

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Elaboración de compost a partir de residuos orgánicos
domiciliarios mediante un compostador de tambor rotatorio**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Jonatan Oliverth Huanca Mamani
Yimmy Ito Capacoila

Asesor:

MSc. Jael Calla Calla

Juliaca, febrero de 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo MSc. Jael Calla Calla, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“ELABORACIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS MEDIANTE UN COMPOSTADOR DE TAMBOR ROTATORIO”** de los autores **Jonatan Oliverth Huanca Mamani** y **Yimmy Ito Capacoila** tiene un índice de similitud de 12% 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 Juliaca, a los 20 días del mes de febrero del año 2025.



MSc. Jael Calla Calla
Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 11 día(s) del mes de febrero del año 2025, siendo las 12:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Msc. Miguel Angel Salcedo Enriquez, el (la) secretario(a): Msc. Lourdes Abigail Bondoni Turpo y los demás miembros: Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera Ing. Veronica Haydee Pari Mamani y el (la) asesor(a) Msc. Jael Balla Galla

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

"Elaboración de compost a partir de residuos orgánicos domiciliarios mediante un compostador de tambor rotatorio"

del(los) bachiller/es: a) Jonatan Oliverth Huanca Mamani

b) Yimmy Ito Lapacoila

c)

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Ambiental
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (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 al (a la) / a (los) (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:

Bachiller (a): Jonatan Oliverth Huanca Mamani

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (b): Yimmy Ito Lapacoila

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (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.

[Firma]
Presidente/a

[Firma]
Asesor/a

[Firma]
Bachiller (a)

[Firma]
Miembro

[Firma]
Bachiller (b)

[Firma]
Secretario/a

[Firma]
Miembro

[Firma]
Bachiller (c)

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS.....	v
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
RESULTADOS Y DISCUSIONES	14
CONCLUSIONES.....	21
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
ANEXOS	27

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Comparación de resultados con diferentes investigaciones contrastada con FAO.....</i>	20
--	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Diagrama del compostador de tambor giratorio.....</i>	13
Figura 2. <i>Perfil de temperatura a lo largo del tiempo de compostaje.....</i>	15
Figura 3. <i>Contenido de humedad a lo largo del tiempo de compostaje.</i>	16
Figura 4. <i>Contenido de C/N a lo largo del tiempo de compostaje.</i>	17
Figura 5. <i>pH a lo largo del tiempo de compostaje.</i>	18
Figura 6. <i>CE a lo largo del tiempo de compostaje.</i>	18
Figura 7. <i>Perfil de fosforo del material de compostaje a lo largo del tiempo.....</i>	19
Figura 8. <i>Perfil de potasio del material de compostaje a lo largo del tiempo.</i>	20

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Evidencia de sumisión.....	27
Anexo 2. Copia de resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo aprobado por el consejo de facultad correspondiente.....	28
Anexo 3. Contrucción del prototipo de tambor rotatorio.	27
Anexo 4. Residuos organicos domiciliarios materia organica.	28
Anexo 5. Estiercol de ovino	28
Anexo 6. Materia organica trituracion en trosos de 1. cm	28
Anexo 7. Carga de materia organica al prototipo.....	30
Anexo 8. Monitoreo de temperatura con el equipo termometro digital	30
Anexo 9. Extracción del abono organico del prototipo.....	31
Anexo 10. toma de muestras del abono orgánico para el envío a la laboratorio de la universidad agraria la molina.....	31
Anexo 11. Envío de muestras por Olva Courier al laboratorio de la universidad agraria la molina lima.....	32

Elaboración de compost a partir de residuos orgánicos domiciliarios mediante un compostador de tambor rotatorio

RESUMEN

Los residuos domiciliarios urbanos generan un alto nivel de desechos orgánicos que causan efectos negativos en el medio ambiente. El compostaje puede mejorar la calidad de estos biorresiduos, siendo además un enfoque de gestión sostenible de residuos en el que los microorganismos tratan y estabilizan los residuos biodegradables en condiciones aeróbicas para obtener compost como producto final. El objetivo fue evaluar el efecto del compostador prototipo de tambor giratorio sobre la generación de compost. Se introdujo los residuos orgánicos domiciliarios en el compostador al cual se le rotó cada 24 horas. Durante el compostaje, se evaluó el comportamiento de temperatura, humedad, C/N, pH, CE, fosforo y potasio. La temperatura aumentó bruscamente y luego siguió un descenso continuo, cumpliéndose de esa manera las fases de compostaje como mesofílica, termofílica y enfriamiento; para el contenido de humedad el proceso también mostró perfiles decrecientes versus el tiempo de compostaje; la relación de carbono nitrógeno aumento ligeramente al quinto día para luego disminuir hasta 15.81; el mismo comportamiento tuvieron el pH y el CE; el fosforo y el potasio tuvieron incrementos ligeros al final. Con este compostador de tambor rotatorio se obtuvo un compost estable en 20 días. Se concluye que se logró obtener un compost adecuadamente biodegradado y en mucho menor tiempo.

Palabras clave: compostaje, biodegradación, tambor rotatorio.

Production of compost from household organic waste using a rotary drum composter

ABSTRACT

Urban household waste generates a high level of organic waste that causes negative effects on the environment. Composting can improve the quality of these biowaste, being also a sustainable waste management approach in which microorganisms treat and stabilize biodegradable waste under aerobic conditions to obtain compost as a final product. The objective was to evaluate the effect of the rotating drum prototype composter on compost generation. Household organic waste was introduced into the composter, which was broken down every 24 hours. During composting, the behavior of temperature, humidity, C/N, pH, EC, phosphorus and potassium was evaluated. The temperature increased sharply and then followed a continuous decrease, thus completing the composting phases such as mesophilic, thermophilic and cooling; For moisture content, the process also showed decreasing profiles versus composting time; The carbon-nitrogen ratio increased slightly on the fifth day and then decreased to 15.81; pH and EC had the same behavior; phosphorus and potassium had slight increases at the end. With this rotary drum composter, a stable compost was obtained in 20 days. It is concluded that it was possible to obtain an adequately biodegraded compost in much less time.

Keywords: Composting, biodegradation, rotating drum.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la civilización se produce residuos sólidos, durante los primeros períodos, los residuos sólidos se eliminaban de forma cómoda y discreta en grandes espacios abiertos, debido a que la densidad de población era baja (Adamcová et al., 2016); el crecimiento exponencial de la población humana en el mundo, junto con la rápida industrialización y urbanización, está generando una enorme producción de residuos sólidos (Das et al., 2019), provocando además la migración de personas de áreas rurales a las ciudades, donde generan miles de toneladas de residuos sólidos urbanos diariamente (Sahu et al., 2014), se añade a esto que los cambios en los patrones de consumo aumentan la generación de residuos en todo el mundo (Aziz y Ariffin, 2024).

Los residuos alimentarios y orgánicos representan hasta el 80% de los residuos municipales. Estos desechos causan problemas de salud si se dejan para su degradación natural durante muchos años o no se manejan adecuadamente debido a la secreción enzimática de microorganismos (Machhar et al., 2022), además estos residuos como las verduras, flores, hojas, y frutas, se consideran como residuos verdes biodegradables (Atalia et al. 2015). En el Perú, los residuos sólidos orgánicos domiciliarios representan más del 50% de la composición del total de residuos municipales, sin embargo, solo cerca del 1% se valoriza adecuadamente (Pérez et al., 2023), la generación de residuos sólidos domésticos t/año es de 65724,18 (Huamaní et al., 2020).

Los residuos sólidos constituyen un gran desafío para los gobiernos locales debido a su constante aumento y la mayoría de los municipios no llevan registros sobre la generación, origen y características de los residuos (Taboada-González et al., 2014).

La mala gestión de residuos tiene una influencia significativa en el medio ambiente, la salud y la economía global y local; en la mayoría de los casos, una gestión incorrecta de los residuos genera costos posteriores que son superiores a lo que habría costado manejar la basura correctamente en primer lugar (Kumar et al., 2020). La gestión de residuos es muy deficiente y los desechos sólidos domésticos suelen arrojararse a lo largo de las carreteras y en zonas abiertas, lo que atrae enfermedades infecciosas y genera graves consecuencias para la salud y el medio ambiente, como la contaminación del aire, el agua y el suelo (Rani y Vijayalakshmi, 2024). El gran problema ambiental de la deposición de estos residuos en basurales y rellenos sanitarios son la elevada producción de líquidos llamados lixiviados, que puede fácilmente infiltrarse y contaminar el suelo, además, de las aguas del nivel freático y subterráneas (Da Costa et al., 2018); esta creciente demanda de infraestructura de una población urbana en aumento se está volviendo cada vez más difícil de cumplir en las ciudades del mundo en desarrollo (Kumar et al., 2020).

Por ello, se han estudiado diversas alternativas para reducir los residuos depositados en vertedero, entre otras se encuentran las opciones de biorremediación que pueden permitir la conversión de desechos putrescibles en productos de valor agregado como compost, biogás y otros (Fauziah y Agamuthu, 2009). Siendo el compostaje una de las mejores tecnologías para tratar los residuos de una manera más sostenible, pues desde hace muchas décadas el compostaje se ha utilizado como reciclaje de residuos sólidos, además la materia orgánica obtenida mejora la fertilidad y la estructura del suelo y también mantiene el contenido de humedad del suelo (Saini et al., 2017). Además el compostaje es uno de los métodos para reducir la fracción

orgánica de los residuos sólidos urbanos (Amiruddin et al., 2023); constituyendo un proceso de degradación natural (Mulani y Pawar, 2023).

El compostaje es un proceso de reutilización de componentes degradables para conservar fuentes que utilizamos en el día a día, los métodos de compostaje han recibido más atención debido al problema de la contaminación y la búsqueda de métodos ecológicos para el tratamiento de residuos (Nagpure et al., 2018). Los residuos orgánicos son los residuos fácilmente biodegradables (Gonawala y Jardosh, 2018). Esta tecnología no es nueva más al contrario se conoce desde la antigüedad, la evidencia más temprana del primer compostaje se remonta al antiguo Imperio Acadio, que lo utilizó para mejorar el cultivo de plantas (Nemet et al., 2021)

Por lo tanto el compostaje es una alternativa ecológica, versátil, siendo el compostaje utilizando el compostador de tambor giratorio sería una técnica eficiente y prometedora, y un concepto excelente para comunidades más pequeñas o en el caso de proyectos que requieren un proceso de eliminación de patógenos rápido y cerrado, pues el tiempo de compostaje se reduce drásticamente a 2-3 semanas (Kalamdhad y Kazmi, 2008); cabe añadir que el reactor de tambor rotatorio es un reactor eficiente y probado para la degradación eficaz de residuos orgánicos (Varma y Kalamdhad, 2016). Este sistema utiliza el método aeróbico cerrado, y requiere de un reactor cerrado y la oxigenación constante durante el proceso (Pratama et al., 2019). Además, este compostaje utilizando compostadores de tambor rotatorio de capacidad adecuada permitirá una gestión descentralizada y sostenible de los desechos orgánicos en la fuente a un costo relativamente bajo, lo que brindará múltiples beneficios a la sociedad; la implementación del compostaje en tambores rotativos minimiza los riesgos para la salud que plantea una gestión adecuada de los residuos, reduce los costos de manipulación y

transporte de residuos y minimiza los problemas ambientales (Almulla et al., 2024); finalmente el proceso produce un producto final que puede usarse como fertilizante orgánico y mejorar las propiedades del suelo (Sayara et al., 2022).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del compostador prototipo de tambor giratorio sobre la generación de compost.

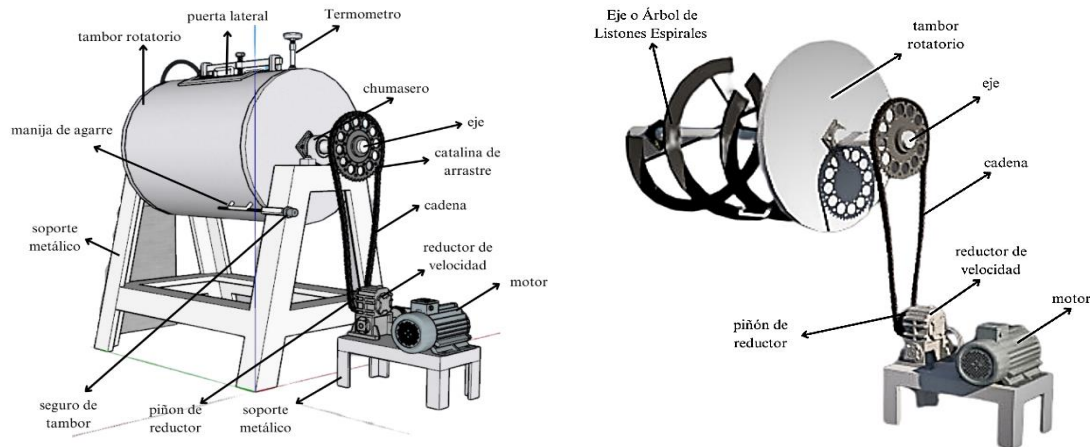
MATERIALES Y MÉTODOS

Compostador de tambor rotatorio

En esta investigación se utilizó un compostador de tambor rotatorio de 200 L de capacidad (Figura 1). La unidad principal del compostador, el tambor, tiene 60 cm de longitud y 50 cm de diámetro, y está formado por una chapa metálica inoxidable de 5mm de espesor. El tambor está montado sobre un soporte de metal y el tambor se gira con un motor eléctrico de 0.5 HP de potencia, para el control de potencia del motor se usó un reductor de velocidad donde el número de vueltas por minuto es de 16 rpm. Para una adecuada mezcla de residuos orgánicos, se implementó un Eje o Árbol de Listones Espirales dentro del tambor rotatorio. Los residuos orgánicos mixtos triturados se cargan en el tambor mediante un recipiente de plástico hasta llenar el 70% del volumen total a través de una compuerta en el tambor. Para mantener las condiciones aeróbicas del compost se deja abierta la puerta lateral del tambor rotatorio después del proceso de rotación, lo que ayuda a realizar una mezcla y aireación apropiada. Se considera este tipo de diseño como adecuado en la economía de espacio pues puede estar dentro del hogar (Ramírez et al., 2014). El compostador se rotó cada 24 horas por un tiempo de 2 minutos durante los 20 días que duro el experimento.

Figura 1.

Diagrama del compostador de tambor giratorio.



Materia prima

El residuo orgánico mixto consistió en una mezcla de vegetales orgánicos de cocina y el estiércol de ganado ovino como agente de carga en una proporción de 2.5:1, en base a la masa húmeda. Previo al compostaje, Los residuos se trituraron a un tamaño máximo de 1 cm para proporcionar una mejor aireación y control de la humedad (Kalamdhad y Kazmi, 2008). Donde los parámetros iniciales de la relación C/N fue de 23.63 y el contenido de humedad fue 65.1, estos se ajustaron mezclando estiércol de ganado ovino 20 kg, vegetales orgánicos de cocina 50 kg.

Técnicas de medición

El experimento se realizó en cada frecuencia de rotación en un intervalo de 24 horas, el periodo de compost fue de 20 días. El giro del eje se realizó con ayuda de un motor, donde se mantuvo las condiciones aeróbicas. Se consideró 2 minutos de rotación para asegurar que el material de la parte superior se traslade hacia la parte central, donde

la temperatura es más alta. Las variables que se midieron fueron humedad y temperatura; porque estas variables físicas, tienen una influencia crítica en la actividad microbiana (Stipniece et al., 2022).

La temperatura se controló mediante un termómetro digital durante todo el período de compostaje. Cada una de las muestras se analizaron para los siguientes parámetros: contenido de humedad, usando el método de estimación de la pérdida de peso (secado en estufa de aire forzado), Carbono Orgánico determinado por el proceso de oxidación (calcinación), Nitrógeno Total utilizando el método de Kjeldahl, pH utilizando electrodos unidos a potenciómetros eléctricos, Conductividad eléctrica se efectuó mediante un puente de Wheatstone, Fosforo usando ácido fuerte para producir disolución, Potasio usando fotómetro de llama o absorción atómica. Todos estos parámetros analizados se llevaron a analizar al laboratorio de la Universidad Agraria la Molina (UNALM).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

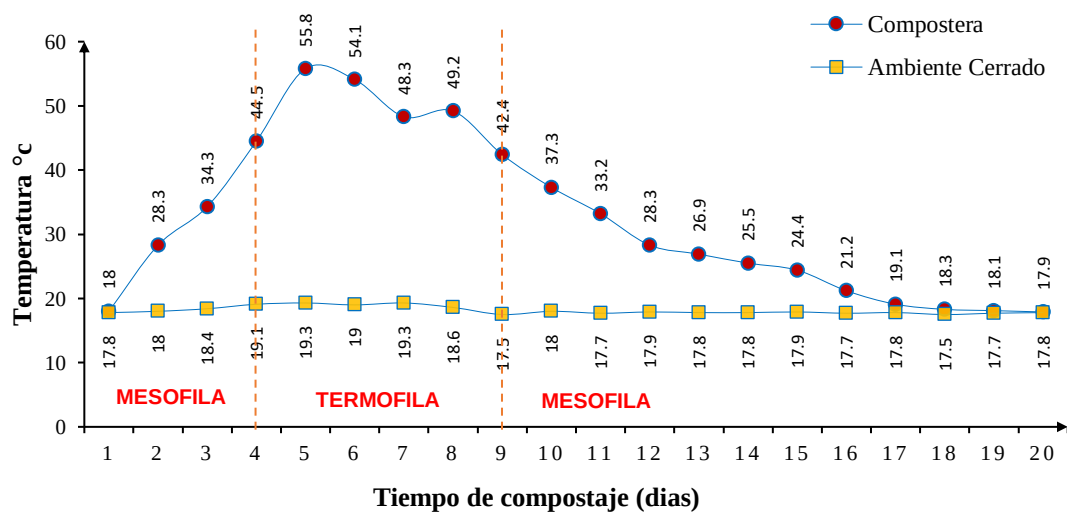
Temperatura

Se realizaron observaciones de temperatura en el compostador. En la Figura 2 se ilustra un gráfico que muestra la variación de la temperatura del material de compostaje en el tiempo. Las etapas mesófilas, termófila, y de enfriamiento se representan claramente como lo mencionado por (Sepulveda et al. 2021; Sakarika et al. 2019; Margaritis et al. 2018). En la fase mesófila la temperatura inicial fue de 18°C y aumentó hasta 45°C después de 04 días de iniciado; este aumento repentino de temperatura se produce debido a la actividad de microorganismos termófilos (Buljac et al., 2022). Luego, la temperatura se mantuvo por encima de los 45° llegando hasta 55.8°C durante

un período de 5 días, satisfaciendo el requisito de regularidad para la destrucción de patógenos. Finalmente, se observó un período de enfriamiento desde 45°C hasta 17.9°C con una duración de 12 días; haciendo el tiempo total de compostaje en un total de 20 días; esta reducción del tiempo de compostaje se debe al uso de tambor rotatorio (Ahmadi et al., 2020), porque el tambor giratorio facilita una agitación adecuada, una aireación suficiente y una mezcla adecuada de los residuos, y el tiempo de degradación se reduce de 2 a 3 semanas (Kalamdhad y Kazmi, 2008), sin embargo en las estáticas hay mayor duración (Sakarika et al., 2019).

Figura 2.

Perfil de temperatura a lo largo del tiempo de compostaje.



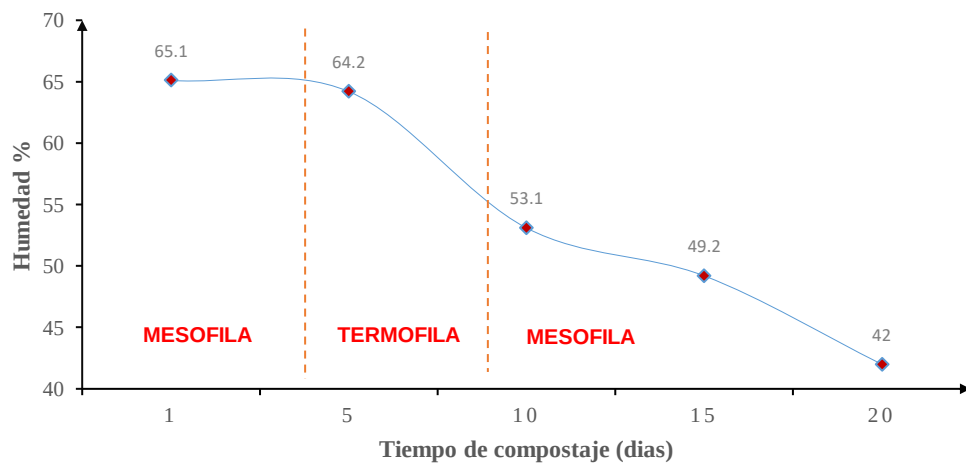
Contenido de humedad

Al inicio del proceso de compostaje, el contenido de humedad estuvo en 65%. Luego se observó un descenso hasta 42% después de 20 días, lo que resultó en una pérdida de humedad que se puede observar en la Figura 3. Este comportamiento de la humedad en el proceso de compostaje es semejante al obtenido por Sayara et al., (2022);

en los primeros 10 días el contenido se encontró en rango adecuado entre 49 a 65%. Este parámetro se ajusta a los parámetros establecidos para compost según la NCH2880, 2004. Esta pérdida de humedad durante el proceso de compostaje representa un índice de la tasa de descomposición, pues la generación de calor, que acompaña a la descomposición, impulsa la vaporización (pérdida de humedad) ((Kalamdhad y Kazmi, 2008); Buljac et al. 2022). En el periodo de compostaje no se observó formación de lixiviados.

Figura 3.

Contenido de humedad a lo largo del tiempo de compostaje.



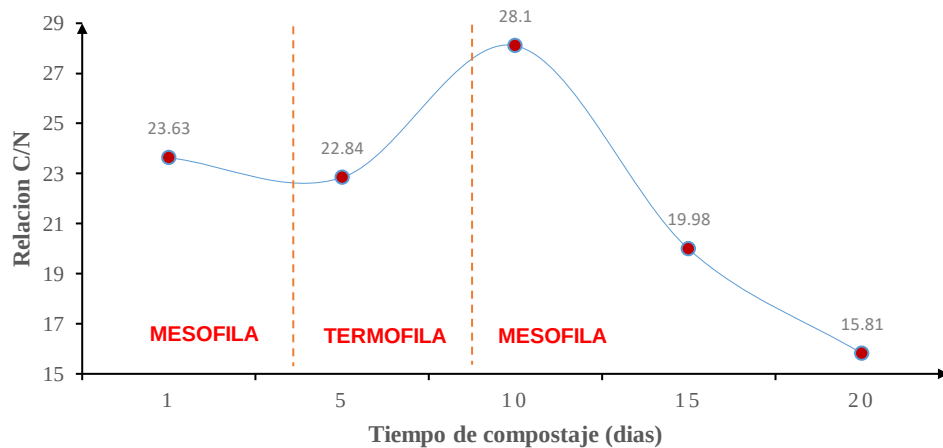
Relación carbono nitrógeno (C/N)

La relación C/N determina el nivel de madurez y estabilidad del producto final (Buljac et al., 2022). La rápida descomposición de la materia orgánica da como resultado una disminución del contenido de carbono orgánico, acumulación de nutrientes y cantidades microbiológicas, lo que conduce a una disminución de la relación C/N. La relación de carbono nitrógeno inicial fue de 23.6, y la obtenida al final del proceso fue de 15.81; este resultado se encuentra en el rango donde el compost

presenta la formación de ácido húmico y estabilidad (Wahi y Yusup 2016; Alkarimiah y Suja 2020).

Figura 4.

Contenido de C/N a lo largo del tiempo de compostaje.

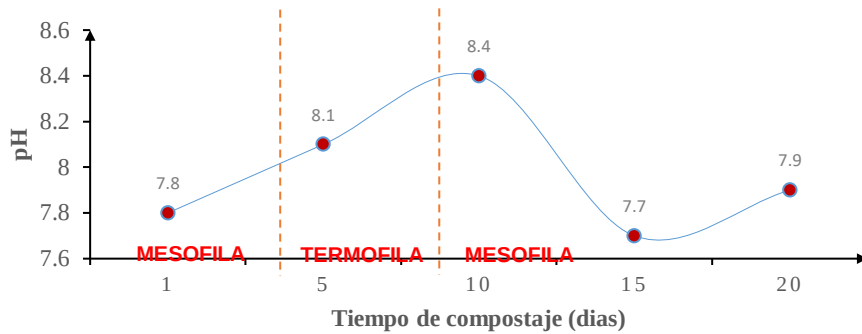


Potencial de Hidrogeno (pH)

La Figura 5 muestra los resultados del pH durante el tiempo de compostaje. En el experimento se observó un pH inicial de 7.8 en la etapa mesofílica, que aumentó hasta 8.1 en el quinto día en la etapa termofílica, y que luego disminuyó hasta 7.9 al final del proceso de compostaje en la etapa de maduración debido a la actividad microbiana. El pH es un parámetro importante, esto influye mucho en el crecimiento de los microorganismos que realizan la descomposición de la materia orgánica, donde los microorganismos se adecuan a un pH neutro. Este resultado se aproxima al comportamiento del pH durante el proceso de compostaje obtenido del trabajo de Kalamdhad y Kazmi, (2008), también los mismos autores Kalamdhad y Kazmi, (2009) en otro trabajo indican que el pH aumento al inicio luego disminuyo y se mantuvo constante. Este mismo comportamiento señalan Sayara et al., (2022).

Figura 5.

pH a lo largo del tiempo de compostaje.

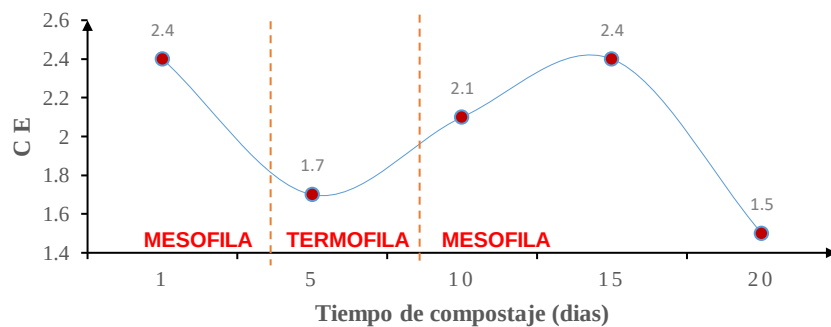


Conductividad Eléctrica (CE)

La CE del experimento, como se muestra en la Figura 6, descendió desde el comienzo del compostaje en la fase termófila y mostró un valor máximo en el décimo día de 2.1 dSm-1 en la etapa de enfriamiento, llegando a 1.5 al final del proceso en la etapa de maduración. las muestras analizadas cumplieron con los límites establecidos por la normativa NCH2880. Este mismo comportamiento es muy similar a los obtenidos por Kalamdhad y Kazmi, (2009 y también con Sayara et al., (2022). La CE es uno de los parámetros importantes que nos permite identificar la cantidad de sales solubles que hay en el compost.

Figura 6.

CE a lo largo del tiempo de compostaje.



Macronutrientes fosforo (P) y potasio (K)

La Figura 7 y 8 se muestra la concentración de los macronutrientes, de P, K, durante todo el proceso de compostaje. Estos nutrientes se utilizan como fertilizantes minerales en el compost, este es un indicador clave de la calidad del compost. Hay una ligera tendencia de incremento en la cantidad de fosforo con el tiempo de compostaje, en un inicio de 0.93% en la etapa mesófila y 0.95% en la etapa termófila llegando hasta 1 % al final en la etapa de maduración, Este resultado se aproxima al comportamiento del P durante el proceso de compostaje obtenido del trabajo de Kalamdhad y Kazmi, (2008), el P es esencial en la calidad del compost; para el caso de potasio también se da la misma tendencia con un inicio de 3.9 en la etapa mesófila y 3.25 en la etapa termófila, hasta 3.39 % al final del proceso en la etapa de maduración.

Figura 7.

Perfil de fosforo del material de compostaje a lo largo del tiempo.

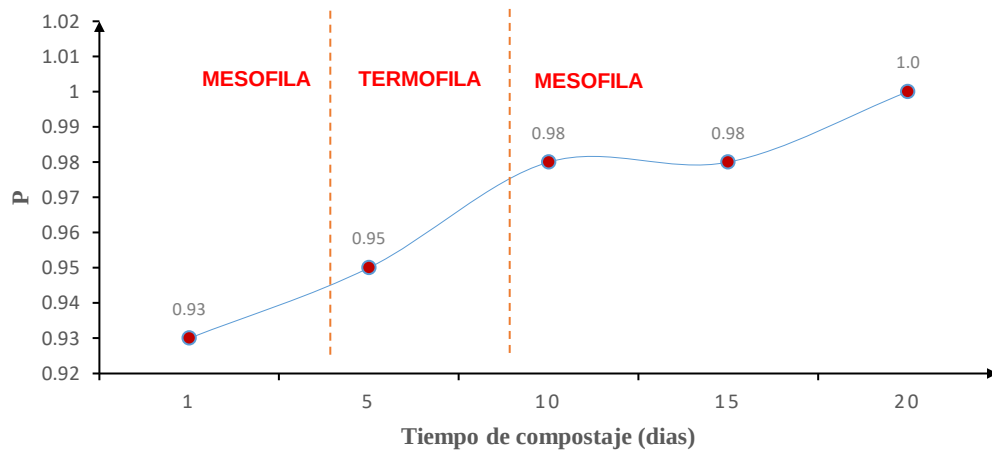
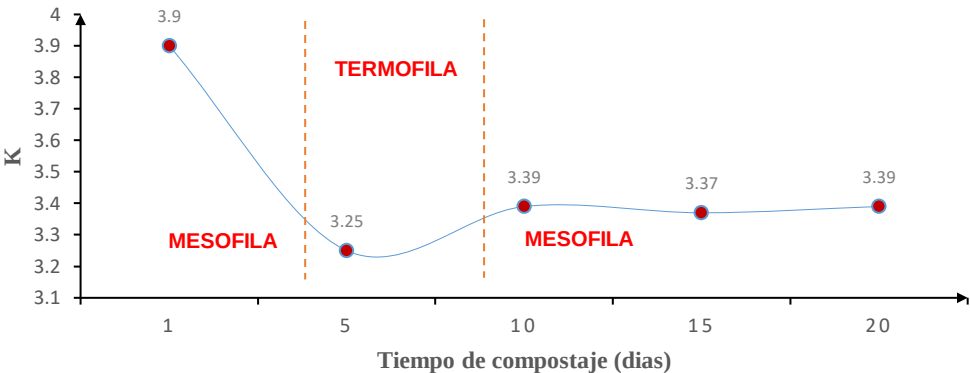


Figura 8.

Perfil de potasio del material de compostaje a lo largo del tiempo.



En el cuadro I se observa que los parámetros evaluados en esta investigación se encuentran dentro del rango de compost propuesto por la FAO (FAO, 2013). Estos resultados se asemejan al trabajo de Aguirre-Illatopa et al., 2024 sobre residuos orgánicos sólidos.

El mismo resultado se muestra en el trabajo de Huapaya Cruz, 2024, realizado con residuos orgánicos domiciliarios en la ciudad de Puno.

Tabla 1.

Comparación de resultados con diferentes investigaciones contrastada con FAO.

Parámetro	Resultado Tambor Rotatorio	FAO	Kalamdhad, A. S., y Kazmi, A. A. (2009) Tambor Rotatorio	Sayara et al., (2022) Tambor Rotatorio	Wahi, R., y Yusup, I. 'Adilah. (2016)	Kalamdhad, A. S., y Kazmi, A. A. (2008) Tambor Rotatorio
Humedad (%)	42	30-40	48	57	12.23	44
Relación C/N	15.81	10.1-15.1	-	61	10.62	22.27
pH	7.9	6.5-8.6	7.6	8.6	-	7.92
CE (dS.m ⁻¹)	1.5	-	1.3	-	-	-
P (Fosforo) (%)	1	0.1-1.0	3.8	-	3.65	3.6
K (Potasio) (%)	3.39	0.3-1	11.1	-	0.49	6.5

CONCLUSIONES

En este trabajo se analizó el compostaje de nuestros residuos orgánicos domiciliarios en un compostador de tambor giratorio. La implementación del Tambor rotatorio garantiza un compost eficiente, este Prototipo es una solución que promueve la valorización de los residuos orgánicos, que contribuye a una gestión ambiental sustentable para la mejora de suelo y promover prácticas de agricultura sostenible. Durante el compostaje, la temperatura primero aumentó bruscamente y luego siguió un descenso continuo, cumpliéndose de esa manera las fases de compostaje como mesofílica, termofílica y enfriamiento, demorando este proceso en 20 días, donde la rotación del tambor cada 24 horas tuvo mucha relevancia y se obtuvieron buenos resultados en el proceso del compost. La evaluación del proceso también mostró perfiles generales decrecientes versus el tiempo de compostaje para el parámetro de contenido de humedad que llegó hasta 42%. En cuanto a la relación de carbono nitrógeno este aumentó ligeramente al quinto día para luego disminuir hasta 15.81, el mismo comportamiento se obtuvo para el pH que fue de 7.9 y la CE fue de 1.5; en cuanto al fósforo y el potasio tuvieron incrementos ligeros al final. La relación carbono nitrógeno de 15.81 muestra estabilidad del compost en términos de biodegradación. Se concluye que se logró obtener un compost adecuadamente biodegradado y en menor cantidad de tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamcová, D., Vaverková, M. D., Stejskal, B., & Břoušková, E. (2016). Household solid waste composition focusing on hazardous waste. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(2), 487–493. <https://doi.org/10.15244/pjoes/61011>
- Aguirre-Illatopa, J. G., Florida-Rofner, N., Ríos-Velasquez, E. A., & Lévano-Crisóstomo, J. D. (2024). Production and characterization of compost derived from municipal organic solid wastes. *Revista U.D.C.A Actualidad and Divulgacion Cientifica*, 27(1), 1–9. <https://doi.org/10.31910/RUDCA.V27.N1.2024.2432>
- Ahmadi, T., Casas Díaz, C. A., García Vera, Y. E., & Escobar Escobar, N. (2020). A prototype reactor to compost agricultural wastes of fusagasuga municipality. Colombia. *Agronomy Research*, 18(2), 314–324. <https://doi.org/10.15159/AR.20.083>
- Alkarimiah, R., & Suja, F. (2020). Composting of efb and pome using a step-feeding strategy in a rotary drum reactor: The effect of active aeration and mixing ratio on composting performance. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(4), 2543–2553. <https://doi.org/10.15244/pjoes/110518>
- Almulla, L., Thomas, B. M., Jallow, M. F. A., Al-Roumi, A., Devi, Y., & Jacob, J. (2024). Rotary Drum Composting of Organic School Wastes and Compost Valorization. *Sustainability (Switzerland)*, 16(6). <https://doi.org/10.3390/su16062428>
- Amiruddin, N. N. H. N., Rozamri, N. A., Baharudin, F., & Mohamad, I. N. (2023). A Study on household food waste management and composting practice. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1205(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1205/1/012018>
- Aziz, M. F. A., & Ariffin, R. N. R. (2024). a Systematic Literature Review of Solid Waste Management Policy Implementation in Southeast Asia. *Journal of Sustainability Science and Management*, 19(4), 151–169. <https://doi.org/10.46754/jssm.2024.04.012>
- Buljac, M., Medvidović, N. V., Šunjić, A. M., Jukić, Z., & Radić, J. (2022). Biowaste composting process-comparison of a rotary drum composter and open container.

- Hemijška Industrija*, 76(4), 251–262.
<https://doi.org/10.2298/HEMIND220516019B>
- Da Costa, D., Da Silva, N., Da Costa, A., Barbosa e Lima, C., Souto de Sousa, F., Nascimento, C., Dos Santos, C., & Navarro, M. (2018). Efecto del compost de residuos orgánicos domiciliarios, vegetales y estiércol en el crecimiento de lechuga. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(2), 464–474.
<https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.7902>
- Das, S., Lee, S. H., Kumar, P., Kim, K. H., Lee, S. S., & Bhattacharya, S. S. (2019). Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 228, 658–678.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.323>
- FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor. In *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Fauziah, S., & Agamuthu, P. (2009). Vermicomposting Waste Management via. *System*, 28(2), 135–142.
- Gonawala, S. S., & Jardosh, H. (2018). Organic Waste in Composting: A brief review. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 8(01), 36–38.
<https://doi.org/10.14741/ijcet.v8i01.10884>
- Huamaní, C., Tudela Mamani, J. W., & Huamaní Peralta, A. (2020). PROBLEMA AMBIENTAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE JULIACA-PUNO-PERÚ. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 22(1), 106–115. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.541>
- Huapaya Cruz, Y. H. (2024). Evaluación del compostaje a diferentes composiciones para aprovechar los residuos orgánicos domiciliarios de la ciudad de puno para contribuir en contrarrestar el cambio climático. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 26(1), 24–35.
<https://doi.org/10.18271/ria.2024.577>
- Kalamdhad, A. S., & Kazmi, A. A. (2008). Mixed organic waste composting using rotary drum composter. *International Journal of Environment and Waste Management*, 2(1–2), 24–36. <https://doi.org/10.1504/IJEW.2008.016989>
- Kalamdhad, A. S., & Kazmi, A. A. (2009). Effects of turning frequency on compost stability and some chemical characteristics in a rotary drum composter.

- Chemosphere*, 74(10), 1327–1334.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.11.058>
- Kumar, S., Adnan, M., Adnan, M., & Jha, A. (2020). Municipal Solid Waste Management and its Impact: A Review. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, 11(5), 685–693.
<https://doi.org/10.34218/IJARET.11.5.2020.071>
- Machhar, K., Shukla, P., & Shukla Assistant Professor, P. J. (2022). A Review on Organic Waste Management Through Composting. *Journal Of Xi'an Shiyou University*, 18(6), 1–11. <http://xisdxjxsu.asia>
- Margaritis, M., Psarras, K., Panaretou, V., Thanos, A. G., Malamis, D., & Sotiropoulos, A. (2018). Improvement of home composting process of food waste using different minerals. *Waste Management*, 73, 87–100.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.12.009>
- Mulani, S. R., & Pawar, S. T. (2023). REVIEW ARTICLE Composting of Municipal Organic Solid Waste and Biological Way For Odor Removal -A Review. *January*, 18–27.
- Nagpure, N., Irkhede, C., & Pawar, S. . (2018). Organic waste compost machine. *International Conference on Emanations in Mordern Engineering Science & Management (ICEMESM-2018)*, 1–5.
- NCH2880. (2004). *Norma Chilena-Compost - Clasificación y requisitos Preámbulo*. 27.
- Nemet, F., Perić, K., & Lončarić, Z. (2021). Microbiological activities in the composting process : A review. *Columella : Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 8(2), 41–53.
<https://doi.org/10.18380/szie.colum.2021.8.2.41>
- Pérez, N. L., Linares Nima, L. M., & Pérez Huamán, B. D. (2023). Valorización de propiedades fisicoquímicas de residuos sólidos orgánicos alimentarios para la elaboración de compostaje. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 26(52), e24193.
<https://doi.org/10.15381/iigeo.v26i52.24193>
- Pratama, Y. F., Ariyanto, E., & Karimah, S. A. (2019). Prototype of automation of organic fertilizer manufacturing systems based on internet of things. *2019 7th International Conference on Information and Communication Technology*,

- ICoICT 2019, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2019.8835299>
- Ramírez, R. L., Salazar, M. A. O., Sandoval, J. T., Sandoval, J. L. G. R., & Méndez, G. M. (2014). Diseño, construcción y prueba de un prototipo automático para compostaje. *Revista Facultad de Ingeniería*, 70, 185–196.
- Rani, U., & Vijayalakshmi, V. (2024). A Review on household solid waste management Practices and their impact on air , soil and land. 10(12), 363–369.
- Sahu, S., Nair, S. J., & Sharma, P. K. (2014). Review on Solid Waste Management Practice in India: A State of Art. *International Journal of Innovative Research and Development*, 3(3), 261–264.
- Saini, V., Gupta, S., Verma, R., & Singh, B. (2017). A Review Study on Municipal Organic Waste Composting. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(4), 1596–1599.
<https://www.irjet.net/archives/V4/i4/IRJET-V4I4327.pdf>
- Sakarika, M., Spiller, M., Baetens, R., Donies, G., Vanderstuyf, J., Vinck, K., Vrancken, K. C., Van Barel, G., Du Bois, E., & Vlaeminck, S. E. (2019). Proof of concept of high-rate decentralized pre-composting of kitchen waste: Optimizing design and operation of a novel drum reactor. *Waste Management*, 91(2019), 20–32. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.04.049>
- Sayara, T., Shadouf, M., Issa, H., Obaid, H., & Hanoun, R. (2022). Home Composting of Food Wastes Using Rotary Drum Reactor as an Alternative Treatment Option for Organic Household Wastes. *Journal of Ecological Engineering*, 23(6), 139–147. <https://doi.org/10.12911/22998993/147873>
- Sepulveda, O., Acevedo-Juárez, B., Saldaña-Durán, C. E., Castro, W., De-la-Torre, M., & Avila-George, H. (2021). Desarrollo de un sistema embebido para un compostero doméstico inteligente. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 41, 112–129. <https://doi.org/10.17013/risti.41.112-129>
- Stipniece, A. A., Vladinovskis, V., Daugulis, P., Zemite, M., Vitola, L., & Mezule, L. (2022). Advantages and Challenges of Composting Reactors for Household Use: Smart Reactor Concept. *Sustainability (Switzerland)*, 14(16), 1–19.
<https://doi.org/10.3390/su141610030>
- Taboada-González, P., Armijo-de-Vega, C., Aguilar-Virgen, Q., & Ojeda-Benítez, S.

- (2014). Household Solid Waste Characteristics and Management in Rural Communities. *The Open Waste Management Journal*, 3(1), 167–173. <https://doi.org/10.2174/1875934301003010167>
- Varma, V. S., & Kalamdhad, A. S. (2016). Efficiency of Rotary Drum Composting for Stabilizing Vegetable Waste during Pre-Composting and Vermicomposting. *Environmental Processes*, 3(4), 829–841. <https://doi.org/10.1007/s40710-016-0181-z>
- Wahi, R., & Yusup, I. 'Adilah. (2016). Empty Fruit Bunches Compost and Germination of *Raphanus sativs* L. *Borneo Journal of Resource Science and Technology*, 6(1), 10–18. <https://doi.org/10.33736/bjrst.210.2016>

ANEXOS

Anexo 1. Evidencia de sumisión

[RICA] Envío recibido

Desde Claudio M. Amescua Garcia via Revista Internacional de Contaminación Ambiental
<rica@atmosfera.unam.mx>

Fecha Dom 08/12/2024 19:41

Para Jael Calla Calla <jael.calla@upeu.edu.pe>

Jael Calla Calla:

Gracias por enviarnos su manuscrito "ELABORACIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS MEDIANTE UN COMPOSTADOR DE TAMBOR ROTATORIO" a Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Gracias al sistema de gestión de revistas online que usamos podrá seguir su progreso a través del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito:

<https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/authorDashboard/submission/55469>

Nombre de usuario/o: jael-calla

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as. Gracias por tener en cuenta esta revista para difundir su trabajo.

Claudio M. Amescua Garcia

Revista Internacional de Contaminación Ambiental <https://www.revistascca.unam.mx/rica>

Anexo 2. Copia de resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo aprobado por el consejo de facultad correspondiente.



“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

RESOLUCIÓN N° 0196-2024/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 09 de abril de 2024

VISTO:

El expediente de **Jonatan Oliverth Huanca Mamani**, identificado(a) con Código Universitario N° 201812056 y **Yimmy Ito Capacoila**, identificado(a) con Código Universitario N° 201323301, 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 **Jonatan Oliverth Huanca Mamani** y **Yimmy Ito Capacoila**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Elaboración de compost a partir de residuos orgánicos domiciliarios mediante un

compostador de tambor rotatorio" 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 09 de abril de 2024, 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 "**Elaboración de compost a partir de residuos orgánicos domiciliarios mediante un compostador de tambor rotatorio**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **MSc. Jael Calla Calla** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera** y **Ing. Veronika Haydee Pari Mamani**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Ph.D. Silvia Pilco Quesada
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:
-Interesado
-Asesor
-Dirección General de Investigación
-Archivo

Anexo 3. Construcción del prototipo de tambor rotatorio



Anexo 4. Residuos orgánicos domiciliarios materia orgánica



Anexo 5. Estiércol de ovino



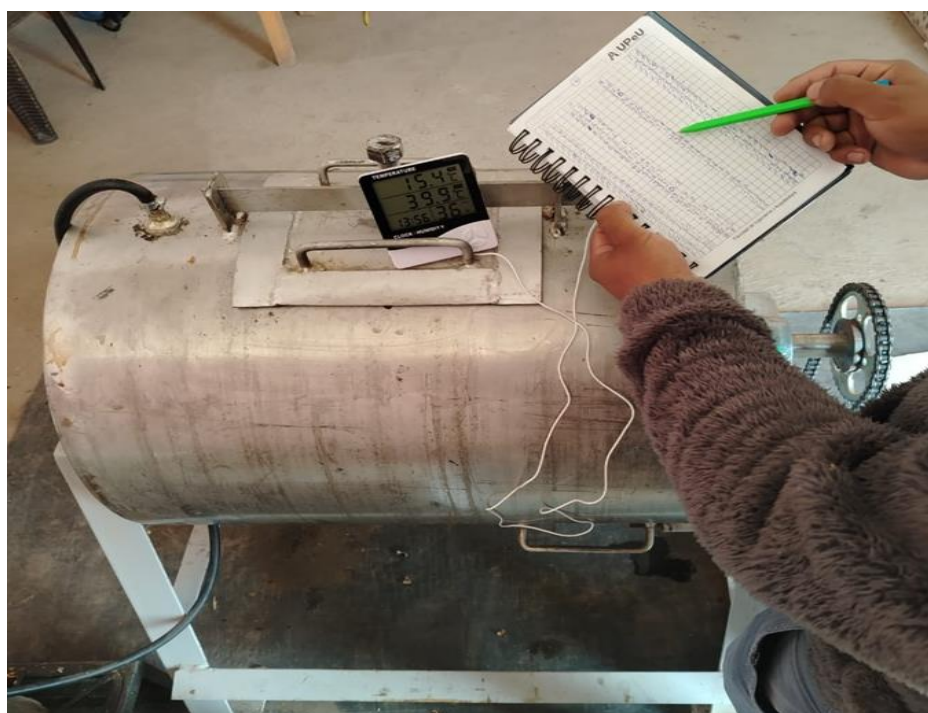
Anexo 6. Materia orgánica trituración en trozos de 1. cm



Anexo 7. Carga de materia orgánica al prototipo



Anexo 8. Monitoreo de temperatura con el equipo termómetro digital



Anexo 9. Extracción del abono orgánico del prototipo



Anexo 10. Toma de muestras del abono orgánico para él envío al laboratorio de la universidad agraria la molina



Anexo 11. Envío de muestras por Olva Courier al laboratorio de la universidad agraria la molina lima

