

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



Una Institución Adventista

Evaluación de la calidad del lombricompost de residuos sólidos orgánicos combinados con equinaza utilizando lombriz (*Eisenia foetida*)

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Jian Pier Arévalo Armas

Ivan Castillo Cardenas

Asesor:

MSc. Andrés Erick Gonzales López

Tarapoto, 14 octubre de 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Yo 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: **“Evaluación de la calidad del lombricompost de residuos sólidos orgánicos combinados con equinaza utilizando la lombriz (*Eisenia foetida*)”** constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) (Jian Pier Arévalo Armas y Ivan Castillo Cárdenas) 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 26 días del mes de octubre del año 2021



Erick Andrés Gonzales López

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 14 día(s) del mes de octubre del año 20.21. siendo las 12:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Gelner Archenti Curitima, el (la) secretario(a): Mtra. Káttérin Jina Luz Pinedo Gómez y los demás miembros: Mg. Erick José Quispe Mamani y el (la) asesor(a) MSc. Andres Erick Gonzales López

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Evaluación de la calidad del lombricompost de residuos sólidos orgánicos combinados con equinaza Utilizando la lombriz (Eisenia foetida).

del(los) bachiller/es: a) Jian Pier Arevalo Armas

b) Ivan Castillo Cardenas

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): Jian Pier Arévalo Armas

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller -(b): Ivan Castillo Cardenas

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

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.

<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Presidente/a	<div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;"> </div> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Secretario/a	
<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Asesor/a	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Miembro	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Miembro
<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Bachiller (a)	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Bachiller (b)	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Bachiller (c)

(*) Tabla de Calificación

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	20	A+	Con nominación de Excelente	Excelencia
	19	A		
	18	A-	Con nominación de Muy Bueno	Sobresaliente
	17	B+		
	16	B	Con nominación de Bueno	Muy Bueno
	15	B-		
	14	C	Con nominación de Aceptable	Bueno
DESAPROBADO	Menos de 14	D	Con nominación de Deficiente	Insuficiente

Evaluación de la calidad del lombricompost de residuos sólidos orgánicos combinados con equinaza utilizando la lombriz (*Eisenia foetida*)

Evaluation of the quality of the lombricompost of organic solid residues combined with echinaza using the earthworm (*Eisenia foetida*)

Jian Pier Arévalo Armas¹, Iván Castillo Cárdenas¹, Andrés Erick Gonzales López¹

¹Universidad Peruana Unión. Correos electrónicos: jianarevalo@upeu.edu.pe (J. P. Arévalo *Autor de correspondencia), ivancastillo@upeu.edu.pe, andres.gonzales@upeu.edu.pe

Resumen

El propósito del artículo fue evaluar la calidad del compost de residuos sólidos orgánicos (RSO) y equinaza (E), utilizando la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Se seleccionó un diseño experimental con tres tratamientos (0% de E + 100 de RSO; 10% de E + 90% RSO y 20% de E + 80% de equinaza) y tres repeticiones. La calidad de compost se midió con las variables de pH, materia orgánica, N, P, K y relación C/N. Por otro lado, se utilizó 300 lombrices por cada unidad experimental. El proceso de compostaje tuvo una duración de 4 meses. Asimismo, para determinar la diferencia significativa entre los tratamientos se utilizó el análisis de varianza y la prueba Tukey al 5% de significancia. Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos para el contenido de potasio y el pH. El contenido de potasio fue mayor con el tratamiento 0% de equinaza; mientras que el pH tuvo un valor cercano a la neutralidad para el tratamiento 10% de equinaza. Por otro lado, los parámetros que cumplen con la normativa chilena de calidad de compost son el nitrógeno y el pH; mientras que, el fósforo supera el estándar y la relación C/N, está por debajo de este valor de referencia.

Palabras clave: Residuos orgánicos, lombricompost, equinaza

Abstract

The purpose of the article was to evaluate the quality of the compost of organic solid waste (RSO) and equinasse (E), using the Californian red worm *Eisenia foetida*. An experimental design was selected with three treatments (0% E + 100 RSO; 10% E + 90% RSO and 20% E + 80% echinased) and three replications. The quality of compost was measured with the variables of pH, organic matter, N, P, K and C / N ratio. On the other hand, 300 worms were used for each experimental unit. The composting process lasted 4 months. Likewise, to determine the significant difference between the treatments, the analysis of variance and the Tukey test at 5% significance were used. A significant difference was found between the treatments for potassium content and pH. The potassium content was higher with the 0% echinases treatment; while the pH had a value close to neutrality for the 10% echinases treatment. On the other hand, the parameters that comply with the Chilean compost quality regulations are nitrogen and pH; whereas, the phosphorus exceeds the standard and the C / N ratio is below this reference value.

Keywords: Organic waste, lombricompost, echinaza

Introducción

Debido a la creciente generación de residuos domiciliarios urbanos, el lombricompostaje surge como una alternativa para el tratamiento de la fracción orgánica de los residuos en la fuente (Rodrigues et al., 2019). El lombricompostaje es un proceso de bio-conversión, el cual se viene utilizando ampliamente para la gestión de los residuos sólidos. En este proceso las lombrices de tierra se alimentan de los residuos sólidos orgánicos para generar lombricompostaje y biomasa (lombrices) (Manyuchi and Phiri, 2013).

Por otro lado, el lombricompostaje se ha considerado como una tecnología de gestión de residuos sólidos económicamente viable y ambientalmente sostenible (Alshehrei and Ameen, 2021).

De acuerdo con (Cotta et al., 2015) para que el proceso de lombricompostaje se desarrolle adecuadamente, es necesario realizar el pre-compostaje de los mismos, con adición de estiércol animal y restos vegetales. Asimismo, se recomienda medir la temperatura y humedad semanalmente.

El lombricompostaje es un proceso ambientalmente eficiente, en el cual se acelera la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en bio-productos ricos en nutrientes como compost sólido y un fertilizante líquido (biol), los cuales pueden ser utilizados en la agricultura. De esta forma, el compostaje acelerado a través de la utilización de lombrices, representa una alternativa apropiada y ambientalmente correcta para la reutilización de los residuos sólidos orgánicos que se generan en los domicilios (Corrêa and Santos, 2015).

El objetivo del artículo fue evaluar la calidad del compost de residuos sólidos orgánicos y equinaza utilizando la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y comparar los resultados de los análisis finales con la normativa chilena de compostaje.

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se desarrolló en el distrito de Cacatachi, provincia de San Martín, región San Martín. La ubicación del área de estudio se encuentra en las siguientes coordenadas 339439 (E) y 9285591 (N).

Métodos

Para desarrollar la investigación se seleccionó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos (0% de E + 100 de RSO; 10% de E + 90% RSO y 20% de E + 80% de equinaza) y tres repeticiones. Los parámetros de calidad del compost que se midieron fueron pH, materia orgánica, N, P, K y relación C/N. Por otro lado, se utilizó 300 lombrices por cada unidad experimental (Rodrigues et al., 2019). El proceso de compostaje tuvo una duración de 4 meses. Asimismo, para determinar la diferencia significativa entre los tratamientos se utilizó el análisis de varianza y la prueba Tukey al 5% de significancia.

Resultados

Análisis inicial

La tabla 1 presenta el análisis inicial de los residuos vegetales sin agregar la equinaza, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 1. Análisis inicial de los residuos vegetales sin equinaza:

Parámetros	Porcentaje
Nitrógeno	2.00%
Fosforo	0.37%
Potasio	2.71%
Relación C/N	9.33%
pH	7.77%

Efecto del porcentaje de equinaza en la composición del lombricompost

En la tabla 2 presenta el análisis de varianza del contenido de nitrógeno del lombricompost obtenido de residuos sólidos orgánicos y tres porcentajes de equinaza (0%, 10% y 20%) con la lombriz (*Eisenia foetida*). Se obtuvo un p-valor de 0.111, es decir no existe diferencia significativa entre los tratamientos; aunque al comparar las medias, se obtuvo mayor contenido porcentual de nitrógeno con el 10% de equinaza.

Tabla 2. Análisis de varianza del contenido de nitrógeno

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Entre tratamientos	0.327	2	0.164	3.244	0.111
Dentro de los tratamientos	0.302	6	0.050		
Total	0.629	8			

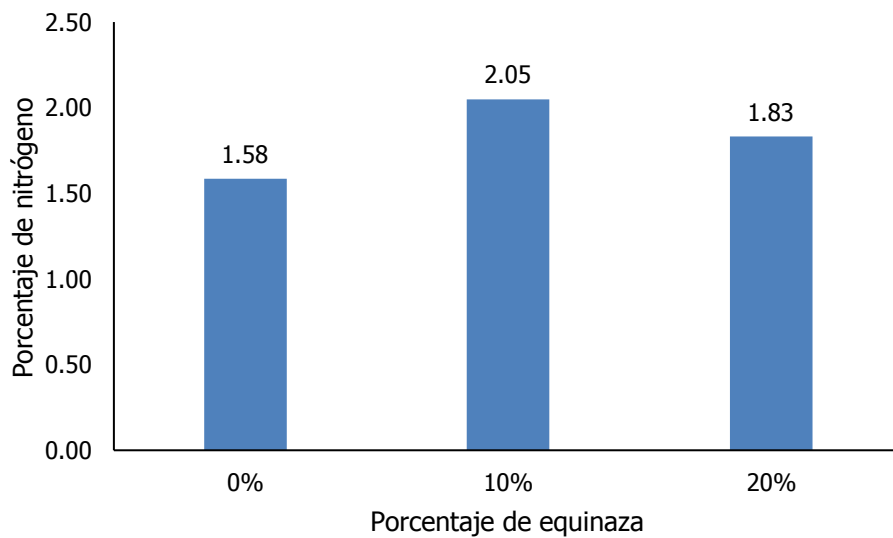


Figura 1. Gráfico de medias del porcentaje de nitrógeno

Asimismo, en el análisis de varianza del contenido de fósforo, se obtuvo un p-valor de 0.487, es decir no existen diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, el tratamiento 0%, obtuvo un mayor contenido porcentual de fósforo (0.89).

Tabla 3. Análisis de varianza del contenido de fósforo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Entre tratamientos	0.064	2	0.032	0.812	0.487
Dentro de los tratamientos	0.237	6	0.039		
Total	0.301	8			

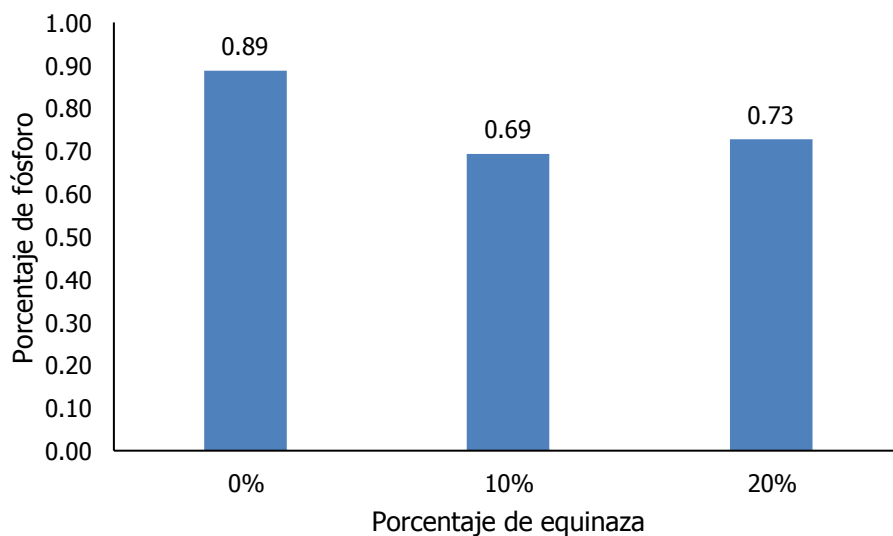


Figura 2. Gráfico de medias del porcentaje de fósforo

Por otro lado, se encontró diferencia significativa con respecto al contenido porcentual de potasio del compost, ya que se obtuvo un p-valor de 0.047 (ver tabla 3). Es decir, existe diferencia significativa entre los porcentajes de equinaza; al realizar la prueba Tukey, se obtuvo mayor contenido de potasio con el porcentaje 0%.

Tabla 4. Análisis de varianza del contenido de potasio

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Entre tratamientos	1.549	2	0.774	5.336	0.047
Dentro de los tratamientos	0.871	6	0.145		
Total	2.420	8			

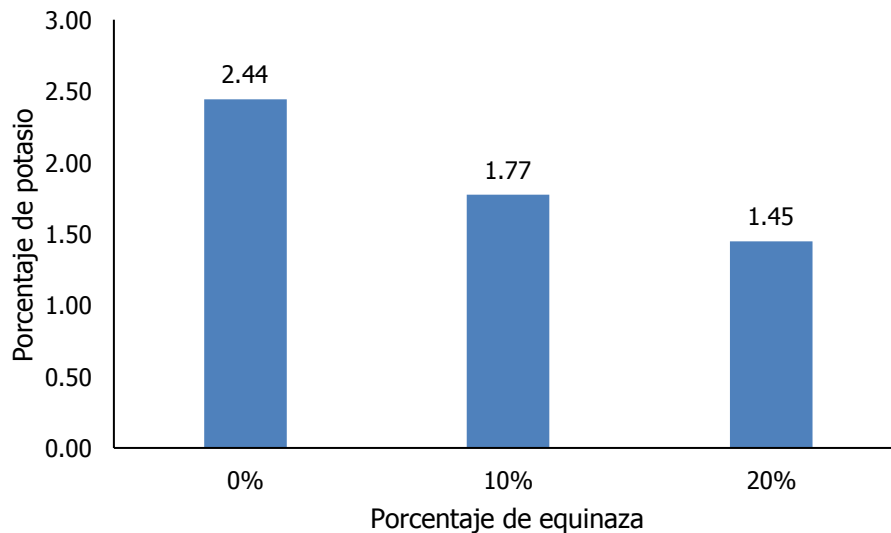


Figura 3. Gráfico de medias del porcentaje de potasio

Tabla 5. Prueba Tukey para el potasio

Tratamiento	N	Grupos	
		1	2
20%	3	1.45	
10%	3	1.77	
0%	3		2.44
p-valor		.576	.159

Por otro lado, la tabla 5, muestra el análisis de varianza de la relación C/N; se obtuvo un p-valor mayor a 0.05; es decir no existe diferencia significativa de la relación C/N, entre los porcentajes de equinaza del compost. Sin embargo, al comparar las medias, se obtuvo una mayor relación para este parámetro con el porcentaje de 0%.

Tabla 5. Análisis de varianza de la relación C/N

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Entre tratamientos	1.45	2	0.727	1.311	0.337
Dentro de los tratamientos	3.33	6	0.554		
Total	4.78	8			

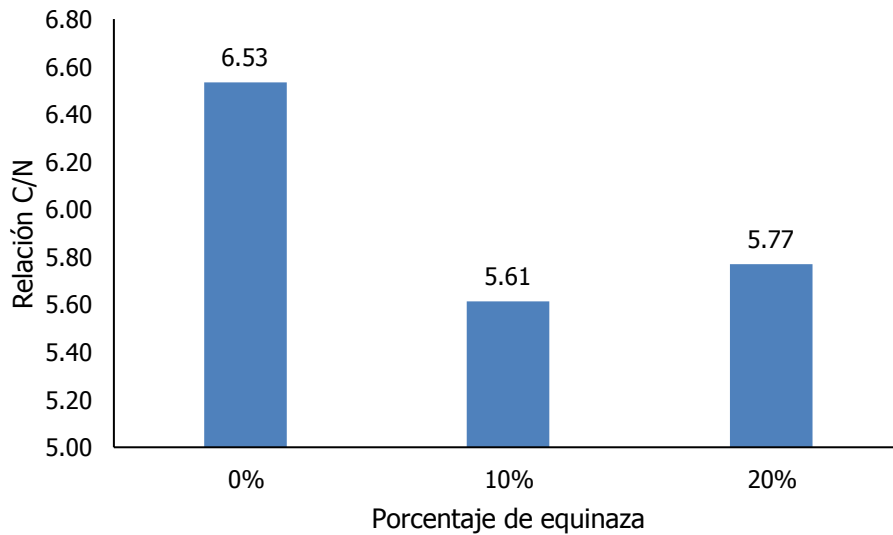


Figura 4. Gráfico de medias de la relación C/N

Asimismo, se obtuvo un p-valor menor que 0.05 en el análisis de varianza del pH entre los tres porcentajes de equinaza; al realizar la prueba Tukey, se obtuvo un pH mayor (próximo del neutro), con el 10% de equinaza.

Tabla 6. Análisis de varianza del pH

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Entre tratamientos	0.862	2	0.431	6.467	0.032
Dentro de los tratamientos	0.400	6	0.067		
Total	1.262	8			

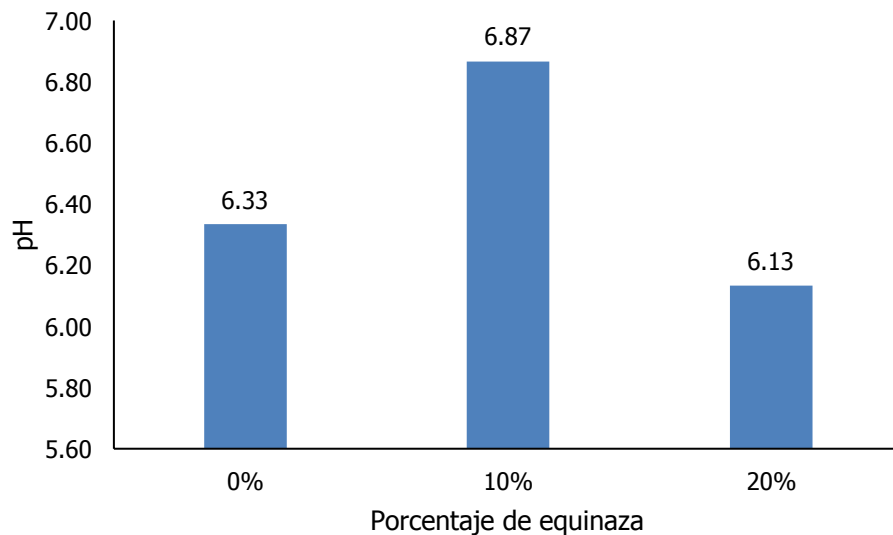


Figura 5. Gráfico de medias del pH

Tabla 7. Prueba Tukey para el pH

Tratamiento	N	Grupos	
		1	2
20%	3	6.13	
0%	3	6.33	
10%	3		6.87
p-valor		.632	.098

Análisis de varianza del número de lombrices

La tabla 8 muestra el análisis de varianza para el número de lombrices en los tres tratamientos; se encontró un valor menor que 0,05, es decir no existe diferencia significativa entre los tratamientos; sin embargo, al comparar las medias, se obtuvo una mayor cantidad de lombrices al finalizar el ensayo, con el porcentaje de equinaza de 20%, seguido de los tratamientos 10% y 0% de equinaza.

Tabla 8. Análisis de varianza del número de lombrices

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Entre tratamientos	7742	2	3871	4.18	0.073
Dentro de los tratamientos	5562	6	927		
Total	13304	8			

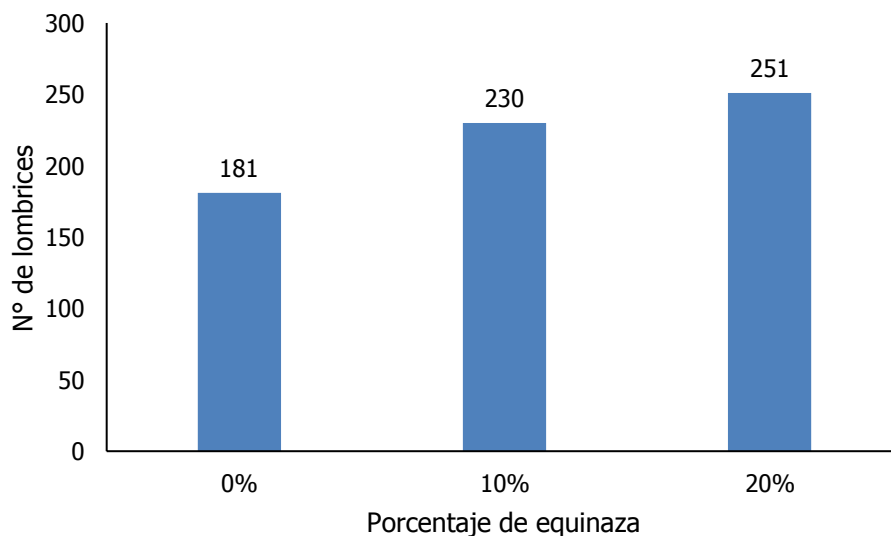


Figura 6. Gráfico de medias del número de lombrices

Calidad del lombricompost de equinaza

En la tabla 9 se muestra la comparación de la composición química del lombricompost de con tres porcentajes de equinaza con la normativa chilena de calidad de compost Nch2880. Los parámetros que cumplen con esta normativa son el nitrógeno y el pH; mientras que, el fósforo supera el estándar y la relación C/N, está por debajo de este valor de referencia.

Tabla 9. Análisis de la calidad del lombricompost

Parámetro	Porcentaje de equinaza			Norma chilena
	0	10	20	
Nitrógeno	1.58	2.05	1.83	>0.8%
Fósforo	0.89	0.69	0.73	<0.1%
Potasio	2.44	1.77	1.45	-
C/N	6.53	5.61	5.77	10-25
pH	6.33	6.87	6.13	5.0-7.5

Discusión

El proceso de compostaje tuvo una duración de 120 días. De acuerdo con Manyuchi and Phiri (2013), el proceso de compostaje generalmente tiene una duración que va de 28 a 120 días. Asimismo, los autores reportan un rendimiento del lombricompost entre el 30 y el 50% para diversos residuos sólidos orgánicos.

Se encontró diferencias significativas entre los tratamientos para el porcentaje de potasio. El contenido de potasio fue mayor con el 0% de equinaza, siendo su valor de 2.44%. (Manyuchi and Phiri, 2013) reportan un rango de 0,2-6,18% para el contenido de potasio del lombricompost. También se encontró diferencia significativa para el pH, siendo mayor con el tratamiento de 10%;

de acuerdo con Alshehrei and Ameen (2021), la lombriz de tierra segrega una sustancia polimérica extracelular, la cual es una fuente de nutrientes para las bacterias que participan en la descomposición de los residuos sólidos y en la modificación del pH.

Asimismo, el contenido de fósforo excedió el valor de referencia de la normativa de calidad de compost (norma chilena), debido a que se encontró valores superiores al 0.1% en todos los tratamientos; teniendo valores similares a lo que obtuvieron Manyuchi and Phiri, 2013) los que están dentro del rango de 0,2%-1,6% de fósforo para el lombricompost.

En el presente estudio, se encontró un pH dentro del rango de los valores referenciales de la normativa chilena de calidad de compost (5.0-7.5). Cotta et al. (2015), sostienen que rango de valores del pH del lombricompost debe estar entre 6.7-8.9, para ser utilizado como abono orgánico; además (Ramnarain, Ansari and Ori, 2019) indican que, en la maduración del lombricompost, el pH tiende a neutralizarse. Por otro lado, se encontró un contenido de nitrógeno superiores a 0.8% (acorde con la normativa); obteniéndose un mayor porcentaje con el 10% de equinaza (2.05%). Pirsahab, Khosravi and Sharafi (2013) reportan un valor de 2.8% para el contenido de nitrógeno del lombricompost maduro; con el cual se puede mejorar la fertilidad del suelo. De acuerdo con (Bin, 2020), el lombricompost tiene un alto contenido de nutrientes, los cuales pueden mejorar la salud y la fertilidad del suelo.

Por otro lado, la relación C/N, supero altamente los valores de referencia (10%-25%), encontrándose valores menores al límite inferior; teniendo una relación carbono nitrógeno inicial de los residuos vegetales de 9.3% de cual, al final del ensayo se obtuvo 5.61% como el mejor valor; esto se debe a la carencia de fuentes que contienen carbono en los materiales previos al proceso de lombricompostaje (Rodrigues et al., 2019); por esta razón (Cornelio and Laines, 2017) recomiendan un balance adecuado de carbono/nitrógeno de los residuos a compostar.

En el presente estudio se encontró una asociación positiva entre el contenido de nitrógeno y el número de lombrices; es decir a mayor número de lombrices, mayor contenido de nitrógeno. Esto se debe a la mineralización del nitrógeno de los residuos a compostar (equinaza y residuos sólidos orgánicos) que realizan las lombrices, ya que la equinaza contiene un alto porcentaje de nitrógeno, que se descompone en el proceso de compostaje (Keskinen et al., 2017). De otro lado, se encontró una asociación negativa entre el contenido de potasio y el número de lombrices; es decir a mayor número de lombrices, menor contenido de potasio.

Conclusión

Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos para el contenido de potasio y el pH. Por otro lado, se observaron una clara tendencia de mejora en la relación C/N al aumentar el contenido de equinaza. Con la aplicación de lombrices. Adicionalmente, los parámetros que cumplen con la normativa chilena de calidad de compost son el contenido de nitrógeno y el pH; mientras que, el fósforo supera el estándar y la relación C/N, está por debajo de este valor de referencia lo que significa una mejora sustancial en la fertilidad del producto obtenido.

Referencias bibliográficas

- Alshehrei, F. and Ameen, F. (2021) 'Vermicomposting: A management tool to mitigate solid waste', Saudi Journal of Biological Sciences. The Author(s), 28(6), pp. 3284–3293. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.02.072.
- Bin, J. A. (2020) 'Vermicomposting of organic waste with Eisenia Fetida increases the content of exchangeable nutrients in soil', Pakistan Journal of Biological Sciences, 23(4), pp. 501–509. doi: 10.3923/pjbs.2020.501.509.
- Cornelio, V. M. and Laines, J. R. (2017) 'Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos', Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(2), p. 393. doi: 10.29312/remexca.v8i2.59.
- Corrêa, C. and Santos, J. (2015) 'Vermicompostagem no tratamento de resíduos orgânicos domésticos', in XI SEPesq - Semana de Extensão, Pesquisa e Pós-graduação - Centro Universitário Ritter dos Reis, p. 11.
- Cotta, J. et al. (2015) 'Compostagem versus vermicompostagem: Comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem', Engenharia Sanitaria e Ambiental, 20(1), pp. 65–78. doi: 10.1590/S1413-41522015020000111864.
- Keskinen, R. et al. (2017) 'Recycling nutrients from horse manure: Effects of bedding type and its

- compostability', *Agricultural and Food Science*, 26(2), pp. 68–78. doi: 10.23986/afsci.60443.
- Manyuchi, M. and Phiri, A. (2013) 'Vermicomposting in Solid Waste Management: A Review', *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 2(12).
- Pirsaheb, M., Khosravi, T. and Sharafi, K. (2013) 'Domestic scale vermicomposting for solid waste management', *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2(1), pp. 1–5. doi: 10.1186/2251-7715-2-4.
- Ramnarain, Y. I., Ansari, A. A. and Ori, L. (2019) 'Vermicomposting of different organic materials using the epigeic earthworm *Eisenia foetida*', *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. Springer Berlin Heidelberg, 8(1), pp. 23–36. doi: 10.1007/s40093-018-0225-7.
- Rodrigues, A. et al. (2019) 'Vermicompostagem Doméstica : Alternativa Para O Tratamento Descentralizado De Resíduos Sólidos No Município De Goiânia-Go', in 30º congresso Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-2019.