



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Elaboración de compost con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, mediante el uso de aceleradores biológicos, Ambo, 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Mejia Arteaga, Darla Madeley (orcid.org/0000-0002-1456-5921)

Melendez Samaniego, Renzo Javier (orcid.org/0000-0002-8138-4071)

**ASESOR:**

Dr. Valdiviezo Gonzales, Lorgio Gilberto (orcid.org/0000-0002-8200-4640)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y gestión de residuos sólidos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## Dedicatoria

A Dios, por darnos salud para seguir trabajando y así poder culminar nuestros estudios profesionales.

A nuestras madres por darnos la vida, por los consejos y apoyo constante en los en los malos y buenos momentos de la vida.

## Agradecimiento

Agradecer a la Universidad César Vallejo por facilitarnos las herramientas necesarias, que garantizan una enseñanza de calidad para sus estudiantes, durante todo su crecimiento profesional.

Al Dr. Valdiviezo Gonzales Lorgio Gilberto, por guiarnos y orientarnos durante el proceso de investigación, en base a su experiencia como investigador.

## Índice de contenidos

<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>Índice de contenido</b> .....	iv
<b>Índice de tablas</b> .....	v
<b>Índice de figuras</b> .....	vi
<b>Resumen</b> .....	vii
<b>Abstract</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	15
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2 Variables de operacionalización.....	15
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5 Procedimientos.....	18
3.6 Método de análisis de datos .....	22
3.7 Aspectos éticos .....	22
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	23
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	36
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	41
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	42
<b>REFERENCIAS</b> .....	43
<b>ANEXOS</b> .....	49

## Índice de tablas

Tabla 1 : Relación Carbono - Nitrógeno.....	11
Tabla 2 : Parámetros de pH óptimo .....	12
Tabla 3 : Parámetros de humedad óptima.....	13
Tabla 4 : Fichas de recolección de datos.....	18
Tabla 5 : Cantidad de materia orgánica .....	19
Tabla 6 : Rango de monitoreo de parámetros en el proceso de compostaje ....	21
Tabla 7 : Comparación del tiempo de compostaje.....	32
Tabla 8 : Comparación de rendimiento promedio del compost .....	33
Tabla 9 : Parámetros de calidad del compost.....	34
Tabla 10 : Matriz de valorización de tiempo, rendimiento y calidad .....	35

## Índice de figuras

Figura 1 : Fases del compostaje .....	10
Figura 2 : Diseño experimental .....	20
Figura 3 : Evolución de humedad durante el compostaje.....	23
Figura 4 : Evolución de la pH durante el compostaje .....	24
Figura 5 : Evolución de materia orgánica durante en compostaje.....	25
Figura 6 : Evolución de la conductividad eléctrica durante el compostaje .....	26
Figura 7 : Evolución del carbono durante en compostaje.....	26
Figura 8 : Evolución de relación C/N durante en compostaje.....	27
Figura 9 : Evolución del nitrógeno durante en compostaje.....	28
Figura 10 : Evolución del fósforo durante el compostaje .....	28
Figura 11 : Evolución del potasio durante en compostaje .....	29
Figura 12 : Temperatura – Mesofílica .....	30
Figura 13 : Temperatura – termofílica .....	31
Figura 14 : Evolución de la temperatura versus tiempo de compostaje .....	32

## Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar el impacto del uso de aceleradores biológicos en el proceso de elaboración de compost con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, considerando como tipo de investigación aplicada, de diseño cuasi experimental. Se probaron 4 tratamientos usando 3 aceleradores biológicos, siendo T1 (testigo sin acelerador), T2 (Levadura + melaza), T3 (suero de leche + levadura) y T4 (Suero de leche + melaza). Durante el proceso se evaluó la temperatura 3 veces por semana, alcanzando un máximo de 69, 70, 69 y 71 °C para los T1, T2, T3 y T4 respectivamente, garantizando la eliminación de patógenos; para evidenciar su calidad se evaluaron parámetros como pH, conductividad eléctrica, %N, %humedad, materia orgánica, relación C/N %P, %K y %C, en los días 4, 32 y al final del proceso (60-81 días). Finalmente, se evidenció el uso de aceleradores en cuanto a tiempo, siendo los más cortos el T4 con 60 días, el T2 con 67 días y el T3 con 74 días, diferente al T1 con 81 días. Se concluyó, que los aceleradores favorecen la actividad microbiana, incrementando la temperatura y por ende la degradación de materia orgánica, además garantizan el rendimiento y calidad del compost.

**Palabras clave:** Compost, aceleradores biológicos, parámetros fisicoquímicos, tiempo de compostaje, rendimiento del compost

## **Abstract**

The objective of the research was to evaluate the impact of the use of biological accelerators on the characteristics of the compost made with organic matter generated in the Central Ambo market, considering as a type of applied research, quasi-experimental design. Four treatments were tested using 3 biological accelerators, being T1 (control without accelerator), T2 (Yeast + molasses), T3 (milk whey + yeast) and T4 (milk whey + molasses). During the process, the temperature was evaluated 3 times a week, reaching a maximum of 69, 70, 69 and 71 °C for T1, T2, T3 and T4 respectively, guaranteeing the elimination of pathogens; To demonstrate its quality, parameters such as pH, electrical conductivity, %N, %humidity, organic matter, C/N ratio, %P, %K and %C were evaluated on days 4, 32 and at the end of the process (60-81 days). Finally, the use of accelerators in terms of time was evidenced, the shortest being T4 with 60 days, T2 with 67 days and T3 with 74 days, different from T1 with 81 days. It was concluded that the accelerators favor microbial activity, increasing the temperature and therefore the degradation of organic matter, also guarantee the yield and quality of the compost.

**Keywords:** Compost, biological accelerators, parameters physicochemical, composting time, compost yield.



## I. INTRODUCCIÓN

El incremento de la población, trae consigo un aumento del índice de consumo, y por consiguiente crece la cantidad de residuos sólidos generados a nivel mundial; de los cuales, muchos de ellos carecen de espacios adecuados, donde puedan ser almacenados para su posterior tratamiento o disposición final. Estas acciones generan daños al medio ambiente y la salud poblacional; es por ello, que distintos países están en busca de técnicas y procesos innovadores, que aporten al manejo eficaz de residuos sólidos (Aguilar, Geidy y Cubas, 2020).

No obstante, los países desarrollados en la actualidad tienen como principal desafío, la adopción de un sistema de gestión de residuos sólidos que facilite la recepción clasificación y aprovechamiento de los mismos, mediante técnicas innovadores, de valorización. (Segura, Rojas y Pulido, 2020) Ante ello, la ONU (2022), manifiesta que en el mundo se recolectan aproximadamente 11.200 millones de toneladas de residuos sólidos al año, de los cuales el 20% son residuos orgánicos, que constituyen un 5% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial.

El Perú no es ajeno a esta problemática puesto que según estudios realizados por Ministerio del Ambiente (MINAM, 2020), en la actualidad se ha presenciado un incremento significativo en la generación de residuos sólidos municipales, con un equivalente de 21 mil toneladas de residuos municipales generados a diario; de los cuales, el 19% son no aprovechables, 18% con residuos inorgánicos, el 7% peligrosos y el 56% son desechos de materia orgánica como alimentos o vegetales, residuos que pueden ser valorizados aplicando distintas tecnologías innovadoras; sin embargo, solo se llegó a valorizar un 0.98% cifra que muestra una deficiencia en el manejo integrado de residuos sólidos.

Según cifras del Registro Nacional de Municipalidades, un 11.9 % de los municipios en el Perú, carecen de instrumentos de gestión de residuos sólidos y solo un 55% dispone de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos. Por lo que, las municipalidades al realizar el servicio de recolección de residuos sólidos, el 84% son depositados en un botadero, el 31.2% se disponen para el reciclaje, el 18.3% son destinados a un relleno sanitario, el 10.1% (quemados o incinerados) y el

5.9% que resta son destinados para procesos de compostaje y otros; lo que genera, una gran preocupación por que los botaderos son considerados lugares ilegales, que por ley deben ser clausurados por las municipalidades (MINAM, 2022). Así mismo, en la provincia de Ambo, se generan 10.07 toneladas de residuos sólidos diarios, de los cuales el 57,70% son residuos sólidos orgánicos, siendo el 44% provenientes del distrito de ambo (SIGERSOL, 2015).

La provincia de Huánuco no es adversa a esta problemática, debido a la inadecuada organización en la recolección de residuos sólidos y a la falta de instrumentos de gestión de residuos sólidos. Según INEI (2020), indica que en Huánuco aproximadamente se depositan 100 toneladas diarias de residuos sólidos; de los cuales, Huánuco genera un total de 44%, Amarilis 31% y Pilco Marca un 25%, considerándolos como los distritos con mayor índice de generación de residuos sólidos; porque, solo un 19.3% son dispuestos en rellenos sanitarios.

En base a la problemática vivenciada se expone el problema general de estudio: ¿Cuál es el impacto del uso de aceleradores biológicos en el proceso de elaboración del compost con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, 2022? y los problemas específicos: ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del compost elaborado con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, mediante el uso de aceleradores biológicos, Ambo, 2022? y ¿Cuál es el efecto del uso de aceleradores biológicos (suero de leche, melaza y levadura) en el tiempo y rendimiento del compost, con materia orgánica del mercado central Ambo, 2022?.

Como justificación practica: Este trabajo se realizó con el fin de reducir el manejo inapropiado de residuos sólidos orgánicos, mediante la elaboración de compost; cuyo proceso garantiza un reaprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, reduce los gases de efecto invernadero y mejora las propiedades fisicoquímicas de los suelos degradados por el uso excesivo de productos químicos. Por ello, para la elaboración del compost se empleó residuos sólidos orgánicos provenientes del mercado central Ambo-Huánuco, adicionando en su proceso aceleradores biológicos (suero de leche, levadura y melaza), con la

finalidad de comprobar el menor tiempo de elaboración y la calidad del compost obtenido a través de la medición de distintos parámetros en su proceso.

En cuanto a la justificación social: Se precisa también que el desarrollo industrial y comercial en Huánuco, viene acompañado de un proceso de urbanización acelerada, donde el incremento poblacional y la demanda de materias primas, productos y energías; generan, un aumento en la cantidad residuos sólidos inorgánicos e orgánicos, hecho que a su vez ocasiona un aumento de servicios de barrido, recolección y transporte final de los residuos sólidos, afectando su sostenibilidad en los rellenos sanitarios. Así mismo, como justificación ambiental: Los residuos sólidos que no son tratados y dispuestos adecuadamente incrementan la contaminación, afectando negativamente al medioambiente y por ende a la salud poblacional.

Por ende, el Objetivo general: Evaluar el impacto del uso de aceleradores biológicos en el proceso de elaboración del compost con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, 2022 y los objetivos específicos: Determinar los parámetros fisicoquímicos del compost elaborado con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, mediante el uso de aceleradores biológicos, Ambo, 2022 e identificar el efecto del uso de aceleradores biológicos (suero de leche, melaza y levadura) en el tiempo y rendimiento del compost, con materia orgánica del mercado Central Ambo, 2022. En cuanto a la hipótesis general: El uso de los aceleradores biológicos tiene un impacto positivo en el tiempo y rendimiento y calidad de compost elaborado con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

En esta investigación se desarrolló un sistema de compostaje como alternativa de gestión ambiental, el estudio se realizó en el municipio Acacias, Colombia; tomando una muestra de 20 establecimientos para la recolección de residuos orgánicos. Para el proceso, se formaron 3 pilas con 24 kg de residuos orgánicos, empleando una cubierta plástica para garantizar condiciones óptimas de temperatura, en la etapa mesófila las muestras alcanzaron temperaturas de 44.6, 44.6, 43.3°C, en la etapa termófila 59.2, 56.5, 54.4, en la etapa de enfriamiento 28.3, 28.3, 28.1°C y por último en la etapa de maduración 25.9, 25.8, 26.3°C. Así mismo, en cuanto a sus parámetros pH, materia orgánica, P y K se mantuvieron en valores de 5.6, 27%, 119 ppm, 3.9 meq/100g respectivamente. Finalmente, garantizando que las características químicas de compostaje presentaron condiciones de calidad que mejoraron la producción agrícola (Vargas, Trujillo y Torres, 2019).

Bravo, *et al.* (2018), determinaron las propiedades de un compost con residuos obtenidos de la fabricación de azúcar (bagazo, cachaza y ceniza), los parámetros se midieron al iniciar el proceso (densidad aparente con 0.12 a 0.48 g cm<sup>-3</sup>, el pH con 5.2 a 8.7, la conductividad eléctrica con 0.4 m S/cm y el contenido de nutrientes como el P, K, Ca y Mg con valores entre 0.3, 2.8 %), al finalizar el proceso (densidad aparente con 0.5 g cm<sup>-3</sup>, la relación C/N mostró dependencia lineal en el tiempo de compostaje y los N, P, K, Ca y Mg tuvieron resultados óptimos de 1, 1.3, 1.1, 2 y 1.1 % respectivamente), obtenido así un compost con condiciones adecuadas para ser usado en la agricultura y demostrando la efectividad de las sustancias azucaradas en la obtención del mismo.

Guevara, *et al.* (2018), se centraron en el uso de aceleradores del proceso de compostaje, por su capacidad para incrementar la cantidad de microorganismos benéficos en los los, que su vez ayudan al crecimiento de raíces de las plantas, la protegen de patógenos y le proporcionan nutriente. Para esta investigación se realizaron 4 tratamiento, denominados testigo (50% gallinaza y 50% hierva), M1 (melaza 5%, gallinaza 20%, levadura 5%, cal 20% y hierva 50%), M2 (melaza 5%, gallinaza 25%, levadura 5%, cal 15% y hierva 50%) y el M3 (melaza 7.5%, gallinaza 20%, levadura 7.5%, cal 15% y hierva 50%), también se midieron

distintos parámetros como el pH, conductividad eléctrica, humedad, materia orgánica, carbono orgánico, N, K, P y relación C/N que garantizan la calidad del compost. Finalmente lograron elaborar su compost en 90 días, demostrando que al usar estos aceleradores se logra incrementar la temperatura hasta la 75°C, garantizando no solo la reducción en el tiempo de compostaje si no la eliminación de patógenos.

Alfonzo, *et al.* (2022), se centraron en evaluar los efectos del suero de leche desproteínizado, combinado con bioactivadores en el proceso de compostaje, donde se aislaron bacterias como *Bacillus velesensis* y *Kocuria rhizophila* por su actividad celulolítica, para posteriormente ser inoculadas en la masa orgánica a compostar. Las muestras humedecidas con suero desproteínizado mostró mayor reducción de carbono orgánico total y disuelto, ello se debió a la estimulación de la actividad microbiana por compuestos nitrogenados contenido en el suero de leche desproteínizado del carbono microbiano. Concluyendo que los bioactivadores y el suero de leche aceleraron el compostaje de la materia orgánica y garantizaron la calidad del producto obtenido, considerando que la adición de nitrógeno es fundamental para mejorar el compost y puede mejorar más si se combina con bacterias celulolíticas.

Otros investigadores evaluaron los efectos de la levadura mesófila, por su capacidad para degradar ácidos orgánicos en el compostaje. Cuando se empleó desechos con alto contenido de carbohidratos (C/N = 22.3), se observó fluctuación en la densidad de células de levadura inoculadas, así como fluctuación de la temperatura de compostaje hasta el día 5, cuando la temperatura aumentó hasta 60°C (letal para la levadura). Después, de la disminución de la levadura el ácido acético se acumuló en niveles altos (20mg/g-ds) en el compost, inhibiendo la degradación vigorosa de materia orgánica. Sin embargo, al mantener temperatura de 40°C durante 2 días en la fase inicial, tanto los ácidos orgánicos contenido en la materia prima y el ácido acético fueron degradados por la levadura. La concentración de ácido acético se mantuvo en un nivel bajo (10.0 mg/g-ds), lo que promueve la degradación de materia orgánica por otros microorganismos y acelera el proceso de compostaje, lo que nos garantiza que la temperatura mejora los efectos de inoculación microbiana en el compost (Nakasaki y Hirai, 2017).

Al Mussa, *et al.* (2022), realizaron su investigación con la finalidad de evaluar el impacto que tiene la levadura de Sabah ragi en el proceso de compostaje (desperdicios de alimentos y hojas secas) y así comparar su rendimiento, el proceso se llevó a cabo empleando un biorreactor aireado con volteos cada 3 días durante 40 días, evaluando parámetros como temperatura, carbono orgánico, humedad, pH, conductividad y C/N. La temperatura más alta durante el proceso de compostaje fue de 54.2°C y la mayor tasa de generación de calor por masa inicial de materia seca de compost fue de 4098 KJ Kg<sup>-1</sup> (se logró el día 7). Además, se alcanzó una fase termófila más rápida (Mayor que 45 °C) y más larga (4 días), detectando así bajo niveles de patógenos y un mayor contenido de nitrógeno en el compost final obtenido.

Melo (2020), Se centraron en establecer un sistema de tratamiento de residuos orgánicos (verduras, hojarasca, comida desecha etc.), aplicando un consorcio microbiano para acelerar el proceso de compostaje, evaluando en el proceso el efecto C/N y de pH, para llevar a cabo la elaboración del compost durante su proceso se agregó aceleradores biológicos (Forraje de leguminosa, estiércol, cal y melaza), considerando al mejor tratamiento con melaza debido a que presentó mayor cantidad de nutrientes para el suelo y se obtuvo el compost en 2.5, mostrando la efectividad de las melaza en los procesos de descomposición.

Por otro lado, otros investigadores determinaron el efecto de distintas sustancias azucaradas en cuanto a la descomposición de 43 kg de residuos orgánicos para la obtención de compost, empleando un diseño completamente al azar, considerando conveniente 16 unidades experimentales, con 4 tratamientos (T1= azúcar y materia orgánica, T2= melaza y materia orgánica, T3=Jugo de caña con materia orgánica y T4= materia orgánica), evaluando en el proceso variables como: temperatura, peso del sustrato, humedad, y contenido nutricional. El tratamiento con melaza mostró mayor descenso en la temperatura, logrando obtener compost en 56 y 62 días en los tratamientos T1, T2 y T3, un contenido de humedad entre 56.5 y 59% sin diferencias significativas, además no hubo diferencias significativas en cuanto a pH y contenido de nutrientes; pero sí, mostró mayor pérdida de peso de 10.8 kg durante la descomposición (Álvarez, Llerena y Reyes, 2021).

Azurduy, *et al.* (2018), elaboraron compost a partir de residuos orgánicos urbanos, con 7 tratamientos, donde el T1= materia orgánica y como activador té de compost, fermentado de estiércol, el T2= materia orgánica y como activador melaza y biol, el T3= materia orgánica y como activador levadura y melaza, el T4= materia orgánica y como activador EM, T5= Testigo 1 y estiércol de vaca, T6= testigo 2 y materia orgánica y T7= testigo 3 y materia orgánica. A los 2.5 meses el T1 (52%) y el T3 (57%) lograron descomponer más del 50% de su volumen inicial, garantizando que en la caracterización física, química y biológica del compost fueron de óptima calidad, destacando el T3 en cuanto a mejor activador orgánico que acelera el proceso de compostaje. Es importante mencionar que se midieron distintos parámetros de inicio a final del proceso, para garantizar la calidad del compost.

Kastdalen (2018), evaluó el efecto de la aplicación de levaduras en la elaboración de compost con gallinaza como fuente de nitrógeno, el diseño utilizado fue de diseño del bloques (BCA), con 4 tratamiento y 3 repeticiones, evaluando en el proceso diferentes variables como la temperatura (10 repeticiones), el pH, la CE, C, N y la relación C/N, demostrando así que las levaduras tienen la capacidad de incrementar la temperatura durante la etapa termófila y mesófila, sobre todo en el T=16:1+Lev, ya que permitió mayor actividad de microorganismos, gracias a los niveles altos de nitrógeno en la levaduras. Así mismo, destacan que el uso de levaduras no influyó en la calidad de abono, pero si el tiempo de obtención de compost con 55 días.

En otra investigación se centraron en la elaboración de compost empleando sustancias aceleradoras (yogurt, levadura, melaza y jugo de caña de azúcar), empleando un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones. La temperatura no mostró diferencias significativas, teniendo al tratamiento con melaza como el que presento mayor descenso de temperatura con 6.6°C; y en cuanto a contenido de humedad tampoco registró diferencias significativas, registrando promedios entre 56.3 y 58.3%. Finalmente indicaron que el tratamiento con melaza obtuvo un menor peso final reflejando una pérdida de 8.70 Kg, pero se le consideró como el mejor tratamiento en cuanto descomposición de materia orgánica y con mejores características químicas (Guilmar, 2019).

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2013), los residuos sólidos son aquellas sustancias, productos o subproductos generados en estado sólido o semisólido, de los que la población está obligada a disponer, debido a la normativa nacional o por los riesgos que generan a la población y el medio ambiente, para posteriormente ser manejados a través de un sistema inclusivo. Así mismo, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2014) indica que la gestión de los residuos sólidos tiene como fin un manejo integral y sostenible, mediante la integración de políticas, planes y acciones.

Ante ello los abonos orgánicos, se consideran como una alternativa de solución, frente a la gestión integral de residuos sólidos y están formados por la incorporación de una masa vegetal en estado sólido y son empleados en las prácticas agronómicas, debido a que tienen la capacidad de mejorar las características fisicoquímicas del suelo (Rivera, 2018). Por ello, están destinados a proporcionar nutrientes a las plantas (fósforo, potasio, magnesio, zinc, etc.), favoreciendo su crecimiento, aumentando su producción y mejorando su calidad (Weinheim, 2021).

La Ley de Residuos (2011), incorpora el concepto de compost en su artículo 3 considerándolo como un producto orgánico que se obtiene mediante un tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos orgánicos obtenido mediante un proceso de segregación, más no se considera compost lo productos orgánicos obtenidos de las plantas de tratamientos mecánicos y biológicos de residuos denominados material inestabilizado”. Por otro lado, Ortiz y Días (2018), indican que el compost es un abono que resultante de un proceso de descomposición de diferentes tipos de residuos orgánicos, cuyo proceso es realizado por microorganismos en presencia de oxígeno y otros gases.

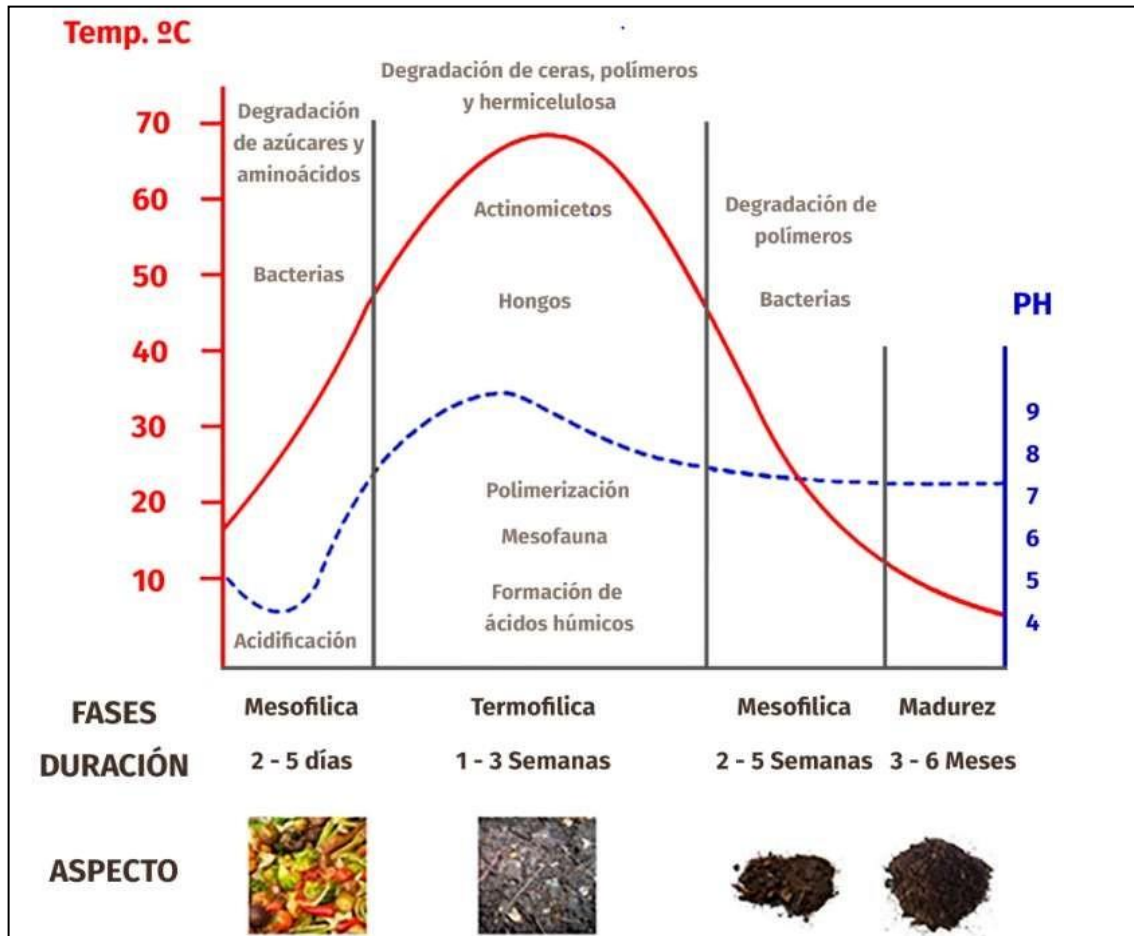
El Compostaje, según la FAO citado por Loayza (2020), “es un proceso, en el cual la materia orgánica en descomposición es mezclada, cuyo proceso se da en condiciones aerobias, cuyo subproducto obtenido es denominado compost, el cual es empleado para mejorar las características fisicoquímicas del suelo y proporcionarle nutrientes”. Mediante el compostaje se tiene un control en los procesos de biodegradación de materia orgánica, por acción de los microorganismos, los cuales actúan en presencia de humedad, generando un



incremento en la temperatura. Negro, *et al.* (2021), existen distintos métodos de compostaje, que son divididos en función de tipo de sistema de aeración que se aplique, los cuales son considerados como sistemas abiertos por que se hacen al aire libre y como sistemas cerrados por que se hacen en un contenedor y reactor.

En la figura 1, se muestran las fases de compostaje: Fase Mesófila I: Es la etapa inicial, donde la temperatura puede llegar hasta los 40-45°C gracias a la actividad microbiana que se valen principalmente del N y C, generando calor (Riquelme, 2019). La Fase Termófila: Según Millán, *et al.* (2019), la temperatura debe alcanzar los 70 – 80 °C, por incremento de la actividad microbiana, donde la mayor parte de la celulosa es degradada, por microorganismos termófilos. La Fase Mesófila II: La temperatura tiene un descenso hasta los 45 °C, debido a que se ha consumido una gran parte de las fuentes de N y C. Cuando la temperatura desciende a los 40°C, los microorganismos mesófilos entran en actividad nuevamente, generando una reducción leve en el pH, cuyo proceso dura varias semanas (Becerra, 2022). La Fase de maduración: Es la etapa final del proceso donde la temperatura llega a temperatura ambiente, caracterizada por el crecimiento de una nueva comunidad mesófila, en la que prevalecen los hongos y actinomicetos tienen la capacidad para degradar compuestos complejos (Riquelme, 2019).

Figura1 : Fases del compostaje



Fuente: P. Román, FAO, 2013.

En cuanto a la degradación de materia orgánica, se debe tener en cuenta la materia orgánica a compostar, que puede ser de origen vegetal y animal, cuya composición presenta hidratos de carbono (azúcares y almidón entre 1-5%, hemicelulosa entre 10-28% y celulosa entre 20-50%), ceras taninos entre 1-8%, ligninas entre 10-30% y proteínas entre 1-15%. Los cuales, son degradados por distintos microorganismos como hongos, actinomicetos y bacterias; debido a que, lo emplean como fuente de energía favoreciendo su crecimiento, con mayor intervención por parte de las bacterias mesófilas y termófilas durante las diferentes fases del proceso (Loayza, 2020).

Loayza (2020), Los procesos químicos son un conjunto de reacciones químicas limitadas en los procesos de compostaje, ya que el 50% de materia orgánica tiende a mineralizarse produciendo así CO<sub>2</sub> y agua, lo mismo que sucede en las proteínas, celulosa y hemicelulosa que son fácilmente degradables, dentro de

estos procesos tenemos la relación carbono nitrógeno C/N (ver tabla 1), que se considera que el carbono y el nitrógeno deben estar en equilibrio, ya que los microorganismos requieren de 30 partes de carbono por 1 de nitrógeno para que puede comenzar su actividad; por ello, la relación C/N óptima en la mezcla es de 15 – 35 y 1; debido a que, durante el proceso de degradación de materia orgánica, esta tiende a disminuir por las reacciones transformación de materia orgánica y la pérdida de CO<sub>2</sub> en el medio ambiente (Damián, 2018).

**Tabla 1: Relación Carbono - Nitrógeno**

<b>C: N</b>	<b>CAUSAS ASOCIADAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>
>35:1	En la mezcla hay una gran cantidad de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse y ralentizarse	Adicionar material rico en nitrógeno hasta conseguir adecuada relación C:N.
<b>15:1 -35:1 Rango ideal</b>		
<15:1	En la mezcla hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoniaco liberado	Adicional material con mayor contenido de carbono (Restos de podas, hojas secas, aserrín).

Fuente: P. Román, FAO, 2013.

El contenido de nutrientes son macronutrientes y micronutriente necesarios para el desarrollo de los microorganismos, donde el carbono se encarga de la síntesis celular para la formación del protoplasma, así como la de los lípidos, carbohidratos y grasas; este tiende a oxidarse produciendo energía y anhídrido carbónico; así mismo, el carbono es el elemento que debe tener mayor intervención debido a que representa el 50% de las células de los microorganismos y el 25% de anhídrido carbónico eliminado en la respiración (Barrena, 2018). El contenido de nitrógeno es fundamental porque forma parte de la reproducción celular, por la naturaleza proteica del protoplasma, además. Por otro lado, el contenido de fósforo, interviene en la formación de compuestos celulares ricos en energía, los cuales son esenciales para el metabolismo microbiano (Florencia, 2018).

El pH de un proceso de compostaje depende del tipo de materia que se use e incrementa a medida que avanza el proceso de compostaje con valores entre

4.5 a 8.5; por ello, durante los primeros días del proceso, el pH tiende a acidificarse lo que se debe a la formación de ácidos orgánicos; seguidamente en la fase termófila el pH tiende a incrementar has alcalinizarse, debido a la conversión del amonio en amoniaco, para finalmente lograr una estabilidad con valores que se acercan al neutro, cuyos valores considerados óptimos se pueden ver en la tabla 2 (Ríos, 2018).

**Tabla 2 : Parámetros de pH óptimo**

<b>pH</b>	<b>CAUSAS ASOCIADAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>
>4.5	Exceso de ácidos orgánicos Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio	Adicionar material rico en nitrógeno hasta conseguir adecuada relación C: N.
<b>4.5 - 8.5 Rango ideal</b>		
<8.5	Exceso de nitrógeno Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente C: N, asociada a la humedad y altas temperaturas, se produce amoniaco alcalinizado en el medio	Adicional material más seco con mayor contenido de carbono (Restos de podas, hojas secas, aserrín).

Fuente: P. Román, FAO, 2013.

Según Millán, *et al.* (2019), la conductividad eléctrica nos proporciona la salinidad del suelo la cual tiende a incrementarse durante el compostaje, debido a la mineralización de la materia orgánica, pero en ocasiones también tiende a descender debido a los procesos de lavado para mantener la humedad. El Oxígeno es muy importante en los procesos de compostaje, ya que se da mediante un proceso aeróbico, que permite la respiración de microbiana y libera CO<sub>2</sub> a la atmósfera; es por ello, que una baja aireación obstaculiza la evaporación del agua, generando un exceso de humedad y por consiguiente un ambiente anaerobio, que trae consigo la producción de olores desagradables y acidez con presencia de ácido acético (Vera, 2018).

Loayza (2020), Los Procesos físicos en los procesos de compostaje están influenciados por factores físicos, están relacionados con los procesos químicos y biológicos, dentro de ellos tenemos la humedad es un parámetro es fundamental para el desarrollo de los microorganismos, ya que mediante el agua transportan los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana

celular, es por ello que se considera que la humedad óptima en un proceso de compostaje es de 55%, cuyos valores se pueden observar en la tabla 3 (Cajusol, Moisupe y Carreño, 2019).

**Tabla 3 : Parámetros de humedad óptima**

<b>HUMEDAD</b>	<b>CAUSAS ASOCIADAS</b>		<b>SOLUCIONES</b>
>45%	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos	Regularizar la humedad proporcionando agua o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (frutas, verduras, césped)
<b>45% - 60% Rango ideal</b>			
<60%	Oxígeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis	Volteo de la mezcla y adición de material con bajo contenido de humedad y alto valor de carbono (aserrín, paja u hojas)

Fuente: P. Román, FAO, 2013.

Es recomendable que el tamaño de las partículas para iniciar el proceso de compostaje, este en un punto medio ni muy finas ni muy gruesas, debido a que si son muy finas se obtienen productos apelmazados, mismos que obstruyen la entrada de aire en el interior y si estas son gruesas, la fermentación aeróbica tiene lugar solamente en la parte superior de la masa, ante ello el tamaño de partícula que es recomendado es de 1 a 5 cm (Robles, 2018).

Los procesos de monitoreos de los parámetros de compostaje son fundamentales, para saber si tu proceso de elaboración de compost está cumpliendo con los parámetros mínimos o máximos que aseguren la calidad del compost elaborado antes, durante y al final del proceso de compostaje.

Por otro lado, los aceleradores biológicos son muy usados en los procesos de compostaje debido a que aceleran su proceso, generando una temperatura adecuada para eliminar patógenos, evitando que la materia sea oxidada en su totalidad por los microorganismos e impidiendo que se reduzca la cantidad del producto elaborado (Loaysa, 2019).

La levadura es obtenida mediante un proceso de fermentación la cual está conformada por diversos hongos, misma que facilita un incremento de temperatura durante el compostaje, la cual tiene mayor intervención en los primeros 5 días, logrando así reducir el tiempo de compostaje (Guilmar, 2020). Además, el uso de las levaduras facilita a los microorganismos mesófilos intervenir en el proceso de descomposición, una vez que la celulosa en la materia orgánica se ha acabado (Digfineart, 2015).

El suero de leche posee gran cantidad de macronutrientes como el potasio, calcio, fósforo; así como vitaminas, proteínas, minerales, aminoácidos y lactosa, que favorecen la intervención de los microorganismos en el compostaje, acelerando los procesos de descomposición materia orgánica, además de incrementar el contenido de nutrientes, favorables para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Cuyo, subproducto es obtenido en la producción de queso, siendo un 90% de suero y 10% de queso (Loor, 2018).

La melaza se considera como miel final, obtenida del jugo de la caña de azúcar cosido, cuyo subproducto es empleado como acelerador biológico en el compostaje, por que posee microorganismos que tiene la capacidad de aportar calcio, boro y otros nutrientes (Huamán, 2020). Así mismo, se caracteriza por su intervención en la fase inicial de descomposición de residuos orgánicos, cuyos microorganismos consumen los hidratos de carbono del compost, cuya intervención decrece con forme son consumidos (Carlos, 2020).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación fue de tipo aplicado de enfoque cuantitativo, debido a que busca aplicar o emplear los conocimientos y resultados de diferentes investigaciones, a la vez que se implementan y sintetizan en la práctica basada en investigación científica (Vargas, 2020). Es decir, hacer uso de conocimiento y resultados de diferentes investigaciones, para obtener como producto final una forma rigurosa, organizada y sistemática de la realidad.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

La investigación tiene un diseño cuasi experimental, puesto que es una investigación que presenta la totalidad de los elementos de un experimento, excepto que los datos no son asignados aleatoriamente a los grupos, donde los investigadores se enfrentan a la tarea de identificar y distinguir los efectos del tratamiento de otros factores, que afectan a la variable dependiente (White y Sabarwal, 2018).

#### 3.2 Variables de operacionalización

A fin de establecer de que manera fueron medidas las variables de estudio se realizó la operacionalización de las mismas, las cuales se describen a continuación, cuya tabla se observa en anexo 1.

##### 3.2.1 Variable independiente: Uso de aceleradores biológicos.

**Definición conceptual:** Según Loayza (2020), es un método eficaz empleado para la degradación de residuos orgánicos, puesto que su mezcla granular posee hongos y bacterias, caracterizados por su capacidad para romper lignina (que es difícil de degradar) y todo tipo de material orgánico pesado de celulosa.

**Definición operacional:** Son aceleradores biológicos que incrementan la población de microorganismos y degradan la masa orgánica, las cuales fueron utilizadas en el proceso de compostaje en dosis diferentes según el tratamiento que corresponda.

**Indicadores:** Suero de leche, Levadura, Melaza.

**Escala de medición:** Escala de razón o de intervalo, porque presentan un tipo de medición de datos cualitativos, cuyas variables se miden con valores reales.

### **3.2.2 Variable dependiente:** Elaboración de compost con materia orgánica.

**Definición conceptual:** Según Herrera (2019), el compostaje es un proceso biológico de transformación de la materia orgánica en compost, que aporta nutrientes a las plantas y permite la recuperación de suelos degradados por la contaminación.

**Definición operacional:** Para la elaboración de compost, se usó materia orgánica procedente del mercado central de Ambo, Huánuco y aceleradores biológicos como suero de leche, levadura y melaza, para acelerar el proceso de obtención de compost.

**Indicadores:** Humedad, Tamaño de partícula, Conductividad eléctrica, Relación C/N, Nitrógeno, Carbono, Materia Orgánica, pH, Fósforo, Potasio y tipo de residuos orgánicos, tiempo y rendimiento.

**Escala de medición:** Escala de razón o de intervalo, porque presentan un tipo de medición de datos cualitativos, cuyas variables se miden con valores reales.

## **3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

### **3.3.1 Población**

La población fue de 3000 kg/semana de residuos orgánicos, procedentes del mercado central de la Provincia de Ambo. Gómez, Keever y Novales (2018), manifiestan que “una población conformada por un grupo de personas o cosas, que se considera para realizar una investigación”.

- **Criterios de inclusión:**

Para la elaboración de compost sólo se utilizó los residuos generados en el mercado central Ambo (frutas, verduras, hojas y estiércol de cuy), y se adicionó aceleradores biológicos como suero de leche, levadura y melaza.



- **Criterios de exclusión:**

Para esta elaboración de compost no se empleó cítricos (Limón), porque tienen la capacidad de generar un exceso de ácidos orgánicos, retrasando el proceso de degradación de materia orgánica. Tampoco se empleó restos de comida y ramas secas.

### **3.3.2 Muestra**

La muestra fue de 1200 kg de residuos sólidos orgánicos, recolectados del mercado Central de Ambo durante 3 días. Guadalupe y Vázquez (2018), afirman que “una muestra permite la inferencia, extrapolación o generalización de una población; si las distribuciones y valores de otras variables se producen dentro de un margen de error, la muestra se considera representativa”.

### **3.3.3 Muestreo**

Por conveniencia, que se centra en seleccionar aquello que se encuentra en la zona de estudio y sus miembros son accesibles para ser parte de la muestra. Otzen y Manterola (2018), indican que “Es una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio, empleada para generar muestras de acuerdo con la facilidad de acceso”.

### **3.3.4 Unidad de análisis**

Los 500 g de materia orgánica que serán tomados de cada pila de compostaje, para ser analizados en los laboratorios correspondientes.

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.4.1 Técnicas de recolección de datos**

Se utilizó observación experimental, que facilitó la intervención de los investigadores en la recolección de los residuos orgánicos del mercado central Ambo para el compostaje usando aceleradores biológicos.

### 3.4.2 Instrumento de recolección de datos:

**Fichas de recolección de datos:** Se registraron datos poblacionales, el tipo y peso de los residuos sólidos orgánicos, los parámetros fisicoquímicos y contenido de nutrientes. Para ello, se emplearon 6 fichas para la recolección de datos que se detallan por anexos y se resumen en la tabla 4:

**Tabla 4 : Fichas de recolección de datos**

Ficha1	Ubicación y recolección de residuos orgánicos
Ficha2	Variación de temperatura en el compostaje
Ficha3	Uso de aceleradores biológicos y volteo de las pilas de compost
Ficha4	Análisis fisicoquímicos de laboratorio realizados en la fase Mesofílica
Ficha5	Análisis fisicoquímicos de laboratorio realizados en la fase termofílica
Ficha6	Análisis fisicoquímicos finales de laboratorio

### 3.4.3 Validez de instrumentos de recolección de datos:

La validez de los instrumentos se llevó a cabo por expertos en la materia de medición.

## 3.5 Procedimientos

### 3.5.1 Elaboración de compost con materia orgánica

**Recolección y pesado de residuos sólidos orgánicos:** Se recolectaron y se pesaron los residuos orgánicos, del mercado Central de Ambo durante 3 días (31/08/2022 - 01/09/2022 - 02/09/2022), haciendo un total de 1200 kg de residuos orgánicos (frutas - 551.70 kg, verduras - 493.96 kg, hojas - 53.95 kg y se adiciono 100.6 kg de estiércol de cuy), para finalmente trasladados al área de compostaje seleccionada, dejándolas deshidratarse al ambiente por un periodo de 24 horas (Ver anexo 5 y tabla 5).

**Tabla 5 : Cantidad de materia orgánica**

Lugar		Ambo - Huánuco - Mercado Ambo				
N°	Fecha de recolección de MO	Cantidad de residuos orgánicos – Kg				
		Frutas	Verduras	Hojas	Estiércol cuy	Total - MO
1	31/08/2022	191.20	188.58	22.77	50.60	453.15
2	1/09/2022	203.50	198.20	10.90	-	412.60
3	2/09/2022	157.00	107.18	20.28	50.00	334.46
<b>sub. Total</b>		551.70	493.96	53.95	100.60	<b>1200.21</b>

Nota: MO= Materia orgánica.

**Picado de residuos sólidos orgánicos:** Se procedió a picar los residuos orgánicos, con la finalidad de reducir y uniformizar su tamaño en partículas aproximadas de 3 a 5cm de diámetro, para facilitar la degradación de la materia orgánica.

**Formación de las pilas de compostaje:** Se procedió a formar las pilas de compostaje en el área seleccionada con dimensiones de 1m de ancho por 1.50m de largo cada pila, formándose un total de 4 pilas de compostaje denominadas: T1= Materia orgánica (testigo), T2= Materia orgánica - Levadura -melaza, T3= Materia orgánica - suero de leche - levadura, y T4= Materia orgánica suero de leche – melaza, con un total de 300 Kg de materia orgánica por pila de compostaje y se las dejó reposar, tapándose con un plástico doble, durante el periodo de compostaje requerido (Ver figura 2).



Figura2 : Diseño experimental

### 3.5.2 Uso de suero de leche, levadura y melaza

**Dosis de aceleradores biológicos empleados en las pilas de compostaje:** Se procedió a agregar los aceleradores biológicos, en cada pila de compostaje según corresponda, a excepción del T1. Durante la 1° y 2° semana, se agregó 1.5 L de cada acelerador biológico y a partir de la 3° semana se agregó 2L de aceleradores biológicos a cada pila de compostaje, para mantener la humedad requerida y así facilitar el proceso de degradación de materia orgánica. Cabe mencionar que, al agregar los aceleradores biológicos se realizó a la par el volteo de las pilas de compostaje (Ver anexo 7).

### 3.5.3 Análisis de parámetros durante el compostaje

**Temperatura en el proceso de compostaje:** Se midió la temperatura 3 veces por semana durante todo el proceso de compostaje, debido a que esta nos indicaba la fase de compostaje en la que estábamos, siendo la etapa mesofílica de 2 a 5 días con 40 – 45°C, la etapa termofílica de 2 a 5 semanas con 45 – 70°C y la fase de maduración alcanzando temperaturas cercanas al ambiente, ello se tomó como guía el manual de compostaje de FAO, 2013.

**Parámetros fisicoquímicos en el proceso de compostaje:** Estos parámetros se midieron para garantizar la calidad del compost en la fase mesofílica, termofílica y de maduración. En el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo (ver anexo 8, 9 y 10) se midió pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y humedad y en el laboratorio Servicios Analíticos Generales (ver anexo 2, 3 y 4) se midió carbono, nitrógeno, relación C/N, fósforo y potasio, cuyos datos obtenidos fueron comparados con el manual de compostaje de la FAO e Instituto Nacional de Normalización, norma Chilena Oficial 2880, dado que en Perú aún no se establece una normativa para la calidad de compost (ver tabla 6).

**Tabla 6 : Rango de monitoreo de parámetros en el proceso de compostaje**

Parámetro	U.M.	Rango ideal al inicio del proceso (2-5 días)	Rango idea para compost en la fase termofílica (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)
pH	-	6.50 - 8.00	6.00 - 8.50	6.50 - 8.50
Relación C/N	Proporción	20.00 - 40.00	15.00 - 20.00	10.00 - 30.00
Humedad	%	40.00 - 60.00	40.00 - 70.00	30.00 - 40.00
Temperatura	°C	45.00 - 60.00	45.00 - 70.00	Cercana al ambiente
MO	%	50.00 - 70.00	> 20.00	> 20.00
Nitrógeno	%	2.50 - 3.00	1.00 - 2.00	Cercana a 1.00
C.E	m S/cm	-	-	≤4
Fósforo - P	%	-	-	0.1 - 1 %
Potasio - K	%	-	-	0.3 – 1 %
Carbono	%	-	-	15 – 35

Fuente: Elaboración propia, 2022. A partir de las siguientes: Stztern y Pravia, 1999 – Manual de compostaje del agricultor, FAO, 2013 – Instituto Nacional de Normalización, norma Chilena Oficial, 2004. Nota: U.M. = Unidad de medida; C, E= Conductividad eléctrica; MO=Materia orgánica.

### 3.5.4 Evaluación de tiempo y rendimiento en el compostaje

El tiempo de compostaje final se consideró cuando la temperatura alcanzó los 20°C (cerca del ambiente) y fueron similares en tres mediciones. Por otro lado, para obtener el rendimiento se determinó dividiendo el peso final entre el peso inicial multiplicado por 100, ello se realizó para cada una de las pilas de compostaje. Cuya ecuación es:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso final-compost}}{\text{Peso inicial-compost}} \times 100 \% \quad (1)$$

No obstante, para la valoración de tiempo y rendimiento, se consideró que los tratamientos con menor tiempo de compostaje se los valora con “uno” y los que los tratamientos con mayor tiempo se los valora con “cero” y para el rendimiento se consideró “uno” para los tratamientos con mayor rendimiento, “cero” para los tratamientos con menor rendimiento, para lo cual se tomó como guía la investigación realizada por (Loayza, 2020), cuya matriz de puede ver en tabla 10 de resultados.

### 3.6 Método de análisis de datos

Toma de datos durante el proceso de compostaje con la ayuda de expertos en el campo agrario. La información obtenida fue analizada utilizando métodos estadísticos descriptivos, Microsoft Excel.

### 3.7 Aspectos éticos

Originalidad de la Investigación, citadas con estilo ISO 690, cumplir el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo y de la escuela de ingeniería ambiental, para garantizar su responsabilidad y honestidad. Así mismo, los autores están sometidos a sanciones en caso se compruebe cualquier infracción, estas sanciones están descritas en la Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV, Artículo 22.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Parámetros analizados durante el compostaje.

Durante el proceso de compostaje se evaluaron distintos parámetros, los cuales fueron registrados y sometidos a análisis, que nos permitieron elaborar las siguientes tablas y figuras para su respectiva interpretación.

#### Variación de humedad en el proceso de compostaje

En la figura 3, se observa la variación de la humedad durante el proceso de compostaje, Para la humedad se precisa un descenso a medida que avanza el proceso de degradación, iniciando con rangos de 45.6 – 57.66%, para el T1, T2 y T4 a excepción del T3 con un exceso de 62.96% y finalizando con un rango de 36.62 – 38.78% en los tratamientos T2, T3 y T4 considerados dentro del rango óptimo de 30 – 40%.

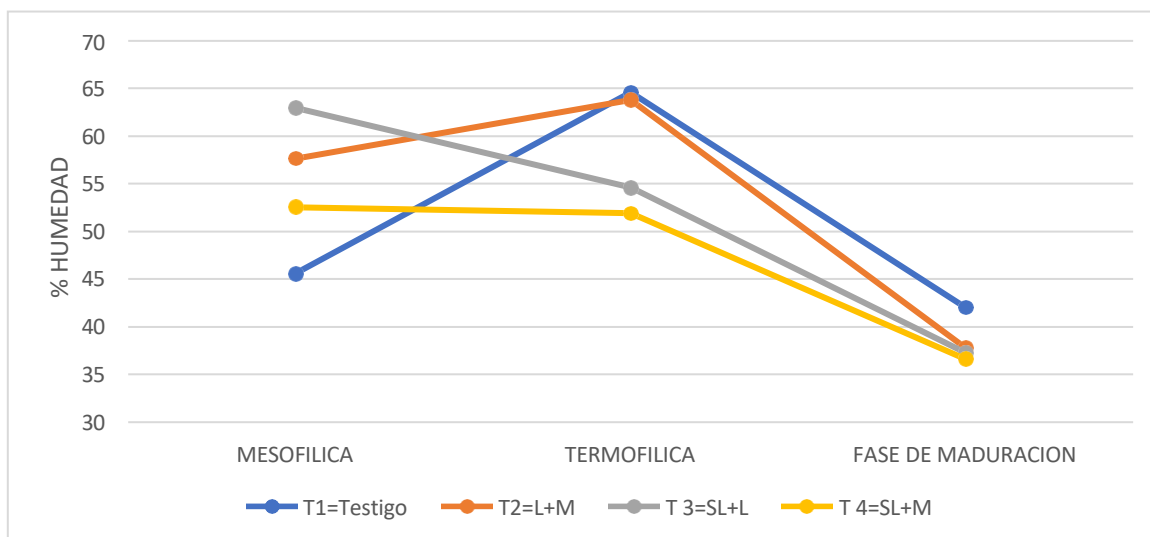


Figura3 : Evolución de humedad durante el compostaje

#### 4.1.2 Variación de pH en el proceso de compostaje

En la figura 4, se observa la evolución del pH en la fase mesofílica alcanzó valores variados, siendo el T1 (testigo) con 4.8 el más bajo y el T4 (suero de leche y melaza) con 5.89 el más alto esto se debe a que, en la etapa inicial del proceso, tiende a formarse ácidos orgánicos, por el proceso de degradación de las fracciones de materia orgánica.

Por consiguiente, en la fase termofílica el pH presentó un incremento como se esperaba, siendo el T4 (suero de leche y melaza) con 6.51 el más alto, impidiendo la formación de malos olores. Finalmente, en la fase de maduración el T2, T3 y T4 alcanzaron el rango óptimo de calidad a excepción de T1 que se mantuvo por debajo de rango óptimo con 6.02 (Ver tabla 6). Este incremento del pH alcanzando la neutralidad se debe a la formación de compuestos húmicos que funcionan como un tapón.

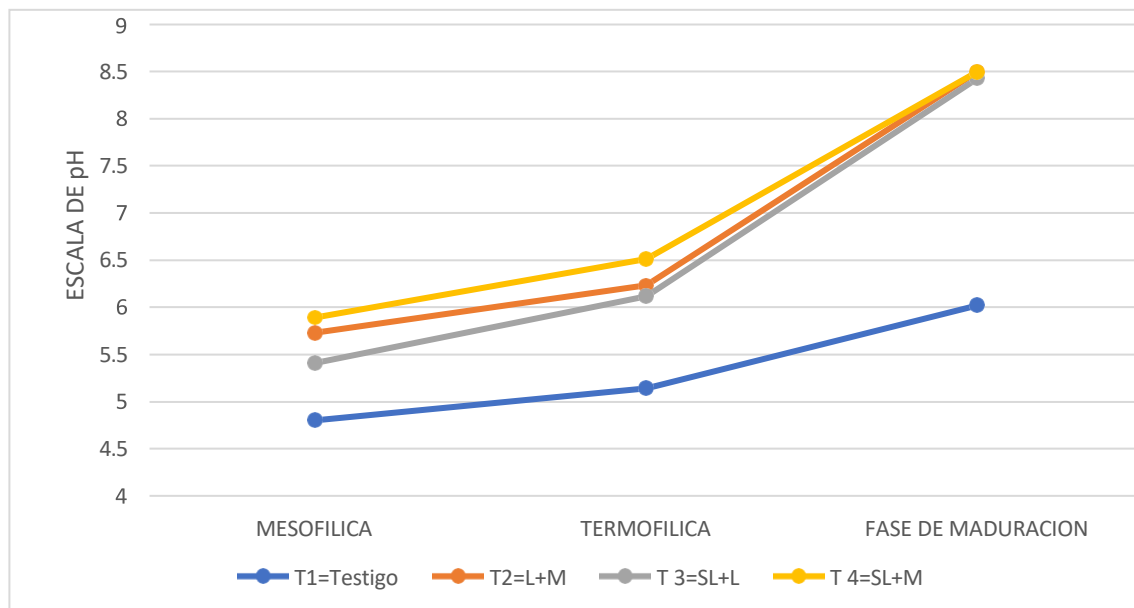


Figura4 : Evolución de la pH durante el compostaje

#### 4.1.3 Variación de materia orgánica en el proceso de compostaje

Para materia orgánica (ver figura 5), en la fase mesofílica presentó valores variados, siendo el T1 (testigo) con 49.24 % el que no alcanzó un rango óptimo (50.00 - 70.00), en comparación con el T2 (levadura y melaza), T3 (suero de leche y levadura) y el T4 (suero de leche y melaza) que sí alcanzaron el rango óptimo con valores de 50.76, 50.8 y 51.01 % respectivamente. Para la fase termofílica materia orgánica fue reduciendo, siendo el T4 (suero de leche y melaza) con 22.14 el más cercano al óptimo (>20) y finalmente en la fase de maduración todos los parámetros disminuyeron alcanzando el rango óptimo de calidad (Ver tabla 6). Esta disminución se debe a la mineralización y a la pérdida de carbono en forma de anhídrido carbónico y agua, por interacción de los microorganismos en el proceso de compostaje.



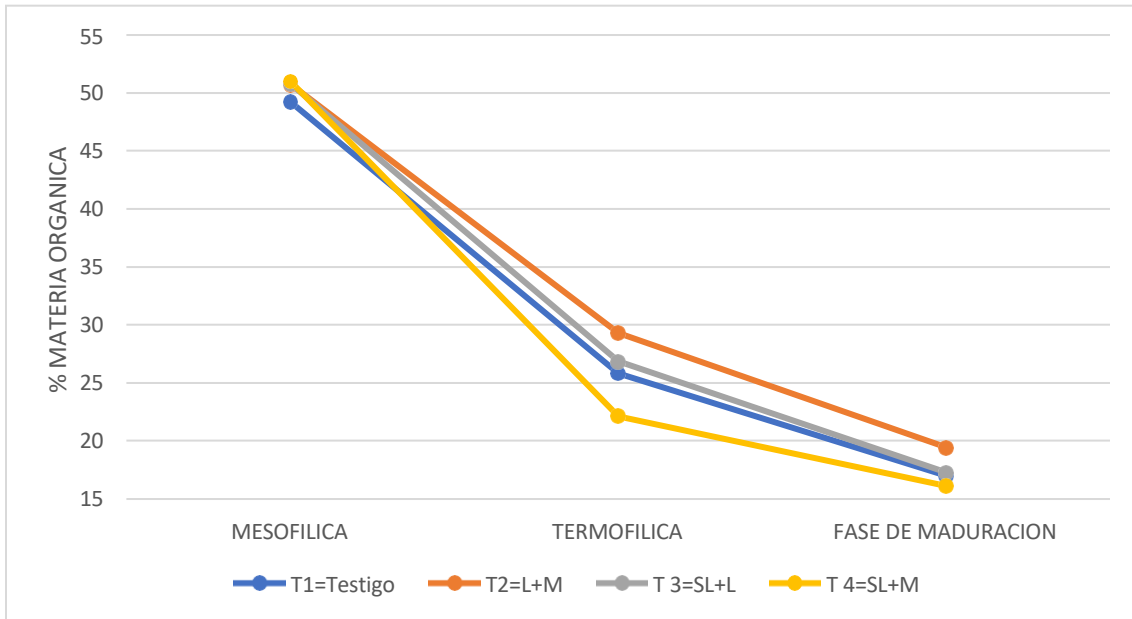


Figura5 : Evolución de materia orgánica durante en compostaje

#### 4.1.4 Variación de conductividad eléctrica en el proceso de compostaje

La conductividad eléctrica (ver figura 6), En la fase termofílica los tratamientos presentaron alto contenido de sales en el suelo, siendo el T4 (suero de leche y melaza) con 6.11 mS/cm el más bajo y el T2 (Levadura y melaza) con 8.35 mS/cm más elevado; ello se debe, al proceso de mineralización de materia orgánica en esta fase inicial. Al alcanzar la fase termofílica, la conductividad eléctrica, presentó una reducción, donde el T4 (suero de leche y melaza) presentó el más bajo con 5.39 mS/cm, garantizando una reducción al exceso de sales presentes en el suelo presentes en el compost. Al finalizar, en la etapa de maduración los tratamientos T1 y T4 alcanzaron rango óptimo de calidad, a excepción de T2 y T3 que presentaron fuera de rango, pero con cantidad mínima de 0.02 Ms/cm en ambos tratamientos (ver tabla 6).

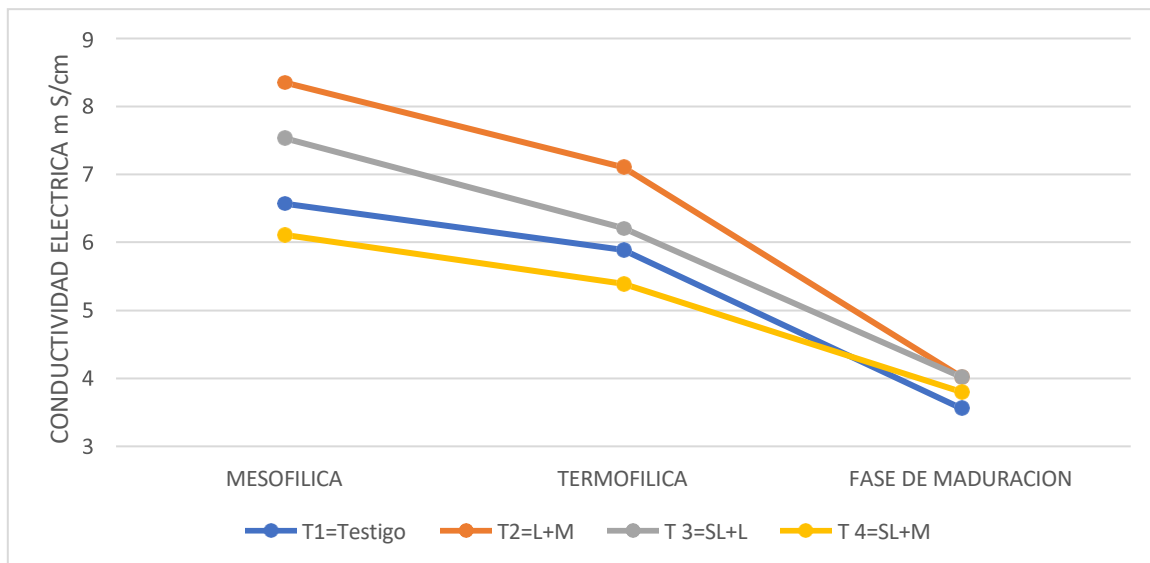


Figura6 : Evolución de la conductividad eléctrica durante el compostaje

#### 4.1.5 Variación de carbono en el proceso de compostaje

En la figura 7, se observa el carbono durante el proceso de compostaje, cumpliendo el rango establecido de calidad (ver tabla 6) para cada tratamiento en las diferentes etapas de compostaje, mostrando una reducción constante por la pérdida de carbono en CO<sub>2</sub>.

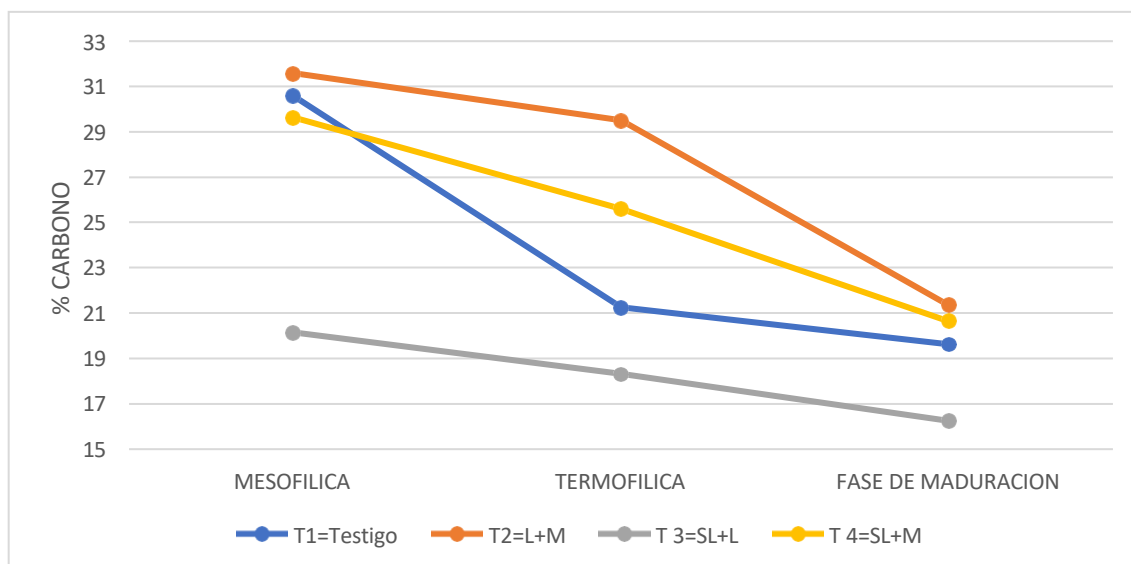


Figura7 : Evolución del carbono durante en compostaje

#### 4.1.6 Variación de la relación C/N en el proceso de compostaje

En la figura 8 se observa que la relación C/N va disminuyendo a medida que avanza el proceso de compostaje, ello se debe a la disminución del carbono en forma de CO<sub>2</sub> y del nitrógeno por acción de los microorganismos, donde los tratamientos T2, T3 y T4 alcanzaron el rango óptimo en todas las etapas, a excepción del T1 no alcanzó el rango óptimo durante todo el proceso de compostaje. Para ver los rangos óptimos ver la tabla 6.

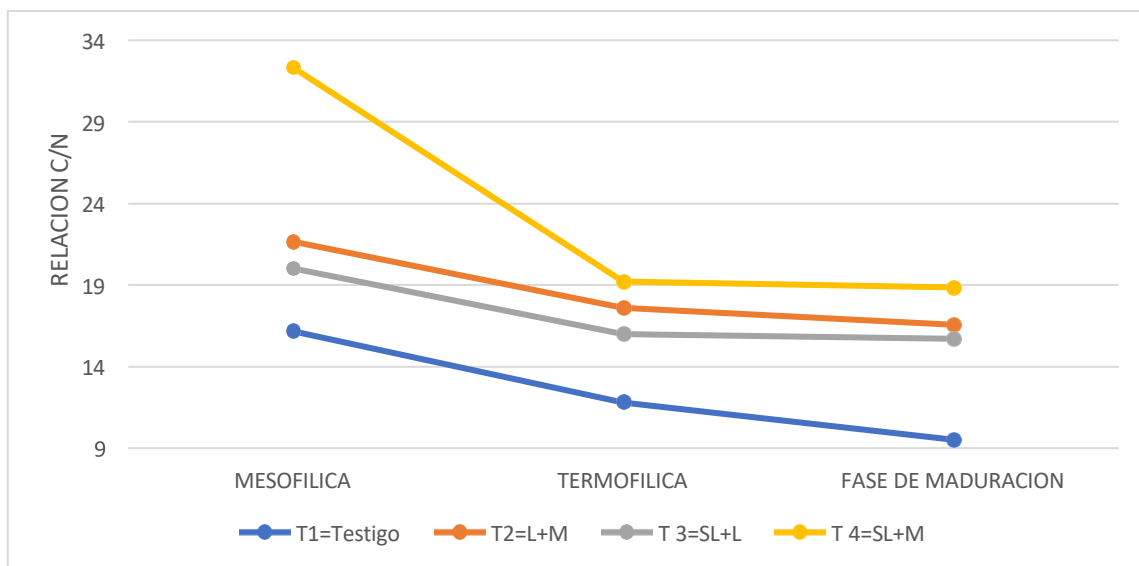


Figura8 : Evolución de relación C/N durante en compostaje

#### 4.1.7 Variación de nitrógeno en el proceso de compostaje

En cuanto al % nitrógeno (ver figura 9), en la fase mesofílica el T2 (levadura y melaza) con 1.25 % el más bajo y el T1 (testigo) con 1.72 % el más alto, a partir de la etapa termofílica el % nitrógeno hasta la etapa final se mantuvo dentro del rango óptimo requerido (ver tabla 6), ello se explica por la conversión del nitrógeno en amoníaco durante el proceso.

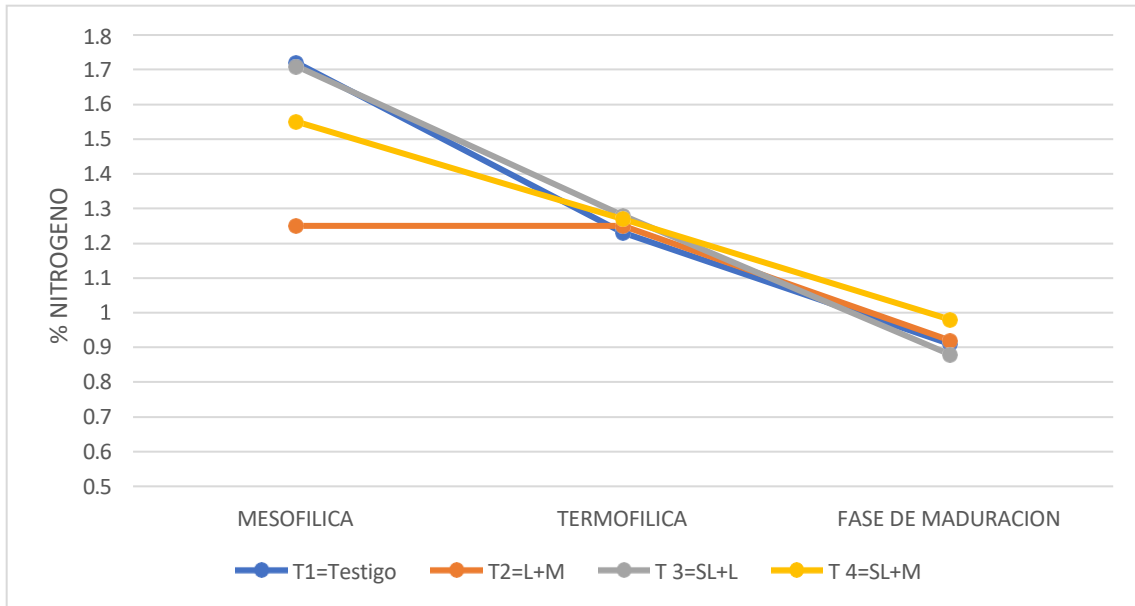


Figura9 : Evolución del nitrógeno durante en compostaje

#### 4.1.8 Variación de fósforo en el proceso de compostaje

En cuanto al % de fósforo (ver figura 10) se observó que el T3 (suero de leche y levadura) con 0.68 % el más bajo y el T1 (testigo) con 1.18 % el más alto. En la fase mesofílica los todos los tratamientos alcanzaron el rango óptimo a excepción del T2 (levadura y melaza), con un exceso mínimo de 1.02 en comparación con el rango óptimo (01-1) y en la etapa final el T2, T3 y T4 alcanzaron el rango óptimo (ver tabla 6), ello garantiza la formación de compuestos celulares durante el proceso ricos en energía, siendo necesarios para el metabolismo microbiano. Sin embargo, el T1 (testigo) no alcanzó el rango óptimo

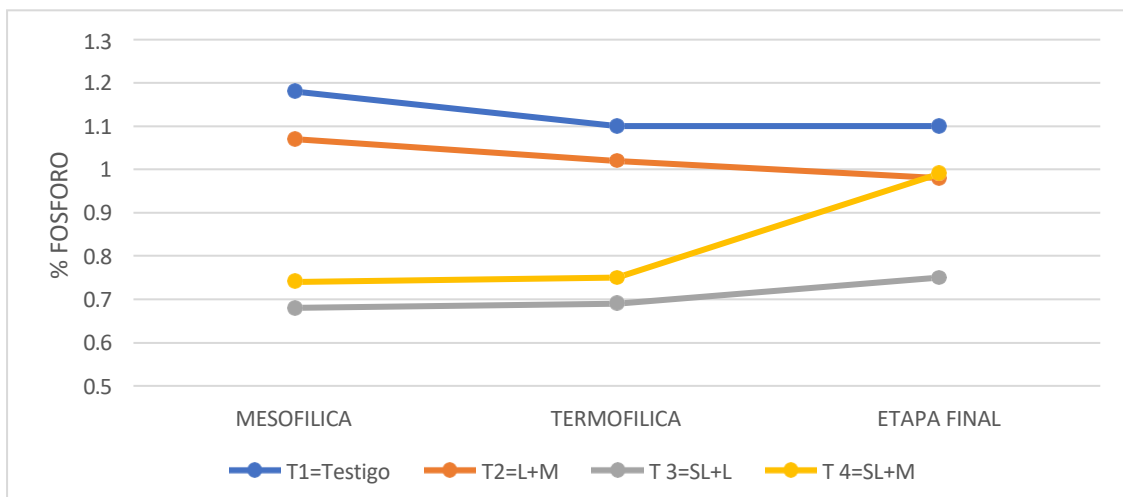


Figura10 : Evolución del fósforo durante el compostaje

#### 4.1.9 Variación de potasio en el proceso de compostaje

En cuanto al potasio (ver figura 11) en la mesofílica el T3 (suero de leche y levadura) con 1.26 % el más bajo y el T2 (levadura y melaza) con 2.91 % el más alto. En la fase termofílica presentó una reducción siendo el T2 (Levadura y melaza) en más cercano al óptimo (0.3-1). Finalmente, alcanzando los rangos óptimos en los tratamientos T2, T3 y T4, ello garantiza la buena calidad del compost para ser utilizado en los suelos (ver tabla 6).

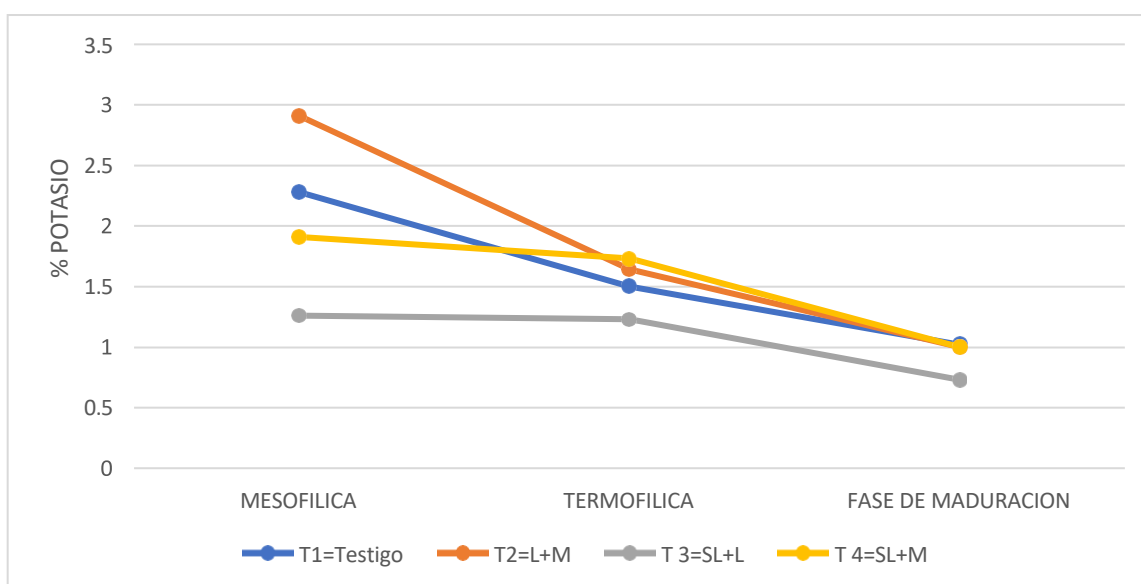


Figura11 : Evolución del potasio durante en compostaje

#### 4.2. Tiempo de compostaje

Para medir el tiempo de compostaje fue fundamental realizar una medición constante de la temperatura ya que esta nos ayudo a identificar las fases del compostaje y también a determinar el compost final, cuando la temperatura alcanzo rangos cercanos al ambiente considerando 20 °C, para cada pila de compostaje, cuya descripción de detalla a continuación:

##### 4.2.1 Variación de temperatura en el proceso de compostaje

Según el análisis de la temperatura en la etapa mesofílica (Figura 12), se observó que en el día 2 de iniciado el proceso, el T2 (levadura y melaza), T3 (suero de leche y levadura) y el T4 (suero de leche y melaza) alcanzaron la fase termofílica con valores de 42, 41 y 43 °C respectivamente, a diferencia de T1(testigo) que presentó un retraso en el proceso,

alcanzando la fase termofílica el día 4, con una temperatura de 40 °C, demostrando la efectividad del uso de aceleradores biológicos. Finalmente, todos los tratamientos lograron alcanzar el rango óptimo de temperatura (40-45 °C), requerido para la etapa mesofílica, garantizando una actividad microbiana adecuada.

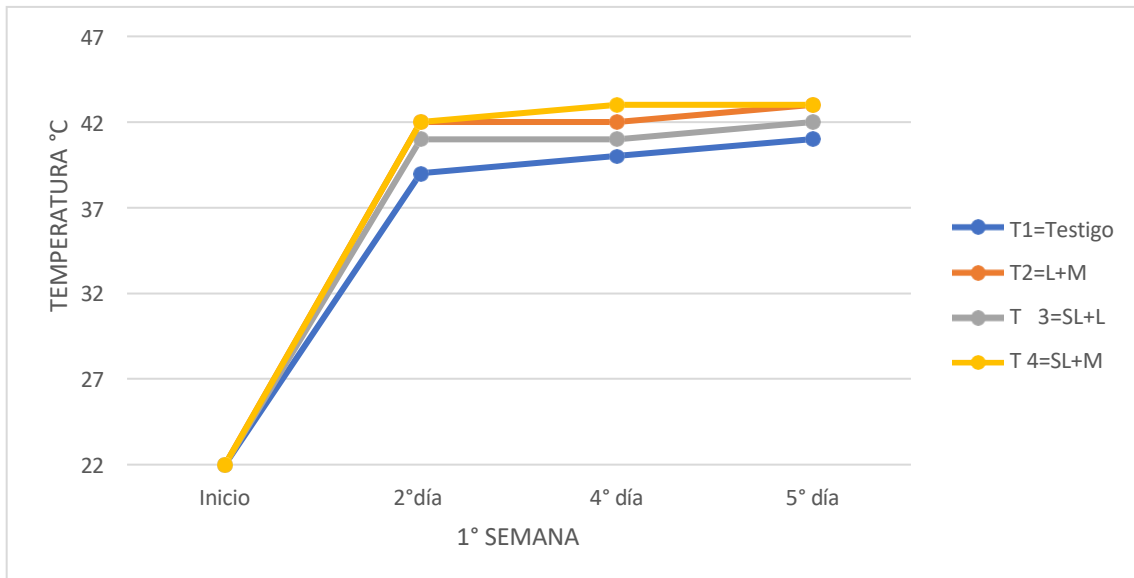


Figura12 : Temperatura – Mesofílica

En la etapa termofílica (Figura 13), se observó que en el día 28 de iniciado el proceso, el T2 (levadura y melaza), T3 (suero de leche y levadura) y el T4 (suero de leche y melaza) alcanzaron la temperatura máxima de la etapa termofílica con valores de 70, 69 y 71 °C respectivamente, a diferencia de T1(testigo) que presentó un retraso en el proceso, alcanzando la temperatura máxima de la fase termofílica el día 30, con una temperatura de 69 °C. Finalmente, todos los tratamientos lograron alcanzar el rango óptimo de temperatura (45-70 °C), requerido para esta etapa, demostrando mayor actividad por parte de los microorganismos termofílicos y eliminación de patógenos por las elevadas temperaturas alcanzadas.

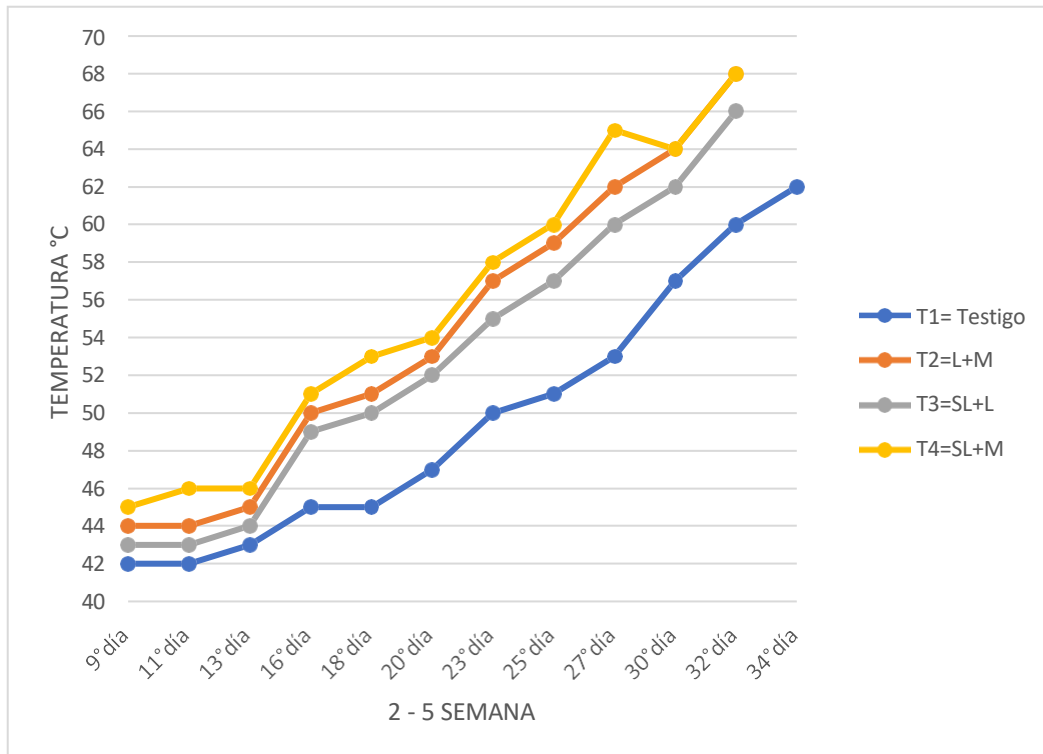


Figura13 : Temperatura – termofílica

En la Figura 14, se observa el comportamiento de la temperatura durante todo el proceso de compostaje, iniciando la etapa final de maduración en los días 67,55,58,51 para el T1, T2, T3 Y T4 respectivamente, alcanzando nuevamente temperaturas de 40 °C en todos los tratamientos, ello se debe a que los microorganismos termófilos han agotado las fuentes de carbono y nitrógeno en el material de compostaje, reiniciando su actividad los microorganismos mesófilos. No obstante, la temperatura continuó descendiendo hasta alcanzar la temperatura de 20 °C (cerca al ambiente) para cada tratamiento, siendo 60,67,74 y 81 días de finalizado el proceso de compostaje para el T4, T2, T3 y T1 respectivamente. Así mismo, comparando el comportamiento de los aceleradores biológicos respecto al testigo, teniendo como más efectivo al T4, seguido del T2 y T3 con el uso de levadura, suero de leche y melaza, lograron reducir el tiempo de compostaje, debido a que aportan nutrientes al compost, facilitando la actividad de los microorganismos en el proceso de descomposición de materia orgánica (ver anexo 6).

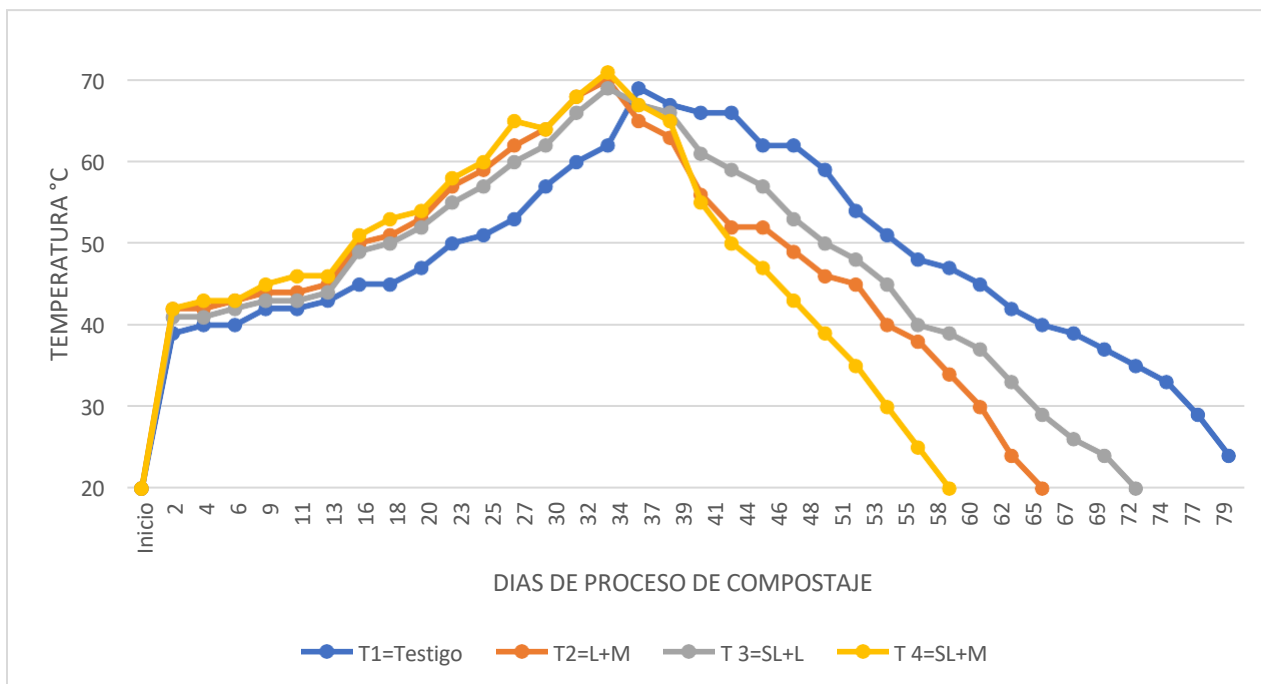


Figura14 : Evolución de la temperatura versus tiempo de compostaje

En la tabla 7, se verifica el tiempo de compostaje para cada pila, observándose que en el tratamiento T4 (Suero de leche y melaza) se obtuvo un compost en menor tiempo con 60 días, ello se debe a que el suero de leche y la melaza proporciona macronutrientes durante el proceso, que los microorganismos emplean como fuente de energía favoreciendo así la actividad microbiana. Seguidamente, se tiene al T2 (Levadura y melaza) con 67 días y al T3 (suero de leche y levadura) con 73 días, demostrando así la efectividad del uso de aceleradores biológicos en el proceso; debido a que, en el T1 (testigo) el compost se obtuvo a los 81 días demorando un proceso de compostaje más lento.

**Tabla 7 : Comparación del tiempo de compostaje**

Tratamientos	Días de compostaje
T1=Testigo	81
T2= L + M	67
T3= SL + L	74
T4= SL + M	60



#### 4.2.2 Rendimiento del compost final

Según el análisis realizado, en base a los datos obtenidos en el compostaje se calculó el % de rendimiento el cual se puede verificar en la tabla 8, siendo el T4 el que obtuvo mejor rendimiento con 95.33%, seguido del T2 con 93.33 % y el T3 con 90%, de mostrando la efectividad del uso de los aceleradores en el % de rendimiento, debido a que el T4 (testigo), obtuvo un menor rendimiento con 66.66% en comparación con los otros tratamientos.

**Tabla 8 : Comparación de rendimiento promedio del compost**

<b>N° Tratamientos</b>	<b>Peso inicial Kg</b>	<b>Peso final Kg</b>	<b>Rendimiento %</b>
T1=Testigo	300	200	66.66
T2= L + M	300	280	93.33
T3= SL + L	300	270	90
T4= SL + M	300	286	95.33

#### 4.3 Comparación final del compost en función de tiempo, calidad y rendimiento.

En la tabla 9 se muestra los parámetros fisicoquímicos finales evaluados para determinar la calidad del compost obtenido, mediante el uso de aceleradores biológicos en comparación con el tratamiento testigo (sin aceleradores biológicos), cabe mencionar que los valores mínimos y máximos de calidad son tomados de la tabla 5.

**Tabla 9 : Parámetros de calidad del compost**

Tratamientos	pH	C.E	%N	% Humedad	% MO	% P	% K	Relación C/N	% C	Rendimiento %	Tiempo (días)
T1 MT SIN AB	6.02	3.56	0.91	42.03	17.01	1.1	1.02	9.51	24.25	66.66	81
T2 MT L+M	8.5	4.02	0.92	37.78	19.45	0.98	1	16.56	34.28	93.33	67
T3 MT SL+L	8.43	4.02	0.88	37.27	17.3	0.75	0.73	15.7	26.25	90	74
T4 MT SL+M	8.5	3.8	0.98	36.62	16.12	0.99	1	18.85	35	95.33	60
Valor Mínimo de Calidad	6.5	≤4	≤1	30	> 20.0	0.1	0.3	10	15	Sin valor	Sin valor
Valor Máximo de Calidad	8.5	-	-	40	-	1	1	30	35	Sin valor	Sin valor

Nota: C.E = Conductividad eléctrica; MO = Materia orgánica.

A partir de la tabla 9, se elaboró la matriz de valorización de tiempo calidad y rendimiento, en la misma se valora el cumplimiento de parámetros y rangos de calidad establecidos, para cada uno de los tratamientos, dando valores de 0 a los que están por debajo del rango de calidad y 1 a los que están dentro del rango de calidad, así mismo con se valora el tiempo y rendimiento.

**Tabla 10 : Matriz de valorización de tiempo, rendimiento y calidad**

<b>Parámetros</b>	<b>T1 TESTIGO</b>	<b>T2 (L + M)</b>	<b>T3 (SL + L)</b>	<b>T4 (SL + M)</b>
pH	0	1	1	1
C.E	1	0	0	1
%N	1	1	1	1
% Humedad	1	1	1	1
% MO	1	1	1	1
% P	0	1	1	1
%K	0	1	1	1
Relación C/N	0	1	1	1
% C	1	1	1	1
<b>*Sub Total</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Rendimiento	0	1	1	1
Tiempo	0	1	1	1
<b>**TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>

Nota: MO = Materia Orgánica; C.E = Conductividad Eléctrica; \* Sub Total = Suma de parámetros que han cumplido con el valor de calidad establecido; \*\* TOTAL = Subtotal + rendimiento + tiempo de compostaje.

En la tabla 10 se verifica que el T4 cumple con todos los parámetros de calidad (11 parámetros), seguido del T3 y T2 con 10 parámetros cumplidos. Por lo que, podemos afirmar que el uso de los aceleradores biológicos si influyen en la calidad, tiempo y rendimiento del compost, debido a que el tratamiento testigo solo ha cumplido un tal de 5 de 11 parámetros calidad.

## V. DISCUSIÓN

En cuanto al pH al avanzar el proceso de compostaje fue disminuyendo evidenciándose ello, en todos los tratamientos iniciando con un pH ácido entre 4.8 – 5.89, ya en los resultados finales el pH fue de 8.43-8.5 a excepción de T1 (testigo) que también incrementó, pero se mantuvo debajo del rango óptimo de calidad 6.02, este pH ácido al inicio del proceso se debe a la alta presencia de bacterias que producen ácidos orgánicos. Estos resultados son similares a los de Zamora (2018), que al inicio de su investigación obtuvo escalas de pH ácidos de 5.7 -6.8 y al final del proceso estos se mantuvieron en un rango de 7 - 8.1 considera que este pH, considerando que ello se logró gracias a la intervención de los aceleradores biológicos usados en el proceso (microorganismos eficientes y levaduras).

Para la humedad se precisa un descenso a medida que avanza el proceso de degradación, iniciando con rangos de 45.6 – 57.66%, para el T1, T2 y T4 a excepción del T3 con un exceso de 62.96% y finalizando con un rango de 36.62 – 38.78% en los tratamientos T2, T3 y T4 considerados dentro del rango óptimo de 30 – 40% (Román, 2013), lo que se debe al uso de aceleradores biológicos y volteo de las pilas, debido a que en el tratamiento (testigo), mantuvo un exceso de humedad de 42.03%. Similares a los resultados obtenidos por Callisaya (2019), que obtuvo una humedad inicial entre 40 – 50%, alcanzando en sus resultados finales una humedad de 35 – 38% en sus tratamientos que empleó suero de leche, levadura y flora bacteriana de bovino, a diferencia de su tratamiento testigo que presentó un exceso de 45%, considera que ellos se deben a que presentó un exceso de humedad desde el inicio del proceso lo que generó anaerobio reduciendo la actividad microbiana.

La relación C/N se mantuvo dentro del rango óptimo de 10-30% (Román, 2013), para los tratamientos T2, T3 y T4, en los cuales se evidencia la eficiencia de los aceleradores biológicos, debido a que el tratamiento testigo T1 la relación C/N no alcanzó el rango óptimo con 9.53 lo que generó olores desagradables durante el proceso por la pérdida de nitrógeno. Similar a los resultados de Nakasaki y Hirai (2017), que obtuvo una relación C/N baja de 8.50 en su tratamiento testigo

y considera que esto se debe a la pérdida de nitrógeno, generando un olor amoniacal y reducción del valor del compost.

La conductividad eléctrica reportó niveles más altos en la fase mesofílica y termofílica con un rango de 8.35 - 5.39 mS/cm en todos los tratamientos, la cual fue reduciendo a medida que avanzaba el proceso de compostaje, ello se debe a la mineralización de la materia orgánica, lo que genera un incremento de sales (Mohd et al. 2022), conforme avanzó el proceso de degradación la conductividad eléctrica fue disminuyendo hasta alcanzar el rango óptimo (inferior a 4 mS/cm) definido por Román (2013), donde los tratamientos T1 y T4 fueron de 3.56 y 3.8 mS/cm respectivamente, lo que nos garantiza que puede usarse directamente en el suelo, no obstante los tratamientos T2 y T3 con 4.02 mS/cm lo que restringe su uso directo, debe ser mezclado con tierra u otros materiales bajos en sal.

Para la materia orgánicas se considera fundamental ya que determina la calidad del compost, durante el compostaje la materia orgánica tiende a defender, por el proceso de mineralización y la pérdida de carbono según lo reportado por Laudicina y Muscarella (2021), que obtuvo en sus tratamientos menores a 20%, lo que concuerda con la presente investigación debido que la materia orgánica en los diferentes tratamientos T1, T2, T3 y T4 fue de 17.01, 19.45, 17.3 y 16.12 respectivamente, similares a los valores obtenidos por Álvarez, Llerena y Reyes (2021), con valores entre 11.3% (testigo) – 15.7 % (usando melaza) y considera que ello se debe a que los microorganismos requieren materia orgánica a medida durante el compostaje.

En cuanto al carbono se evidencia una reducción durante el proceso de compostaje, reportando valores iniciales entre 31.59 – 20.15% en todos los tratamientos, reduciendo en la etapa final a valores entre 21.34 – 16.24%, se considera que ello se debe a la degradación de materia orgánica y pérdida de carbono en forma de CO<sub>2</sub>, Similares a los resultados obtenidos en la investigación de Mohd *et al.* (2022), donde el carbono redujo gradualmente con valores de 50.3, 48.0 y 52.2% al inicio del proceso, alcanzando al final valores de 37.1, 35 y 45.5%, por la actividad microbiana que reducen el carbono.

En cuanto al contenido de nutrientes NPK, para el nitrógeno se evidencia una disminución constante, con valores iniciales entre 1.25 – 1.72% y finales entre 0.98 -0.88%, lo cual se debe a la volatilización en forma de amoníaco, corroborada por Kastdalen (2018), ya que en su investigación se apreció una reducción del nitrógeno llegando finalmente a obtener valores entre 1.5 – 2.7%. Por otro lado, en cuanto al contenido de fósforo y potasio obtuvo parámetros menores que 1%, para el fósforo fue de 0.75 – 1.1% y potasio entre 0.73 – 1.02%, cuyas cantidades están dentro del rango óptimo, por lo que garantizan el crecimiento de las plantas por la recuperación de los suelos. Similares a los resultados de la investigación de Zamora (2018), que el contenido final de fósforo fue de 0.52 – 1.8 % y para el potasio entre 0.5 -09%, considerando que el rango óptimo son valores menores que 1% tanto para el fósforo y potasio.

Con respecto a la variación de la temperatura durante el proceso de compostaje, permitió identificar las etapas del compostaje, alzando temperaturas de 40-43°C a partir del día 2, para los T2 (Levadura + melaza), T3 (suero de leche + levadura) y T4 (suero de leche + melaza), a diferencia del T1 (testigo) que alcanzó esta etapa el día 4. Se considera que, ello se debe al incremento de la actividad microbiana que consumen carbohidratos y promueven mayor descomposición de la materia orgánica. Estos resultados son similares a los reportados por Vargas, Trujillo y Torres (2019), que manifiestan que esta etapa alcanzó temperaturas entre 43.3 - 44.6°C consideran que, ello se logró debido a que el uso de Levadura favorece la actividad microbiana en esta etapa. También, Azurdy, Azero y Ortuño (2018) en esta fase alcanzaron temperaturas de 40-43°C en esta fase inicial, empleando melaza y levadura como acelerador biológico.

Por consiguiente, la termofílica se alcanzó temperaturas máximas de 69, 70, 69 y 71°C para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente, ello se debe a la actividad metabólica microbiana que genera reacciones exotérmicas aumentando la temperatura desde 40 – 70°C. Similares a los resultados de Duque y Llerena (2019), que alcanzaron temperaturas de 50-65°C, consideran que el uso de melaza en el proceso favorece la intervención de microorganismos termófilos, que degradan compuestos complejos como las proteínas, además de la eliminación de patógenos. Por otro lado, Vargas, Trujillo y Torres (2019), obtuvieron temperaturas más bajas en la etapa termófila de 59.2, 56.5, 54.4, por

lo que consideran que el uso de levadura tiene mayor intervención en la etapa inicial del compostaje.

Por consiguiente, para alcanzar la fase de enfriamiento inicio desde los días 62, 53, 55, 48, para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente, con una reducción constante de temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente de 20°C, debido a la reducción de energía y la activación de los microorganismos mesófilos. Similar a lo reportado por Vargas, Trujillo y Torres (2019), que en esta etapa de maduración alcanzaron temperaturas desde el día 60 con temperaturas de 28 -30°C, hasta alcanzar la temperatura ambiente que consideraron de 25 a 26°C, mencionan también que la temperatura final depende de la zona en donde se realice la investigación.

Se evidencio la eficiencia del uso de los aceleradores biológicos durante el proceso de compostaje para el T2 (levadura y melaza) con 67 días, para el T3 (suero de leche y levadura) con 74 días y para el tratamiento 4 (suero de leche y melaza) con 60 días, ya que el tratamiento testigo (sin aceleradores biológicos) con 81 días, ellos se debe a que el uso de aceleradores biológicos, influye en el incremento de la temperatura, lo que genera la una reducción en el tiempo de degradación, hecho se corrobora por Guevara, *et al.* (2018) que en su investigación empleo melaza y levadura los cuales incrementaron la temperatura de 30°C a 75°C, obteniendo un compost en 90 días en comparación con su tratamiento testigo con 130 días, ello se debe a que los aceleradores sirven como fuente de energía para los microorganismos y garantizan la eliminación de patógenos.

No obstante, en la investigación de Herrera (2019), en su tratamiento con melaza obtuvo su compost en 57 días y su tratamiento con levadura en 59 días, presentando también una degradación más lenta en su tratamiento testigo con 60 días y considera que ello se debe a que el uso de estos aceleradores impone mayor presencia de microorganismos que participan en la descomposición de materia orgánica. Así mismo, Kastdalen (2018), en su investigación empleó levadura como acelerador biológico, para lo cual considera que el su uso incrementa el contenido de nitrógeno y por consiguiente la actividad microbiana, obteniendo su compost en 70 días.

Así mismo, Damián (2018), en su investigación empleo levadura y suero de leche obteniendo un compost en 75 días, para lo cual considera que el uso estos aceleradores además de reducir el tiempo compostaje, mejoran también el contenido de nutrientes, lo que se corrobora en nuestra investigación ya que los tratamientos en los que se empleó los aceleradores biológicos, presentaron mejor contenido de nutrientes en comparación con el tratamiento testigo (ver tabla 9 y 10).



## VI. ONCLUSIONES

Los parámetros fisicoquímicos encontrados (pH, conductividad eléctrica, %N, %humedad, materia orgánica, relación C/N %P, %K y %C) durante el proceso de compostaje nos permitieron, determinar la calidad del compost, demostrando que el uso de los aceleradores biológicos mejoró su calidad, considerando mejores a los tratamiento que cumplieron más rangos óptimos de calidad, donde el T4 (suero de leche y melaza) cumplió todos los parámetros, seguido del T2 (levadura y melaza) y T3 (suero de leche y levadura) que cumplieron todos los parámetros a excepción de Conductividad eléctrica (exceso 0.02) y finalmente el T1 (testigo) considerado de menor calidad, ya que no cumplió con 4 parámetros (pH, %P, %K y relación C/N).

El uso de aceleradores biológicos, en la elaboración de compost permitió conocer el efecto en la degradación de materia orgánica, para de esta manera identificar el tiempo y rendimiento de compostaje según el tipo de acelerador biológico empleado, siendo el T4 (suero de leche y melaza) el tratamiento con menor tiempo (60 días) y mayor rendimiento (95.33%), seguido del T2 (levadura y melaza) con 67 días y un rendimiento de 93.33%, luego el T3 (suero de leche y levadura) con 74 días y un rendimiento de 90% y finalmente con mayor tiempo el T1 (testigo) con 81 días y un rendimiento de 66.66%.

El compost elaborado presentó mejores características, puesto que el uso de aceleradores biológicos (levadura melaza y suero de leche), favoreció el incremento de la temperatura durante las diferentes etapas de compostaje, en la fase mesófila (44-45°C) en la termofílica (69 -70°C) y fase final (20°C), acelerando el compostaje, gracias a la actividad microbiana, garantizando la eliminación de patógenos y finalmente la calidad y rendimiento del compost elaborado.

## VII. RECOMENDACIONES

Comparar diferentes dosis de los aceleradores biológicos, con mayor número de repeticiones por tratamiento, a fin de verificar si es posible reducir más el tiempo de compostaje, además de garantizar su calidad y rendimiento.

Evaluar el contenido de patógenos, que se encuentren dentro de los parámetros microbiológicos establecidos (puede usarse la Norma Chilena 2880: 2015), para de esta manera asegurar la inocuidad del compost elaborado.

Evaluar la utilización del compost elaborado en técnicas de biorremediación de suelos contaminados (Hidrocarburos, metales pesados, etc.) y comprobar si el uso del compost contribuye en la mejora las propiedades fisicoquímicas y la actividad microbiológica del suelo.

## REFERENCIAS

- AGUILAR, GEIDY ; CUBAS, K., 2020. Efectividad del compost mediante métodos de pilas dinámicas y compostera giratoria, obtenidas de los residuos orgánicos de la Universidad Peruana Unión. *Universidad Peruana Unión* [en línea], pp. 1-118. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- AL MUSSA UGAK, M., ZAHRIM YASER, A., LAMAMING, J., KELLY SUBIN, E., RAJIN, M., SAALAH, S., WONG HOCK TZE, F. y ABANG, S., 2022. Comparative study on passive aerated in-vessel composting of food wastes with the addition of Sabah ragi. *Carbon Resources Conversion* [en línea], vol. 5, no. 3, pp. 200-210. ISSN 25889133. DOI 10.1016/j.crcon.2022.05.004. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.crcon.2022.05.004>.
- ALFONZO, A., LAUDICINA, V.A., MUSCARELLA, S.M., BADALUCCO, L., MOSCHETTI, G., SPANÒ, G.M. y FRANCESCA, N., 2022. Cellulolytic bacteria joined with deproteinized whey decrease carbon to nitrogen ratio and improve stability of compost from wine production chain by-products. *Journal of Environmental Management*, vol. 304, no. August 2021. ISSN 10958630. DOI 10.1016/j.jenvman.2021.114194.
- ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, A.R., LLERENA-RAMOS, L.T. y REYES-PÉREZ, J.J., 2021. Effect of sugary substances on organic substrates degradation for compost elaboration. *Terra Latinoamericana*, vol. 39, pp. 1-10. ISSN 23958030. DOI 10.28940/TERRA.V39I0.916.
- AZURDUY, S., AZERO, M., ORTUÑO, N., BOLIVIA, C., PROINPA CENTRO EL PASO, F., MENECE, A. y EL PASO, Z., 2018. Evaluación de Activadores Naturales para Acelerar el Proceso de Compostaje de Residuos Orgánicos en el Municipio de Quillacollo Evaluation of Natural Activators Accelerating Process of Organic Waste Composting in the Municipality of Quillacollo. *Acta Nova*, vol. 7, pp. 1683- 0768.
- BECERRA, G.M., 2022. Valorización de Residuos Orgánicos Municipales y su

Compostaje Mediante el Método Takakura, Distrito de San Jerónimo, Andahuaylas 2022. , pp. 96.

BARRENA, G. R. 2018. Compostaje de residuos solidos organicos. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5307/rbg1de1.pdf>

BRAVO, E.L., JAVIER, A., RIVERA, A., SUÁREZ, M.H., GONZALEZ CUETO1, O. y GARCÍA DE LA FIGAL COSTALES3, A., 2018. Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña. *Revista Centro Agrícola* [en línea], vol. 44, no. 3, pp. 49-55. ISSN 2072-2001. Disponible en: <http://cagricola.uclv.edu.cu>.

CATILLO, R. 2018. *Diseños experimentales e investigacion científica*. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/12482/1/A5.pdf>

CAJUSOL, F. y MOISUPE, L., 2019. Caracterización físico-química y biológica del compost obtenido con residuos sólidos agropecuarios en Lambayeque, septiembre a diciembre de 2016. , pp. 24-25.

CARLOS, R., DUE, L. y RA, A., 2020. Efecto Del Uso De Tres Tipos De Aceleradores Biológicos En El Compostaje De Residuos Orgánicos De Mercados, Parques Y Jardines De Arequipa. *Ñawparisun - Revista de Investigación Científica*, vol. 3, no. Vol. 3, Num. 1, pp. 23-36. ISSN 2663-5917. DOI 10.47190/nric.v3i1.124.

DAMIÁN ACUÑA, N.L., 2018. Aplicación de tres tratamientos aceleradores para la elaboración de compost de residuos del Mercado Los Cedros, Distrito de Chorrillos, 2018. *Ucv*, pp. 358.

DIGFINEART. 2015. Obtenido de <https://www.digfineart.com/5zrReO7z1/>

FAO. 2013. Manual de compostaje de agricultor. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

FLORENCIA, A., 2018. Caracterización Físico-Química De Compost Obtenido a Partir De Residuos Orgánicos Facultad De Ciencias Y Tecnología De La Universidad Estadual Paulista “ Júlio De Mesquita Filho ”, Presidente Prudente, Sao Paulo, Brasil. *Universidad Nacional de Cuyo*, pp. p.51.

GILMAR, D.H., 2019. Título del Proyecto de Investigación: “Elaboración de

compost mediante la utilización de sustancias aceleradoras (yogurt , levadura, melaza, jugo de caña de azúcar ) para la descomposición de los sustratos orgánicos ” Autor : Duque Herrera Gilmar Ari. [en línea], Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3838/1/T-UTEQ-0186.pdf>.

GUEVARA ESPINOSA, M.D., RIVERA MÓRALES, M.C., GONZÁLEZ GUZMÁN, C., ZAMORA LÓPEZ, M.E., SALDAÑA BLANCO, M. de L., GONZÁLEZ GUZMÁN, J.I. y SALAZAR MENDOZA, M.L., 2018. Propuesta De Un Acelerador Del Proceso De Compostaje Para Aplicación En Agricultura Familiar. 2015 [en línea], vol. 1, pp. 2. Disponible en: [http://congresos.cio.mx/memorias\\_congreso\\_mujer/archivos/extensos/sesion5/S5-DIV05.pdf](http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/extensos/sesion5/S5-DIV05.pdf).

INEI. 2014. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1197/cap05.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1197/cap05.pdf)

INEI. 2020. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1416/cap03.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1416/cap03.pdf)

JACK, Z.O. y GISELLA, R.P., 2017. Universidad Nacional del Callao. *Tesis Peru* [en línea], no. 099, pp. 1-16. Disponible en: Nuevas recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

KASTDALEN, L., 2018. Evaluación del efecto de la aplicación de levaduras y gallinaza en la elaboración de abono orgánico. [en línea], Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6210>.

LOAYZA DUEÑAS, R.C., 2020. Elaboración de compost a partir de la incorporación de tres tipos de aceleradores biológicos en residuos de mercados, parques y jardines. *Universidad Nacional de San Arequipa* [en línea], Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11401>.

LOOR, K.A.Z., 2018. Comparación de dos tipos de compost tratados con diferentes aceleradores biológicos aprovechando los residuos orgánicos del sector de Pianguapí – Esmeraldas. [en línea], pp. 91. Disponible en:

[https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/1743/1/ZAMORA LOOR KAROL ANDREA.pdf](https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/1743/1/ZAMORA%20LOOR%20KAROL%20ANDREA.pdf).

M.J. NEGRO, F.VILLA, J.A., 2021. Produccion y Gestion del Compost. *Universidad Nacional de San Arequipa*, no. 2 1, pp. 1-31.

MARTÍN- GLORIA M y RIVERA- RAMÓN, 2015. Reseña bibliográfica INFLUENCIA DE LA INOCULACIÓN MICORRÍZICA EN LOS ABONOS VERDES. EFECTO SOBRE EL CULTIVO PRINCIPAL. ESTUDIO DE CASO: EL MAÍZ. *Cultivos Tropicales* [en línea], vol. 36, no. 1, pp. 34-50. ISSN 1819-4087. Disponible en: <https://ediciones.inca.edu.cu>.

MELO, M. J. 2020. Efecto del pH y la relacion C/N en el proceso de compostaje con la aplicacion de bacterias acido laticas en residuos organicos. Obtenido de <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1896/TB-Melo%20J-Ext.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MINAM. Enero de 2013. Ministerio del Ambiente. Obtenido de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu\\_public/capacita/PI2013\\_MINAM\\_DGCA\\_TipoA.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/capacita/PI2013_MINAM_DGCA_TipoA.pdf)

MINAM. 11 de Febrero de 2020. Ministerio del Ambiente. Obtenido de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/solo-aprovechamos-el-1-de-residuos-organicos-e-inorganicos-que-generamos>

MILLÁN MARRERO, F.C., PRATO, J.G., LA CRUZ, Y. y SÁNCHEZ, A., 2018. Estudio metodológico sobre la medición de pH y conductividad eléctrica en muestras de compost. *Revista Colombiana de Química*, vol. 47, no. 2, pp. 21-27. ISSN 0120-2804. DOI 10.15446/rev.colomb.quim.v47n2.67338.

NAKASAKI, K. y HIRAI, H., 2017. Temperature control strategy to enhance the activity of yeast inoculated into compost raw material for accelerated composting. *Waste Management* [en línea], vol. 65, pp. 29-36. ISSN 18792456. DOI 10.1016/j.wasman.2017.04.019. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2017.04.019>.

OEFA, 2018. OEFA identifica 1585 botaderos informales a nivel nacional. *OEFA* [en línea]. Disponible en: <https://www.oefa.gob.pe/oefa-identifica-1585->

botaderos-informales-nivel-nacional/ocac07/.

- ONU. 2022. Organización De las Naciones Unidad. Obtenido de <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures#:~:text=Becca%20McChaffie%2FUnsplash.-,Residuos,de%20gases%20de%20efecto%20invernadero.>
- ORTÍZ, B.C. y DÍAZ, K.B., 2018. Manual de abonos orgánicos. *Universidad Veracruzana*, pp. 1-30.
- RIOS OLIVEIRA, K.H., 2018. Evaluación del tiempo de descomposición y el contenido nutricional por acción de los EM (microorganismos eficientes) en abono orgánico como alternativa de sustitución de fertilizantes sintéticos en el distrito de Curimaná. [en línea], pp. 106. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4087>.
- RIQUELME, D., 2019. Diseño de una planta procesadora de compostaje a partir del raquis de la extracción de aceite de palma africana para la empresa extractora Río Manso EXA S.A. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo* [en línea], pp. 83. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11055>.
- ROBLES, M., 2018. Evaluación de parámetros de temperatura, pH y humedad para el proceso de compostaje en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos de la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado. *Universidad Nacional Agraria De La Selva* [en línea], pp. 59. Disponible en: [https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades\\_academicas/EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE TEMPERATURA%2C PH Y HUMEDAD PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUO.](https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/EVALUACIÓN%20DE%20PARÁMETROS%20DE%20TEMPERATURA%20PH%20Y%20HUMEDAD%20PARA%20EL%20PROCESO%20DE%20COMPOSTAJE%20EN%20LA%20PLANTA%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20RESIDUO.pdf)
- ROMAN, P. 2013. Manual de compostaje. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>
- SEGURA, Á.M., ROJAS, L.A. y PULIDO, Y.A., 2020. Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Espacios*, vol. 14, pp. 22. ISSN 0798 1015.
- TANG, H., ZHENG, Y. y CHEN, Y., 2017. Materials Chemistry of Nanoultrasonic

Biomedicine. *Advanced Materials*, vol. 29, no. 10. ISSN 15214095. DOI 10.1002/adma.201604105.

VARGAS, O., TRUJILLO, J. y TORRES, M., 2019. El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia* [en línea], vol. 23, no. 2, pp. 123-129. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-37092019000200123](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092019000200123).

VARGAS, C. Z. 2020. La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

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. *Universidad Nacional de Piura* [en línea], pp. 1-113. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1475/MIN-VER-ROJ-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1475>.

WEINHEIM, V. C. 2021. Fertilizantes y Metodos. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2VApEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=definicio+de+abono+&ots=AwVdFCvXWG&sig=SYfTWoTwQ9Vx2EVucsZPa\\_2q65E#v=onepage&q=definicio%20de%20abono&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2VApEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=definicio+de+abono+&ots=AwVdFCvXWG&sig=SYfTWoTwQ9Vx2EVucsZPa_2q65E#v=onepage&q=definicio%20de%20abono&f=false)

WHITE, H., & S. SABARWAL 2014. Diseño y métodos cuasiexperimentales, Síntesis metodológicas: evaluación de impacto n.º 8, Centro de Investigaciones de UNICEF, Florencia.



## ANEXOS

### Anexo 1: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
<b>Variable independiente:</b> Uso de aceleradores biológicos.	Según Loayza (2020), es un método eficiente empleado para la degradación de residuos orgánicos, puesto que su mezcla granular pose hongos y bacterias, caracterizados por su capacidad para romper lignina (que es difícil de degradar) y todo tipo de material orgánico pesado de celulosa.	Son aceleradores biológicos que incrementan la población de microorganismos y degradan la masa orgánica, las cuales fueron utilizadas en el proceso de compostaje en dosis diferentes según el tratamiento que corresponda.	Tipo de aceleradores biológicos	Suero de leche	L
				Levadura	Kg
				Melaza	L
<b>Variable dependiente:</b> Elaboración de compost con materia orgánica.	Según Herrera (2019), el compostaje es un proceso biológico de transformación de la materia orgánica en compost, que aporta nutrientes a las plantas y permite la recuperación de suelos degradados por la contaminación.	Para la elaboración de compost, se usó materia orgánica procedente del mercado central de Ambo, Huánuco y aceleradores biológicos como suero de leche, levadura y melaza, para acelerar el proceso de obtención de compost.	Parámetros fisicoquímicos	Humedad	%
				Tamaño de partículas	Cm
				C.E	m S/cm
				Relación C/N	C/N
				Nitrógeno	%
				Carbono	%
				MO	%
				pH	Escala
			Fosforo	%	
			Palacio	%	
Tiempo y rendimiento del compost	Tiempo	Días			
	Rendimiento	%			

NOTA: C.E= Conductividad Eléctrica; MO= Materia Orgánica

## Anexo 2: Análisis de laboratorio en la fase mesofílica



### INFORME DE ENSAYO N° 166271-2022

<b>RAZÓN SOCIAL</b>	: DARLA MADELEY MEJIA ARTEAGA
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: AV. ATE 524 - BUENOS AMIGOS
<b>SOLICITADO POR</b>	: DARLA MADELEY MEJIA ARTEAGA
<b>REFERENCIA</b>	: COMPOST
<b>PROCEDENCIA</b>	: HUÁNUCO
<b>FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>	: 2022-09-12
<b>FECHA(S) DE ANÁLISIS</b>	: 2022-09-12 AL 2022-09-28
<b>FECHA(S) DE MUESTREO</b>	: 2022-09-09
<b>MUESTREO POR</b>	: EL CLIENTE
<b>CONDICIÓN DE LA MUESTRA</b>	: LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

#### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	Unidades
Fósforo (P)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 (31 de Diciembre 2002). Especificaciones de fertilidad, estado y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Item 7.1.10 , 7.1.11 Métodos AS-10 y AS-11. Determinación de fósforo extractible.	F mg/kg
Potasio (K)	Método Fench, extracto de NaHCO <sub>3</sub> , pH 4.8	mg/kg
Relación C/N en suelos	Norma Mexicana NMX-AA-067-1985. PROTECCIÓN AL AMBIENTE-Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de la relación Carbono / Nitrógeno	Sin unidades
Carbono (C)	Se determinó por el método de Walkley Black.	%
Nitrógeno (N)	Se determinó por el método de Walkley Black.	%

#### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Compost	Compost	Compost	Compost	
Matriz analizada	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	
Fecha de muestreo	2022-09-09	2022-09-09	2022-09-09	2022-09-09	
Hora de inicio de muestreo (h)	12:00	12:00	12:00	12:00	
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	
Código del Cliente	CAMA 1	CAMA 2	CAMA 3	CAMA 4	
Código del Laboratorio	22093142	22093143	22093144	22093145	
Ensayo	Unidades	Resultados			
Fósforo (P)	%	1.18	1.07	0.68	0.74
Potasio (K)	%	2.28	2.91	1.26	1.91
Relación C/N en suelos	Sin unidades	18.16	21.85	20.01	32.32
Carbono (C)	%	30.59	31.59	20.15	29.64
Nitrógeno (N)	%	1.72	1.25	1.71	1.55

Resultados de Suelo reportados en base seca.

Lima, 28 de Septiembre del 2022.

  
 Ing. Manlio Tello Paucar  
 Director Técnico  
 C.L.P. N° 219624  
 Servicios Analíticos Generales S.A.S.

SAG: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM/WW) - APHA-AWWA-WPCF, 19th Ed. 2012. EPA U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. ASTM Normas Técnicas Normas Observaciones: Toda prohibida la reproducción parcial o total del presente documento, a menos que sea bajo la autorización expresa de Servicios Analíticos Generales S.A.S. Solo en virtud para los resultados referidos en el presente informe. Los muestreos serán considerados de acuerdo al protocolo de muestreo analizado con un máximo de 30 días posteriores al haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

\* Para verificar la AUTENTICIDAD del presente informe contactarse al correo laboratorio@sagperu.com. \* Cualquier resultado no a su grado, favor a la dirección del laboratorio de la localidad de uso de servicio de legal y los cupones pueden ser procesados de acuerdo a los

Cod: F01  
 Versión: 09  
 FE: 01/2019

Av. Naciones Unidas N° 1565 Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú - Central Telefónica: (511) 4256865  
 website: www.sagperu.com - Contacto: E: teltello@sagperu.com

Página 1 de 1

## Anexo 3: Análisis de laboratorio en la fase termofílica



### INFORME DE ENSAYO N° 166271-2022

<b>RAZÓN SOCIAL</b>	: DARLA MADELEY MEJIA ARTEAGA
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: AV. ATE 524 - BUENOS AMIGOS
<b>SOLICITADO POR</b>	: DARLA MADELEY MEJIA ARTEAGA
<b>REFERENCIA</b>	: COMPOST
<b>PROCEDENCIA</b>	: HUÁNUCO
<b>FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>	: 2022-10-12
<b>FECHA(S) DE ANÁLISIS</b>	: 2022-10-12 AL 2022-10-25
<b>FECHA(S) DE MUESTREO</b>	: 2022-10-11
<b>MUESTREO POR</b>	: EL CLIENTE
<b>CONDICIÓN DE LA MUESTRA</b>	: LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

#### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	Unidades
Fósforo (P)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 (31 de Diciembre 2002). Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. ítem 7.1.10 , 7.1.11 Métodos AS-10 y AS-11. Determinación de fósforo extraíble.	P mg/kg
Potasio (K)	Método Peech, extracto de NaHCO <sub>3</sub> , pH 4.8	mg/kg
Relación C/N en suelos	Norma Mexicana NMX-AA-067-1985. PROTECCION AL AMBIENTE-Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de la relación Carbono / Nitrógeno	Sin unidades
Carbono (C)	Se determinó por el método de Walkley Black.	%
Nitrogeno (N)	Se determinó por el método de Walkley Black.	%

#### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Compost	Compost	Compost	Compost	
Matriz analizada	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	
Fecha de muestreo	2022-10-11	2022-10-11	2022-10-11	2022-10-11	
Hora de inicio de muestreo (h)	12:00	12:00	12:00	12:00	
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	
Código del Cliente	CAMA 1	CAMA 2	CAMA 3	CAMA 4	
Código del Laboratorio	22093146	22093147	22093148	22093149	
Ensayo	Unidades	Resultados			
Fósforo (P)	%	1.1	1.02	0.69	0.75
Potasio (K)	%	1.5	1.64	1.23	1.73
Relación C/N en suelos	Sin unidades	11.83	17.56	16.02	19.02
Carbono (C)	%	21.25	29.5	18.31	25.06
Nitrogeno (N)	%	1.23	1.25	1.28	1.27

Resultados de Suelo reportados en base seca.

Lima, 25 de Octubre del 2022.

  
 Ing. Marilú Tello Paucar  
 Director Técnico  
 C.I.P. N° 219624  
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW) - APHA-AWWA-WEF, 23rd. Ed. 2017. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

Cod: F101  
Versión: 09  
F.E: 01/2019

Av. Naciones Unidas N° 1565 Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú • Central Telefónica: (511) 4256885  
website: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 1



## Anexo 4: Análisis finales de laboratorio



### INFORME DE ENSAYO N° 166271-2022

<b>RAZÓN SOCIAL</b>	: DARLA MADELEY MEJIA ARTEAGA
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: AV. ATE 524 - BUENOS AMIGOS
<b>SOLICITADO POR</b>	: DARLA MADELEY MEJIA ARTEAGA
<b>REFERENCIA</b>	: COMPOST
<b>PROCEDENCIA</b>	: HUÁNUCO
<b>FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>	: 2022-11-16
<b>FECHA(S) DE ANÁLISIS</b>	: 2022-11-16 AL 2022-11-24
<b>FECHA(S) DE MUESTREO</b>	: 2022-11-15
<b>MUESTREADO POR</b>	: EL CLIENTE
<b>CONDICIÓN DE LA MUESTRA</b>	: LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

#### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	Unidades
Fósforo (P)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 (31 de Diciembre 2002). Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. ítem 7.1.10, 7.1.11 Métodos AS-10 y AS-11. Determinación de fósforo extraíble.	P mg/kg
Potasio (K)	Método Peech, extracto de NaHCO <sub>3</sub> , pH 4.8	mg/kg
Relación C/N en suelos	Norma Mexicana NMX-AA-067-1985. PROTECCION AL AMBIENTE-Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de la relación Carbono / Nitrógeno	Sin unidades
		%
Nitrogeno (N)	Se determinó por el método de Walkley Black.	%

#### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Compost	Compost	Compost	Compost	
Matriz analizada	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	
Fecha de muestreo	2022-11-15	2022-11-15	2022-11-15	2022-11-15	
Hora de inicio de muestreo (h)	12:00	12:00	12:00	12:00	
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	
Código del Cliente	CAMA 1	CAMA 2	CAMA 3	CAMA 4	
Código del Laboratorio	22093150	22093151	22093152	22093153	
Ensayo	Unidades	Resultados			
Fósforo (P)	%	1.1	0.98	0.75	0.99
Potasio (K)	%	1.02	1.00	0.73	1.00
Relación C/N en suelos	Sin unidades	9.51	16.56	15.7	18.85
Carbono (C)	%	19.62	21.34	16.24	20.64
Nitrogeno (N)	%	0.91	0.92	0.88	0.98

Resultados de Suelo reportados en base seca.

Lima, 24 de Noviembre del 2022.

  
 Ing. Marilú Tello Paucar  
 Director Técnico  
 C.I.P. N° 219624  
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.


SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW) - APHA-AWWA-WEF. 20rd. Ed. 2017. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Normas Técnicas Peruanas.  
**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservabilidad del parámetro analizado con un máximo de 90 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.  
**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 \* Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. \* Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

Cod: F101  
 Versión: 09  
 F.E: 01/2019

Av. Naciones Unidas N° 1565 Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú • Central Telefónica: (511) 4256885  
 website: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 1

### Anexo 5: Ficha de ubicación y recolección de residuos orgánicos

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>							
<b>Ficha 1</b>		<b>Ubicación, recolección de residuos orgánicos</b>					
Titulo		Elaboración de compost con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, mediante el uso de aceleradores biológicos, Ambo, 2022.					
Línea de investigación		Tratamiento y gestión de residuos solidos					
Responsables		Mejía Arteaga Darla Madeley y Melendes Samaniego, Renzo Javier					
Asesor		Dr. Valdiviezo Gonzales, Lorgio Gilberto					
Lugar		Ambo - Huánuco – Mercado Central Ambo					
Puntos de muestreo				Características			
N°	Fecha de recolección de M.O	Cantidad de residuos orgánicos - Kg					Observaciones
		Frutas	Verduras	Hojas	Estiércol cuy		
1	31/08/2022	191.20	188.58	22.77	50.60	453.15	Se recolectaron mayor cantidad de verduras y menor cantidad de ramas.
2	1/09/2022	203.50	198.20	10.90	*	412.60	Se recolectaron mayor cantidad de frutas, menor cantidad de ramas y nada de estiércol de cuy.
3	2/09/2022	157.00	107.18	20.28	50.00	334.46	Se recolectaron mayor cantidad de frutas, menor cantidad de ramas.
<b>sub. Total</b>		551.70	493.96	53.95	100.60	1200.21	



	Lu	42	Lu	44	Lu	50	Lu	57	Lu	64	Lu	65	Lu	52	Lu	46	Lu	38	Lu	24	Lu	20	Lu	
	M	42	Mi	44	Mi	51	Mi	59	Mi	68	Mi	63	Mi	52	Mi	45	Mi	34	Mi	20	Mi		Mi	
	V	43	V	45	V	53	V	62	V	70	V	56	V	49	V	40	V	30	V		V		V	
<b>Pila 3 - T3 - SL+L</b>	1° semana		2° semana		3° semana		4° semana		5° semana		6° semana		7° semana		8° semana		9° semana		10° semana		11° semana		12° semana	
	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°
	Lu	41	Lu	43	Lu	49	Lu	55	Lu	62	Lu	67	Lu	59	Lu	50	Lu	40	Lu	33	Lu	24	Lu	
	Mi	41	Mi	43	Mi	50	Mi	57	Mi	66	Mi	66	Mi	57	Mi	48	Mi	39	Mi	29	Mi	20	Mi	
	V	42	V	44	V	52	V	60	V	69	V	61	V	53	V	45	V	37	V	26	V	20	V	
<b>Pila 4 - T4 - SL+M</b>	1° semana		2° semana		3° semana		4° semana		5° semana		6° semana		7° semana		8° semana		9° semana		10° semana		11° semana		12° semana	
	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°	Dia	T - C°
	Lu	42	Lu	45	Lu	51	Lu	58	Lu	64	Lu	67	Lu	50	Lu	39	Lu	25	Lu		Lu		Lu	
	Mi	43	Mi	46	Mi	53	Mi	60	Mi	68	Mi	65	Mi	47	Mi	35	Mi	20	Mi		Mi		Mi	
	V	43	V	46	V	54	V	65	V	71	V	55	V	43	V	30	V	20	V		V		V	

Nota: T= Temperatura; Lu= lunes; Mi= miércoles; V= viernes: L= Levadura= Melaza; SL= Suero de leche.






	M	1.50 L	M	1.50 L	M	2.00 L	M	2.00 L	2.00 L	M	2.00 L	2.00 L	M	2.00 L	2.00 L	M	2.00 L	2.00 L	M	2.00 L	2.00 L	M			M		
	L	1.50 L	L	1.50 L	L	2.00 L	L	2.00 L	2.00 L	L	2.00 L	2.00 L	L	2.00 L	2.00 L	L	2.00 L	2.00 L	L	2.00 L	2.00 L	L			L		
<b>Pila 3 - T3 - SL+L</b>	1° semana		2° semana		3° semana		4° semana			5° semana			6° semana			7° semana			8° semana			9° semana			10° semana		
	AB	1°	AB	1°	AB	1°	AB	1°	2°	AB	1°	2°	AB	1°	2°	AB	1°	2°	AB	1°	2°	AB	1°	2°	AB	1°	2°
	SL	1.50 L	SL	1.50 L	SL	2.00 L	SL	2.00 L	2.00 L	SL	2.00 L	2.00 L	SL	2.00 L	2.00 L	SL	2.00 L	2.00 L	SL	2.00 L	2.00 L	SL			SL		
	L	1.50 L	L	1.50 L	L	2.00 L	L	2.00 L	2.00 L	L	2.00 L	2.00 L	L	2.00 L	2.00 L	L	2.00 L	2.00 L	L	2.00 L	2.00 L	L			L		
<b>Pila 4 - T4 - SL+M</b>	1° semana		2° semana		3° semana		4° semana			5° semana			6° semana			7° semana			8° semana			9° semana			10° semana		
	AB	1°	AB	1°	AB	1°	AB	1°	2°	AB	1°	2°	AB	1°	2°	AB	1°	2°	AB	1°	2°	AB	1°	2°	AB	1°	2°
	SL	1.50 L	SL	1.50 L	SL	2.00 L	SL	2.00 L	2.00 L	SL	2.00 L	2.00 L	SL	2.00 L	2.00 L	SL	2.00 L	2.00 L	SL			SL			SL		
	M	1.50 L	M	1.50 L	M	2.00 L	M	2.00 L	2.00 L	M	2.00 L	2.00 L	M	2.00 L	2.00 L	M	2.00 L	2.00 L	M			M			M		

Nota: AB= Aceleradores biológicos; L= Levadura= Melaza; SL= Suero de leche.

### Anexo 8: Parámetros iniciales analizados en los laboratorios

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>										
Ficha 2		Análisis fisicoquímicos de laboratorio en la fase mesofílica								
Titulo		Elaboración de compost con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, mediante el uso de aceleradores biológicos, Ambo, 2022.								
Línea de investigación		Tratamiento y gestión de residuos solidos								
Responsables		Mejía Arteaga Darla Madeley y Melendes Samaniego, Renzo Javier								
Asesor		Dr. Valdiviezo Gonzales, Lorgio Gilberto								
Lugar	Ambo - Huánuco			Fechas		Toma de muestra		9/09/2022		
						Ingreso muestra		12/09/2022		
						Termino de análisis		28/09/2022		
N° de muestra		Parámetros iniciales medidos en el laboratorio								
		pH	C.E m S/cm	%N	% Humedad	% MO	Relación C/N	% P	% K	% C
T1	MT	4.8	6.57	1.72	45.6	49.24	16.16	1.18	2.28	30.59
	SIN AB									
T2	MT	5.73	8.35	1.25	57.66	50.76	21.65	1.07	2.91	31.59
	L+M									
T3	MT	5.41	7.53	1.71	62.96	50.8	20.01	0.68	1.26	20.15
	SL+L									
T4	MT	5.89	6.11	1.55	52.54	51.01	32.32	0.74	1.91	29.64
	SL+M									

Nota: AB= Aceleradores biológicos; L= Levadura; Melaza; SL= Suero de leche; MO = Materia orgánica; C. E= Conductividad eléctrica.

### Anexo 9: Parámetros analizados en el día 32 del compostaje



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Ficha 2		Análisis fisicoquímico de laboratorio en la fase Termofílica								
Titulo		Elaboración de compost con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, mediante el uso de aceleradores biológicos, Ambo, 2022.								
Línea de investigación		Tratamiento y gestión de residuos solidos								
Responsables		Mejía Arteaga Darla Madeley y Melendes Samaniego, Renzo Javier								
Asesor		Dr. Valdiviezo Gonzales, Lorgio Gilberto								
Lugar	Ambo - Huánuco				Fechas		Toma de muestra		11/10/2022	
							Ingreso muestra		12/10/2022	
							Termino de análisis		25/10/2022	
N° de muestra		Parámetros en la fase Mesófila 2								
		pH	C.E m S/cm	%N	% Humedad	% MO	% C	Relación C/N	% P	% K
T1	MT	5.14	5.89	1.23	64.6	25.83	21.25	11.83	1.1	1.5
	SIN AB									
T2	MT	6.23	7.11	1.25	63.8	29.3	29.5	17.56	1.02	1.64
	L+M									
T3	MT	6.12	6.21	1.28	54.6	26.84	18.31	16.02	0.69	1.23
	SL+L									
T4	MT	6.51	5.39	1.27	51.9	22.14	25.6	19.2	0.75	1.73
	SL+M									

Nota: AB= Aceleradores biológicos; L= Levadura; Melaza; SL= Suero de leche; MO = Materia orgánica; C. E= Conductividad eléctrica.

## Anexo 10: Parámetros analizados en el compost final



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Ficha 2		Resultados de laboratorio del compost final								
Titulo		Elaboración de compost con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, mediante el uso de aceleradores biológicos, Ambo, 2022.								
Línea de investigación		Tratamiento y gestión de residuos solidos								
Responsables		Mejía Arteaga Darla Madeley y Melendez Samaniego, Renzo Javier								
Asesor		Dr. Valdiviezo Gonzales, Lorgio Gilberto								
Lugar	Ambo - Huánuco					Fechas	Toma de muestra		15/11/2022	
							Ingreso de muestra		16/11/2022	
							Termino de análisis		24/11/2022	
N° de muestra		Parámetros iniciales medidos en el laboratorio								
		pH	C.E	%N	% Humedad	% MO	% P	% K	Relación C/N	% C
T1	MT	6.02	3.56	0.91	42.03	17.01	1.1	1.02	9.51	19.62
	SIN AB									
T2	MT	8.5	4.02	0.92	37.78	19.45	0.98	1	16.56	21.34
	L+M									
T3	MT	8.43	4.02	0.88	37.27	17.3	0.75	0.73	15.7	16.24
	SL+L									
T4	MT	8.5	3.8	0.98	36.62	16.12	0.99	1	18.85	20.64
	SL+M									

Nota: AB= Aceleradores biológicos; L= Levadura; Melaza; SL= Suero de leche; MO = Materia orgánica; C. E= Conductividad eléctrica.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VALDIVIEZO GONZALES LORGIO GILBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Elaboración de compost con materia orgánica generada en el mercado Central Ambo, mediante el uso de aceleradores biológicos, Ambo, 2022", cuyos autores son MEJIA ARTEAGA DARLA MADELEY, MELENDEZ SAMANIEGO RENZO JAVIER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

SAN JUAN DE LURIGANCHO, 15 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VALDIVIEZO GONZALES LORGIO GILBERTO : 40323063 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8200-4640	Firmado electrónicamente por: LVALDIVIEZOG el 15-12-2022 20:45:42

Código documento Trilce: INV - 1110878