

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Eficiencia del Método Takakura y Microorganismos eficientes de Molle en la producción de compost

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Lesly Rosa Gallo Estrella
Sulamita Marinela Ramos Chipa
Lesly Elizabeth Barzola Leon

Asesor:

Dr. Alex Huaman de la Cruz

Lima, febrero del 2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Alex Huaman de la Cruz, docente de la Facultad de Ingeniero, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Eficiencia del Método Takakura y Microorganismos eficientes de Molle en la producción de compost”** de los autores Lesly Rosa Gallo Estrella, Sulamita Marinela Ramos Chipa, Lesly Elizabeth Barzola Leon tiene un índice de similitud de 13 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 26 días del mes de febrero del año 2024.



Pós -PhD. Alex Rubén Huamán De La Cruz

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **09 días** día(s) del mes de **febrero** del año 2024 siendo **las 08:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, el secretario: **Ing. Orlando Alan Poma Porras**, y los demás miembros: **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio** y **el Mg. Joel Hugo Fernández Rojas**, y el asesor, **Dr. Alex Rubén Huamán De la Cruz**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Eficiencia del Método Takakura y Microorganismos eficientes de Molle en la producción de compost"

de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **LESLY ROSA GALLO ESTRELLA**

..... b) **SULAMITA MARINELA RAMOS CHIPA**

c) **LESLY ELIZABETH BARZOLA LEON**

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a) **LESLY ROSA GALLO ESTRELLA**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B*	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

Candidato (b) **SULAMITA MARINELA RAMOS CHIPA**





CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B*	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

Candidato (c) **LESLY ELIZABETH BARZOLA LEON**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B*	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

(*) *Ver parte posterior*

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

<hr/> Presidente Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga	 <hr/> Secretario Ing. Orlando Alan Poma Porras	
<hr/> Asesor Dr. Alex Rubén Huamán De la Cruz	<hr/> Miembro Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio	<hr/> Miembro Mg. Joel Hugo Fernández Rojas
 <hr/> Candidato/a (a) Lesly Rosa Gallo Estrella	 <hr/> Candidato/a (b) Sulamita Marinela Ramos Chipa	 <hr/> Candidato/a (c) Lesly Elizabeth Barzola Leon

Agradecimiento

A nuestros padres por el apoyo brindado en el
proceso de formación como profesional.

A los docentes de nuestra almamater quienes contribuyeron
en nuestra formación académica, siendo hoy reflejado
en la culminación de nuestra carrera.

A Dios por permitirnos estar presentes aquí y poder
culminar esta etapa de formación profesional y permitirnos
continuar con cada proyecto y meta propuesta.

Índice

1. Título	6
2. Resumen	6
3. Palabras Clave	7
4. Introducción.....	8
5. Metodología	9
5.1. Materia prima.....	9
5.2. Obtención de inóculos.....	9
5.2.1. Método Takakura.....	9
5.2.2. Microorganismos Eficientes Molle (Schinus molle).....	10
5.3. Producción de compost	10
5.4. Propiedades fisicoquímicas	11
5.5. Análisis estadístico.....	12
5.5.1. Diseño Experimental	12
5.5.2. Descripción de tratamientos	12
6. Resultados	13
7. Discusión.....	21
8. Referencias bibliográficas	25
9. Figuras y tablas	30
10. Anexo.....	34
10.1. Evidencia de sumisión.....	34
10.2. Resolución de inscripción de perfil de proyecto.....	37
10.3. Carta de aprobación de comité de etica.....	39
10.4. Instrumento(s) de recolección de datos	39
10.5. Figuras, tablas e Imagenes.....	40

1. Título

Eficiencia del Método Takakura y Microorganismos eficientes de Molle en la producción de compost

Efficiency of the Takakura Method and efficient Molle microorganisms in compost production

2. Resumen

Resumen español

La presente investigación se evaluó la eficiencia de dos métodos: Takakura (TK), Microorganismos eficientes de Molle (*Schinus molle*, SM) y un híbrido (TKM) para la producción de compost. Para ello, se ejecutaron fases en campo y laboratorio. Previo a ello, se hizo actividades de sensibilización, recolección y segregación de residuos orgánicos. Los residuos orgánicos (RO) fueron colocados en 10 composteras conteniendo cada compostera una misma cantidad de residuos orgánicos. Fueron elegidos aleatoriamente 3 composteras en donde se le adicione dosis de 5, 10 y 20 kg de TK, SM, y TKM, respectivamente. A la última compostera no se le adicione nada (testigo, T). Para la medición estadística se utilizó el Diseño Factorial 3², junto con ANOVA y prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0.05. En el cual no se evidencia significativa en la calidad de los compost obtenidos por cada método. El tiempo de degradación y maduración de cada compost fueron monitoreados en distintos periodos, donde los métodos TK y EM Molle fueron evaluados cada dos semanas por dos meses, el método híbrido fue evaluado en intervalos de una semana a 3 semanas por tres meses y el método natural fue evaluado cada tres semanas por cuatro meses, para conocer que método fue el más efectivo. Además, fueron monitoreados parámetros fisicoquímicos como T°, H%, CE, pH, MO, nutrientes (N, P, K). Los parámetros como Temperatura y Humedad se mantuvieron constantes a partir de la tercera semana para los métodos Takakura¹⁰ y EM Molle¹⁰, donde ambos presentaron un incremento rápido de T° y porcentaje de humedad durante las primeras dos semanas debido a la proliferación de microorganismos. El método Takakura¹⁰ tuvo un proceso más acelerado tanto en la degradación como en la madurez del compost, con un promedio de 37 días. Asimismo, el método EM Molle¹⁰ presentó un promedio de 45 días. Sin embargo, el método Híbrido presentó un proceso lento donde el tiempo mínimo promedio fue de 75 días con la dosis Híbrido¹⁰. El método natural presentó un tiempo más prolongado de 120, en comparación de los métodos con diferentes dosis. El inóculo de consorcios microbianos tanto del método Takakura, EM Molle e Híbrido, aplicado en diferentes dosis tuvo un gran impacto en la calidad del compost debido a que

incrementaron la cantidad de sus nutrientes, los cuales en su mayoría se encontraron dentro de los rangos establecidos en normativas referenciales.

Abstract

The present investigation evaluated the efficiency of two methods: Takakura (TK), efficient microorganisms of Molle (Schinus molle, SM) and a hybrid (TKM) for compost production. For this purpose, field and laboratory phases were carried out. Prior to this, awareness, collection and segregation of organic waste were carried out. The organic waste (OR) was placed in 10 compost bins containing the same amount of organic waste in each bin. Three compost bins were randomly selected and doses of 5, 10 and 20 kg of TK, SM, and TKM were added to them, respectively. The last compost bin was not added anything (control, T). For the statistical measurement, the Factorial Design 32 was used, together with ANOVA and Tukey's test with a significance level of 0.05. In which there is no significant evidence in the quality of the compost obtained by each method. The degradation and maturation time of each compost were monitored at different periods, where the TK and EM Molle methods were evaluated every two weeks for two months, the hybrid method was evaluated at intervals of one week to three weeks for three months and the natural method was evaluated every three weeks for four months, to know which method was the most effect. Parameters such as temperature and humidity remained constant after the third week for the Takakura10 and EM Molle10 methods, where both showed a rapid increase in T° and humidity percentage during the first two weeks due to the proliferation of microorganisms. The Takakura10 method had a more accelerated process in both degradation and maturity of the compost, with an average of 37 days. Likewise, the EM Molle10 method averaged 45 days. However, the Hybrid method presented a slow process where the minimum average time was 75 days with the Hybrid10 dose. The natural method presented a longer time of 120 days, compared to the methods with different doses. The inoculation of microbial consortia of the Takakura, EM Molle and Hybrid methods, applied at different doses, had a great impact on the quality of the compost because they increased the amount of nutrients, most of which were found within the ranges established in reference standards.

3. Palabras Clave

Español: Inoculo, Compost, Valorización, Takakura, Microorganismos eficientes, Materia orgánica, Fermentación, Maduración

Ingles: Inoculum, Compost, Valorization, Takakura, Efficient Microorganisms, Organic Matter, Fermentation, Maturation

4. Introducción

Los residuos sólidos domiciliarios (RSD), son desechos orgánicos e inorgánicos, que tiene como origen el consumo y desarrollo de actividades humanas (Castiblanco, 2021). Como desecho orgánico se entienden residuos de alimentos, excretas, restos de jardín y podas (Garita Sánchez, 2016). A pesar de su degradación rápida su aglomeración genera impactos ambientales tales como lixiviados, olores desagradables causados por los componentes azufrados, gases de efecto invernadero como el metano, así misma aparición de vectores transmisores de enfermedades y la contaminación visual del paisaje urbano (Julián & Ubillús, 2003; Ministerio del Medio Ambiente, 2019; Palma, 2012; Tara, Ospina, & Acevedo, 2016).

En el Perú, el 64% de restos orgánicos está representado por residuos de alimentos y cocina (MINAM, 2017). Asimismo, en Lima, donde habitan alrededor de 10 millones de personas, se generan unas 8.468 toneladas diarias de basura, que corresponde al 47 % de la generación nacional con lo cual solo el 4% es reciclado. En consecuencia, Lima tiene una huella ecológica superior a los parámetros ecológicamente permisibles (Fondo Mundial para la Naturaleza, 2018).

El ministerio del Ambiente (MINAM) menciona que todos los residuos orgánicos podrían ser usados para elaborar en compost (Bocanegra, Gamarra, & Tipian, 2020) (MINAM, 2017). Por ejemplo, que a pesar de que la recolección de residuos orgánicos domiciliarios se incrementó del 90.0% al 97.7% el 2019, únicamente el 5.9% son usados para producir compost (INEI, 2021). El compost permite la mejora de las condiciones físico-químicas del suelo, aumenta el contenido de materia orgánica del suelo, fomenta una estructura de las raíces, y aumenta la productividad de los cultivos (Vargas, Trujillo, & Torres, 2019). Por ello es importante en la agricultura. El compostaje es el proceso de reciclaje de materia orgánica conformada por frutas, verduras, hojas jardín producto de la poda (CIDEA, 2020). Estos son transformados a sus compuestos elementales, mediante las etapas de: trituración, lixiviación, catabolismo y humificación, las cuales son reguladas por factores climáticos, las propiedades físicas del suelo, las características químicas del recurso y la actividad de la biota del suelo (Álvarez Sánchez, 2001)

Sin embargo, el proceso de elaboración conlleva ciertos inconvenientes, tal es el caso de la generación de malos olores y vectores transmisores de enfermedades (Flores, 2006). Por otro lado, el tiempo de obtención del compost varía entre 84 a 120 días con un equivalente de 3 a 4 meses (Soriano Vilcahuaman, 2016, Eugenio & Montoya, 2020). Asimismo, el compost requiere una mayor cantidad de volteado para mejorar la calidad y homogenización de las partículas bacterianas (Borja, 2019). Por lo tanto, urge la necesidad de encontrar nuevas alternativas para la producción de compost.

Hoy en día entre los métodos que se emplean para acelerar y mejorar la producción de compostaje, se tiene el método Takakura, Microorganismos eficientes de montaña, Vermicompost, entre otros. De entre los métodos mencionados, Takakura es más simple, más rápido, más eficiente comparado con otros métodos. Por ejemplo, Chaves-Arias, (2019) menciona que en un estudio realizado sobre la aplicación del método

Takakura y método natural para acelerar la producción de compost, el primer método (Takakura) fue el proceso más rápido en lo que respecta a la madurez del compost, con un promedio de 57.67 días; en comparación con el método natural que presentó un proceso más lento, con un tiempo promedio de madurez de 212.67 días. Asimismo, el método Takakura tuvo mayor porcentaje de materia orgánica (MO) con un valor de 21.32%, en comparación del método natural que solo obtuvo un valor de 19.02% de MO.

Por otro lado, Pérez, (2019) menciona que en un estudio realizado empleando el método de Microorganismos Eficientes y estiércol de gallina como acelerador de compost, el método de microorganismos eficientes logro acelerar el proceso con un promedio de 62 días, en comparación el estiércol de gallinas que presento un promedio de 81 días de maduración. Asimismo, el compost obtenido a partir de los microorganismos eficientes es de mejor calidad, presenta superiores características químicas y biológicas con respecto al tratamiento testigo.

No en tanto, en la literatura científica los Microorganismos Eficientes del molle aun no fueron reportados.

Basado en ello, el presente artículo tiene por objetivo evaluar la eficiencia del método Takakura y Microorganismos eficientes de Molle (*Schinus molle*) en la producción de compost.

5. Metodología

5.1. Materia prima

En total fue recolectado 1599.71 kg de residuos orgánicos (hojas, frutas, verduras) (150 kg promedio diario) en las diferentes casas del distrito de Santa Eulalia por un periodo promedio de 1 mes. Todo lo recolectado fue transportado a la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos, donde estos fueron caracterizados (tipo de residuo) y pesados para analizar su relación con las propiedades fisicoquímicas del compost.

5.2. Obtención de inóculos

5.2.1. Método Takakura

La activación del método conlleva una serie de procesos (Solución de fermentación, Lecho de fermentación) los cuales fueron realizados conforme al manual de método Takakura elaborada por el fondo para la protección del agua – FONAG 2013 (Honobe, 2013).

Solución de fermentación

Solución dulce: En un envase de 70 litros se mezclaron azúcar (801 gr), yogurt natural (1.6 lt), levadura (48 cucharas) y agua (24 lt). El

cual fue cerrado con una tapa hermética para dejarlo fermentar por un periodo de 8 días

Solución salada: En un envase de 70 litros se mezclaron sal (401 gr), agua (6 lt) y cascara de verduras (hortalizas) y frutas (previamente picadas en trozos pequeños) (10 kg). El cual fue cerrado con una tapa hermética para dejarlo fermentar por un periodo de 8 días.

Lecho de fermentación

Sobre una cama de fermentación de 2 m de ancho x 3 m de largo, se mezclaron maíz molido (40 kg), tierra vegetal (1 m³), solución salda-dulce y aserrín (para controlar la humedad) (1 m³). Posteriormente se cubrió el lecho de fermentación con plástico para evitar la proliferación de moscas, pero se realizaron pequeños agujeros para la oxigenación del lecho. Ello se dejó fermentar por un periodo de 12 días.

5.2.2. Microorganismos Eficientes Molle (*Schinus molle*)

En un envase de 70 litros se mezclaron leche natural (2.5 lt), agua de arroz (5 lt), azúcar (5 kg) y levadura (250 gr). Posteriormente se colocaron los microorganismos del molle (3 kg) en un panti de nailon para ser colocado como una bolsa de té en el envase, donde luego se cubrió con una tapa hermética para dejarlo fermentar por un periodo de 15 días.

5.3. Producción de compost

Para ello se realizó 10 cajas geomembranas cajas de 1.0 x 1.15 m, donde se almacenaron 10 kg de materia orgánica, las cuales fueron mezcladas con los compost en diferentes porciones.

En el método Takakura se hizo el pesaje de 3 diferentes porciones de 5, 10 y 20 kg. Los cuáles fueron mezclados con los 10 kg de residuos orgánicos en cada caja, para que se fermente la mezcla y se realice el proceso de compostaje.

En el método de Microorganismos Eficientes de Molle, al ser una solución líquida, se optó por la medida en kg como en MT, que igualmente se realizó en porciones de 5, 10 y 20 kg para mezclarlas con la materia orgánica de cada caja. Así mismo a cada porción se le añadió 1 kg de tierra de chacra para que esta no esté muy diluida y afecte en el proceso de compostaje.

En el método híbrido (MT + MEM), es la combinación de ambos métodos, siendo la proporción de cada método de 2.5, 5 y 10 kg. Respectivamente en cada caja de 10 kg de materia orgánica, igualmente se combinó uniformemente.

5.4. Propiedades fisicoquímicas

Finalmente, el compost obtenido según cada método se analizó en el laboratorio de Saneamiento de la Universidad Peruana Unión, con el fin de conocer la composición química y condiciones microbiológicas. Se estudiaron las variables de temperatura (C°) medido con un termómetro de espiga, PH medido con un ph-metro eléctrico, materia orgánica del compost, análisis de NPK (nitrógeno, fosforó y potasio). Además, se realizó observaciones sensoriales generales, como presencia de insectos, olores o lixiviados. Cabe mencionar que la temperatura se midió cada dos días y el pH cada 7 días.

Materia orgánica

Método de calcinación, se colocó una determinada cantidad de la muestra en un crisol para luego ser calentado a 550°C por un periodo de 5 horas. Posteriormente la muestra fue llevada a un desecador para su enfriamiento y ser pesado. El contenido de materia orgánica fue calculado como la diferencia entre el peso inicial y final de la muestra dividido entre el peso de la muestra inicial.

Determinación de Nitrógeno

Método reducción de cadmio, se llenó la cubeta con 10 ml de muestra y se agregó un sobre del HI93728-0 reactivo de nitrato y se mezcló vigorosamente por exactamente 10 segundos. Se continuó mezclando la cubeta invirtiendo suavemente la misma durante 50 segundos más evitando que se creen burbujas, el polvo no se disolverá por completo. El tiempo y el método de agitación pueden afectar sensiblemente el resultado, por lo que se debe realizar con cautela en cada procedimiento. Al término se colocó la cubeta en el equipo y se cerró la tapa por 4 minutos 30 segundos, donde el equipo mostró la lectura en pantalla, los resultados se expresan en mg/L (ppm)

Determinación de Fosforo

Método de aminoácidos, mediante la filtración en un embudo de 500ml y matraz kitasato, una vez obtenida, después de la dilución de la muestra en 30 litros de agua se extrae 10 de muestra, para luego añadir reactivo HI93717A-0 de molibdato de fosfato de alto rango, posteriormente se

añade segundo reactivo HI937171B-0 de fosfato de rango alto con aminoácido en polvo, a la cubeta, se tapó y agitó gentilmente para que el polvo se disuelva. Luego se volvió a colocar la cubeta en el equipo para comenzar la lectura por fotometría.

Determinación de Potasio

Método de tetrafenilborato turbidimétrico, la extracción de K (potasio) asimilable se basa en la puesta en libertad de K.

Para ello se pesaron 5 gr de suelo tamizados para ser colocado en un tubo de ensayo, en el cual se agregó 10 ml de la muestra hasta donde indica la marca dentro del envase. En el cual se agregó reactivo de potasio de HI93750B-0, para luego ser agitada por 1 minuto, posteriormente a esto se introduce la cubeta dentro del equipo para su lectura.

5.5. Análisis estadístico

5.5.1. Diseño Experimental

El presente trabajo utilizó el Diseño Factorial 3k, k=2 (Factores Takakura y Molle) y 3= Representa los niveles, bajo= 5 kilogramos, medio=10 kilogramos y alto=20 kg.

Los resultados fueron comparados mediante el análisis de varianza (ANOVA), para la determinación de diferencias significativas, se usó el nivel de 5% ($\alpha = 0.05$). Y la prueba de Tukey para la comparación múltiple de las combinaciones de los aceleradores y las diferencias significativas de cada parámetro.

5.5.2. Descripción de tratamientos

La Tabla 1 presenta los tratamientos y las dosis de los aceleradores aplicados por pila de compostaje.

Tabla 1. Dosis de aceleración por pila de compostaje

Tratamiento	Método (acelerador)	Pila de compostaje (kg)	Dosis de Aceleración por pila de compostaje (kg)
1	Takakura (MTK)	10	5
		10	10
		10	20
		10	5
2	Molle (MEM)	10	10
		10	20
3		10	5

Híbrido	10	10
(MTK+MEM)	10	20

6. Resultados

6.1. Análisis de caracterización de residuos orgánicos

Durante un periodo de 7 días se realizó la recolección de residuos orgánicos, donde se obtuvo un total de 678.30 Kg. Realizada la caracterización se determinó que el 40% pertenecieron a residuos de hortalizas (alverjitas, lechuga, espinaca, cebolla, habas, zanahoria), mientras que, el 14% pertenecieron a cascaras de papa y camote, seguido por cascaras de naranja y limón con 13%, cascara de plátanos con 9%, cascaras de huevo con 4%, otros (cascaras de frutas) 8% y otros (cascaras de verduras) con 11%.

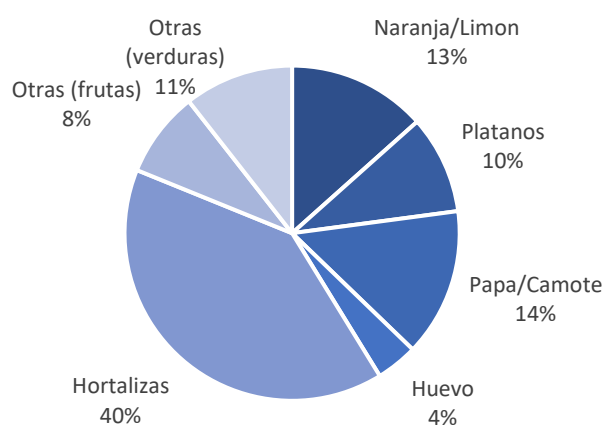


Figura 4. Composición física de los residuos orgánicos generados en el distrito de Santa Eulalia.

Entre los residuos orgánicos más representativos fueron las hortalizas con un peso de 270.72 kg, cascaras de papa y camote con un peso de 97 kg, cascaras de naranja y limón con un peso de 90.96 kg y cascaras de plátanos con un peso de 64.3 kg. La evaluación física de los residuos determinó que más de 70% de residuos orgánicos se generan en el distrito de Santa Eulalia, por lo cual se implementaron métodos de compostaje como Takakura y EM Molle para el aprovechamiento de los desechos generados en dicho lugar.

6.2. Tiempo de degradación y maduración

6.2.1. Degradación de residuos orgánicos

Los resultados del tiempo de degradación de los residuos orgánicos se presentan en la Tabla 2, acorde al tipo de métodos y dosis aplicada, tomando en cuenta las características organolépticas de las muestras.

Tanto el método Takakura 10 como Molle 10, lograron una desintegración más rápido de residuos orgánicos, con un promedio de 14 y 17 días respectivamente;

mientras que el método natural tomó mayor tiempo en desintegrar los residuos orgánicos.

Tabla 2. Tiempo de degradación de residuos orgánicos, de acuerdo con el método aplicado

Método	Tiempo de degradación (días)
Takakura 5	20
Takakura 10	14
Takakura 20	26
Molle 5	25
Molle 10	17
Molle 20	32
Hibrido 5	52
Hibrido 10	45
Hibrido 20	60

Fuente: Elaboración propia

6.2.2. Maduración del compost

Los resultados del tiempo de maduración del compost se presentan en la Tabla 3, acorde al tipo de métodos y dosis aplicada, considerando los parámetros de pH y Temperatura constantes.

Mediante el método Takakura 10 se obtuvo el compost con menor tiempo de maduración, el cual tuvo un promedio de 23 días. Asimismo, mediante el método Molle 10 se obtuvo el compost con menor tiempo de maduración, con un promedio de 28 días. Mientras que el método natural en comparación de los anteriores mencionados, tuvo mayor tiempo de maduración de 120 días.

Tabla 3. Tiempo de maduración del compost, de acuerdo con el método aplicado

Método	Tiempo de maduración (días)
Takakura 5	28
Takakura 10	23
Takakura 20	24
Molle 5	30
Molle 10	28
Molle 20	30
Hibrido 5	28
Hibrido 10	30
Hibrido 20	30
Natural	120

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se observa que el proceso de compostaje disminuye desde 42.67% al 76% del total del tiempo que demoró el tratamiento testigo. Tanto el método

Takakura 10 como Molle 10, lograron un menor tiempo respecto en la obtención de compost, con un promedio de 37 y 45 días respectivamente; mientras que el método natural tomó mayor tiempo.

Tabla 4. Tiempo de total de obtención de compost

Método	Tiempo de degradación (días)	Tiempo de maduración (días)	Total de días
Takakura 5	20	28	48
Takakura 10	14	23	37
Takakura 20	26	24	50
Molle 5	25	30	55
Molle 10	17	28	45
Molle 20	32	30	62
Híbrido 5	52	28	80
Híbrido 10	45	30	75
Híbrido 20	60	30	90

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el análisis estadístico realizado, hay diferencia significativa entre el tiempo de maduración del método Takakura 10 y el método natural, de la misma forma entre el método Molle 10 y el método natural, asimismo hay diferencia significativa entre el método Híbrido 10 y método natural. Sin embargo, no existe diferencia significativa entre los métodos Takakura 10 y Molle 10 respecto al tiempo de maduración analizado.

Tabla 5. Artículos referenciados respecto al tiempo de obtención del compostaje

Método	Tiempo de degradación (días)	Tiempo de maduración (días)	Total de días	Total de días de acuerdo a otros autores
Takakura 5	20	28	48	50
Takakura 10	14	23	37	(Becerra 2022)
Takakura 20	26	24	50	30 (Bayas 2022)
Molle 5	25	30	55	43
Molle 10	17	28	45	(Castillo 2020)
Molle 20	32	30	62	80 (Villa 2021)
Híbrido 5	52	28	80	
Híbrido 10	45	30	75	
Híbrido 20	60	30	90	

Fuente: Elaboración propia

6.3. Análisis de parámetros físicos y químicos

Temperatura

La primera cama compostera con el método Takakura presentó una temperatura promedio mayor de 42.5°C en la dosis Takakura 10, mientras que el promedio menor se presentó en la tercera cama compostera con el método Hibrido, el cual fue de 36.8°C en la dosis Hibrido 20. Mediante el análisis estadístico Anova y T-Tukey no se detectaron diferencias significativas entre sus medianas, puesto que el valor del p-value fue 0.99.

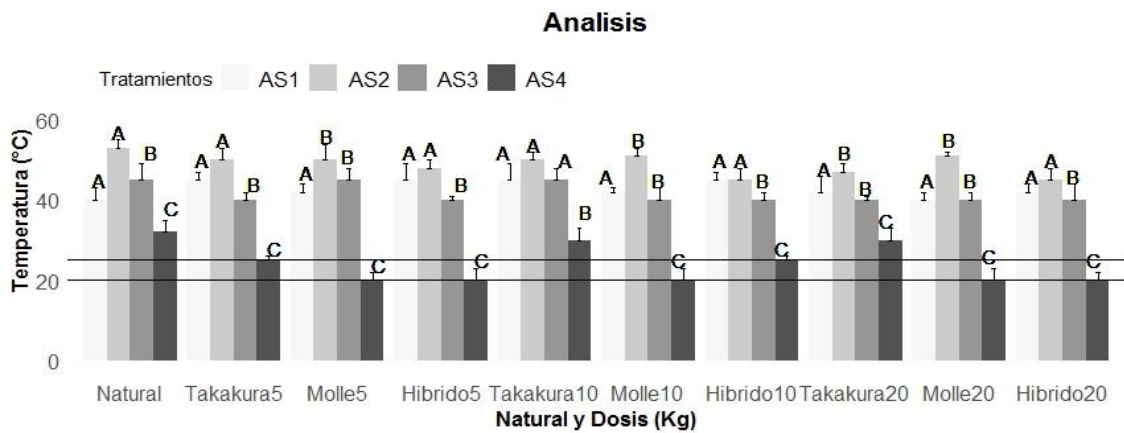


Figura 5. Niveles de temperatura

Humedad

Durante el proceso de compostaje se presentó una variación de humedad en cada método aplicado, donde la segunda cama compostera con el método Molle presentó un porcentaje de humedad promedio mayor de 53.8% en la dosis Molle 5, mientras que el promedio menor se presentó en la tercera cama compostera con el método Hibrido, el cual fue de 48.5% en la dosis Hibrido 10. Mediante el análisis estadístico Anova y T-Tukey no se detectaron diferencias significativas entre sus medianas, puesto que el valor del p-value fue 0.97.

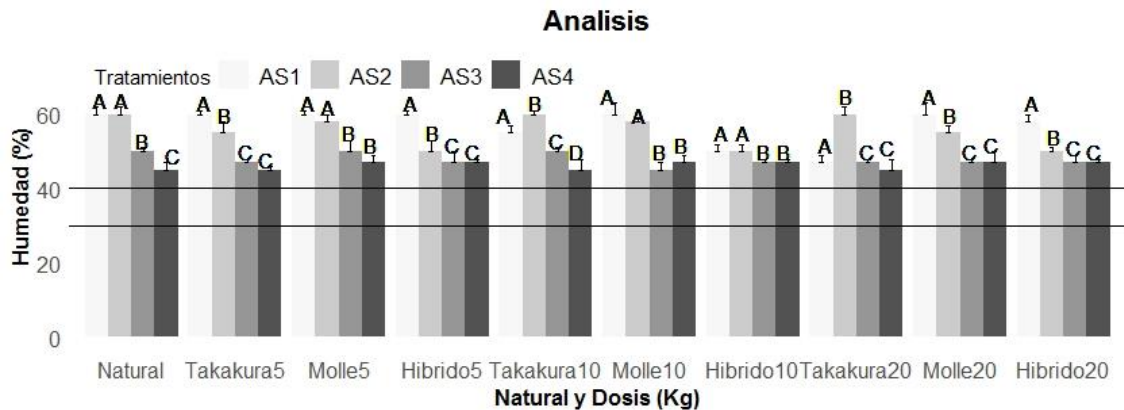


Figura 6. Niveles de Humedad

Conductividad eléctrica

Con los análisis realizados se determinó que la segunda cama compostera con el método molle y la tercera cama compostera, presentaron mayor conductividad eléctrica con 7.05 dS/m en la dosis Molle10, 7.57 dS/m en la dosis Hibrido 5 y 7.94 dS/m en la dosis Hibrido 10. Asimismo, la primera cama compostera con el método Takakura presentó menor conductividad eléctrica con 4.06 dS/m en la dosis Takakura 5.

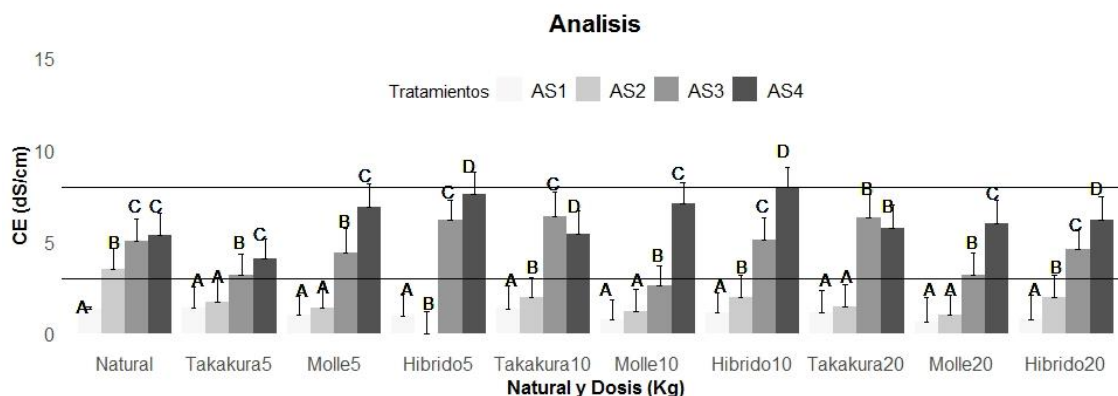


Figura 7. Conductividad eléctrica

Tabla 2. Parámetro químico del compost y evaluación de calidad

Resultados calidad de compost		Norma Técnica Peruana 201.207.2020 Compost uso agrícola	Norma Técnica Chilena
Método / Dosis	dS/m	dS/m	dS/m
Molle 10	7.05	Máximo 5 dS/m	3 - 8
Hibrido 5	7.57		
Hibrido 10	7.94		
Takakura 5	4.06		

pH

Considerando que el compostaje debe contar con un rango de pH 6.5 – 8.5, la primera cama compostera con el método Takakura presentaron mayor pH con 8.06 en la dosis Takakura 5 y 8.4 en la dosis Takakura 10, los cuales se encuentran dentro del rango mencionado. Asimismo, la segunda cama compostera con el método Molle presentó menor pH con 7.7 en la dosis Molle 20 y la tercera cama compostera con el método Hibrido presentó 7.71 en la dosis Hibrido 20, dichos valores mínimos también se encuentran en el rango de valores de pH recomendado.

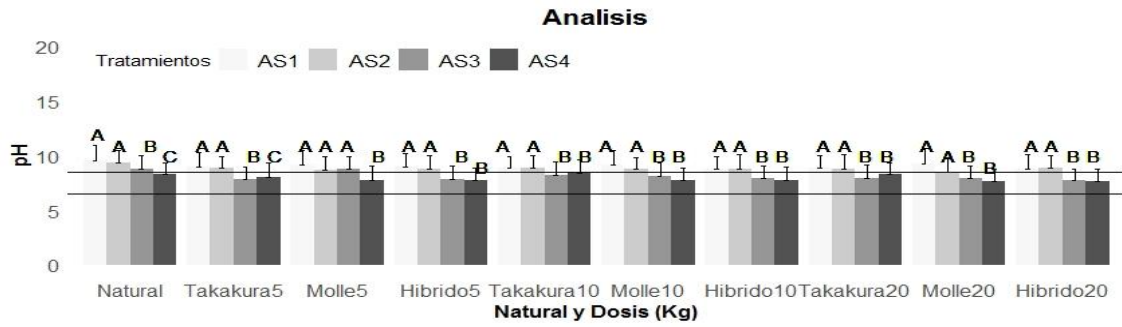


Figura 8. Niveles de pH

Tabla 3. Parámetro químico del compost y evaluación de calidad

Resultados calidad de compost	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación FAO	Norma Técnica Peruana 201.207.2020 Compost uso agrícola	Norma Técnica Chilena
Método / Dosis	Rango	Rango	Rango
Takakura 5	8.06		
Takakura 10	8.4	6.5 – 8.5	5.0 – 8.5
Molle 20	7.7		
Hibrido 20	7.71		

Nitrógeno

Considerando que el compostaje debe contar con un rango de 1.5 a 2%. Siendo la tercera cama compostera con el método Molle presento el mayor porcentaje en la dosis de Molle 5 con un 2.3%, seguida de la tercera cama compostera con método Hibrido con mayor valor de 2.0% y 1.8% correspondiente a las dosis de Híbrido 10 y 20 respectivamente. Siendo la ultima la primera cama compostera con el método Takakura en las dosis de Takakura 10 con 1.7%. Los cuales están dentro del rango de valores de N sugerido.

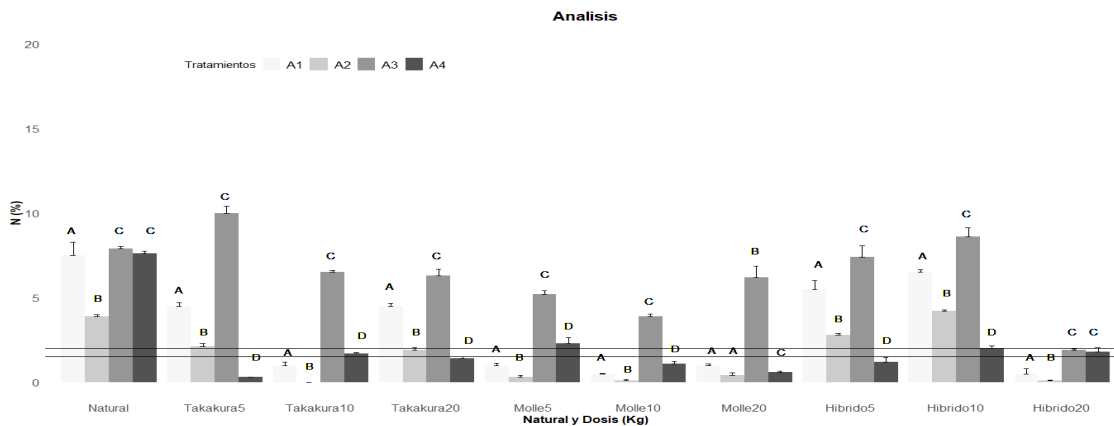


Figura 9. Contenido de nitrógeno

Tabla 4. Parámetro químico del compost y evaluación de calidad

Resultados obtenidos de la Calidad de Nitrógeno		Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y alimentación FAO	Norma Técnica Peruana 201.207.2020 Compost uso agrícola	Norma Técnica Chilena
Método / Dosis	% en compost	%	%	%
Molle 5	2.3%			
Hibrido 10	2.0%	0,3% – 1,5%	0.3 – 1.5	≥ 0.5
Hibrido 20	1.8%			
Takakura 10	1.7%			

Potasio

Considerando los rangos de 0.3% a 1.0% que debe contar el compost, el mayor porcentaje lo obtuvo la segunda cama compostera del método Molle con un valor 1.2%, seguida por las tres primeras camas con el mismo valor de 1.1% correspondiente a las dosis Takakura10, Molle10 y Hibrido10. Asimismo, se obtuvo con un mejor resultado la primera y tercera cama compostera los métodos Takakura e Hibrido con el mismo valor de 1% de las dosis Takakura5 y Hibrido10, seguida por los métodos Molle de la dosis Molle20 y Natural con el mismo valor de 0.9% y por último los métodos Takakura e Hibrido con el mismo valor de 0.8% de las dosis Takakura20 e Hibrido 5; dichos valores cumplen el rango de los parámetros que determinan la calidad de compost.

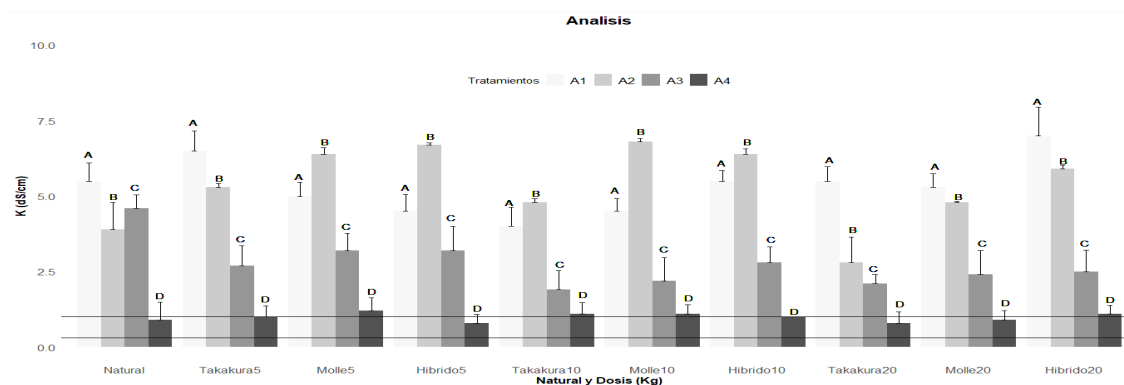


Figura 10. Contenido de potasio

Tabla 5. Parámetro químico del compost y evaluación de calidad

Resultados obtenidos de la Calidad de Nitrógeno		Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y alimentación FAO	Norma Técnica Peruana 201.207.2020 Compost uso agrícola
Método / Dosis	% en compost	%	%
Takakura 5	1%	0,3% – 1,0%	

Hibrido 10	1%	
Molle 20	0.9%	0,3% – 1,0%
Natural	0.9%	
Takakura 20	0.8%	
Hibrido 5	0.8%	

Fósforo

Con los análisis realizados y considerando los rangos de 0.1% a 1.0% que debe contar el compostaje, se comprobó que la tercera cama del método Hibrido obtuvo el mejor resultado con un valor de 1% de la dosis Hibrido5, seguida por las dos primeras camas de los métodos Takakura y Molle con un valor de 0.6% y 0,5% de las dosis Molle10 y Takakura10 correspondientemente; los métodos y las dosis restante que se obtuvo como resultado con el mismo valor de 0.1%, también cumplen el rango de los parámetros que determinan la calidad de compost.

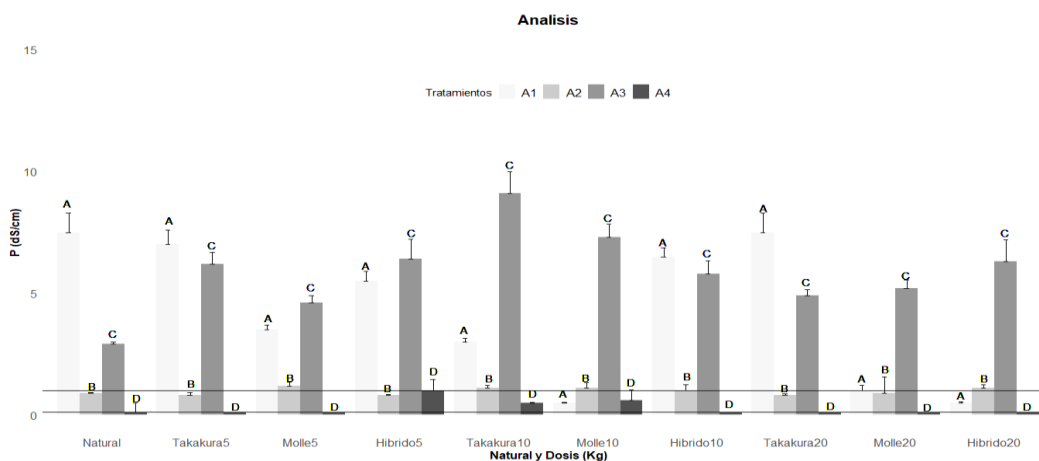


Figura 11. Contenido de fósforo

Tabla 6. Parámetro químico del compost y evaluación de calidad

Resultados obtenidos de Fosforo		Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación FAO	Norma Técnica Peruana 201.207.2020 Compost uso agrícola
Método / Dosis	% en compost	%	%
Hibrido 5	1%		
Molle 10	0.6%	0,1% – 1,0%	0,1% – 1,0%
Takakura 10	0.5%		

Materia orgánica

Analizando el porcentaje presente de la materia orgánica presente en el compost en un 30 a 60%, la primera cama compostera con el método Takakura presento

un 56.90% en la dosis Takakura 20. Asimismo, la segunda cama compostera con el método Molle presento en la dosis de Molle 20 con 59.90% y Molle 10 un 58.60%.

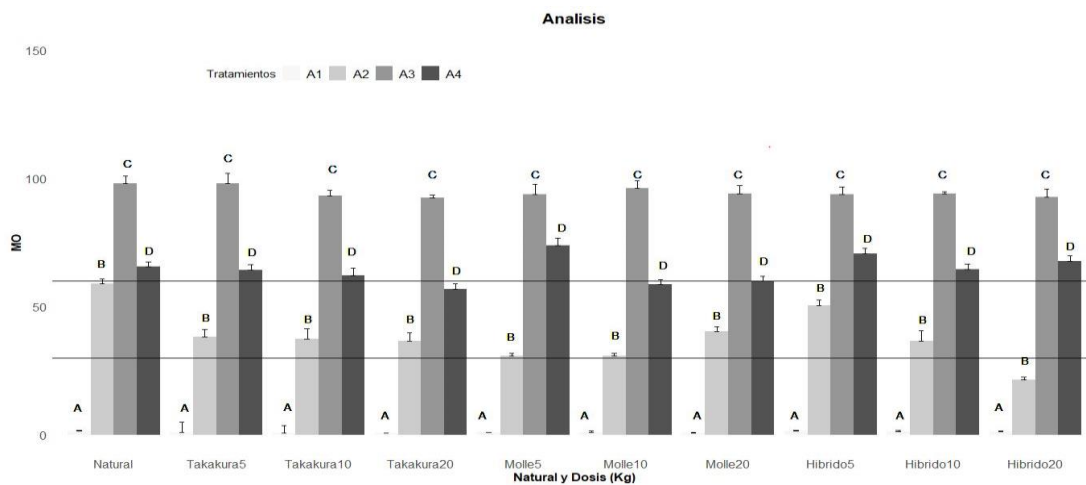


Figura 12. Contenido de materia orgánica

Tabla 7. Parámetro químico del compost y evaluación de calidad

Resultados obtenidos de Fosforo		Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación FAO	Norma Técnica Peruana 201.207.2020 Compost uso agrícola
Método / Dosis	% en compost	%	%
Takakura 20	56.90%		
Molle 20	59.90%	50% – 70%	30% – 60%
Mole 10	58.60%		

7. Discusión

Los residuos orgánicos domésticos del distrito de Santa Eulalia fueron empleados para la producción de compost, los cuales fueron favorecidos mediante los métodos Takakura, Microorganismos eficientes de Molle e híbrido para acelerar el proceso de compostaje. El primer método presentaba microorganismos aerobios para descomponer los residuos y microorganismos anaerobios, responsables de la putrefacción de residuos y el mal olor de los mismos (Honobe, 2013). Por otro lado, el segundo método presentó diferentes tipos de microorganismos como hongos, bacterias foto tróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación (Naranjo, 2013).

Durante la primera semana los métodos Takakura, EM molle e Hibrido; presentaron temperaturas entre los 42°C a 51°C que superaban las establecidas en la etapa mesofílica, lo cual era producto de la gran proliferación de microorganismos que presentaron durante ese periodo. Durante el desarrollo de

investigación sobre el proceso de compostaje aplicando EM mende madre, Huilahuña (2022) presento un fenómeno similar, en la cual la proliferación de microorganismos generó altas temperaturas durante los primeros 20 días en la fase mesofílica hasta su posterior estabilización en las siguientes fases del compostaje.

Durante la etapa termofílica la temperatura de los métodos en mención descendió, registrándose entre 47°C a 51°C, las cuales se encontraban dentro del rango establecido. Durante la etapa de enfriamiento, los métodos Takakura, EM Molle e Hibrido registraron temperaturas entre 40°C a 45°C, ubicándose dentro del rango establecido para la etapa en mención. Finalmente, durante la etapa de maduración los métodos registraron temperaturas ambientes entre 20°C a 30°C, lo cual fue un indicador de que el compost estaba listo para su uso.

Las primeras semanas tanto el método Takakura, EM Molle y Natural, registraron un porcentaje de humedad con un promedio de 60%, sin embargo, en caso del método Hibrido se registró un promedio de 56%. Ello es debido a que las camas composteras tuvieron 70cm de alto, por lo que había partes expuestas al aire libre las cuales fueron cubiertas con hojas secas para evitar la presencia de vectores, lo cual generó procesos tanto anaeróbicos en la parte interna de la compostera y aeróbico en la parte externa. Según FAO (2015), cuando el material tiene un porcentaje mayor a 60%, el oxígeno queda desplazado, lo cual puede dar lugar a zonas de anaerobiosis. Si bien el promedio obtenido durante las primeras semanas no supera el 60%, se puede afirmar que las camas composteras tuvieron proceso anaerobio a pesar de estar expuesto al aire libre. Cabe mencionar que posteriormente, mediante el proceso de volteado el porcentaje de humedad se iba estabilizando, llegando a presentar un rango entre 45% - 47% en la fase de maduración lo cual un indicador de que el compostaje se encontraba apto para hacer uso de ello. INACAL (2020) indica que el parámetro de humedad óptima para un compost maduro es de 15% - 35%, sin embargo la Norma Técnica Chilena SAG (2005), el porcentaje de humedad óptimo de compostaje es de 30% - 45%. De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede decir que el Método Takakura, el cual obtuvo un promedio de 45% humedad, se encuentra dentro del rango establecido por la normativa chilena. Los valores de Ph durante la fase mesofílica del compost, los tratamientos Takakura, EM Molle, Hibrido y Natural; presentaron niveles de pH altos con un rango de 8.78 y 9.58. Durante la fase termófila los tratamientos presentaron niveles de pH entre 9.5 y 9.36, sin embargo, durante la fase de enfriamiento presentaron un rango entre 7.72 y 8.84. Finalmente, en la fase de maduración los tratamientos lograron estabilizarse, donde obtuvieron niveles de pH entre 7.7 y 8.3. De acuerdo a la FAO (2015), la fase mesófila debe presentar valores de pH entre 4 y 4.5, sin embargo durante la primera fase se presentó un rango alto de pH que sobrepasa el estándar sugerido, ello debido al contenido

de los métodos ya que para la elaboración del método Takakura se empleó una cierta cantidad de frutas como la cascara de naranja, azúcar, entre otros. Asimismo, el método EM Molle contiene azúcar, molle. De igual manera el método Híbrido, al ser una mezcla entre ambos puestos, el compostaje se ve afectado por la cantidad de ácidos orgánicos presentes en los componentes de los métodos, generando así una condición aerobia. Para la última fase los valores de pH de los métodos se encontraban con un rango de 7.46 a 8.3, lo cual fue indicador de que se encontraba en la fase de maduración, según la investigación realizado por Márquez (2016), aplicando el método Takakura para la elaboración de compostaje donde obtuvo valores de 9.45, dicho resultado se aproxima lo obtenido en la presente investigación para el método Takakura. Por otro lado, en la investigación de Correa (2020) respecto al uso de Microorganismos Eficientes de Montaña en el Compostaje, presentó valores de pH de 7.09. El método EM Molle aplicado en la presente investigación obtuvo valores entre 7.7 y 7.79, el cual se aproxima a los valores obtenidos en el estudio citado, los cuales varían según la concentración del método aplicado. Los valores obtenidos en los distintos métodos se encuentran dentro del rango de pH sugerido por la FAO (6.5-8.5).

Concerniente a la conductividad eléctrica, se sabe que el presente parámetro es significativo para el compostaje porque permite conocer la salinidad de este y como afectan a los microorganismos presentes. Durante la última fase del compostaje el método óptimo fue Takakura 5, el cual obtuvo un valor de 4.06 dS/m. Respecto al método natural, obtuvo 5.36 dS/m, sin embargo, el método EM Molle 5 e Híbrido 10 obtuvieron valores que excedieron el estándar establecido por la Norma Técnica Peruana 201-207-2020 para compost, el cual tiene como límite de CE 5dS/m. Sin embargo, la Norma Técnica Chilena establece un rango entre 3 dS/m a 8 dS/m de CE, considerando ello se puede decir que todos los métodos aplicados se encuentran dentro del rango establecido por lo que no se tendría un alto contenido de salinidad. En una investigación realizada por Beingolea (2021) sobre la aplicación de métodos Takura y Bocashi en el compostaje, el métodos Bocashi obtuvo un 55% más en valores de CE, que el método Takura indicando la presencia de sales solubles y su uso en grandes cantidades pudiesen ocasionar deshidratación en las plantas. En la presente investigación el método Takakura 5 obtuvo un valor de CE aceptable, sin embargo, los métodos EM Molle e Híbrido para todas sus dosis, obtuvieron valores que excedían en un 10% a 20% del valor obtenido en Takakura.

El análisis de potasio en la presente investigación presentó resultados que varían de acuerdo al método utilizado, el método Takakura dio valores entre 0.8% - 1.1%, método EM molle varía entre 0.9% - 1.2%, método híbrido varía entre 0.8% - 1.1% y el método natural presentó 0.9%, los cuales en su mayoría se

encuentran dentro del rango establecido por la FAO (2015) y Norma Técnica Peruana 201-207-2020 que establecen un rango de porcentaje de potasio para compost maduro que varía entre 0.3% - 1%. Se observó que el resultado de análisis de métodos como Takakura10, Molle5, Molle10 e Híbrido20, presentaron porcentajes un incremento por sobre el rango de porcentaje de potasio establecido, ello debido a uno de los materiales usados como el plátano que es considerada una fruta que posee una gran cantidad de potasio. De acuerdo a una investigación realizada por (Huayllani, 2017), quien utilizó ME con estiércol de vacuno, se reportó valores de K entre 0.954 y 1.253 %, superando la presente investigación, lo cual pudo ser ocasionado por el tipo de insumo utilizado para preparar el compost, que ocasionó mayor liberación de potasio.

Para la obtención de la materia orgánica en el proceso de compostaje se basa en la acción de los diversos microorganismos aerobios que actúan de manera sucesiva, sobre la materia orgánica originaria. Para ello es necesario que dichos microorganismos realicen la degradación biológica es la factor de la aireación (Chandler, 2008). Este se realizó mediante el movimiento de los residuos, esto debido a la presencia de microorganismos aeróbicos, que producen elevadas temperaturas, reducción del volumen y peso, así como su posterior oscurecimiento. Considerando ello, el tiempo mínimo tanto de degradación como maduración de la materia orgánica, 37 días del método Takakura 10 y el tiempo máximo de 90 días de Híbrido 20. El cual guarda coherencia con lo reportado (Iliquín, 2014) siendo el rango adecuado dentro de los 90 días. Siendo que cada método cumple esta condición.

El análisis de potasio en la presente investigación presentó resultados que varían de acuerdo al método utilizado, el método Takakura dio valores entre 0.8% - 1.1%, método EM molle varía entre 0.9% - 1.2%, método híbrido varía entre 0.8% - 1.1% y el método natural presentó 0.9%, los cuales en su mayoría se encuentran dentro del rango establecido por la FAO (2015) y Norma Técnica Peruana 201-207-2020 que establecen un rango de porcentaje de potasio para compost maduro que varía entre 0.3% - 1%. Se observó que el resultado de análisis de métodos como Takakura10, Molle5, Molle10 e Híbrido20, presentaron porcentajes un incremento por sobre el rango de porcentaje de potasio establecido, ello debido a uno de los materiales usados como el plátano que es considerada una fruta que posee una gran cantidad de potasio. De acuerdo a una investigación realizada por (Huayllani, 2017), quien utilizó ME con estiércol de vacuno, se reportó valores de K entre 0.954 y 1.253 %, superando la presente investigación, lo cual pudo ser ocasionado por el tipo de insumo utilizado para preparar el compost, que ocasionó mayor liberación de potasio.

Referente al nitrógeno es un macronutriente que se obtiene por la descomposición química de la materia orgánica, que produce nitrógeno en

amonio el cual se oxida nuevamente a nitrato. Utilizado por los microorganismos para la síntesis de proteínas (Dewilda, 2021) que se encargan de la fijación del Nitrógeno en el compost (Sánchez, 2009). Siendo el resultado final del macronutriente obteniendo resultados en la solución de Takakura 10 con 1,7% según (ILIQUÍN, 2014), Molle 5 , Híbrido 10 e Híbrido 20 con 2.3%,2% y 1.8 % respectivamente, siendo los mayores valores de la investigación. Igualmente (FAO, 2013) y (García, 2014) menciona que el rango puede ser de 0.3% a 1.5%, que es que son cumplidos por Takakura 5, Takakura 20 con 0.3% y 1.4% según (ILIQUÍN, 2014) pese a que son valores ínfimos contribuyen ya sea en el uso para cultivo o recuperación de suelos degradados (Fernández, 2012). Con respecto a la solución de metodología de Híbrido 5,10 y 20 que presentan 1.2%,2% y 1,8% de nitrógeno correspondiente a la información dada por la (FAO, 2013) y (Carlos, 2020) así mismo el límite dado en (Muñoz, 2018) es del 2.98% considerado alto, por lo que los valores obtenidos en EM molle son los suficientemente buenos. Siendo que las tres metodologías de (Takakura, EM molle e Híbrido) se presentó correlación de nitrógeno y la producción de materia orgánica apoyando el resultado de (Rodríguez, 2016) y (Muñoz, 2018)

Así mismo las diluciones de Molle 5 con 2.3%,Molle 10 con 1.1 % y Molle 20 con 0.6% cumple con el parámetro de 0.03% y 1.8% , que se asimila y supera a (Camacho, 2018).Conforme al rango de porcentaje de materia orgánica fue superada con 73.8%,58.6% y 59.9% referente métodos de Molle 5, 10 y 20 que con un pH básico corresponde a la mención en (Torres, 2022) ya que si el PH es ácido el porcentaje materia orgánica es bajo, que a la fijación del nitrógeno realizados por los microorganismos del EM molle.

8. Referencias bibliográficas

- Álvarez Sánchez, J. (2001). Descomposición y ciclo de nutrientes en ecosistemas terrestres de México. *Acta zoológica mexicana (n.s.)*, 11. <https://doi.org/10.21829/azm.2001.8401843>
- Beingolea, K. (2021). Eficiencia del método Takakura y bocashi en el compostaje de residuos orgánicos de restaurantes en la urbanización Enace Ayacucho, 2021. In *universidad cesar vallejo*. Retrieved from http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/gutierrez_rs-sd.pdf?sequence=1&isallowed=y
- Bocanegra, K., Gamarra, F., & Tipian, P. (2020). Gestión de los residuos sólidos en el Perú en tiempos de COVID-19. *Defensoría del Pueblo*, 1–56.
- Becerra (2022). Valorización de Residuos Orgánicos Municipales y su Compostaje Mediante el Método Takakura, Distrito de San Jerónimo, Andahuaylas

- Bohórquez, w. (2019). *El proceso de compostaje el proceso de compostaje recommended citation recommended citation*. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/librosprocesodecompostaje%22>
- Borja, i. (2019). *Diseño de una removedora para compost de capacidad de veinte toneladas por hora para la municipalidad distrital de el tambo*.
- Bueno márquez, p. (2018). *Factores que afectan al proceso de compostaje*.
- Camacho, f. (2018). Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña (mm) y lodos digeridos de biodigestor (ldbio). *Uned research journal*, 10(2), 330–341. <https://doi.org/10.22458/urj.v10i2.2163>
- Cariello, et al. (2007). Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos. *R.c. Suelo nutr. Veg*, 7(3), 26–37.
- Carlos, r. (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*, 3(vol. 3, num. 1), 23–36. <https://doi.org/10.47190/nric.v3i1.124>
- Castiblanco, b. A. G. (2021). *Análisis de la eficiencia de los microorganismos de montaña en el cultivo de repollo (brassica oleracea var. Capitata) en la vereda soagá, finca los pinos (ubatécundinamarca)*. 6.
- Castillo (2020). Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi.
- Chandler, c. (2008). Efecto de la aireación en el compostaje del bagacillo de la caña de azúcar. *Multiciencias*, 8, 19–27.
- Chaves-arias, r. (2019). Compostaje de residuos sólidos biodegradables del restaurante institucional del tecnológico de costa rica. *Revista tecnología en marcha*, 32(1), 39–53. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i1.4117>
- Cidea, c. T. I. D. E. A. (2020). Aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios a partir de la elaboración de compostaje casero en 60 viviendas urbanas del municipio de san francisco, cundinamarca. *Liquid crystals*, 21(1), 1–13.
- Correa, j. (2020). Uso de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica en el compostaje de residuos sólidos de mercado huaycotarapoto 2022. In *universidad andina del cusco*. Retrieved from <http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/gutierre>

z_rs-sd.pdf?sequence=1&isallowed=y

Cruz, m. (2017). Fuentes de microorganismos en el compostaje de residuos de cosecha de maíz con estiércol de vacuno, canaán 2735 msnm - ayacucho. *Universidad nacional de san martín*, 1, 1–125. Retrieved from http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2418/tp_agro_00662_2017.pdf?sequence=1&isallowed=y

Dewilda. (2021). *Application of local microorganisms from tuna fish and shrimp waste as bio activator for household organic waste composting by takakura method application of local microorganisms from tuna fish and shrimp waste as bio activator for household organic waste.*
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/896/1/012026>

Erostarbe, o. (2015). *Sistema de tratamiento de form en gipuzkoa que posibilitan lograr un compost de calidad.* (plan 2003), 2003–2005.

Eugenio, e., & montoya. (2020). Utilización de microorganismos eficientes para la elaboración de compost a partir de residuos orgánicos. *Sincretismo*, 1(1), 45–48. Retrieved from <https://revistas.unam.edu.pe/index.php/sincretismo/article/view/34>

Fao. (2013). *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura oficina regional para américa latina y el caribe santiago de chile.* Retrieved from www.fao.org/publications

Fao. (2015). Manual de compostaje del agricultor. In *oficina regional de la fao para américa latina y el caribe.* Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Fernández, j. (2012). *Efectos de los compost sobre las propiedades del suelo: evaluación comparativa de compost con separación en origen y sin separación en origen.*

Flores, m. A. (2006). Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual. *Revista del instituto de investigación de la facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 9(17), 75–84.
<https://doi.org/10.15381/iigeo.v9i17.697>

Fondo mundial para la naturaleza. (2018, may). Casi el 90% de la basura diaria generada no se recicla | wwf.

Garcia, c. (2014). *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales.*

Garita sánchez. (2016). *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost guía práctica para el*

manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost. Retrieved from https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/manual_composteras.pdf?sequence=1&isallowed=y

- Honobe, y. (2013). *El metodo takakura, herramienta de responsabilidad ambiental* (p. 18). P. 18. Retrieved from <http://www.fonag.org.ec/web/imagenes/paginas/fondoeditorial/17.pdf>
- Huayllani, k. (2017). *Influencia de microorganismos eficaces (em-compost) en la producción de compost de lodos de la planta de tratamiento, concepción, 2016*. 152. Retrieved from https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/3823/1/inv_fin_107_te_huayllani_hilario_2017.pdf
- Huilahuaña, j. (2022). *El mende madre y su eficiencia en el proceso de compostaje de residuos provenientes de áreas verdes de la ciudad de tacna, Perú*. 4.
- Iliquín, r. (2014). Elaboración de compost utilizando residuos orgánicos aplicando los métodos takakura y em-compost. *Agroindustrial science, issn-e 2226-2989, vol. 4, nº. 2, 2014 (ejemplar dedicado a: agroindustrial science), págs. 109-118, 4(2)*, 109–118. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583381&info=resumen&idioma=spa>
- Iliquín, r. (2014). *Producción de compost utilizando residuos orgánicos producidos en el camal municipal y viviendas urbanas aplicando los métodos takakura y em-compost en el distrito de chachapoyas, región Amazonas*. Retrieved from https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1005/fia_144.pdf?sequence=1&isallowed=y
- Inacal. (2020). *Ntp 201.207:2020 "compost para uso agrícola."* 1–3.
- Indeci. (2005). Mapa de riesgos y plan de usos del suelo y medida de mitigación ante desastres de la ciudad de Santa Eulalia. *Journal of chemical information and modeling, 12 suppl 1(9)*, 1–29. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/810049><http://doi.wiley.com/10.1002/anie.197505391><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21918515><http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20083217094>
- Inei, i. N. De e. E informática. (2021). *"encuesta nacional de programas presupuestales" resultados anuales*. 441.

- Julián, a., & ubillús, r. (2003). *Compostación de los residuos sólidos orgánicos generados en la universidad de piura*. 117.
- Márquez, j. (2016). *Elaboración de compost mediante el método takakura y análisis comparativo de su riqueza nutricional con compost tradicional en el relleno sanitario del cantón yantzaza, provincia de zamora chinchipe*.
- Minam. (2017). Plan nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016-2024 | sinia | sistema nacional de información ambiental. *Plan nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016-2024*, 85.
- Ministerio del medio ambiente, c. (2019). *Estrategia nacional de residuos organicos*. 64.
- Muñoz, e. (2018). Eficiencia de un acelerador de descomposición y eisenia foetida en la producción de humus de pulpa de café en cuilapa, santa rosa. *Transcommunication*, 53(1), 1–8. Retrieved from <http://www.tfd.org.tw/opencms/english/about/background.html><http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024>
- Naranjo, e. I. (2013). Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost. *Universidad tecnica de ambato*, 78.
- Palma, k. J. (2012). *Tratamiento de residuos sólidos orgánicos, para la protección al medio ambiente, por medio de la producción de abono orgánico, en el municipio de asunción mita, departamento de jutiapa*. 188.
- Pérez, a. (2019). Calidad de compost obtenido a partir de estiércol de gallina, con aplicación de microorganismos benéficos. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8(3), 10–29. <https://doi.org/10.4067/s0718-27912008000300002>
- Roca. (2017). *Ecología y botánica de pastos uso de compost procedente de residuos sólidos urbanos como enmienda orgánica en diferentes suelos de cultivo*.
- Rodriguez, y. (2016). Elaboración y evaluacion de compost a partir de la inoculacion de tres fuentes de microorganismos eficientes sobre residuos sólidos orgánicos de la ciudad de aucayacu, distrito de jose crespo y castillo. *Facultad de zootecnia*, 96.
- Ruiz, a. (2003). *Compostación de los residuos sólidos orgánicos generados en la universidad de piura*.

Sag. (2005). *Norma tecinca chilena 2880*. 27.

Sánchez, j. (2009). Metabolismos microbianos involucrados en procesos avanzados para la remoción de nitrógeno, una revisión prospectiva. *Revista colombiana de biotecnología*, 11(1), 114–124. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0123-34752009000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Soriano vilcahuaman, a. (2016). *Tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de “microorganismos eficaces.”*

Tara, m. V., ospina, f., & acevedo, I. F. (2016). Gestión ambiental de olores | olfásense. *Universidad pontificia bolivariana*, (n° 1105), 8.

Torres, j. (2022). Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, zinacantán, chiapas, méxico. *Siembra*, 9(1), e3500. <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3500>

Vargas, o., trujillo, j., & torres, m. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia*, 23(2), 123–129.

Villa, f. (2020). *Producción y gestión del compost*

Villa (2021). Efecto de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios sobre la optimización del compostaje en el c.p. De huari - huancán – huancayo

9. Figuras y tablas

Figura 1. Diseño de camas composteras

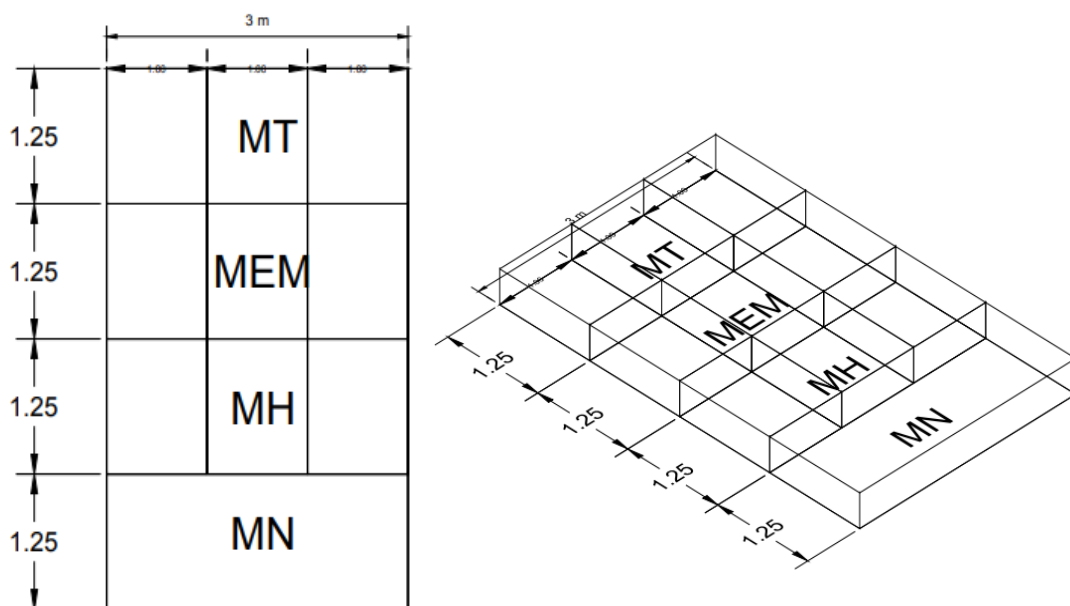


Figura 2. Camas composteras



Figura 3. Composición física de los residuos orgánicos generados en el distrito de Santa Eulalia

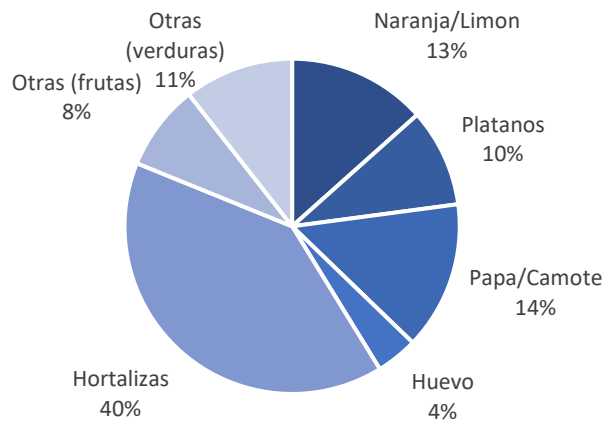


Figura 4. Niveles de temperatura

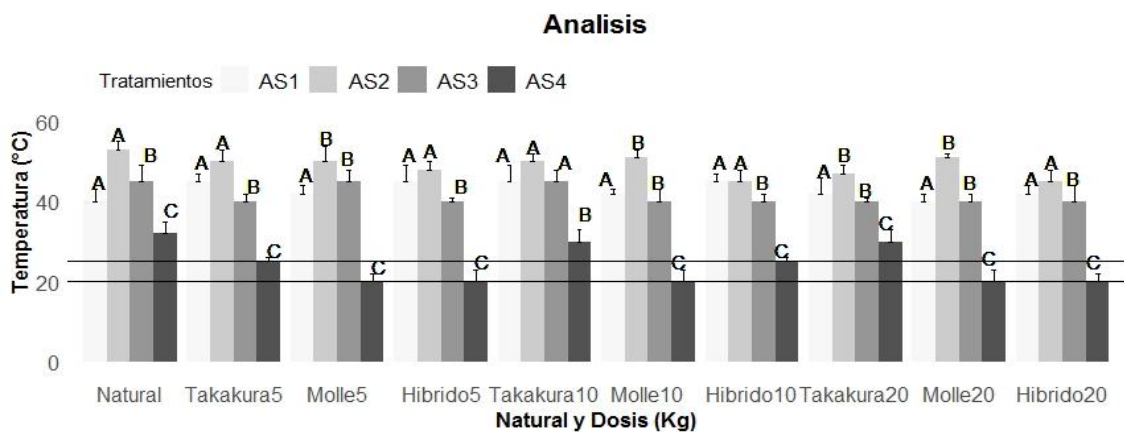


Figura 5. Niveles de Humedad

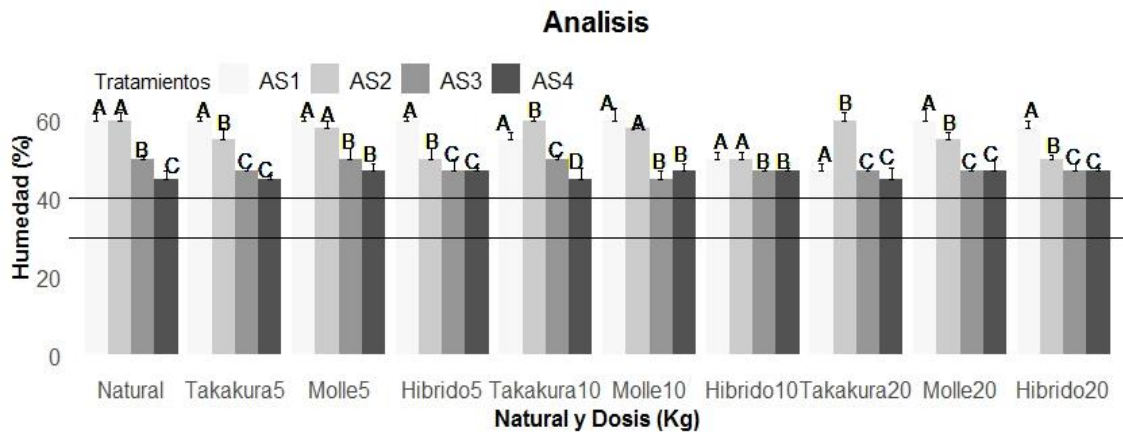


Figura 6. Conductividad eléctrica

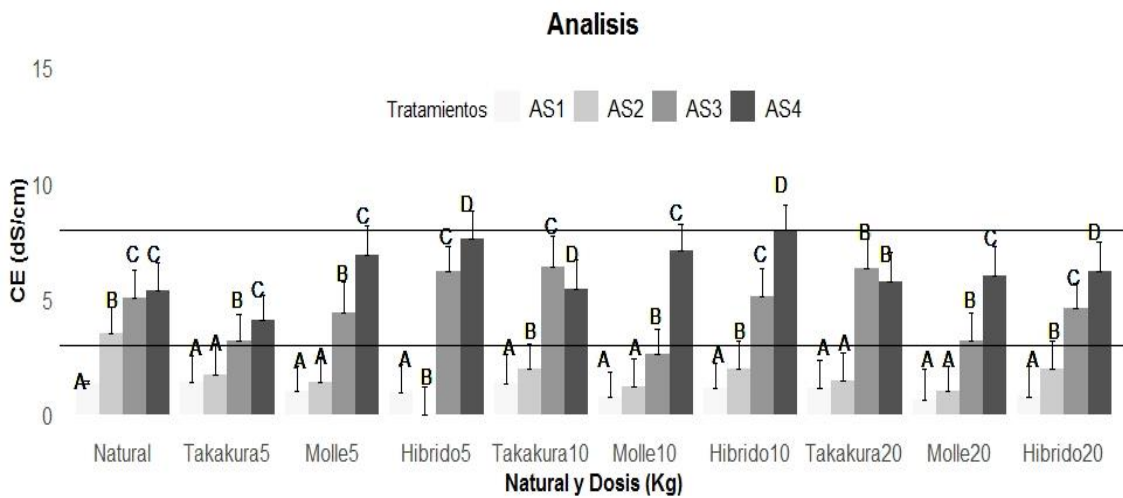


Figura 7. Niveles de pH

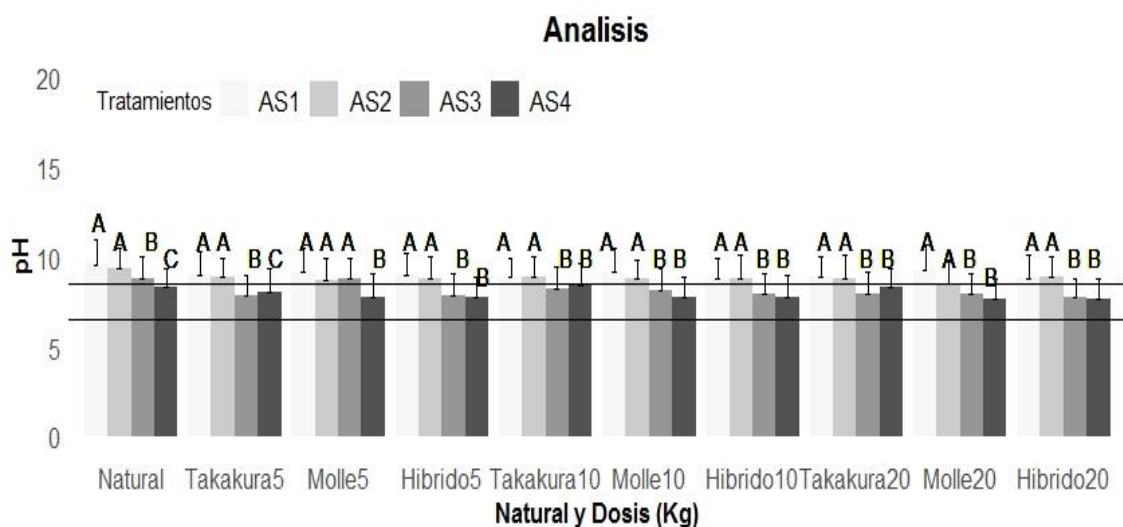


Figura 8. Contenido de nitrógeno

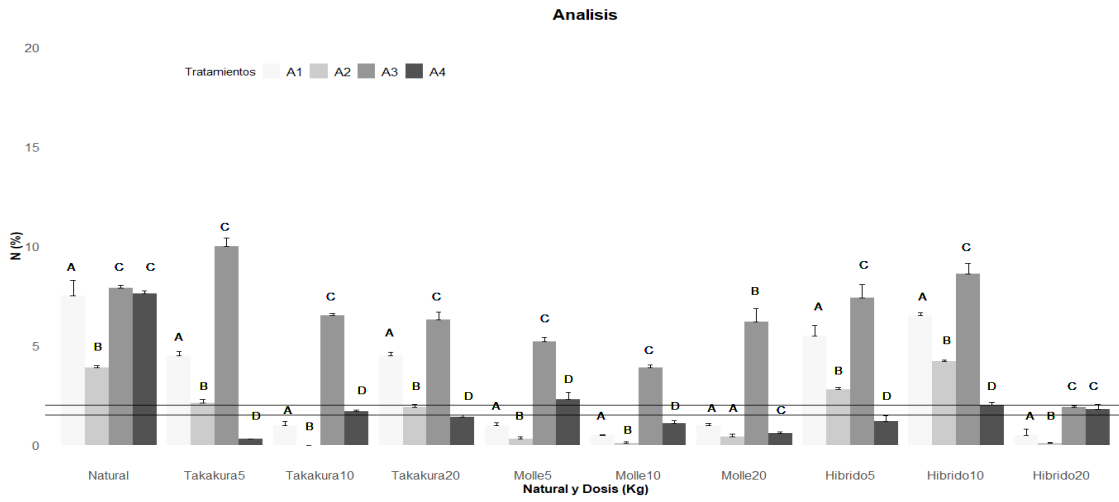


Figura 9. Contenido de potasio

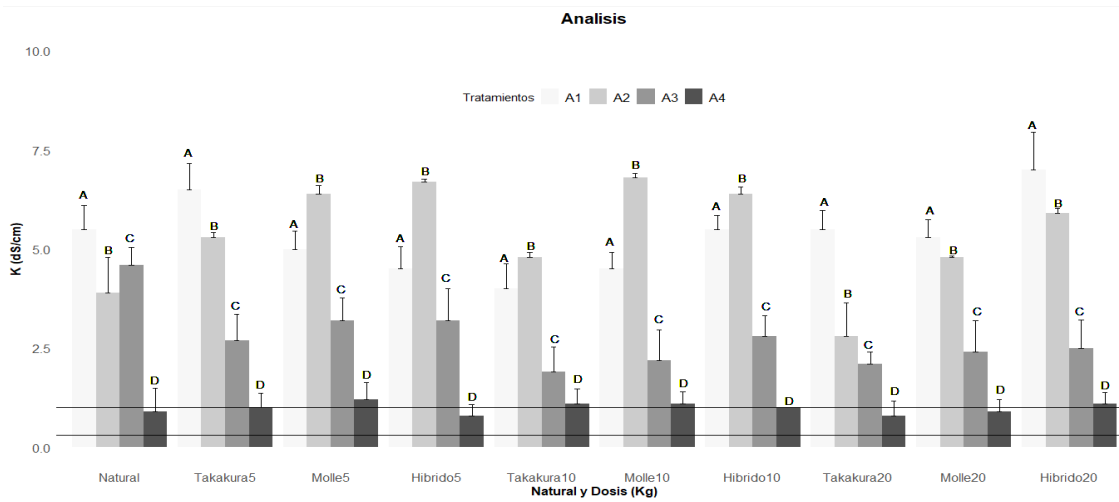


Figura 10. Contenido de fósforo

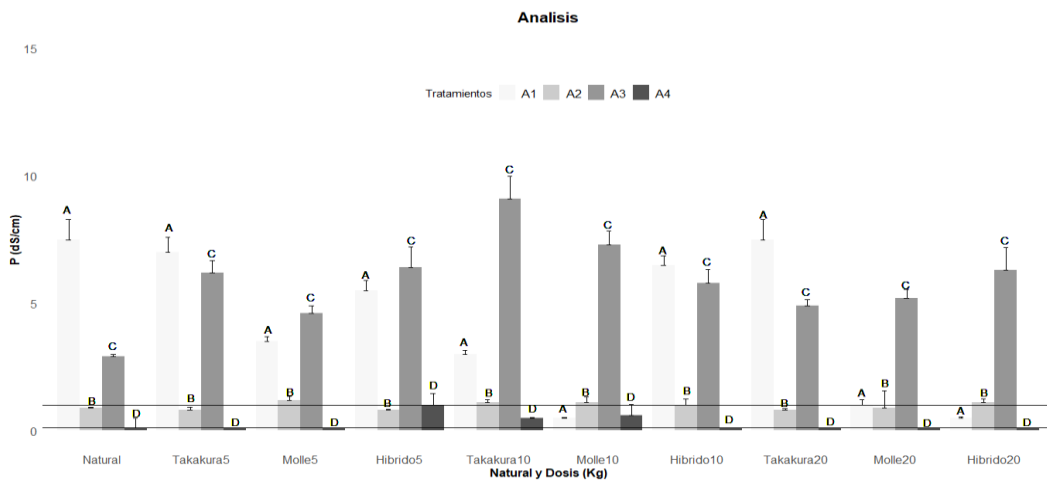
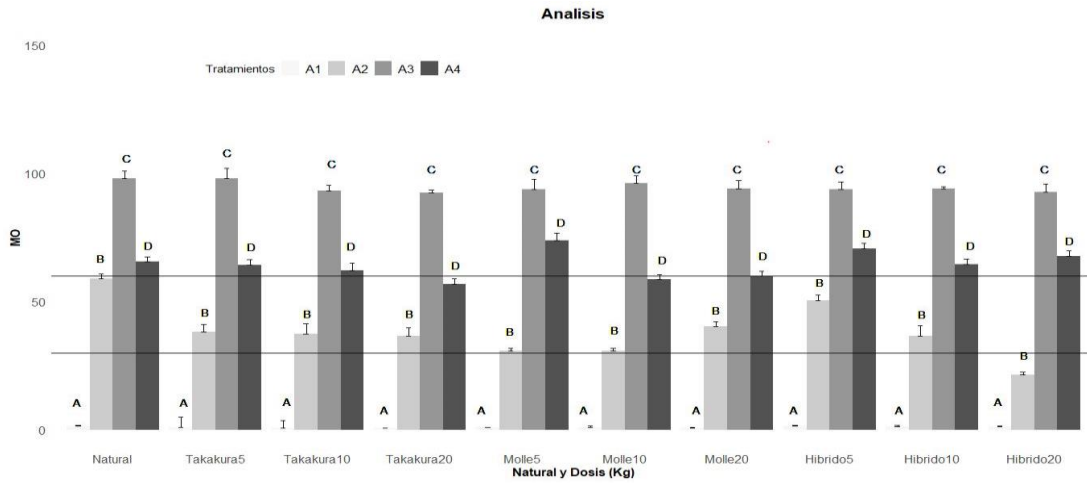


Figura 11. Contenido de materia orgánica



10. Anexo

10.1. Evidencia de sumisión

1. Start 2. Upload Submission 3. Enter Metadata 4. Confirmation 5. Next Steps

Submission Language

*Submissions in several languages are accepted. Choose the primary language of the submission from the pull-down above. **

Section

*Articles must be submitted to one of the journal's sections. **

Section Policy
 Must be generated from original research in which the scientific method was implemented to accept or reject a given hypothesis

Comments for the Editor

La presente investigación se evaluó la eficiencia de dos métodos: Takakura (TK), Microorganismos eficientes de Molle (Schinus molle, SM) y un híbrido (TKM) para la producción de compost. Para ello, se ejecutaron fases en campo y laboratorio. Previo a ello, se hicieron actividades de sensibilización, recolección y segregación de residuos orgánicos. Los residuos orgánicos (RO) fueron colocados en 10 composteras conteniendo cada compostera una misma cantidad de residuos orgánicos. Fueron elegidos aleatoriamente 3 composteras en donde se le adicióno dosis de 5, 10 y 20 kg de TK, SM, v.TKM.

1. Start 2. Upload Submission 3. Enter Metadata 4. Confirmation 5. Next Steps

Submission Files Q Search Upload File

▶	📄	17480-1	Igalloe, Efficiency of the Takakura Method and efficient Molle (Schinus molle).pdf	December 8, 2023	Article Text
---	---	---------	--	------------------	--------------

Save and continue
Cancel

terra.latinoamericana.mx@gmail.com

11:52 (hace 22 minutos)



para mí ▾



Traducir al español



LESLY ROSA GALLO ESTRELLA:

Thank you for submitting the manuscript, "The Efficiency of the Takakura Method and efficient Molle (Schinus molle) microorganisms in compost production" to REVISTA TERRA LATINOAMERICANA. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editing process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL: <https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/authorDashboard/submission/1875>

Username: lgalloe

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Dr. Bernardo Murillo Amador

JOURNAL TERRA LATINOAMERICANA <http://www.terralatinoamericana.org.mx/>

10.2. Resolución de inscripción de perfil de proyecto

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

RESOLUCIÓN N° 0246-2022/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 29 de marzo de 2022

VISTO:

El expediente de **Jabnel Jaciel Arthur Calcina Salas**, identificado(a) con Código Universitario N° 201810126, **Lesly Rosa Gallo Estrella**, identificado(a) con Código Universitario N° 201910586 y **Lesly Elizabeth Barzola León**, identificado(a) con Código Universitario N° 201220050, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Jabnel Jaciel Arthur Calcina Salas**, **Lesly Rosa Gallo Estrella** y **Lesly Elizabeth Barzola León**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Valorización de residuos orgánicos para la producción de compost mediante el método Takakura en el distrito de Santa Eulalia" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 29 de marzo de 2022, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Valorización de residuos orgánicos para la producción de compost mediante el método Takakura en el distrito de Santa Eulalia**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar al (a la) **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Joel Hugo Fernández Rojas** y **Mg. Jackson Pérez Carpio**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Dr. Santiago Ramírez López
SECRETARIO ACADÉMICO

cc:
-Interesado
Asesor
Dirección General de Investigación
Archivo

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

RESOLUCIÓN N° 0843-2022/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña, 31 de agosto de 2022

VISTO:

El expediente de **Lesly Rosa Gallo Estrella**, identificado(a) con Código Universitario N° 201220050 y **Lesly Elizabeth Barzola León**, identificado(a) con Código Universitario N° Lesly Elizabeth Barzola León, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la designación o nombramiento del asesor del proyecto de tesis;

Que **Lesly Rosa Gallo Estrella** y **Lesly Elizabeth Barzola León**, han solicitado el **cambio de Asesor** para la orientación y asesoramiento en el proceso de ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Que la asignación del nuevo asesor no significa dejar sin efecto o desestimar la asesoría realizada y la coautoría del mismo.

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 31 de agosto de 2022, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad.

SE RESUELVE:

Designar al **Dr. Alex Rubén Huamán De La Cruz** como nuevo **ASESOR** en lugar del **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga** para que oriente y asesore el proceso de ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo presentado por **Lesly Rosa Gallo Estrella** y **Lesly Elizabeth Barzola León**, otorgándoles un plazo máximo de seis (12) meses para el proceso de asesoría en la elaboración del proyecto.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Dr. Santiago Ramírez López
SECRETARIO ACADÉMICO

Cc: Interesado
Asesor
Archivo
DGI
CIIEP

**TRANSCRIPCIÓN DE LA SESIÓN ORDINARIA
DEL CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

(31 de agosto de 2022)

22-0970 DESISTIMIENTO DE PROCESO DE TESIS EN FORMATO ARTÍCULO

Se acordó, por el voto unánime de los miembros presentes, aprobar la renuncia voluntaria del proceso de tesis en formato artículo conducente al título profesional del bachiller, según detalle siguiente:

Tesistas	Código	EP	Título	Asesor	Motivo
Jabnel Jaciel Arthur Calcina Salas	201810 126	Ing. Ambiental	Valorización de residuos orgánicos para la producción de compost mediante el método Takakura en el distrito de Santa Eulalia	Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga	Cursos pendientes y practicas



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Eusebio A. ...', written over a horizontal line.

10.5. Figuras, tablas e Imagenes

Figura 12. Recolección y caracterización de residuos orgánicos



Figura 12. Preparación de inóculos

Método Takakura



Método EM Molle



Figura 13. Producción de Compost

Método Takakura



Método EM Molle



Método Híbrido



Método Natural

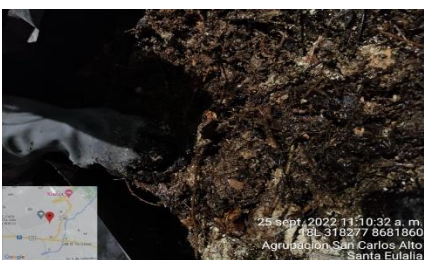


Figura 14. Análisis fisicoquímicos

