%), calcio (3.03%), sodio (1.26%), cobre (60ppm), zinc (182ppm), manganeso (709ppm) y hierro (9035ppm). Realizando la comparativa con el trabajo de investigación de Mizger (2018), "Estudio del manejo de los residuos orgánicos generados en la Universidad de la Costa (CUC) a través del Compostaje", también se caracterizó los parámetros físico químicos del compost producido en el Laboratorio Microbiológico de Barranquilla (LMB), en el cual se evidencia el % de Carbono orgánico en ambas composteras fue de 30% aproximadamente, el porcentaje de nitrógeno total fue de 0.89% en la primera compostera y 0.85% en la segunda compostera, finalmente, el pH de la primera compostera fue de 8 aproximadamente y de la segunda

compostera estuvo en el rango de pH neutro. También, en el trabajo de investigación de Vera (2018), se caracterizaron los parámetros físico químicos del producto final obtenido, los cuales fueron analizados en el Laboratorio SGS del Perú S.A.C. Entre los parámetros caracterizados está el pH que estuvo comprendido entre 6 y 9, con ligeras variaciones pero siempre dentro del rango permitido por la OMS; respecto a la relación carbono/nitrógeno, se llegó a una óptima relación debido a la mezcla producida entre material seco rico en carbono con el material fresco que, se suministraba de los lodos ricos en nitrógeno llegando a cumplir los estándares de calidad A de la normativa chilena 2880; en cambio la conductividad eléctrica fue elevada llegando a un máximo de 17.72 dS/m y comparándolo con la normativa chilena 2880, no llega a cumplir los estándares de calidad A ni B de dicha normativa, teniendo en cuenta los resultados obtenidos para metales pesados como: Cu, Zn, Pb todos inferiores a los 200 ppm, que exige la OMS; finalmente, respecto a los micronutrientes tales como: Ca, Mg, Na, Fe, Mn, B; todos tienen un porcentaje dentro de lo que indican las normativas, para ser un producto de calidad. Esto indica que, la caracterización del compost, según lo analizado en el laboratorio, es un producto de clase A, acorde a la normativa chilena 2880; además, se encuentra en los valores permitidos según los criterios de la OMS, realizando la comparativa con trabajos de investigación similares, se llegó a unos resultados óptimos respecto a la calidad del compost obtenido.

Se evaluó el costo de producir el compostaje obtenido a partir materia orgánica, en el distrito de Breña, 2022; para la elaboración del compost se tuvo que conseguir estiércol de ovino y caballo del mercado la Flores, aserrín de ferreterías de Breña y cascarillas de arroz. Lo que se llegó a invertir aproximadamente 50 soles; por otro lado, los restos de poda, cáscaras de frutas - verduras, excretas de cuy – gallina, fueron gratuitas. La poda fue conseguida de las áreas verdes, parques y jardines del distrito de Breña, las cáscaras de fruta-verdura, fueron facilitadas de diversas fruterías del distrito, las excretas de cuy y gallina fueron recolectadas en

el hogar debido a que se crían tanto cuyes como gallinas; trabajando 50 kg de materia prima aproximadamente y obteniendo 15 kg de compost por lo que el precio de obtención del producto final de calidad vendría a ser de 3.33 soles por kg. Dicho precio puede disminuir si el aserrín, como la totalidad de las excretas se obtuvieran gratis de carpinterías y criadores de ganado ovino respectivamente, además se podría reemplazar la cascarilla de arroz, por mayor cantidad de restos de poda seca fresca y rica en carbono; sin embargo, debido a que se tenía menor cantidad de restos de poda seca se optó por conseguir cascarilla de arroz dado a su alto contenido de carbono. De acuerdo con Avellaneda (2019), en su trabajo de titulación nos informa que en nuestro país la cantidad de residuos orgánicos es elevada, por lo que la materia prima para compostar se puede obtener en mercados, parques, ferreterías, fruterías. En la obtención de la materia prima para compostar en nuestro trabajo de investigación, se nos limitó la cantidad de poda y hojas de piña que eran recolectadas de las fruterías y parques, además que las excretas fueron obtenidas de gallinas, gallos y cuyes que se criaban en casa, por lo que se optó por comprar excretas de rumiantes y cascarilla de arroz, para completar la cama de compostaje, elevando así los costos de obtención; en adición, con una adecuada gestión municipal, se podría realizar gran cantidad de camas de compostaje, por consiguiente degradar materia orgánica, disminuyendo los impactos negativos de los residuos sólidos orgánicos, obteniendo compost de calidad; así al obtener materia prima a precios muy bajos o gratuitos, se reducen los costos de producción del compost. Esto quiere decir, que nuestro trabajo de investigación, puede servir como base para otras investigaciones relacionadas a la reducción de residuos orgánicos urbanos mediante el uso de compostaje, generando compost de calidad con costos asequibles.

Limitaciones: A continuación, se detallará las limitaciones presentadas durante el desarrollo de nuestro proyecto de investigación:

- **Espacio:** Para el proceso del compostaje se debe tener un espacio acondicionado para el desarrollo de este mismo, limitando la ejecución en ambientes como: departamentos o casas sin patio.
- **Tiempo de maduración:** El tiempo de maduración del compost es a largo plazo, en un rango aproximado de 3 a 5 meses, no se brindan resultados inmediatos.
- **Recolección de residuos:** La recolección de residuos se realizó en puntos específicos. Por ejemplo, en el caso de la poda buscó por varios días sin éxito, generalmente realizan el servicio de podado los fines de semana, donde el almacenamiento se junta con otro tipo de residuos que tenemos que clasificar
- **Determinación de residuos:** La determinación de qué residuos orgánicos urbanos, brindarán resultados favorables para nuestra investigación.
- **Monitoreo de los parámetros:** Se debe disponer el tiempo para el control de los parámetros físico-químicos, ya que el mal control de estos puede afectar la calidad del compost obtenido.

Bajo ese contexto, se tuvo en consideración lo siguiente:

- **Espacio:** Para la elaboración de la pila a campo abierto se tuvo previsto el espacio antes de desarrollar el trabajo de investigación; sin embargo, para emplear camas de compostaje con mayor cantidad de residuos habría que contar con un terreno de mayor envergadura.
- **Tiempo de maduración:** Para disminuir el tiempo de producción del compost, se optó por mantener las camas de compostaje a temperaturas altas y se añadió concentraciones de levadura y cerveza.
- **Recolección de residuos:** Para obtener los residuos se tuvo que coordinar con los encargados de áreas verdes (parques y jardines), a fin de saber la fecha y hora para

la recolección de residuos, además se solicitó residuos orgánicos de fruterías, juguerías y residuos de madereras.

- **Determinación de residuos:** Para determinar qué tipos de residuos emplear y la proporción con la cantidad de residuos guiándonos de los manuales de la FAO y de nuestros antecedentes.
- **Monitoreo de los parámetros:** Se realizó el monitoreo de manera intercalada por parte de los investigadores, a fin de realizar este procedimiento de manera constante.

Implicancias

El compostaje tiene como beneficios ambientales la reducción de residuos orgánicos, mejora de la calidad del suelo, reducción de gases de efecto invernadero, entre otros. Sin embargo, la mala gestión de estos mismos puede traer consecuencias ambientales, es por ello que para futuras investigaciones, se pueda realizar el uso de esta literatura a fin de brindar conocimientos para el desarrollo del compostaje de calidad.

4.2 CONCLUSIONES

Acorde a la normativa chilena 2880 del año 2015 se obtuvo un Compost de clase A, debido a que cumplió con los valores establecidos en nuestra Tabla 2. Sin embargo, el parámetro que no estuvo dentro del límite fue el Zinc. Acorde con la (FAO, 2002), el Zinc permite el transporte de nutrientes, síntesis de proteínas, entre otros. Uno de los posibles factores para la ausencia del Zinc, se debe al exceso de fósforo, hierro o manganeso; por lo cual, la solución sería una dosificación correcta del zinc y nivelar los otros nutrientes en nuestra mezcla.

El factor tiempo en muchos casos limita el proceso de descomposición y obtención del compost, se podrían aplicar convencionalmente levaduras o pequeñas cantidades de cerveza,

acorde a lo establecido en el método Takakura, para acelerar el proceso de descomposición de la materia orgánica.

El monitoreo de los parámetros físico-químicos tales como: humedad, temperatura y pH, durante el proceso de elaboración del compostaje, nos permite determinar la maduración de nuestro compost; además, es importante la regulación de estos parámetros, ya que están directamente relacionados con las propiedades físico-químicas del compost obtenido.

El proceso de compostaje nos brinda beneficio ambiental al reducir la cantidad de residuos urbanos orgánicos, a fin de poder brindar una mejor disposición final. Con respecto al beneficio económico, este proyecto es muy accesible de realizar, debido a que se promedia S/3.33 por kg de compost procesado en este proyecto; inclusive se puede disminuir los costos mediante el uso de las excretas del ganado o alternativas al uso de la cascarilla de arroz. Además, en el aspecto social puede ayudar a muchos agricultores, debido a la escasez de fertilizantes.

Referencias

Avellaneda Enriquez, F. X. E. (2019). Protocolo para la producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado de la ciudad de Lambayeque en el año 2018.

Bohórquez Santana, W. (2019). El proceso de compostaje

Castillo Huaman, L. C. (2020). Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo, 2019.

Cortez¹, O., & Cesar, J. (2017). Rendimiento de dos variables de papa (*Solanum tuberosum* L.) con la aplicación de tierra negra y fertilizantes inorgánicos. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 4(2), 56-69.

Duarte, R. M., Contreras, R. L. G., & Contreras, F. R. (2012). Respuesta de la aplicación de estiércol y fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del chile jalapeño. Biotecnia, 14(3), 32-38.

FAO. (2002). Los Fertilizantes y su uso.

FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor.

FAO. (2023). Conservación de suelos y aguas en América Latina y el Caribe.

Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura:
<https://www.fao.org/americas/prioridades/suelo-agua/es/>

Finck, A. (2021). Fertilizantes y fertilización. Reverté.

García-Gutiérrez, C., & Félix-Herrán, J. A. (2014). Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales. Editado por Fundación Produce Sinaloa AC.

Guere Salazar, K. L. (2011). Utilización de diferentes fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el establecimiento del *Pasto Brachiaria brizantha* (Richard) Stapf cv. Marandú en el Alto Huallaga.

Hernández, R. (2014). Metodología de la Investigación Hernández Sampieri. 6a.

Hernández, R., Torres, R., & Ramírez, Y. (2015). Implementación del método de compostaje Takakura para el reciclaje de desechos en la ciudad de Loja, Ecuador. *Centro de Biotecnología*.

Mizger Álvarez, L. A. (2018). Estudio del manejo de los residuos orgánicos generados en la Universidad de la Costa (CUC) A través del Compostaje.

Nauto Quispe, R. (2019). Implementación de composteras en viviendas a partir de residuos orgánicos generados en domicilio en zona ZV-5 de Cercado de Lima.

Orden, L. (2018). Evaluación del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos: respuesta agronómica de su utilización en un cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*).

Pérez Flores, R. A. (2018). "Compostaje y digestión anaerobia como procesos de tratamiento para la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos en la ciudad de México"

Pinedo Panduro, M., Abanto-Rodríguez, C., Oroche Amias, D., Paredes Dávila, E., Bardales-Lozano, R. M., Alves Chagas, E., ... & Vargas Fasabi, J. (2018). Mejoramiento de las características agronómicas y rendimiento de fruto de camu-camu con el uso de biofertilizantes en Loreto, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 527-533.

Reyes, G. E., & Cortés, J. D. (2017). Intensidad en el uso de fertilizantes en América Latina y el Caribe (2006-2012). *Bioagro*, 29(1), 45-52.

Reyes Pérez, J. J., Luna Murillo, R. A., Reyes Bermeo, M. D. R., Zambrano Burgos, D., & Vázquez Morán, V. F. (2017). Fertilización con abonos orgánicos en el pimiento (*Capsicum annuum L.*) y su impacto en el rendimiento y sus componentes. *Centro Agrícola*, 44(4), 88-94.

Santorum Osejo, A. F. (2018). Propuesta de diseño de biodigestores aerobios para compostaje en viviendas de Carapungo norte de Quito

Soria Ttito, L. M. (2018). Aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos como abono orgánico en Municipalidades Distritales.

Tangara Chiara, E. (2010). Efecto de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en las propiedades físicas y químicas del suelo sobre el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres comunidades del altiplano central de Bolivia (Doctoral dissertation).

Uscumayta Palacios, I. (2018). Efecto del compost en el desarrollo vegetativo de *Coffea arabica* L. var. catuai en Mazamari-Perú.

Vera Rojas, S. P. (2018). Elaboración de compost a partir de los residuos orgánicos generados en la limpieza de planta de la empresa COPEINCA SAC.

Volverás-Mambuscay, B., González-Chavarro, C. F., Huertas, B., Kopp-Sanabria, E., & Ramírez-Durán, J. (2020). Efecto del fertilizante orgánico y mineral en rendimiento de caña panelera en Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 547-565.

Zamora, V. H., & Córdova, A. (2018). Metabolismo urbano de nutrientes: reúso y compostaje de residuos asociados con la porcicultura en Ciudad Juárez. Chihuahua.

Zapana Pari, J. G., Mamani Sucasaca, M., Escobar-Mamani, F., & Zapana Landaeta, J. C. (2017). Producción de raíz tuberosa en cultivo de "mauka" (*Mirabilis expansa* [Ruiz y Pavón] Standley) con aplicación de abonamiento orgánico y fertilización química en Puno-Perú.

Anexos

Anexo1

Materiales recolectados



Anexo2

Zona de adecuación



Anexo3

Poda de los parques



Anexo 4

Apilado



Anexo5

Medición de parámetros



Anexo 6

Matriz operacional

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	Técnica / Instrumento	SUBVARIABLES	INDICADOR	UNIDAD	FUENTE
Compostaje	Acorde con Uscumayta (2018), el compostaje es un proceso biológico que tiene la finalidad de mejorar la calidad del suelo, y reducción de residuos sólidos aprovechando estos mismos para darle un valor agregado.	Descomposición aeróbica de la materia orgánica.	Cantidad de Residuos Orgánicos recolectados	Recolección de datos / ficha de registro	Características físicas	Temperatura, humedad, tamaño de	°C, %, mm	Análisis de las muestras de campo y laboratorio
					Características químicas	Método de Walkley, conductímetro, potenciómetro	%, DS/m, %mg/kg	Análisis de las muestras de campo y laboratorio
	El compostaje es un proceso biológico aerobio, que bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas y combinando fases mesófilas y termófilas transforma los residuos orgánicos degradables, en un producto estable e higienizado, aplicable como abono (Negro,2000)		Características microbiológicas		Coliformes fecales, salmonella sp, huevos de helminto viables	No hay unidades	Análisis de las muestras de campo y laboratorio	

Anexo 7

Matriz de consistencia

OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES			METODOLOGÍA		
		VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES			
OBJETIVO GENERAL Evaluar la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos en el distrito de Breña-2022.	HIPÓTESIS GENERAL Se obtendrá compostaje de calidad a partir de residuos orgánicos en el distrito de Breña-2022”	Residuos orgánicos urbanos recolectados	Calidad del residuo	tiempo de recolección. color, olor	Enfoque de Investigación: CUANTITATIVO y CUALITATIVO		
OBJETIVO ESPECÍFICO 01	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 01				Nivel / Tipo de Investigación LONGITUDINAL		
Evaluar los factores importantes tales como pH, temperatura, % de humedad durante el proceso de elaboración del compostaje obtenido a partir de hojas de piña, cascarilla de arroz, aserrín, heces de ovino, entre otros; en el distrito de Breña-2022.	Los factores más importantes que fueron evaluados como temperatura, pH, % de humedad durante el proceso de transformación de la materia orgánica en la elaboración del compostaje obtenido a partir de residuos orgánicos en el distrito de Breña-2022. Están dentro de lo aceptable teóricamente.				Diseño de Investigación: EXPERIMENTAL		
OBJETIVO ESPECÍFICO 02	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 02	Compostaje	Cantidad de compostaje de RSU obtenido	peso (kg)	Población: RSU recolectados en el distrito de Breña, 2022		
Realizar la caracterización de las propiedades físico-químicas del compost obtenido.	La aireación y extracción del lixiviado se hizo adecuadamente durante el proceso de elaboración por lo que no afectará la calidad del producto final del compostaje natural de excelente calidad obtenido a partir de residuos orgánicos en el distrito de Breña-2022”				Muestra: RSU recolectado en el distrito de Breña		
OBJETIVO ESPECÍFICO 03	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 03				Relación del % carbono-nitrógeno	cantidad	
Evaluar el costo de producir compostaje a partir de residuos orgánicos en el distrito de Breña-2022.	El costo de producir el compostaje a partir de residuos orgánicos en el distrito de Breña-2022es económico.				pH	valor	Instrumentos de Recolección de Datos:
					Temperatura	cantidad en ºC	medidor multiparámetro.
		% Humedad durante el proceso	cantidad en %				
		Costo de elaboración	cantidad en nuevos soles	Ficha de registro de datos (elaboración propia)			

ANEXO 8- RESULTADO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO
IE-171022-01

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : ESTEFANO SEBASTIÁN ARELLANO CISTERNA
1.2 RUC/DNI : 74120627
1.3 Dirección : No Indica

2. FECHAS

2.1 Inicio : 17 de Octubre de 2022
2.2 Fin : 27 de Octubre de 2022
2.3 Emisión de informe : 27 de Octubre de 2022

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 20.2 °C
3.2 Humedad Relativa : 54 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

4.1. ENSAYOS FISICOQUÍMICOS

ENSAYO	MÉTODO
pH	Potenciometría
CE	Electrométrico
Humedad	Gravimetría
Nitrógeno	Kjendahl
Materia orgánica	Vol. Redox
Relación C/N	Cálculo
Fósforo	UV-VIS
Potasio	Absorción Atómica-Llama
Calcio	Absorción Atómica-Llama
Magnesio	Absorción Atómica-Llama
Sodio	Absorción Atómica-Llama
Hierro	Absorción Atómica-Llama
Cobre	Absorción Atómica-Llama
Zinc	Absorción Atómica-Llama
Manganeso	Absorción Atómica-Llama

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DIEGO ROMÁN VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337



SLab
Laboratorio de ensayo e investigación

**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB**

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tabla N°1: Datos de la Muestra Analizada

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Descripción
S-5053	Compost	01 COMPOST 16/10/22 1040 gramos

6. RESULTADOS

6.1. Resultados Obtenidos

Tabla N°2: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

Código Interno de Muestra	Parámetro	Unidad	Resultados
S-5053	pH (Relación 1:5)	Unid. pH	7.43
	CE (Relación 1:5)	uS/cm	19880.00
	Humedad	%	32.58
	Nitrógeno	%	1.16
	Materia orgánica	%	56.73
	Relación C/N	Sin unid.	28.37
	Fósforo	%	0.63
	Potasio	%	2.46
	Calcio	%	3.03
	Magnesio	%	0.74
	Sodio	%	1.26
	Hierro	mg/Kg	9035.52
	Cobre	mg/Kg	60.91
	Zinc	mg/Kg	182.08
	Manganeso	mg/Kg	709.10

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DEL DOCUMENTO


DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

ANEXO 9- PORCENTAJE DE SIMILITUD

tesis

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

< 1%

★ www.mdpi.com

Internet Source

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off