

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



Una Institución Adventista

**Eficacia de los microorganismos de montaña en el compostaje
de los residuos sólidos orgánicos vegetales**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Gilberto Sanchum Cumbia

Andy Richard Flores Ruíz

Asesor:

Mtro. Andrés Erick Gonzales López

Tarapoto, setiembre del 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Andrés Erick Gonzales López, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“EFICACIA DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA EN EL COMPOSTAJE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS VEGETALES”** constituye la memoria que presenta los Bachilleres **Andy Richard Flores Ruíz y Gilberto Sanchum Cumbia** para obtener el título de Profesional de **Ingeniero Ambiental**, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

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

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 07 días del mes de setiembre del año 2022.



Mtro. Andrés Erick Gonzales López

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a. 02..... día(s) del mes de..... Setiembredel año 2022.. siendo las.....09:00.. horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, el (la) secretario(a): Mtro. Jhon Patrick Ríos Bartray los demás miembros: Ing. Ericka Nayda Perales Dominguez

.....y el (la) asesor(a) Mtro. Andrés Erick Gonzales Lópezcon el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:..... Eficacia de los microorganismos de montaña en el compostaje de los residuos sólidos orgánicos vegetales

.....del(los) bachiller(es): a) Gilberto Sanchum Cumbia
..... b). Andy Richard Flores Ruiz
..... 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): Gilberto Sanchum Cumbia

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B+	Bueno	Muy Bueno

Bachiller -(b): Andy Richard Flores Ruiz

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B+	Bueno	Muy Bueno

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.

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Resumen

Los residuos orgánico domiciliarios vegetales en el proceso de reaprovechamiento presentan problemas de acumulación, frente a esta situación el compostaje es una alternativa tecnológica más común por reducir el 40% en peso y 50% en volumen de los residuos procesados. El propósito de la investigación es medir la eficacia de los microorganismos de montaña(MM) respecto al tiempo y calidad del compost, al inocular dos dosis de 0.250 L de MM al cual se denominó T1 y 0.500 L MM como T2 ambos diluidos en 5 litros de agua de lluvia, en las pilas compostaje. Se realizó el análisis inicial y final de los nutrientes de fosforo(P), nitrógeno(N), potasio(K), carbono(C), relación C/N, materia orgánica(MO) y Ph, además de realizar monitoreo de temperatura diariamente. El tiempo de compostaje en todos los tratamientos y el testigo duro 37 días contados. Los nutrientes analizados de nitrógeno, fosforo, carbono, materia orgánica y relación C/N de los tratamientos T1 y T2 no muestran diferencia significativa en comparación con el testigo a excepción del potasio con 0.77% para el T1 y 0.87% para el T2 superaron al tratamiento testigo T0 que alcanzó 0.42%. Para el pH los tratamientos T1 y T2 superaron al testigo T0. Los resultados de los análisis de nutrientes se compararon con la Norma Técnica Peruana-NTP 311.557 (2013) muestra que el compost cumple con todos los parámetros excepto en los valores de fosforo y potasio, no dejando de ser considerado como abono orgánico.

Palabras clave: Eficacia; microorganismos; compostaje; termofílicas.

Abstract

Organic household vegetable waste in the reuse process presents accumulation problems. In this situation, composting is a more common technological alternative for reducing 40% by weight and 50% by volume of the processed waste. The purpose of the research is to measure the efficacy of mountain microorganisms (MM) with respect to time and compost quality, by inoculating two doses of 0.250 L of MM which was called T1 and 0.500 L MM as T2 both diluted in 5 liters of rainwater, in the composting piles. The initial and final analysis of the nutrients of phosphorus (P), nitrogen (N), potassium (K), carbon (C), C/N ratio, organic matter (MO) and Ph was carried out, in addition to temperature monitoring daily. The composting time in all the treatments and the control lasted 37 counted days. The analyzed nutrients of nitrogen, phosphorus, carbon, organic matter and C/N ratio of the treatments T1 and T2 do not show significant difference compared to the control except for potassium with 0.77% for T1 and 0.87% for T2 exceeded the control treatment T0 that reached 0.42%. For the pH, the treatments T1 and T2 exceeded the control T0. The results of the nutrient analyzes were compared with the Peruvian Technical Standard-NTP 311.557 (2013), showing that the compost complies with all the parameters except for the values of phosphorus and potassium, still being considered as organic fertilizer.

Keywords: Efficacy; microorganisms; composting; thermophilic.

Introducción

La ley general de los residuos sólidos ley 27314 y su reglamento establecen los procesos que conforman la gestión adecuada de los residuos sólidos municipales para así evitar riesgos que atenten contra la salud pública y la ecología. El hombre en el diario desarrollo de sus actividades genera grandes cantidades y variadas de residuos que en la actualidad están ocasionando problemas de almacenamiento en la disposición final, frente a esta situación el compostaje es una alternativa ya que en los últimos tiempos se ha convertido en la alternativa tecnológica más común para reducir de 40% en peso y 50% en volumen de los residuos procesados. (Tortarolo, Pereda, Palma, & Arrigo, 2008).

Los biorresiduos son la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos municipales que provienen de residuos de jardín, de alimentos de las viviendas y de establecimientos comerciales (Oviedo et al, 2017).

Stentiford y de Bertoldi(2010) citan a Haug(1993) al afirmar que el compostaje es la descomposición biológica en condiciones aeróbicas realizada por poblaciones microbiales diversas de los sustratos orgánicos y que dan como resultado un material estable e inocuo para utilizar en el mejoramiento de los suelos (Oviedo et al, 2017).

Gabhane y otros (2012) sostienen que el compostaje es un proceso que involucra dos sustratos con el fin de mejorar la eficiencia y la calidad del compost, el mismo que contiene una combinación microbiana, nutrientes, minerales, entre otros compuestos para balancear el pH, brindando así las condiciones adecuadas para el desarrollo microbiano (Oviedo et al, 2017).

Los microorganismos beneficiosos pueden ser aislados de especies vegetales y aprovechados en diferentes procesos agrícolas, ambientales e industriales. (Alvarez Vera, Largo, Iglesias Abad, & Castillo, 2019).

La presente investigación tiene por objetivo medir la eficacia los microorganismos de montaña (MM), al inocular dos dosis del mismo en las pilas experimentales de compostaje utilizando residuos sólidos municipales de origen vegetal, midiendo así la eficacia respecto al tiempo de compostaje y la calidad del producto obtenido. Además, se pretende con esta investigación brindar una alternativa a la acumulación de residuos orgánicos debido a los procesos lentos de compostaje teniendo limitantes como la poca disponibilidad de área para realizarlo.

Método

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Municipales (PVRSM) del Municipio de San Roque de Cumbaza, provincia de Lamas, departamento San Martín. Los sustratos utilizados fueron inoculados con microorganismos de montaña en dos dosis diferentes. Para la obtención de los microorganismos de montaña (MM) fue necesario recolectar del bosque poco intervenido hojarasca en descomposición para luego mezclar con polvillo de arroz y melaza diluida en agua de lluvia. La mezcla obtenida se dispuso en un recipiente herméticamente cerrado y por un tiempo de activación de 15 días. Transcurrido este tiempo se obtuvo el concentrado de MM en estado líquido al colocar en una tela transparente una porción de MM sólido y dejándolo reposar en un tanque con melaza diluida durante 7 días, transcurrido este periodo se utilizó en los tratamientos con las

dosis de 0.250 L(T1) y 0.500L(T2) de MM diluido en 5L de agua de lluvia, aplicándolos 13 veces en cada tratamiento durante los 37 días que duró el proceso, teniendo el tratamiento testigo (T0) sin aplicación de microorganismos de montaña.

La investigación obedece a un diseño experimental puro (Hernández, Fernández & Baptista, 2010), ya que se manipulará la variable independiente: dos (02) dosis de MM y un testigo. Las variables dependientes fueron: el tiempo de obtención del compost y la calidad del mismo en comparación con la Norma Técnica Peruana NTP 311.557 (2013). El diseño experimental fue el de Diseño Completamente al Azar (DCA) con 03 tratamientos y 03 repeticiones por tratamiento.

Las pilas de compostaje tuvieron una dimensión de 0.5 x 0.5 x 0.5 metros distanciadas unas de otras en 0.5 metros como se muestra en la figura 1. conformadas por residuos orgánicos de origen vegetal los cuales tenían un tiempo promedio de 10 a 12 días acumulados en la PVRS luego fueron picados hasta tener tamaños promedio de 3 cm en un 70% y un 30 % de residuos de tamizaje de compost (bagazo), sumando así una mezcla 70 kg entre ambos residuos por cada pila. Como indica Alvares Vera, Largo, Iglesias Abad, & Castillo (2019). Los residuos acumulados ya se encontraban en temperaturas de 52 °C, previo a la mezcla.

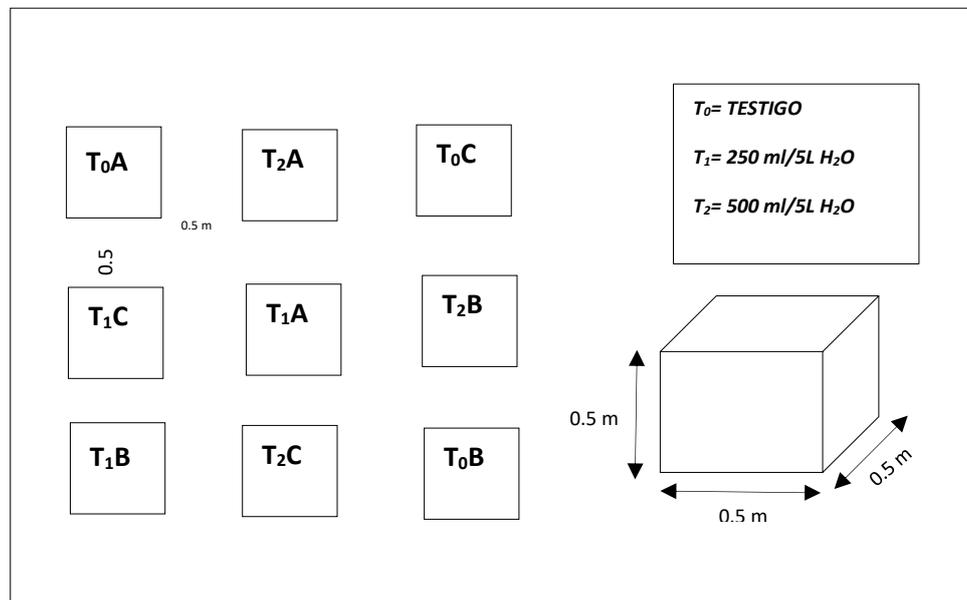


Figura 1. Distribución y medidas de las pilas de compostaje experimental T0, T1y T2.

Se estudió la variable de temperatura realizando mediciones diarias con un termómetro espiga, también se realizó las mediciones de humedad con la prueba de puño dependiendo de la prueba se inoculaba el tratamiento para mantener las condiciones de humedad adecuada, además de medir el pH al inicio y final del proceso con el papel de tornasol y un pH digital para tener valores más precisos.

Los datos obtenidos se analizaron con el software libre InfoStat versión 2008, realizando el Análisis de Varianza –ANOVA-unidireccional y pruebas de Tukey, con un P-valor de 0.05 para determinar la diferencia estadística entre tratamientos.

El compost obtenido fue analizado en el laboratorio de suelos del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) en el distrito de la Banda de Shilcayo, San Martín. Con el fin de determinar los niveles de nitrógeno total, carbono total, potasio, fósforo, relación carbono- nitrógeno, materia orgánica y Ph.

Resultados

Medición de parámetros en el proceso de compostaje

Temperaturas

En la Figura 2, se muestra los promedios de temperaturas de los tratamientos T0, T1(0.250LMM/5L) y T2(0.500LMM/5L). Según la figura el tratamiento testigo T0 inició el proceso con una temperatura inicial de 49.73 °C. Respecto al tratamiento T1 inició con una temperatura de 52.23 °C siendo esta la máxima temperatura registrada y para el tratamiento T2 que inició con una temperatura de 48.17 °C, para luego pasado 02 días registrar 52.77 °C como temperatura máxima.

En todos los tratamientos incluido el testigo desde el día 20 registran temperaturas similares a temperatura ambiente registrando como temperatura mínima de 26.10°C, 26.10 °C y 26.07 para T0, T1 y T2 respectivamente al día 37 tiempo que duró el proceso.

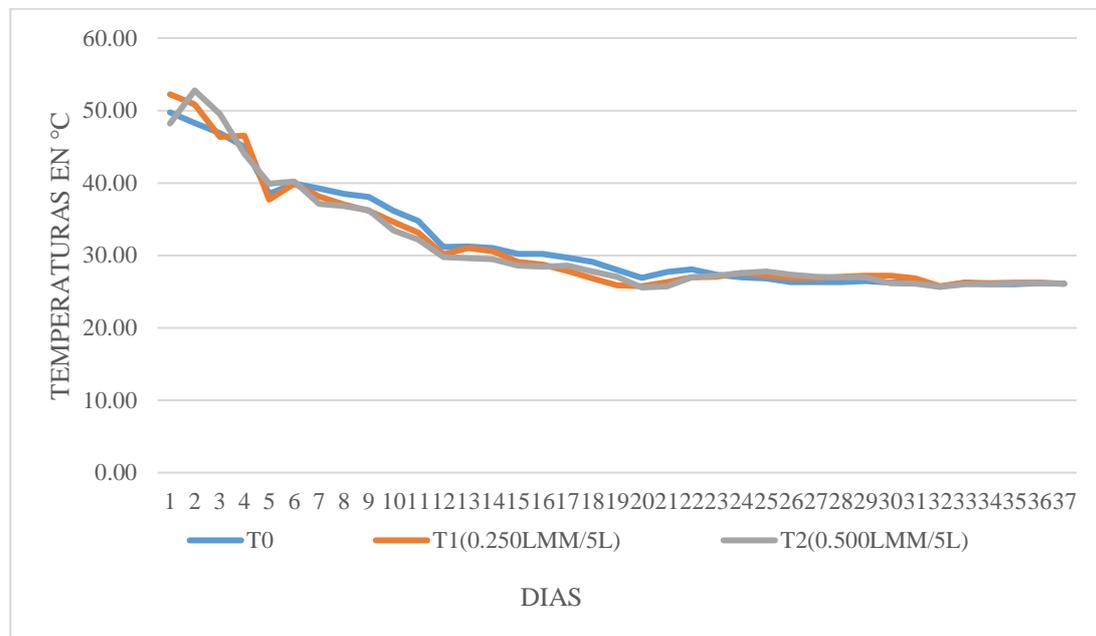


Figura 2. Temperaturas promedio de los tratamientos T0, T1(0.250 L MM/5L) y T2(0.500 L MM/5L).

Análisis inicial de las pilas de compostaje

En la tabla 1, se muestran los resultados del análisis inicial de mezcla realizada para conformar las pilas de compostaje, el mismo que estuvo conformado por residuos de tamizaje de compost con un 30% y materia orgánica de origen vegetal en un 70%. Los parámetros analizados fueron Nitrógeno que resultó con 1.83%, Fósforo con 0.09%, Potasio con 1.16%, Materia Orgánica con 22.96%, Carbono Total con 8.69%, Relación carbono Nitrógeno con 4.76 % y con un Potencial de Hidrógeno de 5.6.

Tabla 1

Resultados de los análisis de las pilas de compostaje

NUTRIENTES	N	P	K	M.O	C	C/N	Ph
ANÁLISIS INICIAL %	1.83	0.09	1.16	22.96	8.69	4.76	5.6
T0	1.07	0.14	0.42	18.53	5.39	5.16	6.17
T1(0.250LMM/5L)	1.00	0.16	0.77	20.23	5.88	5.87	6.43
T2(0.500LMM/5L)	1.03	0.14	0.86	19.77	5.75	5.57	6.73

Análisis estadísticos de los nutrientes

a. Potasio

El Análisis de Varianza para el contenido de Potasio del compost obtenido, tiene un P-valor menor 0.05, mostrando que existen diferencia significativa entre los tratamientos, ya que el tratamiento T2 superó al testigo T0, con un porcentaje de potasio de 0.86%.

Tabla 2.

Prueba de Tukey para potasio

TRATAMIENTOS	MEDIAS	
T0(testigo)	0.42	A
T1 (0.250LMM/5L Agua)	0.77	AB
T2 (0.500LMM/5L Agua)	0.86	B

b. Potencial de Hidrógeno-pH

En el Análisis de Varianza para los niveles de pH del compost obtenido, donde se puede apreciar un P-valor < 0.05, indicando así que si existe diferencia significativa entre los tratamientos. Al realizar la prueba de Tukey, los tratamientos T1 y T2 estadísticamente resultaron iguales y presentaron mayor alcalinidad que el tratamiento testigo T0.

Tabla 3.

Prueba de Tukey para pH

TRATAMIENTOS	MEDIAS	
T0(Testigo)	6.17	A
T1 (0.250LMM/5L)	6.43	A B
T2 (0.500LMM/5L)	6.73	B

c. Nitrógeno, fósforo, carbono, materia orgánica y relación C/N

En el Análisis de Varianza el contenido de estos nutrientes en el compost con un P-valor mayor a 0.05, indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Aunque respecto al carbono los tratamientos T1 y T2 superan al testigo (T0), siendo el tratamiento T1 el que tuvo mayor porcentaje de Carbono con un 5.88%. Similar comportamiento ocurre en la relación carbono nitrógeno donde el tratamiento T1 presentó el valor más alto con 5.87%, seguido del tratamiento T2 con 5.57% y el testigo

T0 con 5.16% tal como lo muestra la tabla N°1 con los resultados de los análisis de laboratorio.

Calidad del compost en comparación con la Norma Técnica Peruana-NTP 311.557 (2013).

La calidad del compost obtenido se determinó con la comparación de parámetros de la Norma Técnica Peruana-NTP 311.557 (2013) correspondiente a “Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo”. Los valores de los parámetros en cuestión se muestran en la Tabla 4, donde se puede apreciar que los parámetros de nitrógeno, carbono y el pH, cumplen con la norma técnica, a diferencia del fósforo y potasio que no cumplen con la norma y respecto a materia orgánica y la relación carbono nitrógeno la norma técnica no lo especifica.

Tabla 4.

Calidad del compost en comparación con la NTP 311-557(2013)

Parámetros	Tratamientos			Norma Técnica Peruana-NTP 311.557 (2013)
	T0	T1(0.250 LMM/5L Agua)	T2(0.500 LMM/5L Agua)	
Nitrógeno	1.07	1.00	1.03	>1%
Fósforo	0.14	0.16	0.14	>1%
Potasio	0.42	0.77	0.86	>1%
M.O	18.53	20.23	19.77	No Especifica
Carbono	5.39	5.88	5.75	>5%
C/N	5.16	5.87	5.57	No Especifica
pH	6.17	6.43	6.73	Entre 4 y 9

Discusión

Según lo observado, el proceso de compostaje duró tiempos similares en los tratamientos y en el testigo. El proceso de compostaje tuvo una duración de 37 días iniciando con temperaturas de 48°C para el T2(0.500 LMM/5L), 50 °C para el T0 y 53°C para el T1(0.250 LMM/5L), las temperaturas iniciales registradas indican que los residuos acumulados que fueron utilizados para conformar las pilas ya se encontraban en la fase termofílica del proceso de compostaje que se consideran desde los 40°C hasta los 80°C. Cochachi y Vargas (2008) mencionan que la primera fase(mesófila) de latencia o crecimiento que dura de 2 a 4 días y se desenvuelven bien a temperaturas que pueden superar los 50°C. y los microorganismos se multiplican rápidamente por la actividad metabólica, que eleva la temperatura, produciendo ácidos orgánicos los que hacen bajar el pH pasando a sí a la fase termófila con temperaturas entre 50-70°C,. La fase termófila se mantuvo los primeros 7 días, para luego descender la temperatura hasta la fase mesófila nuevamente y etapa de maduración. Referente a los nutrientes analizados como nitrógeno, fósforo, potasio, carbono, materia orgánica, relación carbono nitrógeno y pH para determinar la calidad del compost, se encontraron diferencias significativas en el contenido de potasio y pH. Con un contenido de potasio

de 0.77% para el T1(0.250 LMM/5L) y 0.87% para el T2(0.500 LMM/5L) superaron al tratamiento testigo T0 que alcanzó 0.42%. El incremento del potasio es debido a los materiales utilizados en la conformación de las pilas y a la actividad de la micro flora mesófila aerobia por medio del proceso de lisis bacteriana, destruyen las estructuras de minerales que contienen potasio encontradas en los restos vegetales dando lugar a la solubilidad del potasio (Pozo & Vanesa, 2016). Respecto a los valores de pH estos se incrementaron en los tratamientos T1(0.250 LMM/5L) y T2(0.500 LMM/5L) superando al tratamiento testigo T0, el aumento del pH fue debido a la alcalinización del medio y a la pérdida de ácidos orgánicos y la generación de amoníaco por la descomposición de proteínas (Delgado Arroyo & Mendoza López, et al 2019). Ansorena, Batalla y Merino (2019) sostienen también que la modificación de los parámetros de pH, temperatura se debe a las interacciones fisicoquímicas y biológicas presentes en el proceso de compostaje similar a Soriano Vilcahuaman(2016) quien cita a Naranjo (2013) que precisa que la aplicación de microorganismos acelera el proceso de descomposición y adicionar mayor valor nutricional al compost, pero no influyen relevantemente en el comportamiento del pH de producto final obtenido. Respecto a la calidad del compost en comparación con la Norma Técnica 311.557 (2013) solo los parámetros de fosforo y potasio están ligeramente por debajo de la norma. Los parámetros de materia orgánica y la relación carbono nitrógeno que no especifica la norma técnica peruana, la Norma Chilena 2880 (2005) considera valores adecuados para la relación Carbono Nitrógeno menores a 25, de las cuales los resultados obtenidos en el testigo y los tratamientos aplicados se encuentran por debajo del valor sugerido y para materia orgánica establece valores menores al 20%, que también cumplen en todos los tratamientos y el testigo.

Conclusiones

Podemos concluir que la aplicación de microorganismo de montaña en las dosis ensayadas no tuvo influencia en el proceso de compostaje ya que se obtuvieron valores similares en los parámetros estudiados en comparación con el tratamiento testigo (T0) esto debido al tiempo de acumulación de los residuos previo al inicio de la conformación de las pilas para este estudio que ya se encontraban en fase termofílicas que ocasionó que la población de microorganismos se vea afectada y no se obtuviera el efecto deseado. En los parámetros evaluados durante los 37 días que duro el proceso de compostaje, se identificaron variaciones significativas en la calidad del compost (potasio y pH). Los valores de los nutrientes obtenidos en comparación a la norma técnica peruana, muestra que el compost cumple con todos los parámetros excepto en los valores de fosforo de potasio a pesar que en este último los valores se duplicaron en comparación con el testigo, no dejando de ser considerado como un producto orgánico usado como abono proveniente de los residuos sólidos municipales de origen vegetal.

Referencias

- Camacho, A. D., Martínez, L., Ramírez, S. H., Valenzuela, R., & Valdéz, M. (2014). Potential of Different Microorganisms for Solid Waste Composting. *Terra Latinoamericana*, 32(4), 291–300.
https://www.researchgate.net/publication/309846507_Potential_of_Different_Microorganisms_for_Solid_Waste_Composting
- Campos-Rodríguez, R., Brenes-Peralta, L., & Jiménez-Morales, M. F. (2016). Evaluación técnica de dos métodos de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos biodegradables domiciliarios y su uso en huertas caseras. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(8), 25.
<https://doi.org/10.18845/tm.v29i8.2982>
- Carla Tamayo ly, & Siesquén, I. S. (2015). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. In *Metodología de la investigación* (pp. 201–247).
<http://iyanu.blogspot.es/i2008-07/>
- Crespo, C. A. S. (2019). Elaboración de Biofertilizante a base de microorganismos de montaña activado, en estado sólido. [Universidad Técnica de Babahoyo].
http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6017/E-UTB-FACIAG-ING_AGRON-000132.pdf;sequence=1
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). Metodología de la investigación. In A. Martínez Ávila & J. Neyra Bravo (Eds.), *Metodología de la investigación* (5th ed.). <https://doi.org/-> ISBN 978-92-75-32913-9
- Cajahuanca, S. (2016). Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (*Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus* sp., *Lactobacillus* sp.) en el proceso de compostaje en la Central Hidroeléctrica Chaglla, 166.
- Agencia de residuos de Catalunya. (2016). Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje. (Agencia de Residuos de Cataluña (ARC), Ed.) (Primera ed). Catalunya: Agencia de Residuos de Cataluña (ARC). Retrieved from
http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/form/GuiaPC_web_ES.pdf
- Aibar, J., Alarcón, R., Ciria, P., García, A., Negro, M., Pardo, G., ... Villa, F. (2000). Producción y Gestión del Compost. *Informaciones Técnicas-Gobierno de Aragón*, 48(2 1), 1–31. Retrieved from
http://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000_Compost_CIAMAT.pdf
- Daniel Sztern, & Miguel a. Pravia. (2009). Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. Uruguay: Organización Panamericana de la Salud Organización Mundial de la Salud. <https://doi.org/10.5435/JAOS-D-14-00326>

- Morocho, B. E. Ti. (2009). elaboración de compost mediante la inoculación de tres fuentes de microorganismos a tres dosis. tabacundo, pichincha. TESIS. Universidad Central del Ecuador. Retrieved from https://www.soiltechcorp.com/images/uploads/product_PDFs/Composting_Flower_Waste_2%28Spanish%29.pdf
- Robles M. (2015). Evaluación de parámetros de temperatura, pH y humedad para el proceso de compostaje en la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la municipalidad provincial de Leoncio Prado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Retrieved from https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/EVALUACION%20DE%20PAR%20METROS%20DE%20TEMPERATURA,%20PH%20
- Alvares Vera, M., Largo, A., Iglesias Abad, S., & Castillo, J. (2019). Calidad de compost obtenido a partir de estiércol de gallina, con aplicación de microorganismos benéficos. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 353 – 361. doi:<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.05>
- Cochachi Veliz , E., & Vargas Machuca , M. Y. (2008). Determinación del efecto de la relación C/N y la humedad en la calidad del compost obtenido a partir del tratamiento de residuos orgánicos del distrito de San Pedro de Saño mediante el proceso de degradación aeróbica a nivel de laboratorio. Huancayo, Perú. Recuperado el 23 de marzo de 2022, de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/228/T-08_9.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ansorena, J., Batalla, E., & Merino, D. (2019). Evaluación de la calidad y uso de compost como componente de sustrato, enmiendas y abono orgánico. Departamento de innovación, desarrollo rural y turístico, 75. Recuperado el 10 de marzo de 2022, de https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/140711evaluar_compost_ansorena?e=8490508/8773691
- Colque Fernández, R. L., Coaquera Zanga, L. M., Huancco Bravo, R. S., Mamani Pacho , E. S., & Yucra Oquendo , Y. M. (2021). Producción de biogas. Universidad Nacional de Moquegua, Ingeniería Ambiental. Recuperado el febrero de 2022, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/68721924/INFORME_DE_BIOGAS_FINAL-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1645539106&Signature=HtjSkp0ARgUzHK6j9EVkRqwyJt8Jx6peDXqvMYLXnMGIDV5XzOfjwhsgCqhsSQS3clHwKWlf44mgYnBusDT8UIIwQXOHiQUD3YHK9-1ZpsaREP2dMVW7h-2Y0utA70jbz4f
- Oviedo Ocaña , Edgar Ricardo; Marmolejo Rebellon , Luis Fernando; Torres Lozada , Patricia;. (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de bioresiduos en municipios menores depaises en desarrollo. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XVIII(3), 1-12. Recuperado el febrero de 2022, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v18n1/1405-7743-iit-18-01-00031.pdf>

- Pozo, R., & Vanesa, T. (abril de 2016). Optimización de los residuos generados en el proceso de faenamiento del ganado en el Camal del Cantón Chunchi Provincia de Chimborazo mediante el proceso de compostaje para su comercialización. Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado el 11 de marzo de 2022, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4961>
- Soriano Vilcahuaman, A. A. (2016). Tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de "microorganismos eficientes" - concepción. Huancayo, Perú. Recuperado el 23 de marzo de 2022, de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3487/Soriano%20Vilcahuman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tortarolo, M. F., Pereda, M., Palma, M., & Arrigo, N. M. (2008). Influencia de la inoculación de microorganismos sobre la temperatura en el proceso de compostaje. *ciencia del suelo*, 26(1). Recuperado el 22 de febrero de 2022, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_serial&pid=1850-2067&lng=es&nrm=iso
- Ansorena, J., Batalla, E., & Merino, D. (2019). Evaluación de la calidad y uso de compost como componente de sustrato, enmiendas y abono orgánico. Departamento de innovación, desarrollo rural y turístico, 75. Recuperado el 10 de marzo de 2022, de https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/140711evaluar_compost_ansorena?e=8490508/8773691
- Delgado Arroyo, M. D., & Mendoza López, K. L. (2019). EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS AVÍCOLAS EMPLEANDO. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(4), 965-977. doi:<https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.04.15>