

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



**Producción de compost a partir de residuos orgánicos haciendo
uso de microorganismos eficientes**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Konny Odalis Sandoval Quiroz
Jasmin Paola Gomez Chamorro

Asesor:

Ing. Orlando Alan Poma Porras

Lima, mayo de 2023

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Yo Orlando Alan Poma Porras, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **"Producción de compost a partir de residuos orgánicos haciendo uso de microorganismos eficientes"** de los autores Jasmin Paola Gomez Chamorro y Konny Odalis Sandoval Quiroz tiene un índice de similitud de ...16. % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad de los autores, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 16 días del mes de mayo del año 2023.



Ing. Orlando Alan Poma Porras

DNI 06961919

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 16 días día(s) del mes de mayo del año 2023 siendo las 10:30 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, el secretario: **Mg. Joel Hugo Fernández Rojas**, y los demás miembros: **Mg. Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez** y el **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, y el asesor, **Ing. Orlando Alan Poma Porras** con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Producción de Compost a partir de Residuos Orgánicos haciendo uso de Microorganismos Eficientes"

de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **JASMIN PAOLA GOMEZ CHAMORRO**

.....b) **KONNY ODALIS SANDOVAL QUIROZ**

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**
(Nombre del Título profesional)

con mención en.....

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): **JASMIN PAOLA GOMEZ CHAMORRO**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

Candidato (b): **KONNY ODALIS SANDOVAL QUIROZ**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	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.

Presidente
Mg. Milda Amparo
Cruz Huaranga



Secretario
Mg. Joel Hugo
Fernandez Rojas

Asesor
Ing. Orlando Alan
Poma Porras

Miembro
Mg. Iliana Del Carmen
Gutiérrez Rodríguez

Miembro
Mg. Jackson Edgardo
Pérez Carpio

Candidato/a (a)
Jasmin Paola

Candidato/a (b)
Konny Odalis

AGRADECIMIENTO:

Agradecemos en primer lugar a Dios por brindarnos la salud necesaria para lograr el desarrollo de la investigación. Asimismo, a nuestros padres por el apoyo incondicional en todo el proceso y a nuestro asesor por las recomendaciones, apoyo y guía para nuestra investigación

DEDICATORIA:

El trabajo de investigación es dedicado a nuestra familia por sus palabras de aliento y consejos brindados durante todo el proceso, especialmente a nuestros padres por el soporte en los momentos difíciles y por su amor incondicional.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3. RESULTADOS	11
4. DISCUSIÓN.....	27
5. CONCLUSIÓN	30
6. REFERENCIAS.....	31
7. ANEXOS	35

Producción de Compost a partir de Residuos Orgánicos haciendo uso de Microorganismos Eficientes

Production of Compost from Organic Waste using Efficient Microorganisms

Jasmín Paola Gómez Chamorro¹, Konny Odalis Sandoval Quiroz¹, Orlando Poma Porras^{1*} Hugo Fernández Rojas¹ Jackson Edgardo Perez Carpio¹, Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez¹ Juan J. Soria²

1. Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Lima, Perú.
2. Universidad Peruana Unión, Escuela UPG Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Posgrado, Lima, Perú.

* Correspondence:

Orlando Poma Porras opoma@upeu.edu.pe

Konny Odalis Sandoval Quiroz, ksandovalquiro@gmail.com

RESUMEN. “Producción de Compost a partir de Residuos Orgánicos haciendo uso de Microorganismos Eficientes”. Introducción: La producción de compost es una alternativa de transformación de residuos orgánicos a abono, con fines de mejorar diferentes tipos de suelo y acelerar la producción de especies vegetales. Objetivo:

Evaluar la eficacia de los Microorganismos Eficientes a través de los parámetros físico químicos del compost obtenido a base de residuos sólidos Orgánicos. Metodología: El diseño estadístico fue completamente al azar, con 4 tratamientos y tres repeticiones, cada pila compostera tenía una dimensión de 90 x 90 cm y 20 cm de altura y contenía residuos sólidos orgánicos, estiércol de ganado vacuno y Aserrín, a las que se aplicó dosis de 500ml, 1000ml y 1500ml de microorganismos eficientes y una unidad de control (0ml de EM) con una evaluación de 56 días. Resultados: se determinó que los parámetros pH, Temperatura, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, humedad, relación C/N se encuentran dentro de los estándares de calidad de compost, según la norma chilena NCh2880 y FAO, sin embargo, la conductividad eléctrica (C.E) se encuentra por encima del límite permisible, en cambio el Sodio (Na), carbono (C) y calcio (CaO) se encuentran en bajas cantidades. Conclusión: Los Microorganismos Eficientes es una alternativa tecnológica para la producción de compost de manera sostenible con el Medio Ambiente.

Palabras clave: Compost, Microorganismos Eficientes, Residuos Sólidos Orgánicos.

Abstract

The production of compost is an alternative for the transformation of organic waste to fertilizer, with the purpose of improving different types of soil and accelerating the production of plant species. Aim:

Evaluate the effectiveness of Efficient Microorganisms through the physical-chemical parameters of the compost obtained from Organic solid waste. Methodology: The statistical design was completely randomized, with 4 treatments and three repetitions, each compost pile had a dimension of 90 x 90

cm and 20 cm in height and contained organic solid waste, cattle manure and Sawdust, to which applied doses of 500ml, 1000ml and 1500ml of efficient microorganisms and a control unit (0ml of EM) with an evaluation of 56 days. Results:, magnesium, humidity, C/N ratio are within the compost quality standards, according to the it was determined that the parameters pH, temperature, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium Chilean norm NCh2880 and FAO, however, electrical conductivity (EC) is above the permissible limit, while sodium (Na), carbon (C) and calcium (CaO) are found in low amounts. Conclusion: Efficient Microorganisms is a technological alternative for the production of compost in a sustainable way with the Environment.

Keywords: Compost, Efficient Microorganisms, Organic Solid Waste

1. INTRODUCCIÓN

El inapropiado uso y disposición final de los residuos sólidos orgánicos se ha convertido en un problema ambiental, a causa de la producción de grandes cantidades de residuos y a su vez la generación de olores desagradables, enfermedades infecciosas, entre otros.(Sáez & Urdoneta, 2021), además de la disminución o desecho de alimento a través de la cadena de abastecimiento, un tema que cada vez tiene más importancia en todo el mundo. (Ramos, 2015). De acuerdo a los datos estadísticos, se ha identificado que, a nivel mundial la generación per cápita es de 121 kilogramos de alimentos a nivel del consumidor, y 74 kilogramos de la generación per cápita se desperdician en los hogares, generando un promedio de 7,000 a 10,000 millones de toneladas de desechos, identificando que las mayores cantidades de residuos son en los países latinoamericanos. (Segura et al., 2020).

A nivel Nacional la generación Per Cápita (GPC) para el año 2021 tuvo un valor de 0.58 kg/hab/día y una generación total de residuos sólidos municipales de 8214355.9 toneladas (tn), siendo dos departamentos y una provincia predominantes con valores representativos, Callao con 0.65 kg/hab/día, Lima con 0.64 kg/hab/día y Loreto 0.62kg/hab/día, identificando que solo el 1% de los residuos sólidos son aprovechados a través del reciclaje pese a la implementación de diferentes métodos (Ministerio del Ambiente, 2021).

De acuerdo a las cifras del Ministerio del Ambiente (2020), la generación del 100 % de residuos sólidos en el Perú , el 55.7% son residuos orgánicos y solo se llega a valorizar 0.78%, siendo éste un desperdicio total ya que no fue usado para su reaprovechamiento y tampoco como aporte para una investigación o proyecto.(Agraria, 2022). Según el Anuario de Estadísticas Ambientales, la generación de los residuos sólidos domiciliarios en Lurigancho-Chosica es de 47,799 toneladas para el año 2020 y la generación per cápita de 0.5(kg/hab/día) (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021). Asimismo, Carapongo, ubicada en el distrito de Lurigancho-Chosica, con una población aproximada de 3,200 habitantes, el 62% es dedicado a los sistemas agrícolas, que a través de los canales de regadío permita que los habitantes realicen su siembra. (Instituto Geofísico del Perú, 2020). Cabe destacar que Carapongo cuenta con mercados mayoristas, Posta, Terrazas y Mercado central. A su vez, algunos de los residuos sólidos orgánicos que se utiliza para alimentación animal tipo granja y otros son desechados sin ser reutilizados para fines de compost u otros. (Tello et al., 2021).

Por tal motivo , se han desarrollado estrategias en línea con la economía verde que buscan mejorar la gestión de los residuos orgánicos, promoviendo su reducción en la industria(prácticas agrícolas, postcosecha, comercialización y consumo final) (Huamaní et al., 2020), además de reducir pérdidas y desperdicios, así como implementar acciones de manejo de estos residuos. (Castañeda & Rodríguez, 2017).

El compostaje es una alternativa eficaz para dar solución y contrarrestar la contaminación, debido a que es un tratamiento de los residuos que se basa en la recuperación del material orgánico en condiciones aeróbicas. Del mismo modo disminuye la cantidad de materia orgánica que tienen como disposición final en los rellenos sanitarios, causando olores, atrayendo vectores, enfermedades y producción de gases. De igual forma el compostaje en pilas ayuda a utilizar los residuos orgánicos creando así un impacto sustentable sin alterar ni afectar el suelo (Vargas et al., 2019)

Los microorganismos eficientes está conformado por un consorcio bacteriano (levadura, ácidos lácticos, bacterias fotosintéticas, Actinomicetos y Hongos filamentosos), que posee una gran efectividad en el compost (Peralta et al., 2019), las bacterias ácidos lácticas actúan como estabilizadora y eliminan microorganismos patógenos acelerando así la descomposición de materia orgánica sin alterar el proceso, las levaduras producen sustancias antimicrobiana partir de los azúcares y aminoácidos, sirviendo para los demás microorganismos como sustrato para su metabolismo y las bacterias fotosintéticas sintetiza sustancias útiles, mejorando las capacidades a partir de secreciones (Morocho & Leiva, 2019), los Actinomicetos cumplen con la degradación de la materia orgánica y los hongos filamentosos cumplen con la degradación aeróbica debido a su capacidad lignocelulolítica (Pérez et al., 2015).

Es por ello, la presente investigación tiene por objetivo Evaluar la eficacia de los Microorganismos Eficientes a través de los parámetros físico químicos del compost obtenido a base de residuos sólidos Orgánicos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución: La Investigación se desarrolló en el departamento y provincia de Lima, distrito de Lurigancho - Chosica, en la asociación nuevo horizonte de Carapongo, ubicado a 2.5 km de la Universidad Peruana Unión (UPeU), considerada una zona de uso agrícola pasando por los puntos de coordenadas UTM (WGS84). 298999.86 m E 8672595.85 m S. Posee una latitud de -12.001564° y una longitud de -76.845943° y una altitud de 486 m s. n. m.

Diseño de investigación : Se seleccionó un diseño experimental puro por la manipulación de la variable Independiente (Fernández & Baptista, 2020) . Asimismo, se utilizó un diseño experimental completamente al Azar (DCA) con 04 tratamientos y 03 repeticiones.

Distribución de los Tratamientos y cantidad de Residuos para las pilas Composteras: En la siguiente tabla se muestra el detalle de la distribución y cantidad de los Residuos sólidos utilizados.

TABLA 1
Distribución de los Tratamientos y cantidad de Residuos para las pilas composteras

Código	Mezcla Y cantidad	Dosis de EM
T0	Residuos Sólidos Orgánicos (10 kg) + Estiércol de ganado vacuno (5 kg) + Aserrín (4 kg) + Pajilla de arroz (240 gr)	0 ml
T1	Residuos Sólidos Orgánicos (10 kg) + Estiércol de ganado vacuno (5 kg) + Aserrín (4 kg) + Pajilla de arroz (240 gr)	500 ml
T2	Residuos Sólidos Orgánicos (10 kg) + Estiércol de ganado vacuno (5 kg) + Aserrín (4 kg) + Pajilla de arroz (240 gr)	1000 ml
T3	Residuos Sólidos Orgánicos (10 kg) + Estiércol de ganado vacuno (5 kg) + Aserrín (4 kg) + Pajilla de arroz (240 gr)	1500 ml

Características de las pilas composteras en el aérea experimental: Las pilas composteras poseen paredes laterales de protección, debido a que mejoran el aislamiento disminuyendo la pérdida de calor, a su vez protegieron el enfriamiento por la acción del viento.

Formas y medidas de la pila:

- Forma: Cuadrada
- Altura: 20cm
- Ancho: 90 cm
- Longitud: 90 cm
- Volumen de los residuos sólidos: 120000 cm³

Preparación de la solución de microorganismos eficientes: Los Microorganismos Eficientes antes de usarlo se realizó su activación, que consistió en la mezcla de 5% de EM-1 y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia y fue aislado en una zona oscura a temperatura ambiental de 28°C en un recipiente herméticamente cerrado, tal procedimiento fue realizado en la investigación de Huaraca (2020).

Delimitación de Área y Acondicionamiento de los Residuos en las pilas composteras: El área fue de 35 m² para almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos frescos y para el acondicionamiento de la distribución de las pilas composteras, de acuerdo al objetivo de investigación. Asimismo, se acondicionó 6 planchas de tripley para las paredes de las pilas composteras en forma cuadrada y con sus respectivas medidas de acuerdo a las especificaciones presentadas en el Ítem 3 de esta sección. A continuación, el proceso que se llevó a cabo:

- Se entregó bolsas negras de 40 kg a cada puesto de verdulerías y fruterías de los mercados de Carapongo para la adecuada recolección de los residuos, asimismo se recolectó el aserrín de una carpintería, estiércol de ganado vacuno y pajilla de arroz, previo uso de los equipos de protección personal para la manipulación de los mismos.
- Seguidamente se realizó la trituración de los residuos sólidos de forma manual con el uso de machetes, con el fin de homogenizar los residuos.
- Se realizó el pesado (Kg) de los residuos sólidos orgánicos, aserrín, estiércol de vacuno y pajilla de arroz de acuerdo a lo estipulado.

- Se realizó la mezcla de los residuos sólidos orgánicos con las dosis correspondientes de microorganismos eficientes, aserrín, estiércol de vacuno, y pajilla de arroz en las pilas composteras para obtener el compost.
- Posteriormente se realizó el regado con agua a las pilas composteras 1 vez por semana, 4 litros por cada una de ellas.
- Consecutivamente se realizó los volteos de las pilas composteras cada 5 días, por un periodo de 56 días.

Posterior a los 56 días, se tomó la muestra de 1 kg, por cada pila compostera y fueron enviados al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina, para su respectivo análisis.

Procesamiento de Datos: se realizó un análisis descriptivo de los datos para luego aplicar el ANOVA teniendo en cuenta los requisitos de normalidad y homogeneidad de varianzas para luego comparar la media de los parámetros de calidad del compost con la prueba de Tukey para ver si existe diferencia significativa entre tratamientos.

3. RESULTADOS

Características Físico Químicas de los Microorganismos Eficientes (EM)

En la tabla 2, se muestra los resultados de las características Físico Químicos de los Microorganismos Eficientes, con mayores resultados en bacterias Ácido láctico *Lactobacillus* sp.

TABLA 2
Características Físico Químicos de los Microorganismos Eficientes

Parámetro	Unidad	Valor
Sólidos Solubles Totales	°Bx	18
pH	---	3,6
Color	---	Marrón Rojizo
Olor	---	Agridulce
C.E.	dS/cm	11
Bacterias		
Ácido láctico <i>Lactobacillus</i> sp	UFC/mL	1.3×10^7
Levaduras		
<i>Saccharomyces</i> sp	UFC/mL	2.4×10^5
Bacterias Fototrópicas (o fotosintéticas)		
(<i>Rhodospseudomonas palustris</i>)	UFC/mL	10×10^3
Hongos de Fermentación		
<i>Aspergillus</i>	UFC/mL	10×10^2

En la Tabla 3, se observa los Resultados obtenidos por cada parámetro evaluado para determinar la calidad de compost a base de residuos sólidos orgánicos, a su vez, los datos encontrados fueron comparados con la Norma Chilena y la FAO, a fin de identificar los parámetros que superan los Límites Máximos permisibles.

TABLA 3
Parámetros evaluados por cada Tratamiento y comparados con la Norma Chilena y la FAO

Parámetros	Tratamientos				Norma chilena	FAO
	T0	T1	T2	T3		
pH	8.53	8.37	8.45	8.44	5.0 - 8.5	6.5 - 8.6
Conductividad Eléctrica /dS/m)	12.56	11.78	12.57	12.41	3.0 - 8.0	---
Materia Orgánica (%)	50.87	47.30	45.63	44.75	>20 %	> 20
Nitrógeno (%/óxido de Fosforo (%)	1.01	1.44	1.26	1.44	> 0.5 %	0.3 - 1.5
óxido de Potasio (%)	0.63	0.64	0.64	0.67	< 0.1 %	0.1 - 1.0
Óxido de Calcio (%)	0.98	0.99	0.99	1.10	--	0.3 - 1.0
Óxido de Magnesio (%)	1.64	1.51	1.53	1.53	--	--
Hd (%)	0.83	0.88	0.87	0.84	< 25 - 28	--
Sodio (%)	53.83	47.78	49.37	47.37	30-45	40- 60
Carbono (%)	0.45	0.40	0.43	0.45	--	--
Relación C/N (%)	30.88	29.66	29.30	29.04	--	--
	20.45	18.88	18.62	17.94	< 25 - < 30	10.1 - 15.1

Después de realizar los análisis de laboratorio de cada parámetro por cada tratamiento y comparar con los Límites Máximos Permisibles, se identificó que el parámetro que superó la calidad de compost fue la conductividad eléctrica.

- Resultados de Temperatura

Temperatura °C en la Pila Compostera T0 : En la figura 1, se muestra resultados obtenidos de temperatura en la pila T0 y sus repeticiones evaluadas en las 8 semanas evidenciado que se inició con una temperatura entre 24 y 29 °C, a su vez ésta fue incrementándose a un pico máximo de 66°C, logrando descender hasta 25°C.

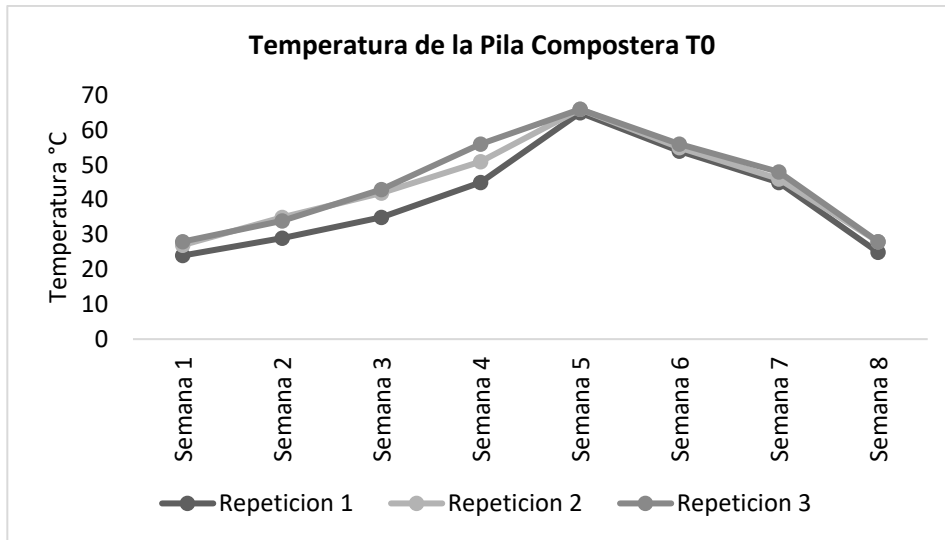


Fig. 1. Resultados de Temperatura de la Pila Compostera T0

Temperatura °C en la Pila Compostera T1: En la figura 2, se muestra resultados obtenidos de temperatura en la pila T1 y sus repeticiones evaluadas en las 8 semanas evidenciado que se inició con una temperatura entre 28 y 29 °C, a su vez ésta fue incrementándose a un pico máximo de 60°C, logrando descender hasta 25°C.

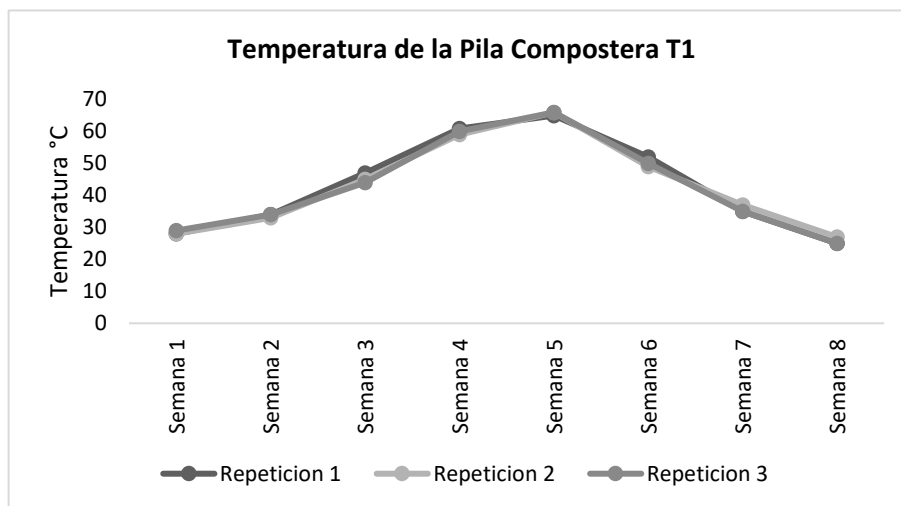


Fig.2. Resultados de Temperatura de la Pila Compostera T1

Temperatura °C en la Pila Compostera T2: En la figura 3, se observa resultados obtenidos de temperatura en la pila T2 y sus repeticiones evaluadas en las 8 semanas evidenciado que se inició con una temperatura entre 25 y 27 °C, a su vez ésta fue incrementándose a un pico máximo de 65°C, logrando descender hasta 26°C.

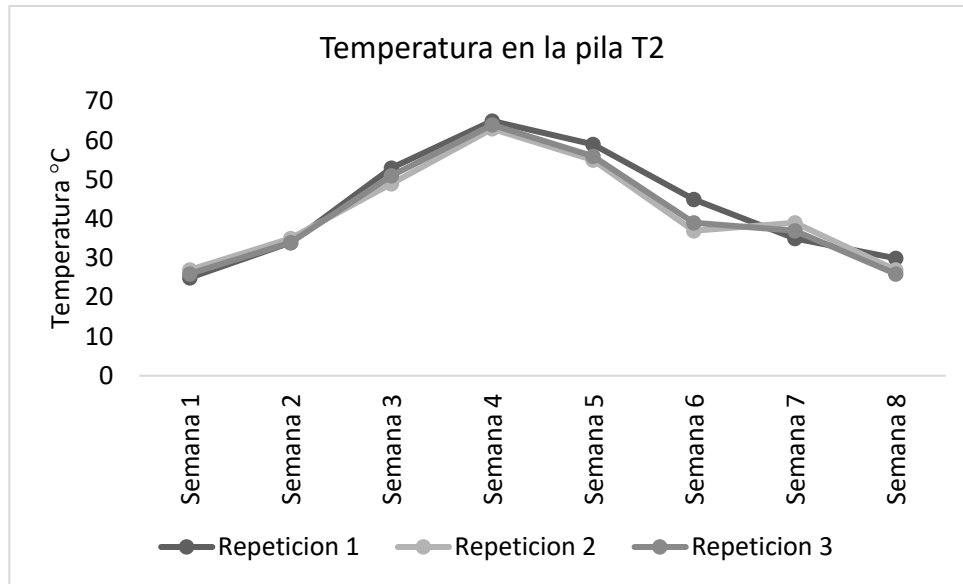


Fig.3. Resultados de Temperatura de la Pila Compostera T2

Temperatura °C en la Pila Compostera T3: En la figura 4, se muestra resultados obtenidos de temperatura en la pila T3 y sus repeticiones evaluadas en las 8 semanas evidenciado que se inició con una temperatura de 27°C, a su vez ésta fue incrementándose a un pico máximo de 73°C, logrando descender hasta 26°C.

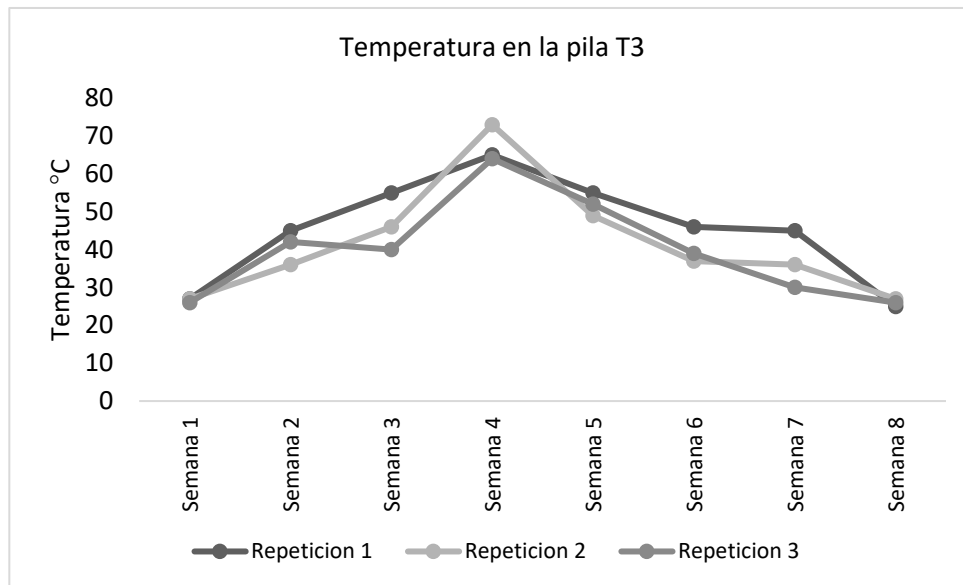


Fig.4. Resultados de Temperatura de la Pila Compostera T3

- **Resultados de pH**

pH en la Pila Compostera T0 : En la figura 5, se muestra resultados obtenidos de pH en la

pila T0 y sus repeticiones evaluadas en las 8 semanas evidenciado que la primera semana inicio con valores entre los rangos de 4 - 5, a su vez ésta fue incrementándose hasta alcanzar el valor más alto de 8.5.

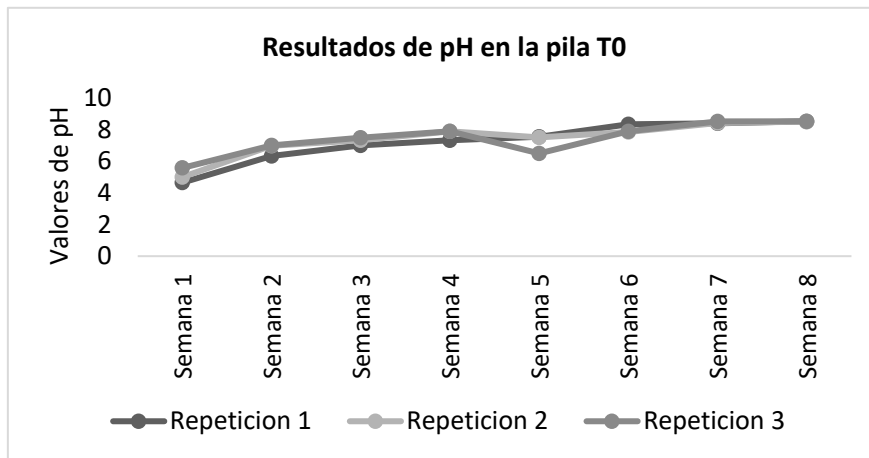


Fig.5. Resultados de pH de la Pila Compostera T0

pH en la Pila Compostera T1 : En la figura 6, se observa resultados obtenidos de pH en la pila T1 y sus repeticiones evaluadas en las 8 semanas evidenciado que la primera semana inicio con valores entre los rangos de 4.5 – 5.1, a su vez ésta fue incrementándose hasta alcanzar el valor más alto de 8.38.

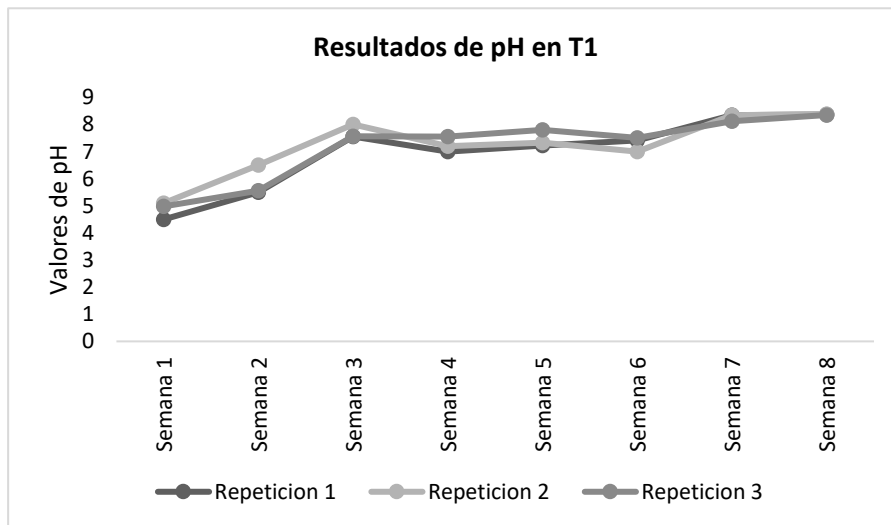


Fig.6. Resultados de pH de la Pila Compostera T1

pH en la Pila Compostera T2: En la figura 7, se muestra resultados obtenidos de pH en la pila T2 y sus repeticiones evaluadas en las 8 semanas evidenciado que la primera semana inicio con valores entre los rangos de 5.1 – 5.5, a su vez ésta fue incrementándose hasta alcanzar el valor más alto de 8.45.

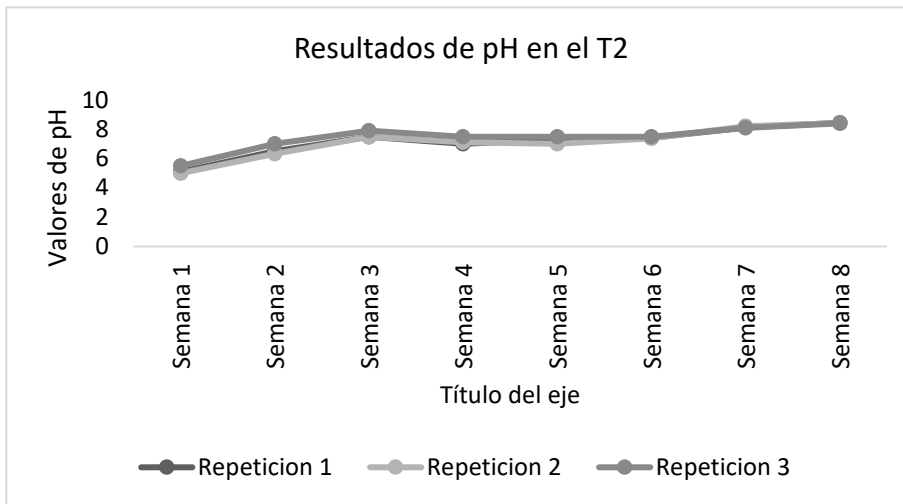


Fig.7. Resultados de pH de la Pila Compostera T2

pH en la Pila Compostera T3: En la figura 8, se observa resultados obtenidos de pH en la pila T3 y sus repeticiones evaluadas en las 8 semanas evidenciado que la primera semana inicio con valores entre los rangos de 6.5 – 6.98, a su vez ésta fue incrementándose hasta alcanzar el valor más alto de 8.46.

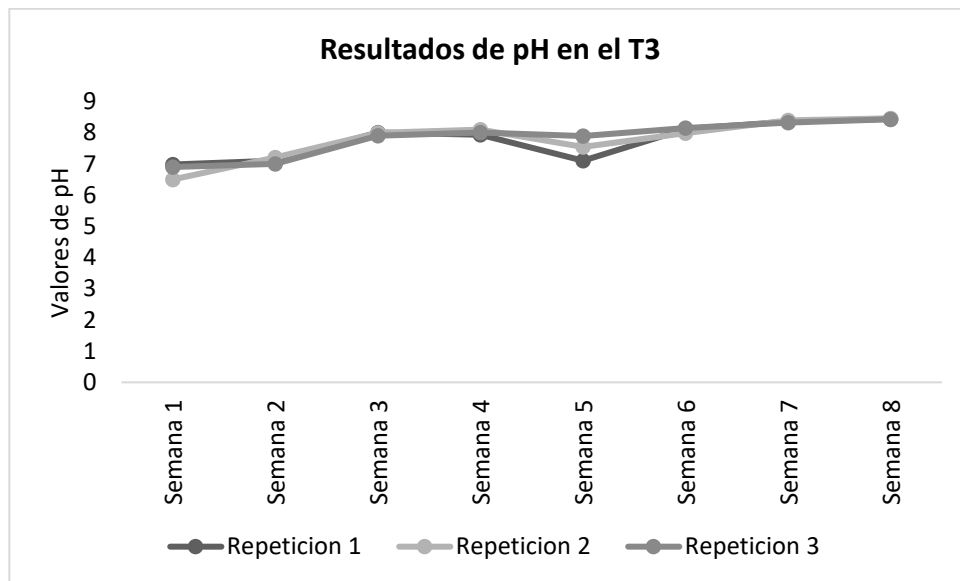


Fig.8. Resultados de pH de la Pila Compostera T3

- Resultados de Conductividad Eléctrica (dS/m-1)

En la tabla 4, se muestra los resultados del análisis de varianza respecto a la conductividad eléctrica (dS/m-1) en los Tratamientos (T0, T1, T2 Y T3) obteniéndose un P-Valor de 0.069; es decir no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, en la figura 9, se muestra que existe mayor conductividad eléctrica en el T2, seguidamente está el T0.

TABLA 4

Resultados de Análisis de Varianza respecto a Conductividad Eléctrica en los Tratamientos

FV	SC	G.L	MC	F	P-Valor
Entre grupos	1.260	3	0.420	3.519	0.069
Dentro de grupos	0.955	8	0.119		
Total	2.214	11			

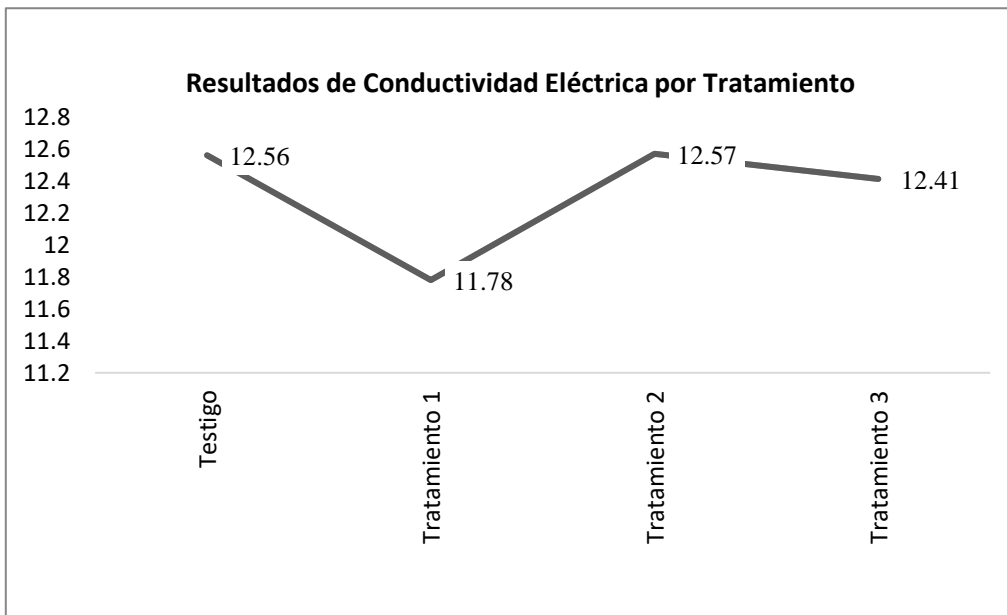


Fig.9. Resultados de Conductividad Eléctrica de cada Tratamiento

- **Resultado de Materia Orgánica (%)**

En la tabla 5 se muestra los resultados del análisis de varianza respecto a Materia Orgánica (%) en los Tratamientos (T0, T1, T2 y T3) obteniéndose un P-Valor de 0.000; es decir existe diferencia significativa entre los tratamientos. En la tabla 6 y figura 10 se muestra que el T0 presenta mayor porcentaje de Materia Orgánica.

TABLA 5

Resultados de Análisis de Varianza respecto a Materia Orgánica en los tratamientos

FV	SC	G.L	MC	F	P-Valor
Entre grupos	65.717	3	21.906	3600.953	0.000
Dentro de grupos	0.049	8	0.006		
Total	65.766	11			

TABLA 6
Prueba de Tukey para los tratamientos respecto a resultados de % de Materia Orgánica

Tratamientos	N	Grupos			
		1	2	3	4
Tratamiento 3	3	44,7500			
Tratamiento 2	3		45,6300		
Tratamiento 1	3			47,3000	
Testigo	3				50,8667
P-Valor		1,000	1,000	1,000	1,000

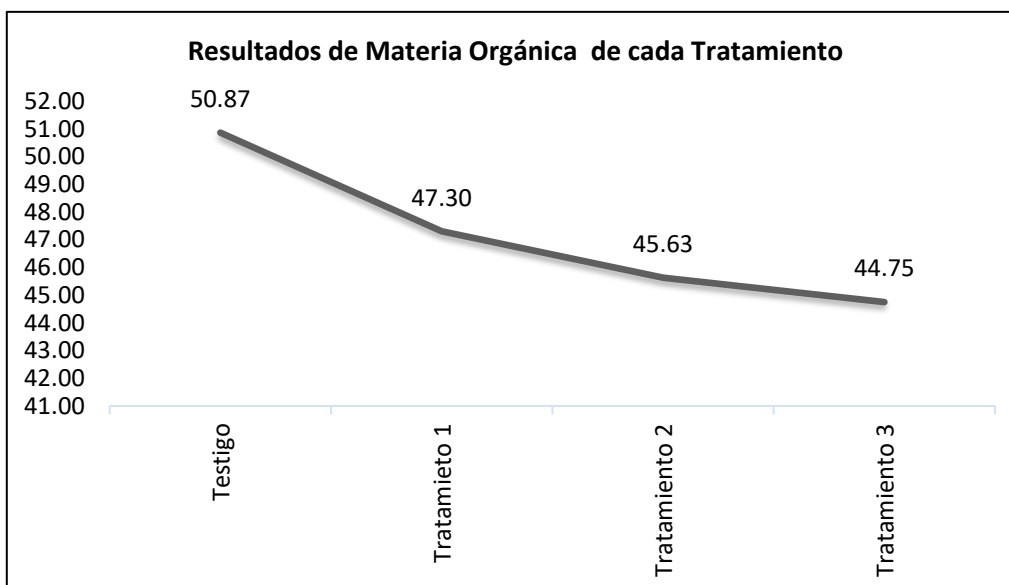


Fig.10. Resultados de Materia Orgánica de cada Tratamiento

- Resultados de % de Nitrógeno

En la siguiente tabla se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al % de Nitrógeno con los Tratamientos (T0, T1, T2 y T3), obteniéndose un P-Valor de 0.000; es decir existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que se realizara la prueba Tukey, para evidenciar que tratamiento obtuvo mayor porcentaje de Nitrógeno.

TABLA 7
Resultados de Análisis de Varianza respecto al % de Nitrógeno en los tratamientos

FV	SC	G.L	MC	F	P-Valor
Entre grupos	0.381	3	0.127	20.455	0.000
Dentro de grupos	0.050	8	0.006		
Total	0.431	11			

Al realizar la prueba Tukey se obtuvo la conformación de dos grupos, el primer grupo formado por el tratamiento 0 (Testigo) y el segundo grupo formado por el Tratamiento T1, T2 y T3

evidenciando mayor resultado en el Tratamiento 1 (T1), seguidamente el Tratamiento 3, posteriormente el T2 Y T0, tal y como se muestra en la tabla 8 y figura 11.

Tabla 8
Prueba de Tukey para los tratamientos respecto a resultados de % Nitrógeno

Tratamientos	N	Grupos	
		1	2
Testigo	3	1.0067	
Tratamiento 2	3		1.2600
Tratamiento 3	3		1.4400
Tratamiento 1	3		1.4433
P-Valor		1.000	0.082

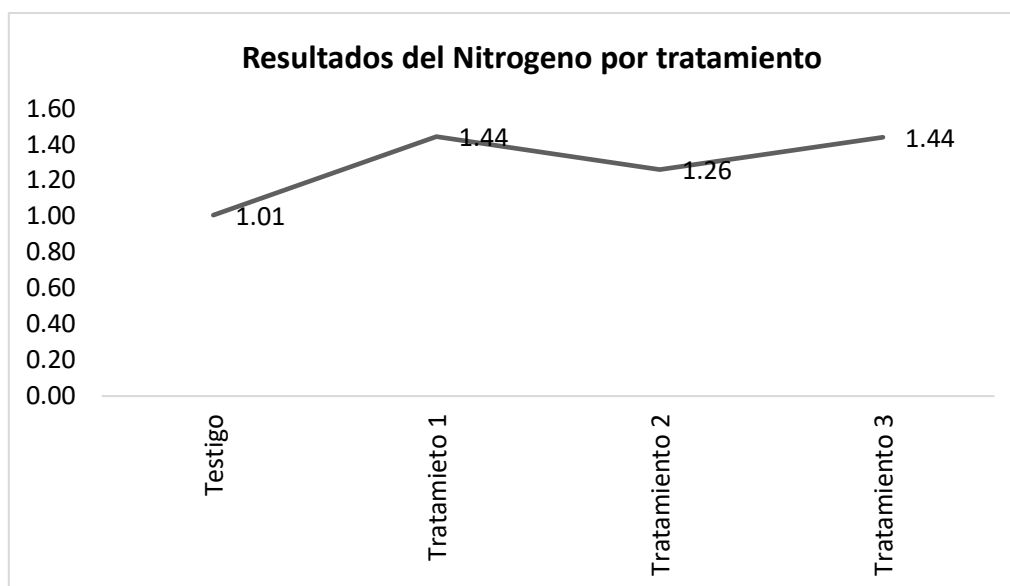


Fig.11. Resultados de % de Nitrógeno por cada Tratamiento

- Resultados de % de Fósforo

En la tabla 9 se muestra los resultados del análisis de varianza respecto Fosforo P205 (%) en los Tratamientos (T0, T1, T2 y T3), obteniéndose un P-Valor de 0.661; es decir no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, en la figura 12 se muestra que existe mayor % de fosforo en el tratamiento 3 (T3), seguido del T2, T1 Y T0.

TABLA 9
Resultados de Análisis de Varianza respecto a % de Fosforo en los tratamientos

FV	SC	G.L	MC	F	P-Valor
Entre grupos	0.003	3	0.001	0.553	0.661
Dentro de grupos	0.015	8	0.002		
Total	0.018	11			

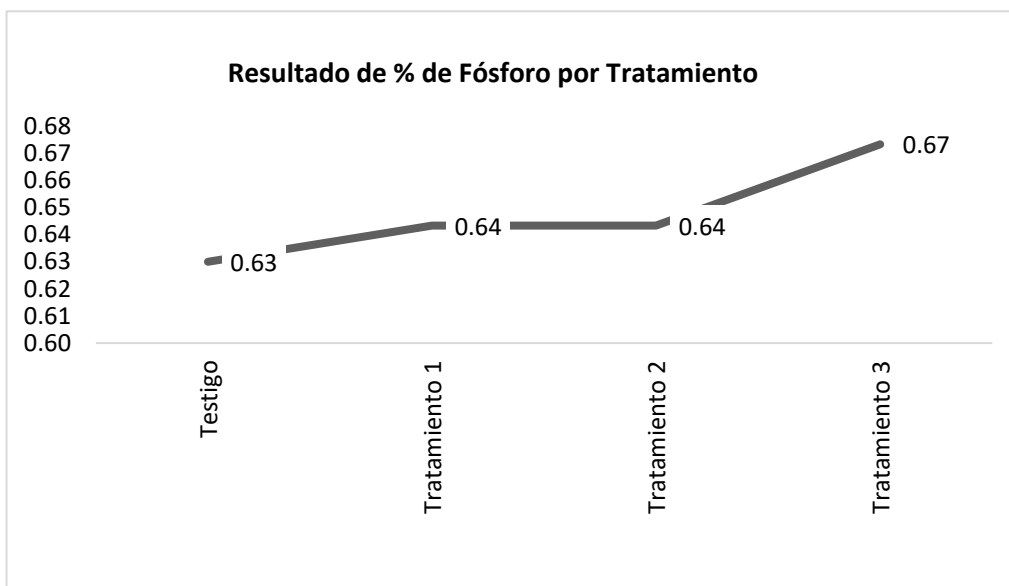


Fig.12. Resultados de % de Fósforo por cada Tratamiento

- Resultados de % de Potasio

En la tabla 10, se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al % de Potasio K en los Tratamientos (T0, T1, T2 y T3), obteniéndose un P-Valor de 0.000; es decir existe diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, en la tabla 11 y figura 13 se muestra el mejor tratamiento.

TABLA 10
Resultados de Análisis de Varianza respecto a % de Potasio en los Tratamientos

FV	SC	G.L	MC	F	P-Valor
Entre grupos	0.030	3	0.010	118.500	0.000
Dentro de grupos	0.001	8	0.000		
Total	0.030	11			

TABLA 11
Prueba de Tukey para el % de potasio en los Tratamientos

Tratamientos	N	Grupo	
		1	2
Testigo	3	0.9800	
Tratamiento 2	3	0.9867	
Tratamiento 1	3	0.9900	
Tratamiento 3	3		1.1000
P-Valor		0.565	1.000

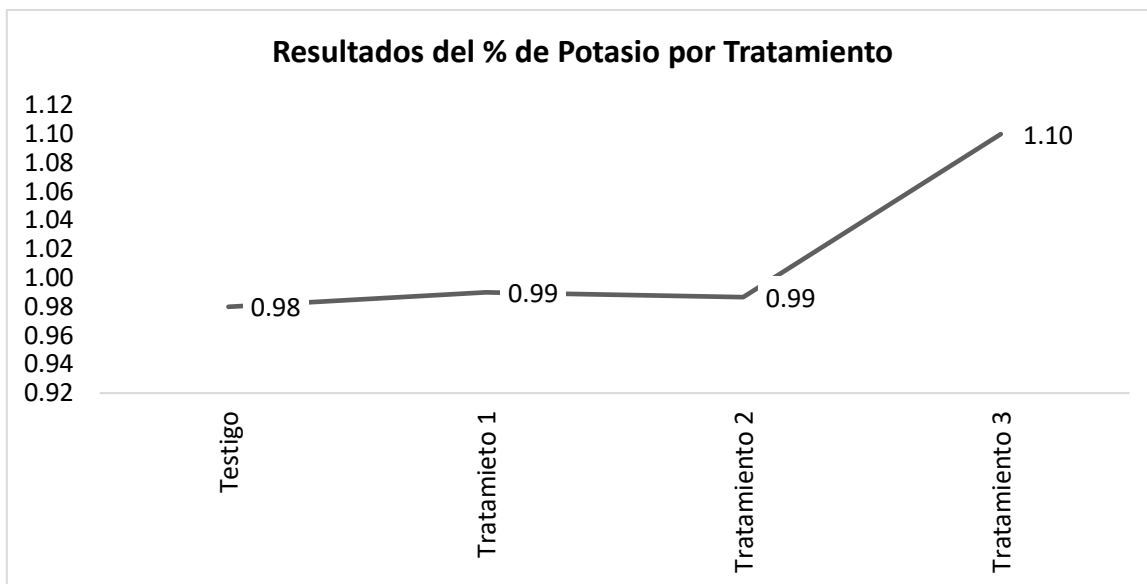


Fig. 13. Resultados de Potasio por cada tratamiento

- **Resultados de % de Calcio**

En la tabla 12 se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al % de Calcio CaO en los Tratamientos (T0, T1, T2 y T3), obteniéndose un P-Valor de 0.294; es decir no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, en la figura 14, se muestra que existe mayor % de Calcio en el tratamiento Testigo, seguidamente del T2, T3 y T1.

TABLA 12

Resultados de Análisis de Varianza respecto a % de Calcio en los Tratamientos

FV	SC	G.L	MC	F	P-Valor
Entre grupos	0.031	3	0.010	1.472	0.294
Dentro de grupos	0.056	8	0.007		
Total	0.087	11			

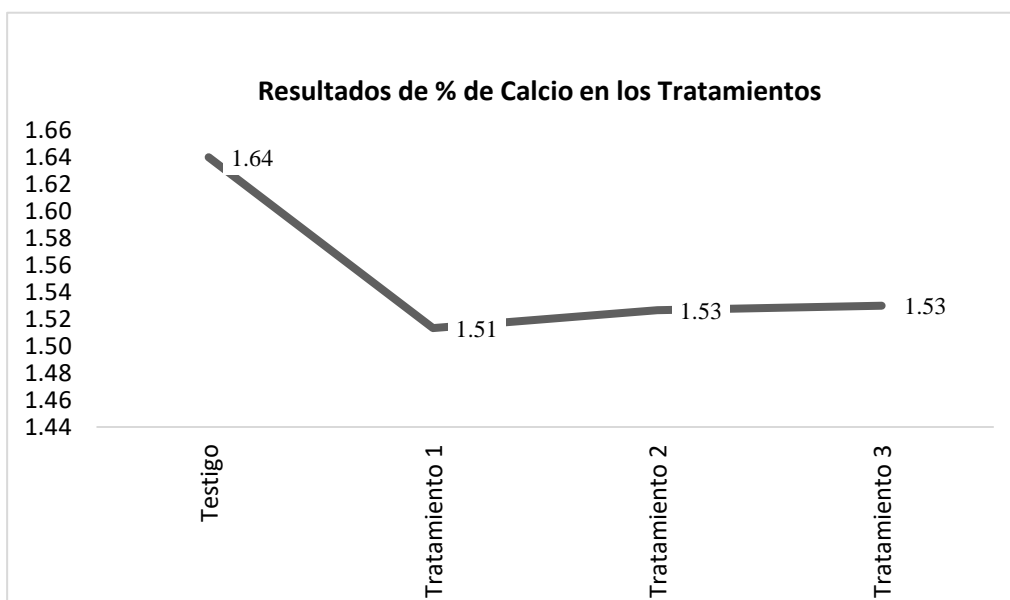


Fig. 14. Resultados del Calcio en los Tratamientos

- Resultados de % de Magnesio

En la tabla 13, se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al % de Magnesio Mg en los Tratamientos (T0, T1, T2 y T3), obteniéndose un P-Valor de 0.722; es decir no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, en la figura 15 se muestra que existe mayor % de magnesio en el tratamiento 1, seguidamente del T2, T3 y T0.

TABLA 13
Resultados de Análisis de Varianza respecto a % de Magnesio en los Tratamientos

FV	SC	G. L	MC	F	P-Valor
Entre grupos	0.006	3	0.002	0.453	0.722
Dentro de grupos	0.035	8	0.004		
Total	0.041	11			

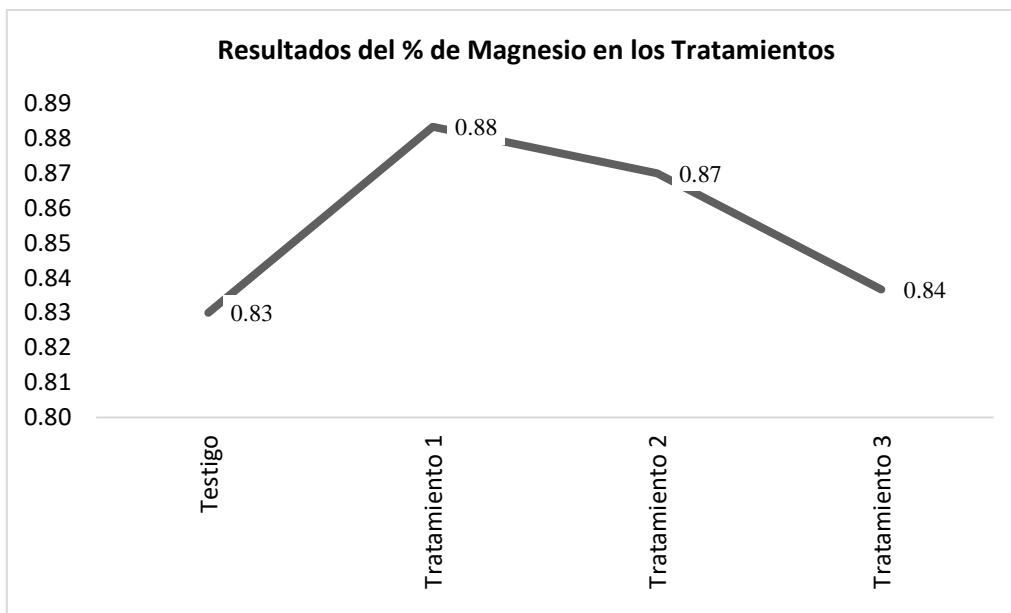


Fig. 15. Resultados de % de Magnesio en los Tratamientos

- Resultados de % de Humedad

En la tabla 14 se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al % de Hd en los Tratamientos (T0, T1, T2 y T3). obteniéndose un P-Valor de 0.382; es decir no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, en la figura 16, se muestra que existe mayor % de Hd en el tratamiento Testigo, seguidamente del T2, T1 y T3.

TABLA 14
Resultados de Análisis de Varianza respecto a % de Hd en los Tratamientos

FV	SC	G.L	MC	F	P-Valor
Entre grupos	78.688	3	26.229	1.163	0.382
Dentro de grupos	180.370	8	22.546		
Total	259.058	11			

-

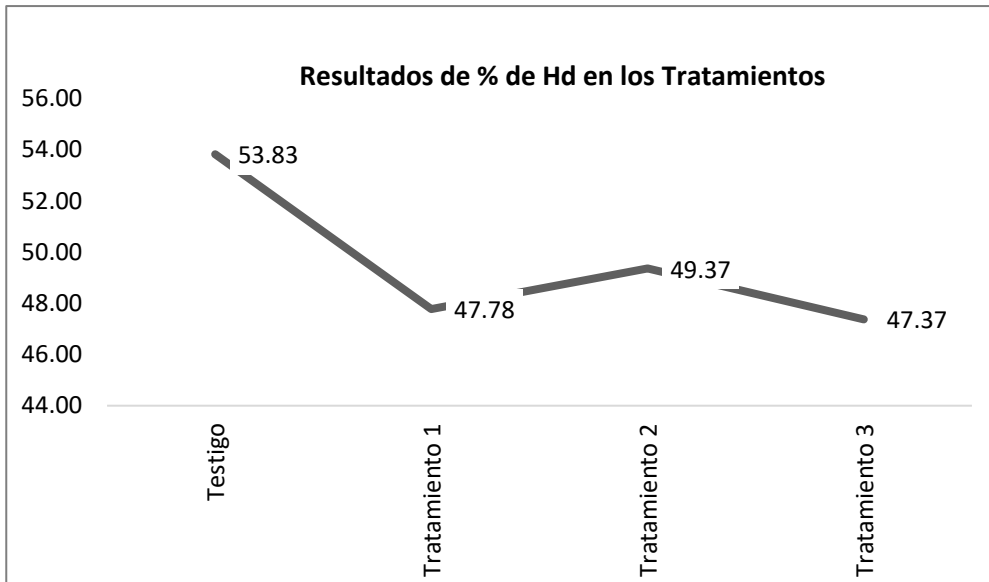


Fig. 16. Gráfico de Medias de Resultados de % de Hd de acuerdo a cada tratamiento

- **Resultados de Relación C/N (%)**

En la tabla 15, se muestra los resultados del análisis de varianza respecto a la relación C/N en los Tratamientos (T0, T1, T2 y T3), obteniéndose un P-Valor de 0.000; es decir existe diferencia significativa entre los tratamientos. En la figura 17, se evidencia que el T0 obtuvo mayor relación de carbono y Nitrógeno.

TABLA 15
Resultados de Análisis de Varianza respecto a la relación de C/N en los Tratamientos.

FV	SC	G.L	MC	F	P-Valor
Entre grupos	10.146	3	3.382	19325.000	0.000
Dentro de grupos	0.001	8	0.000		
Total	10.147	11			

TABLA 16
Prueba de Tukey para el % de C/N en los tratamientos

Tratamientos	N	Grupo	
		1	2
Tratamiento 1	3	23.6233	
Tratamiento 3	3	24.3233	
Tratamiento 2	3	24.8767	
Testigo	3		27.9900
P-Valor		0.566	1.000

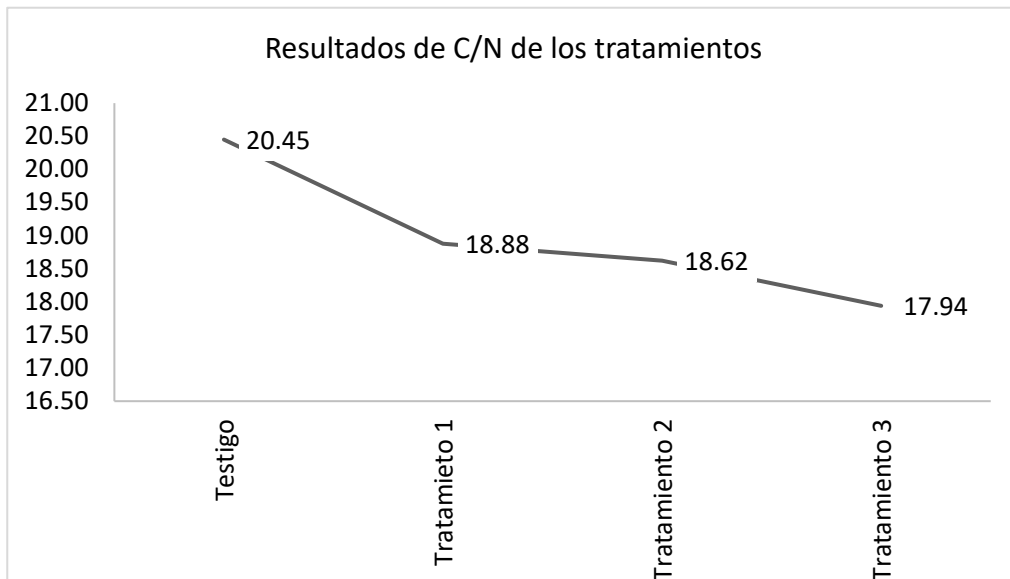


Fig. 17. Resultados de la relación de C/N en los tratamientos

- Resultados de % de Sodio

En la tabla 16, se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al % de sodio en los Tratamientos (T0, T1, T2 y T3), obteniéndose un P-Valor de 0.069; es decir no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, en la figura 18, se muestra que existe mayor % de Na en el tratamiento Testigo y T3, seguidamente del T2 y T1.

TABLA 17
Resultados de Análisis de Varianza respecto al % de Na en los Tratamientos

FV	SC	G.L	M.C	F	P-Valor
Entre grupos	0.005	3	0.002	3.517	0.069
Dentro de grupos	0.004	8	0.000		
Total	0.009	11			

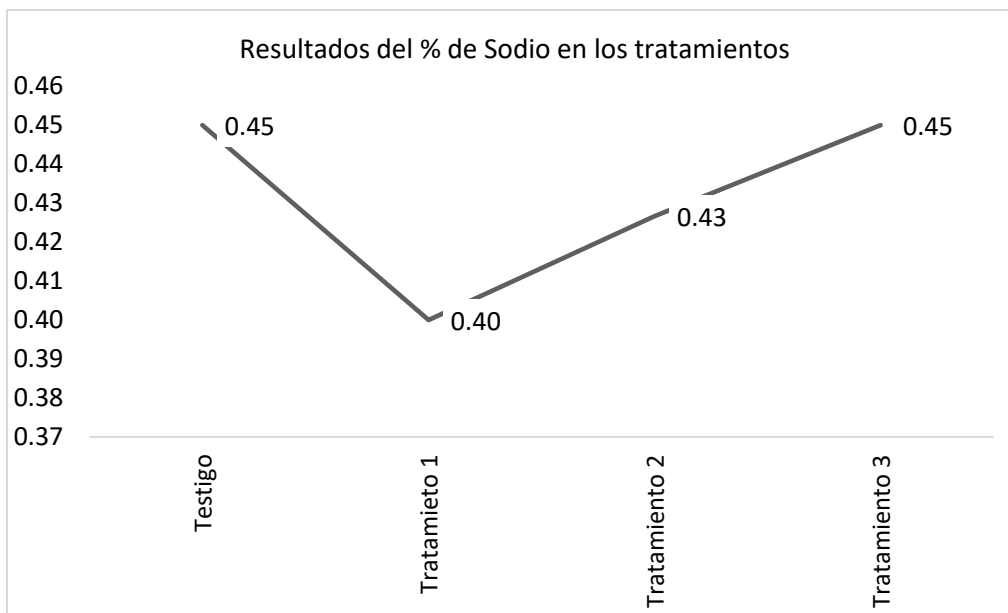


Fig. 18. Resultados del Sodio en cada Tratamiento

- Resultados de % de Carbono

En la tabla 17 se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al % de Carbono en los Tratamientos (T0, T1, T2 y T3), obteniéndose un P-Valor de 0.000; es decir existe diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, en la figura 19, se muestra que existe mayor % de C en el tratamiento Testigo, seguidamente del T1, T2.y T3.

TABLA 17

Resultados de Análisis de Varianza respecto al % de Carbono en los Tratamientos

FV	SC	G.L	M.C	F	P-Valor
Entre grupos	5.964	3	1.988	11360.000	0.000
Dentro de grupos	0.001	8	0.000		
Total	5.965	11			

Tabla 18

Prueba de Tukey para el % de Carbono en los tratamientos

Tratamientos	N	Grupo
		1
Tratamiento 2	3	41.9767
Tratamiento 1	3	42.3967
Tratamiento 3	3	42.7500
Testigo	3	43.8800
P-Valor		0.099

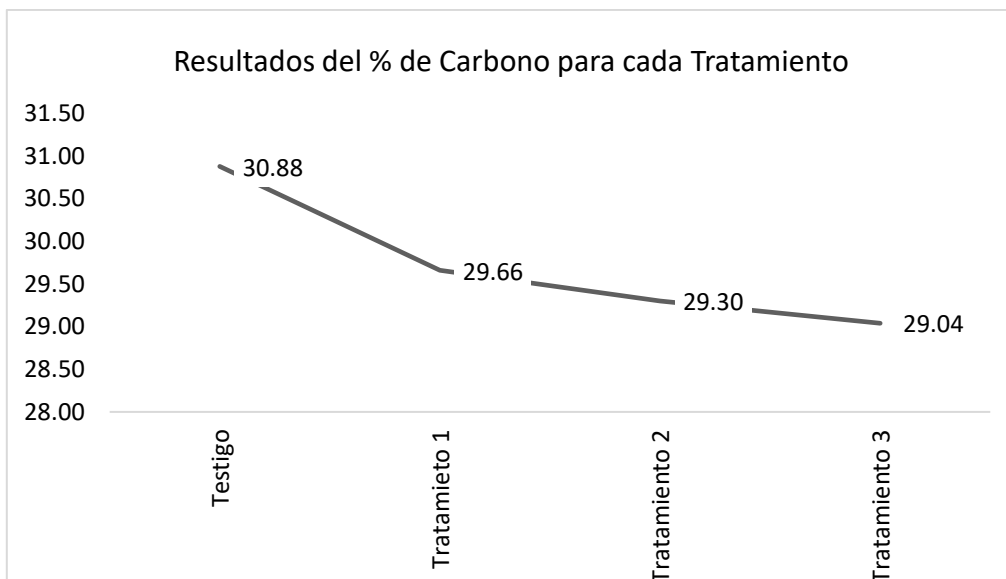


Fig.19. Resultados del % Carbono en los Tratamientos.

4. DISCUSIÓN

Los Microorganismos Eficientes trabajados en la presente investigación estuvieron conformados por un cultivo microbiano mixto presentes en una presentación en estado líquido, tal y como se observa en la Tabla 2, con un pH de 3,6 con olor agridulce y de coloración marrón rojizo. Según, Prado (2017) menciona que para finalizar la fermentación los EM deben tener un Ph < o = a 3,8, a su vez el olor debe mantenerse entre dulce/ácido similar al guarapo y color marrón rojizo. Los Sólidos solubles presentaron el valor de 18 °Bx, considerado dentro del rango establecido por (Meza, 2014), el cual indica que debe comprender entre 14 – 24 °Bx. Asimismo, la C.E presentó el valor de 11 dS/cm, considerándose óptimo de acuerdo a Prado (2017).

Por otro lado, se identificó a 1.3×10^7 UFC/mL de bacterias Ácido láctico *Lactobacillus* sp, ya que de acuerdo a, Meza (2016), éstos son capaces de suprimir microorganismos patógenos y acelera la descomposición de la materia orgánica. A su vez se encontró 10×10^5 UFC/mL de *Saccharomyces* sp, (*Rhodopseudomonas palustris*) 10×10^3 UFC/mL y Hongos de fermentación tales como *Aspergillus* 10×10^2 UFC/mL, del mismo modo. Morocho (2019), precisa que el consorcio microbiano que conforman los EM, debe contener mayores valores las bacterias, levaduras y Hongos, ya que éstas en unión presentan un alto potencial para acelerar la descomposición de la materia orgánica.

Los resultados de temperatura del T0 inició con 29°C y alcanzando el máximo de 69°C, T1 inicio con 28°C alcanzando un máximo de 60°C, en el T2 inició con 27°C alcanzando el pico mas alto de 69°C y la T3 inició con 27°C alcanzando el máximo de 70°C. De acuerdo a la FAO (2013), la Temperatura óptima para compost comprende el rango entre 35°C y 70°C.

De acuerdo a la figura 6, 7, 8 y 9, se muestra que el mayor pH durante la última semana fue el T0 con un valor de 8.5300 superando a los demás tratamientos; identificando que cumplen con la normativa evaluada, sintonía de una buena descomposición, debido a las variaciones durante el proceso del compostaje y sus fases. Asimismo, se muestra que al inicio en la primera semana en los

tres tratamientos hubo una disminución de pH, por la acción de los microorganismos con la materia orgánica, produciendo la liberación de los ácidos orgánicos, mientras va pasando los días el pH va ascendiendo. Según (Márquez et al., 2017) esto es debido a, la pérdida de ácidos y a la generación del amoníaco en la descomposición.

Los resultados de conductividad eléctrica de acuerdo a la tabla 4, Fig.9., se muestra que estuvo en un rango entre 11.78 – 12.57 (dS/m^{-1}), siendo el predominante el T2 con un valor de 12.57 (dS/m^{-1}); identificando que no cumplen con la Normativa chilena. Según, Córdova (2016), esto es debido a la mineralización de la materia orgánica, este hecho produce un aumento de los nutrientes y sales solubles en el compost. Asimismo, Portilla (2022), en su investigación obtuvo mayor conductividad eléctrica en el T1 con una dosis de 5 L de EM, alcanzando el valor de 5 dS/m^{-1} ; estos valores son considerados ligeramente salino.

Por otro lado, la Materia orgánica obtenida en los resultados presentados en la tabla 5, 6 y fig.10, se muestra que los mayores valores se obtuvieron en el T0 con un valor de 50.8 %, seguidamente del tratamiento T1, T2 Y T3 cumpliendo con la Normativa Chilena y FAO. De forma similar (Pauta, 2022) en su investigación obtuvo un valor de 45,2 % en el T0, éste registró mayor cantidad de materia orgánica que los otros tratamientos, esto es debido a que no fueron inoculados los microorganismos eficientes para su rápida descomposición, sin embargo, cumple los valores establecidos por la norma.

De acuerdo a los resultados NPK, se encontró que el % de Nitrógeno presentados en la tabla 8 y fig.13 se evidencia, que el T3 tiene el mejor rango entre 1.01% a 1.44% de nitrógeno, a su vez cumplen con la Normativa Chilena y FAO. Según, Melo (2020) esto es debido a que los microorganismos eficientes han ayudado a la nitrificación y a su liberación al ser inoculados facilitando la mineralización en el compostaje. Asimismo, la investigación de Huaman (2015), muestra que obtuvo un valor de 1.67% en el T3 quien tuvo mayor cantidad de microorganismos eficientes, en el cual se demuestra que, a mayor dosis de aplicación de microorganismos, el contenido del nitrógeno será mayor. Por otro lado, se evidencia que los resultados del % de fósforo tiene una variación entre 0.63% – 0.67n%, evidenciando que los resultados obtenidos de los Tratamientos cumplen con la Normativa chilena y FAO. Según, (Álvarez et al., 2019) esto es debido a que la materia orgánica junto con los microorganismos eficientes mantiene el porcentaje de fosforo en relación con el nitrógeno, ya que es necesario para el desarrollo metabólico del compostaje. Asimismo, de forma similar, (Pacheco & Herrera, 2021) obtuvieron una variación entre 0,47 - 0,63, lo que evidencia que tiene porcentajes apropiados y que es rico en macronutrientes. A su vez, de acuerdo a la fig.13, se evidencia que el rango de potasio está entre 0.98% – 1.10% en los tratamientos de T0, T1 Y T2, cumpliendo con la Normativa chilena y FAO. Sin embargo, el T3 sobrepasa la normativa con 1.10 %. según, Lara (2015), es debido a la cantidad de microorganismos eficientes añadido el estiércol de vacuno, ya que éstos son influyentes en el proceso del compost. Al mismo tiempo, Soriano (2016), obtuvo un promedio de 2,25 -3. 5- 2.46, utilizando EM y estiércol de vacuno y ovino.

Los resultados de % de calcio mostrados en la figura 14, varían de 1.51 % a 1.64 %. Asimismo, Montero (2019), reportó valores cercanos entre 0.92% - 1.30% en sus tratamientos con la aplicación de EM, estiércol de vacuno y aserrín. A su vez, (Pacheco & Herrera, 2021), reportó valores entre 1.31% y 1.80% donde el porcentaje más alto corresponde al tratamiento sin dosificación de EM, siendo 30 días el periodo de descomposición. Donde se deduce que influyó el corto tiempo de descomposición y otros factores ambientales. Ya que en las dos investigaciones se relacionan la

variación del calcio. Por otro lado, Portilla (2022) menciona que los micronutrientes como calcio, magnesio y boro en pequeñas cantidades proporcionan equilibrio a las plantas, no obstante, la norma chilena no toma en cuenta el límite o rango de calcio para determinar la calidad de compost.

De acuerdo a los resultados de % de Magnesio presentados en la fig. 15, todos los tratamientos presentaron valores dentro del rango, establecido por la norma chilena NCH288, variando entre 0.83 % y 0.88%. A su vez, Castillo (2019), obtuvo valores entre 0,76% y 0,01% disminuyendo ligeramente con el incremento de los microorganismos, por lo que influye la cantidad de adición de los EM, es decir a menor cantidad de EM mayor porcentaje se obtendrá el magnesio. Asimismo, los resultados de Ávila (2015) obtuvo el valor más alto representado por el tratamiento con dosis mínima y el menor al tratamiento sin dosis. Según, Sánchez (2015) existe una correlación positiva entre bacteria y el magnesio, dichas variables estudiadas tienden hacer directamente proporcional, es decir mientras una variable aumenta la otra tiende a subir o viceversa (Gallardo, 2013). Por otro lado, los resultados de Humedad mostrados en la fig.16, todos los tratamientos presentaron valores dentro del rango de humedad establecido por la Normativa chilena y FAO, variando en 40 % para el T0 a 43% para el T3. Esto se atribuye a la dosis de EM, que permite una mayor descomposición de la mezcla de residuos orgánicos y mayor retención de humedad (H₂O). Por la presencia de mayor número de cargas eléctricas negativas del compost descompuesto que incrementa la absorción de agua (Morocho & Leiva, 2019). Por otro lado, según (Navarro & Abril, 2009), muestra la caracterización física química de la paja de arroz, donde los parámetros de humedad y materia orgánica estuvieron en un rango entre 12,7 y 80,3 respectivamente.

La relación de carbono /nitrógeno (C/N), se encuentra en una rango de 17.94 % a 20.45 %, tal y como se muestra en la Fig.17, cumpliendo con la Normativa chilena, donde la relación optima está comprendida entre 10 y 25 % y esta relación se hace cada vez menor con el tiempo de compostaje, debido a la transformación de la materia orgánica y al desprendimiento de carbono en forma de CO₂, es por ello que los tratamientos 1,2 y 3 las cuales contienen microorganismos eficientes, se inclinan a valores menores que el de testigo. De manera similar, Huamán (2019), presenta resultados donde varían de 16.54 y 30 %. cuya diferencia se atribuye a la cantidad de carbono aplicada en las pilas de compostaje. Por otro lado, los grupos microbianos que compone los EM son las levaduras y las bacterias ácido lácticas, las cuales utilizan fuentes de carbono y nitrógeno, la cual es brindada por la descomposición de materiales (Ansorena et al., 2014).

De acuerdo a la Fig.18, los resultados de sodio (Na) varían entre 0.40% y 0.43%, cumpliendo con la Normativa chilena. No obstante, Soriano (2016), presenta resultados de 0.45% a 0.55% donde el tratamiento con dosis de 500 ml de EM obtuvo el valor más alto de sodio. Asimismo, Torres et al. (2016), menciona que las cantidades elevadas de sodio en compost presentan riesgos de sodicidad. De tal manera en su investigación evalúa la calidad de abonos orgánicos, mostrando que el compost de gallinazo presenta riesgo de salinización y sodificación a diferencia que el de vacuno.

Los resultados de % de carbono presentados en la Fig.19, presentan una variación entre 29.04% y 30.08%, donde el tratamiento testigo obtuvo el valor más alto a diferencia de los demás tratamientos, sin embargo, no existe especificaciones en la norma para determinar la clasificación de este parámetro. Según, Morocho & Leiva (2019) uno de los grupos microbianos que compone lo EM utilizan el carbono como fuente de energía dado que activan sus procesos metabólicos, la celulosa de algunos materiales son fuente de carbono como el caso de aserrín por sus propiedades físicas químicas como lo describe (Reyes, 2016).

La evaluación de los parámetros de pH, Temperatura, materia orgánica, nitrógeno, oxido de fosforo, oxido de potasio, oxido de magnesio, humedad, relación C/N se encuentran dentro de los estándares de calidad de compost, según la norma chilena NCh2880 y FAO, sin embargo, la conductividad eléctrica (C.E) se encuentra por encima del límite permisible, debido a la mineralización de la materia orgánica (Cordova, 2016). En cambio, los parámetros de Sodio, carbono y oxido de calcio, se encuentran en cantidades bajas. Denotando la importancia del aprovechamiento de residuos ya que permite la reincorporación en el ciclo productivo, con el fin de minimizar los impactos negativos al medio ambiente y a su vez generar beneficios económicos y sociales (Andrade, 2014). Considerando que, para Castañeda (2017), la generación de residuos sólidos orgánicos sigue presentando problemas ambientales en los componentes de suelo, agua y aire y problemas sociales con la afectación a la salud humana, considerando que los residuos orgánicos son los más predominantes con un 42 % . Sin embargo, de acuerdo a (Henao, 2008), precisa que estos residuos pueden ser un recurso para el reaprovechamiento y ser utilizados para diferentes actividades, una de ellas es el compostaje. Es por ello que, para Yépez (2019), el compost a base de residuos orgánicos muy aparte de mejorar las propiedades del suelo, contrarrestan la problemática ambiental que éstos mismos lo generan. Asimismo, los microorganismos eficientes van a restablecer el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando así su condición fisicoquímica, incrementando su protección y producción en los cultivos, a su vez van a preservar los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente sostenible. (Alarcón, 2020).

5. CONCLUSIÓN

Concluimos que los microorganismos eficientes fueron efectivos en los parámetros físico-químicos del compost obtenido a partir de residuos sólidos orgánicos, brindando una alternativa biotecnológica para la reutilización de residuos sólidos que a su vez redundan en la mitigación del impacto ambiental causado por los mismos.

Los Microorganismos Eficientes trabajados en la presente investigación estuvieron conformados por un cultivo microbiano mixto presente en presentación de estado líquido, con un pH de 3.6 con olor agridulce y coloración café.

Se identificaron bacterias ácido lácticas *Lactobacillus* sp a $1,3 \times 10^7$ UFC/mL, estas son capaces de suprimir microorganismos patógenos y acelerar la descomposición de la materia orgánica.

Se encontraron 10×10^5 UFC/mL de *Saccharomyces* sp, (*Rhodopseudomonas palustris*) 10×10^3 UFC/mL y hongos de fermentación como *Aspergillus* 10×10^2 UFC/mL.

Los resultados de temperatura de T0 comenzaron con 29°C y alcanzaron el máximo de 69°C.

Los resultados de conductividad eléctrica estuvieron en un rango entre 11.78 – 12.57 (dS/m-1).

La evaluación de los parámetros de pH, temperatura, materia orgánica, nitrógeno, óxido de fósforo, óxido de potasio, óxido de magnesio, humedad, relación C/N están dentro de los estándares de calidad del compost.

Los Microorganismos Eficientes son una alternativa tecnológica para la producción de compost de forma sostenible con el Medio Ambiente.

AGRADECIMIENTO

Las Autoras de este trabajo agradecemos en primer lugar a Dios por brindarnos la salud necesaria para lograr el desarrollo de la investigación. Asimismo, a nuestros padres por el apoyo incondicional en todo el proceso y a nuestro asesor por las recomendaciones, apoyo y guía para nuestra investigación.

ÉTICA, CONFLICTO DE INTERESES Y DECLARACIÓN DE FINANCIAMIENTO

Las autoras declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, durante el estudio y producción del manuscrito; Asimismo no hay ningún tipo de conflictos de intereses.

DECLARACIÓN DE FINANCIAMIENTO

El proyecto de investigación fue financiado por los autores.

Los APC de la publicación del artículo son financiados por la Unión Universidad Peruana

CONTRIBUCIONES DE AUTOR

La declaración de contribución de cada autor es la siguiente: J.G. y K.S: diseño de estudios, recopilación y análisis de datos, redacción. O.P. Asesoría, revisión, análisis formal, H.F.: Análisis estadístico e interpretación. J.P.: Revisión, Interpretación. I.G.R. : Revisión, J. S. Análisis e interpretación estadística. Todos los coautores contribuyeron a la revisión del manuscrito, leyeron y aprobaron la versión enviada.

6. REFERENCIAS

- Agraria. (2022). *Perú solo aprovecha el 0.98% de residuos orgánicos e inorgánicos que genera*. Minam. <https://agraria.pe/noticias/peru-solo-aprovecha-el-0-98-de-residuos-organicos-e-inorgani-26998>
- Alvarez, M., Largo, A., Iglesias, S., & Castillo, J. (2019). Quality of compost obtained from hen manure, with application of beneficial microorganisms. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 353–361. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.05>
- Ansorena, J., Merino, D., & Batalla, E. (2014). Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos , enmiendas y abonos orgánicos. *Escuela Agraria Fraisoro*, 1–67.
- Andrade, G. M. O. (2014). Transformación de los lodos generados en el camal municipal en compost para uso en el cultivo de vicia. Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/7811>

- Avila, M. (2015). Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo. *Universidad Nacional Del Centro Del Perú*, 109. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3511>
- Castañeda, S., & Rodriguez, J. (2017). Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. *Universidad y Salud*, 19(1), 116. <https://doi.org/10.22267/rus.171901.75>
- Castillo, Lady. (2019). Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo, 2019. *Repositorio Institucional Continental*, 130.
- Castro, H., Castañeda, E., & Sánchez, A. (2022). Sostenibilidad con compost a base de residuos de mercado para obtener mayor rendimiento de rabanito (*Raphanus sativus* L .), Barranca. *Revista de Investigación En Ciencias Agronómicas.*, 6, 567–580.
- Cordova, L. (2016). *Propuestas de mejora del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, generados en la actividad minera, empleando microorganismos eficientes.*
- Fernández, C., & Baptista, P. (2020). *Metodología de la investigación* (Vol. 21, Issue 1). <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Gallardo, K. (2013). *Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con Geomembrana.*
- Guanilo, R., Cornejo, J., Zamora, C., Quevedo, T., & García, R. (2021). Microorganismos eficientes en la descontaminación de agua subterránea y su implicancia en la producción y calidad de lechuga hidropónica. *Manglar*, 18(1), 77–82. <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/223>
- Henao, J. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.* Bogotá.
- Huaman, E. (2015). Efecto de la aplicación de microorganismos para la transformación de desechos orgánicos en compost en el distrito de Naranjillo - Mapresa. In *Repositorio Institucional UNAS*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/400>
- Huamán, M. (2019). Concentración de nitrógeno, fosforo, potasio y calcio en el compost producido a partir de residuos sólidos orgánicos de mercados populares y residencias de Huaraz-Ancash. *Aporte Santiaguino*, 12(2), 264–267. <https://doi.org/10.32911/as.2019.v12.n2.647>
- Huamaní, C., Tudela, J. W., & 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>
- Huaraca, K. (2020). Diferentes protocolos de optención y activación de microorganismos eficientes de montaña sobre las características fisicoquímicas de abonos orgánicos. In *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/141>

- Instituto Geofísico del Perú. (2020). *Amenaza de desastre en la localidad de carapongo*. IGP. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). *Anuario de estadísticas Ambientales*. INEI. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3426737/Perú%3A Anuario de Estadísticas Ambientales%2C 2021.pdf?v=1658177753](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3426737/Perú%3A%20Anuario%20de%20Estadísticas%20Ambientales%202021.pdf?v=1658177753)
- Lara, K. (2015). *Evaluación del comportamiento de los microorganismos eficientes para acelerar la transformación de los desechos sólidos orgánicos originados en el mercado san Alfonso-Riobamba*.
- Márquez, P., Díaz, M., & Cabrera, F. (2017). Factores que afectan al proceso de compostaje. *Advanced Materials*, 29(10), 16. <https://doi.org/10.1002/adma.201604105>
- Melo, J. (2020). Efecto de la regulación del pH y relación C/N en el proceso de compostado con la aplicación de bacterias ácido lácticas en residuos orgánicos. In *Universidad Científica del Sur. Facultad de Ciencias Ambientales. Ingeniería Ambiental*. [https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/965/TB-Baque A.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/965/TB-BaqueA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Meza, R. (2016). Efficient microorganisms and its benefits for farmers. *Revista para la transformación agraria sostenible*, 12.
- Ministerio del Ambiente. (2021). *Generación total de residuos sólidos municipales*. SINIA. <https://sinia.minam.gob.pe/informacion/tematicas?tematica=08> (sinia minam)
- Montero, S. (2019). *Eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, distrito de Pillco Marca*.
- Morocho, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Cagricola*, 46(2), 93–103. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Navarro, D., & Abril, A. (2009). La paja de arroz, consecuencias de su manejo y alternativas de aprovechamiento. *Redalyc*, 17(2), 69–79.
- Pacheco, C., & Herrera, R. (2021). Caracterización del efecto de microorganismos eficientes autóctonos en la producción de compost, de residuos del ganado: caso de estudio LYG FARM, QUITO, ECUADOR. In *Universidad técnica de cotopaxi* (Vol. 1). <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Pauta, J. (2022). *Aplicación de microorganismos beneficios en el compostaje de residuos orgánicos, caso de estudio: cda. laguna del sol y la planta de compostaje del valle*. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/11210>
- Peralta, N., Bernardo, G., Watthier, M., & Santos, R. (2019). Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis. *Idesia (Arica)*, 37(2), 59–66. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292019000200059>
- Pérez, F., León, J., & Galindo, N. (2015). Actinomicetos aislados del compost y su actividad

- antagonista a fitopatógenos de la papa (*Solanum tuberosum* spp. andigena Hawkes). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 33(2), 116–139.
- Portilla, R. (2022). *Microorganismos eficientes en la producción de compost a partir de residuos orgánicos en Chuquibambilla - Grau*. 2(8.5.2017), 2003–2005.
- Prado, X. (2017). *Tratamiento de los Residuos Sólidos generados en sanitarios Ecológicos mediante el uso de Microorganismos Eficientes en un proceso de Compostaje*. Lim
- Ramos, A. (2015). Residuos orgánicos de origen urbano e industrial que se incorporan al suelo como alternativa económica en la agricultura. *Revista CENIC*, 38, 45–53.
- Reyes, J. (2016). Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales. *Enfoque UTE*, 3(1), 41–56. <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>
- Sáez, A., & Urdoneta, J. (2021). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el caribe. *Choice Reviews Online*, 44(03), 44-1347-44–1347. <https://doi.org/10.5860/choice.44-1347>
- Sanchez, F. (2015). Evaluación de la producción de compost con microorganismos eficientes en el distrito de rupa rupa. In *Universidad Nacional Agraria de la Selva*.
- Segura, Á., Rojas, L., & Pulido, Y. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios*, 41, 22. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>
- Soriano, J. (2016). Tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de microorganismos eficaces - Concepción. In *Universidad Nacional del Centro del Perú*. [http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3487%0Ahttp://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3487/Soriano Vilcahuman.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3487%0Ahttp://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3487/Soriano%20Vilcahuman.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Tello, D., Flores, F., Avila, G., & Valenzuela, P. (2021). *Reciclación: fomento de prácticas de reciclaje en la Asociación de propietarios y Residentes de San Antonio de Carapongo como alternativa para el cuidado articulado del medio ambiente*.
- Torres, D., Mendoza, B., Meru, L., & Gómez, C. (2016). Riesgos de salinización y sodificación por el uso de abonos orgánicos en la depresión de Quíbor-Venezuela. *Multiciencias*, 16(2), 133–142.
- 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. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092019000200123
- Yépez, A. (2019). Innovative approaches of the environmental education with the use of urban organic residues. *Revista Cátedra*, 22. Obtenido de <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CATEDRA/article/view/1639/2733>

7. ANEXOS

"Producción de Compost a partir de Residuos Orgánicos haciendo uso de Microorganismos Eficientes "

Production of Compost from Organic Waste using Efficient Microorganisms

EVIDENCIAS DE SUMISION

em Environmental Technology & Innovation Orlando Poma

Home Main Menu Submit a Manuscript About Help

(bias) their work or state if there are no interests to declare.

- Complete Elsevier's Declaration of Interests form. (This will open outside of EM, in a new tab.)
- Once you have completed your Declaration, your statement should immediately download to your desktop.
- Upload this file along with the rest of the required items.

The order in which the attached items appear is the order established by this publication. You may re-order any items of the same type manually if necessary.

Change Item Type of all files to

Order	Item	Description	File Name	Size	Last Modified	Actions	Select
1	"Manuscript File"	Manuscript File	Konny Sandoval _ article ETI.docx	548.3 KB	May 17, 2023	Download	<input type="checkbox"/>

em Environmental Technology & Innovation

Home Main Menu Submit a Manuscript About Help

- Complete Elsevier's Declaration of Interests form. (This will open outside of EM, in a new tab.)
- Once you have completed your Declaration, your statement should immediately download to your desktop.
- Upload this file along with the rest of the required items.

The order in which the attached items appear is the order established by this publication. You may re-order any items of the same type manually if necessary.

Change Item Type of all files to

Order	Item	Description	File Name	Size	Last Modified	Actions	Select
1	"Author Statement"	Author Statement	Author Statement.docx	12.2 KB	May 17, 2023	Download	<input type="checkbox"/>
2	"Declaration of Interest Statement"	Declaration of Interest Statement	Declaration of Interest Statement.docx	11.5 KB	May 17, 2023	Download	<input type="checkbox"/>
3	"Cover Letter"	Cover Letter	Cover Letter.docx	12.0 KB	May 17, 2023	Download	<input type="checkbox"/>
4	"Graphical Abstract"	Graphical Abstract	Graphical Abstract.docx	3.9 MB	May 17, 2023	Download	<input type="checkbox"/>
5	"Highlights"	Highlights	Highlights.docx	18.6 KB	May 17, 2023	Download	<input type="checkbox"/>
6	"Manuscript File"	Manuscript File	Konny Sandoval _ article ETI.docx	548.3 KB	May 17, 2023	Download	<input type="checkbox"/>



Please provide the requested information.

Insert Special Character

Enter Comments

Please enter any additional comments you would like to send to the publication office. These comments will not appear directly in your submission.

Back Proceed



When possible these fields will be populated with information collected from your uploaded submission file. Steps requiring review will be marked with a warning icon. Please review these fields to be sure we found the correct information and fill in any missing details.

Insert Special Character

Title

Full Title (required)

Short Title

- Once you have completed your Declaration, your statement should immediately download to your desktop.
- Upload this file along with the rest of the required items.

The order in which the attached items appear is the order established by this publication. You may re-order any items of the same type manually if necessary.

Change Item Type of all files to

Order	Item	Description	File Name	Size	Last Modified	Actions	Select
1	*Author Statement	Author Statement	Author Statement.docx	12.3 KB	May 18, 2023	Download	<input type="checkbox"/>
2	*Declaration of Interest Statement	Declaration of Interest Statement	Declaration of Interest Statement.docx	11.5 KB	May 17, 2023	Download	<input type="checkbox"/>
3	*Cover Letter	Cover Letter	Cover Letter.docx	12.0 KB	May 17, 2023	Download	<input type="checkbox"/>
4	*Graphical Abstract	Graphical Abstract	Graphical Abstract.docx	3.9 MB	May 17, 2023	Download	<input type="checkbox"/>
5	*Highlights	Highlights	Highlights.docx	18.6 KB	May 17, 2023	Download	<input type="checkbox"/>
6	*Manuscript File	Manuscript File	Konny Sandoval _ article ETI.docx	548.5 KB	May 18, 2023	Download	<input type="checkbox"/>

Author's Decision

Thank you for approving "Production of Compost from Organic Waste using Efficient Microorganisms".

[Publishing Options](#)
[Main Menu](#)

ETI-D-23-00743 - Confirming your submission to Environmental Technology & Innovation



Traducir mensaje a: Español | Nunca traduzca de: Inglés



em.eti.0.836dc6.d746be96@editorialmanager.com en nombre de Environmental Technol



Para: Orlando Alan Poma Porras

Jue 18/05/2023 19:48

This is an automated message.

Production of Compost from Organic Waste using Efficient Microorganisms

Dear Ing. Poma,

We have received the above referenced manuscript you submitted to Environmental Technology & Innovation. It has been assigned the following manuscript number: ETI-D-23-00743.

To track the status of your manuscript, please log in as an author at <https://www.editorialmanager.com/eti/>, and navigate to the "Submissions Being Processed" folder.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,
Environmental Technology & Innovation

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

RESOLUCIÓN N° 0741-2022/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 16 de agosto de 2022

VISTO:

El expediente de **Jasmin Paola Gómez Chamorro**, identificado(a) con Código Universitario N° 201710200 y **Konny Odalis Sandoval Quiroz**, identificado(a) con Código Universitario N° 201710210, 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 **Jasmin Paola Gómez Chamorro** y **Konny Odalis Sandoval Quiroz**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Producción de Compost a partir de Residuos Orgánicos haciendo uso de Microorganismos Eficientes" 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 16 de agosto 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 "**Producción de Compost a partir de Residuos Orgánicos haciendo uso de Microorganismos Eficientes**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **Ing. Orlando Alan Poma Porras** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Iliana Del Carmen Gutierrez Rodríguez** y **Mg. Jackson Edgardo Perez 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