

Production of Compost from Domestic Solid Waste Through the Use of Efficient Microorganisms.

Producción de Compost a Partir de Desechos Sólidos Orgánicos Domésticos Mediante el Uso de Microorganismos Eficientes

Autores:

Munizaga Párraga, Diego
Instituto de Investigación, Universidad Técnica de Manabí
Docente
Portoviejo-Manabí



diego.munizaga@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-4168-3747>

Alcívar Cedeño, Ulbio
Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí
Docente Principal Titular
Portoviejo-Manabí



ulbio.alcivar@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-7941-6401>

Citación/como citar este artículo: Munizaga, Diego y Alcívar, Ulbio. (2023). Producción de Compost a Partir de Desechos Sólidos Orgánicos Domésticos Mediante el Uso de Microorganismos Eficientes. MQRInvestigar, 7(2), 3-21.
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.2.2023.3-21>

Fechas de recepción: 15-FEB-2023 aceptación: 20-MAR-2023 publicación: 15-JUN-2023



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>

Resumen

El manejo de los desechos orgánicos de tipo industrial y doméstico es cada vez más complicado debido a las cantidades que diariamente son generados. El presente trabajo pretende aplicar los EM para la obtención de un compostaje a partir de desechos domésticos como una alternativa para el tratamiento de estos, comprobando mediante ensayos de toxicidad y de metales pesados la efectividad. Se evaluaron 3 tratamientos en los que se utilizaron los microorganismos eficientes en los siguientes porcentajes 0,25%, 0,5% y 1%. Se realizaron análisis químicos de metales pesados y macronutrientes, así como de conductividad eléctrica, PH y reducción de volumen. Se utilizaron ensayos ecotoxicológicos para evaluar la calidad ambiental del producto obtenido. Se obtuvo que el residuo de mayor volumen fue el de residuos de alimentos, el T1 y T2 redujeron el volumen inicial de los residuos hasta el 20%, los metales pesados investigados (Pb, Cd, Cu y Ni) estuvieron dentro de los niveles reportados como aceptables para los abonos orgánicos, la mayor reducción del volumen en la materia orgánica tratada se logró con los tratamientos de ME 0,5% y 1%, se determinó una disminución de la conductividad eléctrica y del PH en los tres tratamientos utilizados tanto en el abono sólido como el líquido. No se encontró toxicidad aguda de los abonos sólidos y líquidos sobre *Eisenia Foetida*, aunque el abono puro (100%) inhibió la germinación de *Lactuca sativa*.

Se obtuvo un compostaje el cual en concentraciones del 0,5% demostró ser el más eficiente y con menor toxicidad.

Palabras clave: Desechos sólidos, producción, compost, microorganismos eficientes.

Abstract

The management of industrial and domestic organic waste is becoming increasingly complicated due to the quantities generated daily. The present work aims to apply MS to obtain compost from household waste as an alternative for the treatment of household waste, verifying its effectiveness by means of toxicity and heavy metal tests. Three treatments were evaluated in which the efficient microorganisms were used in the following percentages: 0.25%, 0.5% and 1%. Chemical analyses were performed for heavy metals and macronutrients, as well as for electrical conductivity, pH and volume reduction. Ecotoxicological tests were used to evaluate the environmental quality of the product obtained. It was obtained that the residue with the highest volume was food waste, T1 and T2 reduced the initial volume of residues up to 20%, the heavy metals investigated (Pb, Cd, Cu and Ni) were within the levels reported as acceptable for organic fertilizers, the greatest volume reduction in the treated organic matter was achieved with the ME 0.5% and 1% treatments, a decrease in electrical conductivity and PH was determined in the three treatments used in both the solid and liquid fertilizers. No acute toxicity of the solid and liquid fertilizers on *Eisenia Foetida* was found, although the pure fertilizer (100%) inhibited the germination of *Lactuca sativa*. A compost was obtained which at concentrations of 0.5% proved to be the most efficient and with the least toxicity.

Keywords: Solid waste, production, compost, efficient microorganisms.

Introducción

Los desechos y residuos sólidos llamados comúnmente basura, son productos generados por la actividad humana, tal y como lo indican Burgos et al, (2022). A nivel mundial el problema que genera el manejo de la basura se debe al volumen que día a día se produce, la diversidad de la misma y las enfermedades que pueden transmitir sobre todo cuando no se dispone de un sistema de manejo ambiental para este tipo de desechos (López, 2019). Según la investigación de Salinas, (2019) los residuos sólidos atraviesan un ciclo que consiste en su generación, recolección, transporte y disposición final (o, en algunos casos, un tratamiento que permita su reutilización). La responsabilidad del manejo de la basura debe ser compartida, tanto por los generadores de basura como por la entidad que la recolecta.

El estudio de Carriquiriborde, (2021) menciona que al hablar de la ecotoxicología, se la define como una disciplina científica aplicada que tiene por objeto comprender y predecir la distribución, destino y efectos, directos e indirectos, causados por agentes contaminantes de naturaleza física, química (de origen natural o sintético) o biológica que, producto de la acción antrópica, alcanzan en el ambiente niveles anormales alterando la estructura y/o función de los ecosistemas, con el fin de proveer herramientas de gestión que permitan prevenir, mitigar o remediar tales efectos.

Para Nagasaki et al, (2019), los microorganismos eficaces son la tecnología más prometedora en el tratamiento de los residuos orgánicos, elaborando un compost de alta calidad que puede mezclarse con el suelo, elevándole sus contenidos en sustancias nutritivas para las plantas, sirviendo como abono y mejorador del suelo.

Esta característica permite elevar los rendimientos de los cultivos y al mismo tiempo convertir un residuo en algo útil para el ambiente. Tomando esto en consideración se plantea el siguiente problema científico.

Los problemas presentes en la mayoría de las ciudades del mundo y de nuestro país se fundamentan en la falta de procesos que ayuden a disminuir la producción de elementos contaminantes generados por la actividad humana, el abandono de los campos y la sobrepoblación de las ciudades, además de la falta de concientización de las personas sobre la importancia de un manejo responsable y consiente de los residuos desde el hogar con técnicas sencillas que van desde el reciclaje y la clasificación de los desechos que ayudan a mejorar las condiciones de vida y mejorar el ambiente (Quijano et al, 2015).

El papel del EM en el manejo medioambiental es de importancia significativa. Esta solución microbiana que fue inicialmente desarrollada para sistemas agrícolas orgánicos y naturales, fue más adelante expandida para superar problemas medioambientales facilitando la reutilización de la mayoría de los desechos. El presente trabajo se planteó como objetivo: aplicar los EM para la obtención de un compostaje a partir de desechos domésticos como una alternativa para el tratamiento de estos comprobando mediante ensayos de toxicidad y de

metales pesados la efectividad de este tipo de compuesto.

Material y métodos

Material

Para la realización de este trabajo se adquirió una cepa comercial de ME (BioEM) que fue diluida y utilizada a tres concentraciones diferentes, teniendo en cuenta que el fabricante recomendaba la utilización de la misma en una dilución al 1%. Se utilizaron dos concentraciones por debajo de esta. Así las concentraciones utilizadas fueron 1%, 0,5 y 2,5%.

Métodos

Dentro de los diferentes métodos que se utilizaron para la ejecución de la presente investigación se encuentran:

Análisis químico de macronutrientes y metales pesados. En el análisis químico de los diferentes abonos orgánicos se evaluó: la relación carbono-nitrógeno (Relación C: N), materia orgánica, macro nutrientes, pH, humedad y conductividad eléctrica. Se determinó el contenido de macro nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) y materia orgánica. El análisis químico de macro nutriente se realizó por la metodología propuesta por la American Society of Agronomy. La determinación del nitrógeno se realizó mediante el método de Microkjeldahl. Se determinó el contenido de materia orgánica con base al contenido de carbono orgánico (porcentaje) presente en los abonos orgánicos. El cálculo final de la materia orgánica se realizó utilizando la siguiente fórmula: % materia orgánica = % carbono (C) orgánico x 1.724.

Los datos fueron procesados y presentados en forma de tablas y gráficos mediante la utilización del STATGRAPHICS CENTURION XVIII, se logró además determinar el impacto sobre el ecosistema del compost utilizando ensayos eco toxicológicos de toxicidad aguda sobre *Eisenia Foetida* y la inhibición de la germinación de semillas de *Lactuca sativa*.

Resultados

Para establecer los tratamientos se determinó el número de casas en donde recolectar los residuos. Para la toma de muestra se consideró un margen de error del 5%, un nivel de confianza de 95% y una población total de 200 casas con lo que se pudo determinar que el tamaño de la muestra correspondía a 132 casas. Se realizó la recolección de la materia orgánica para organizar los experimentos de tratamientos con los ME.

Análisis de los Resultados

A continuación, se presentan los respectivos resultados obtenidos una vez realizados los análisis establecidos en la presente investigación:

En la tabla 1 se detalla el tipo de residuos orgánicos generados en las viviendas los kilogramos totales y el promedio.

Tabla 1. Producción de tipos de residuos, cantidad de casas, kg totales y promedio en la Ciudadela California.

Tipo de residuo	Cantidad de casas	kg totales	kg promedio
Recortes de Frutas y verduras	125	132	1,00
Desperdicios de café	99	38	0,29
Restos alimentos	132	132	1,00
Pasto	70	130	0,98
Hojas	55	136	1,03
Huesos	112	99	0,75
Cáscara de huevos	126	66	0,50
TOTALES		733	5,55

Nota: Los desechos fueron recolectados de cada una de las 200 viviendas seleccionadas para la investigación.

Los residuos orgánicos colectados se mezclaron y se establecieron 3 tratamientos con 3 réplicas cada uno con diferentes concentraciones de ME eficientes (0,25%, 0,5% y 1%), de la siguiente manera:

Se utilizaron recipientes de plástico con capacidad para 200 litros. Estos fueron modificados colocándoles en su interior un tamiz con agujeros para dividir los líquidos de la parte sólida. Asimismo, se le colocó un tubo en la parte central del recipiente de tal forma que permitiera el intercambio de gases y en la base del recipiente se le colocó una válvula con el fin de retirar los lixiviados; los lixiviados fueron recolectados cada 4 días durante todo el experimento. En cada recipiente se depositaron 130 Kg de residuo orgánicos y se inocularon con ME al 0,25%, 0,5% y 1%, utilizando un total de 13 litros.

A los recipientes se les colocaron plásticos como capa interna con el fin de minimizar el contacto con el aire. A éstos plásticos se le colocaron encima bolsas con tierra con el fin de ejercer presión sobre el material en descomposición fermentativa y permitir un mejor desarrollo del proceso anaeróbico. En la parte externa del recipiente se colocó una bolsa para impedir la entrada de insectos u otros animales. Se tomaron las muestras para realizar el análisis químico y eco toxicológico a los 0 y 28 días de colocado el material en los recipientes. La tabla 2 se observa claramente cómo se reduce el volumen de concentración de desechos mientras más se acerca a los niveles mayores de concentración.

Los grados están en una escala del 0-5 los cuales demuestran el índice visual de concentración de los residuos generados, de la misma manera se establece un margen de reducción que esta dado en porcentaje del 0-100%, lo cual indica valores generados a cada uno de los grados concernientes con el porcentaje de reducción de acuerdo al método de tratamiento establecido.

Tabla 2. Grado de Reducción visual del volumen de desechos.

Grado	% reducción
0	0
1	10-20
2	30-40
3	50-60
4	70-80
5	90-100

En la tabla 3 se puede evidenciar la tendencia a reducir el volumen de la materia en descomposición de cada tratamiento. El primer tratamiento (T1-ME 0,25%) presenta una eficiencia baja, debido a que solo redujo un 60% del volumen hasta el día 28. Sin embargo, se observó cómo la reducción del segundo tratamiento (T2) se llevó a cabo en un tiempo similar al T3. Las diferencias entre los tratamientos solo radicarón en la concentración de los ME, siendo el T2 la concentración media de microorganismos y el T3 la más concentrada. Sobre la base de esto, se puede inferir que el segundo tratamiento es más económico para tratar los desechos que el tratamiento T3.

Durante el experimento, sólo se realizó un depósito de desechos, pero en la práctica el depósito es continuo lo cual puede contribuir a un aumento de microorganismos descomponedores, incrementando de esta manera la capacidad en los tanques tratados con ME para recibir los residuos. Visualmente se apreció que entre los 14 y 21 días sólo se observaron los desechos gruesos que desaparecieron a los 28 días.

Tabla 3. Efecto en porcentaje sobre la reducción del volumen de la materia orgánica de los diferentes tratamientos con ME en función del tiempo.

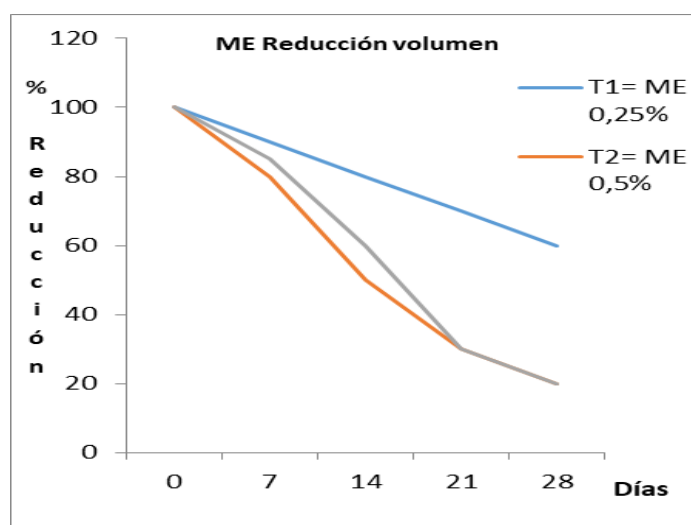
Días	T1	T2	T3
0	100	100	100
7	90	80	85
14	80	50	60
21	70	30	30
28	60	20	20

Nota: T1- ME 0,25%, T2-ME 0,5%, T3-ME 1%

En la figura 1 se observa la reducción del volumen de materia orgánica en los tratamientos que están sometidos a los microorganismos efectivos tanto al 1%, 0,5% y 0,25% tomando como referencia un periodo de días de 0 a 28 días identificando que la mayor de reducción de desechos se dio en aquellos que fueron tratados con microorganismos efectivos al 1% y 0,25%.

Un estudio similar realizado por Sarmiento en el 2020 en el que trabajo con residuos de cocina, se observan resultados parecidos y esto se debe a que la acción de los ME en los solitos totales de los desechos domésticos acelera los procesos de degradación de la materia orgánica en las concentraciones de 0,25% y 1%; y en el caso del 0,5 % se logra una etapa de estabilización del compostaje.

Figura 1. Reducción del volumen materia orgánica en descomposición.



Al observar la variable de conductividad eléctrica en la tabla 4, se puede notar una leve reducción a través de las lecturas, en todos los tratamientos. Tomando en cuenta que las lecturas están relacionadas directamente con el tiempo transcurrido se puede decir que hay reducción de la conductividad eléctrica a través del tiempo. Posiblemente la reducción de la

conductividad eléctrica es ocasionada por la pérdida de nutrientes durante el proceso de descomposición, ya sea por volatilización o lixiviación. Esto debido a que la conductividad eléctrica tiene una relación directa con las partículas iónicas contenidas en sustancias nutritivas.

También se observa que en los líquidos aumentó el valor de la conductividad eléctrica al final del experimento, lo que pudo estar relacionado con el aumento de la concentración de iones metálicos que salen en los lixiviados a los 28 días.

Tabla 4. Resultados de análisis químicos de las muestras, de los tratamientos. Conductividad eléctrica $\mu\text{s/cm}$.

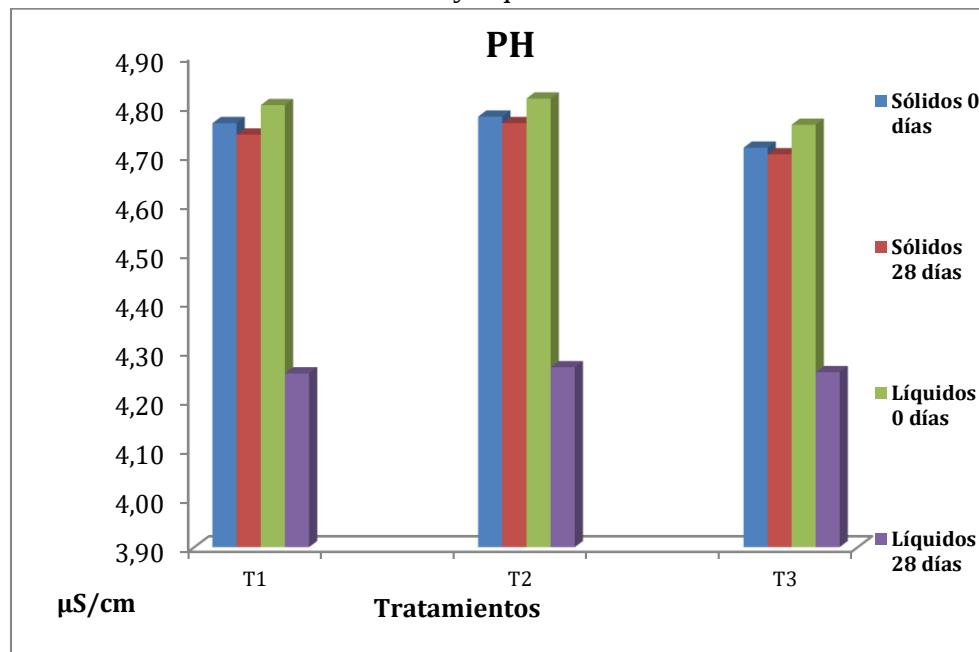
Estados Días Tratamientos	Sólidos		Líquidos	
	0	28	0	28
T1	6,00	5,98	6,04	6,09
T2	5,99	5,97	6,02	6,07
T3	5,98	5,97	6,03	6,08

Leyenda: N= 3, T1= ME 0,25%, T2= ME 0,5%, T3 = ME 1%

En cuanto al variable pH, en la figura 2 se muestra una disminución de los valores en las lecturas, con pequeñas variaciones no mayores a 1 nivel de Ph, es decir se mantienen valores estándares a lo largo de los procesos, y que solo son perceptibles en mayor cantidad en los líquidos y una vez que se ha cumplido el tiempo establecido de los 28 días para cada uno de los tratamientos utilizados en el manejo de los desechos domiciliarios. Esto se debe principalmente a la generación de ácidos orgánicos, por la leve acidificación, durante el proceso de descomposición. Ocurrendo esto tanto en los sólidos como en los líquidos.

Se puede observar una marcada variación de los niveles del Ph en los líquidos, que, en los sólidos, esto se puede generar por la evaporación del agua de las muestras y la concentración de los fluidos, aunque es necesario establecer nuevas variables en futuras investigaciones para determinar la causa precisa, en la que podrían estar implícitas otras variables como por ejemplo la temperatura de la muestra y la humedad relativa

Figura 2. Análisis Ph de muestras sólidas y líquidas



Es necesario hacer resaltar los valores encontrados en cuanto a nitrógeno en la tabla 5, debido a que, en ambos casos, hubo reducciones en la cantidad del nutriente. Esto posiblemente se debe a la volatilidad del nitrógeno en presencia del aumento de la temperatura que se produce durante el proceso de fermentación, aunque los mismos se encuentran dentro de los niveles normales esperados para este tipo de producto según Iwaishi (2020).

Es necesario realizar futuras investigaciones para determinar el verdadero efecto de las variables como la temperatura y la humedad relativa en el incremento o decrecimiento de los nutrientes, entre ellos el Nitrógeno.

Tabla 5. Comportamiento del nitrógeno a los 0 y 28 días.

Estados Días Tratamientos	Sólidos		Líquidos	
	0	28	0	28
T1	1,79	1,76	1,13	1,08
T2	1,75	1,74	1,14	1,11
T3	1,77	1,76	1,11	1,06

Nota: N= 3, T1= ME 0,25%, T2= ME 0,5%, T3 = ME 1%

Al analizar el comportamiento del fósforo en la tabla 6, se puede evidenciar que se presentó en las cantidades normales para este tipo de residuo y solamente mostró disminuciones discretas al final del proceso de fermentación. En estudios similares realizados por Sánchez et al, (2019), se evidencia que, aunque se trabajó con iguales concentraciones se presentó una mayor variación sobre todo en líquidos.

Tabla 6. Comportamiento del fosforo a los 0 y 28 días.

Estados	Sólidos		Líquidos	
Días	0	28	0	28
Tratamientos				
T1	0,28	0,25	0,30	0,26
T2	0,27	0,25	0,28	0,25
T3	0,28	0,27	0,30	0,25

Leyenda: N= 3, T1= ME 0,25%, T2= ME 0,5%, T3 = ME 1%

En la tabla 7 se manifiesta una marcada diferencia entre los valores iniciales de potasio tanto en la muestra de solidos como de líquidos de los desechos domiciliarios, en los 3 tipos de tratamiento, en dependencia de las concentraciones utilizadas, es así que existen variaciones de más de 0,15 % del porcentaje inicial. Indicando que el sistema de tratamiento utilizado si es eficiente para la reducción de este tipo de compuestos salinos.

Generalmente las sales de este tipo, tienden a concentrarse y acumularse en los suelos produciendo efectos dañinos sobre la salinidad del mismo, es conveniente un monitoreo exhaustivo de estos parámetros para determinar el verdadero impacto sobre suelos de uso agrícola.

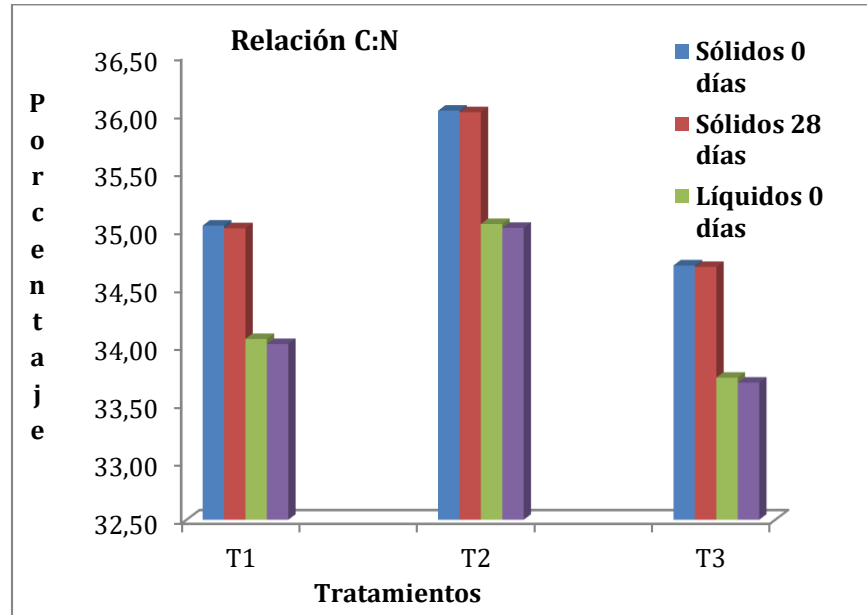
Tabla 7. Comportamiento del potasio a los 0 y 28 días.

Estados	Sólidos		Líquidos	
Días	0	28	0	28
Tratamientos				
T1	1,39	1,36	1,30	1,26
T2	1,37	1,35	1,28	1,25
T3	1,38	1,37	1,29	1,25
Leyenda : N= 3, T1= ME 0,25%, T2= ME 0,5%, T3 = ME 1%				

Como se puede apreciar en la figura 3 la relación C/N es útil para predecir cambios que puedan ocurrir respecto al N cuando se descompone un residuo orgánico. Si la relación es

alta (alto C y poco N) habrá tendencia a causar inmovilización neta, mientras que si la relación es estrecha habrá tendencia a la mineralización.

Figura 3. Relación carbono- nitrógeno



Al analizar las cantidades de materia orgánica en la tabla 8, se aprecia una variación entre los tres tratamientos, apareciendo valores de materia orgánica menores, posiblemente debido al estado de madurez presente en el fertilizante.

Tabla 8. Comportamiento de los valores de la materia orgánica a los 0 y 28 días.

Estados Días Tratamientos	Sólidos		Líquidos	
	0	28	0	28
T1	84,04	84,01	81,39	81,35
T2	85,03	85,01	81,72	81,68
T3	85,03	85,01	81,39	81,35

Leyenda: N= 3, T1= ME 0,25%, T2= ME 0,5%, T3 = ME 1%

2.1. Ensayos eco toxicológicos de los sustratos obtenidos con los diferentes tratamientos.

En la tabla 9, se muestra el proceso donde se prepararon cuatro diferentes sustratos con diferentes concentraciones de abono y suelo esterilizado en porcentajes volumen/volumen para realizar los ensayos eco toxicológicos de germinación de semillas y elongación de la raíz de *Lactuca sativa* y mortalidad o efectos de toxicidad sobre *Eisenia Foetida*.

Éstos fueron:

1. 100% de suelo esterilizado.
2. 30% de abono con 70% de suelo esterilizado.
3. 70% de abono con 30% de suelo esterilizado.
4. 100% de abono con 0% de suelo esterilizado.

Tabla 9. Toxicidad aguda sobre *Eisenia Foetida* del abono sólido y líquido.

Tratamiento	Variables	Abono sólido		Abono líquido	
		Viabilidad final %	Efectos subletales	Viabilidad final %	Efectos subletales
T1 = ME 0,25%	1	100	No observados	100	No observados
	2				
	3				
T2 = ME 0,5%	1	100	No observados	100	No observados
	2				
	3				
T3 =ME 1%	1	100	No observados	100	No observados
	2				
	3				
Dicromato de potasio	0.016	100	a,b,c,d	100	a,b,c,d
	0.16×10^{-3}	0	a,b,c,d	0	a,b,c,d
Agua				100	No observados
Suelo control		100	No observados		

Leyenda:

1 = 70 % suelo control o agua y 30% abono, 2 = 30% suelo control o agua y 70% abono, 3 = 100% abono

Toxicidad aguda

Para Morocho y Leiva (2019), los bioensayos toxicológicos tienen por finalidad determinar las concentraciones que para un tóxico dado o un nuevo sustrato ocasionan efectos dañinos o nocivos en un organismo modelo. En este estudio se empleó como organismo modelo la lombriz roja (*Eisenia Foetida*), mediante pruebas de aplicación tópica para establecer el grado de toxicidad del compuesto obtenido tanto sólido como líquido. En la tabla 9 se puede observar que no se manifestó toxicidad aguda sobre *Eisenia Foetida* del abono sólido y líquido. Esto pudo deberse a que el mismo no sobrepasó los rangos de macronutrientes,

metales pesados o sustancias tóxicas que provocaran letalidad o efectos adversos sobre *Eisenia Foetida*, debido a que las mismas son capaces de adaptarse a rangos amplios de variaciones de estos componentes, aunque pueden ser afectadas bajo ciertas condiciones y es por ello que se utilizan como bio-marcadores para ensayos eco toxicológicos de estos tipos de productos.

En las figuras 4 y 5 que se determina que la mayor toxicidad se manifiesta en el abono puro 100%. Esto pudo deberse a la producción de ácidos orgánicos que siempre ocurre en estos tipos de productos. Es por esta razón que la mejor forma de aplicación para este producto es mediante la utilización de un combinado con otra serie de sustratos que sean beneficios para los suelos y dependiendo del tipo de cultivo que se pretenda realizar.

Figura 4. Toxicidad del abono sólido sobre germinación lechuga (*Lactuca sativa*)

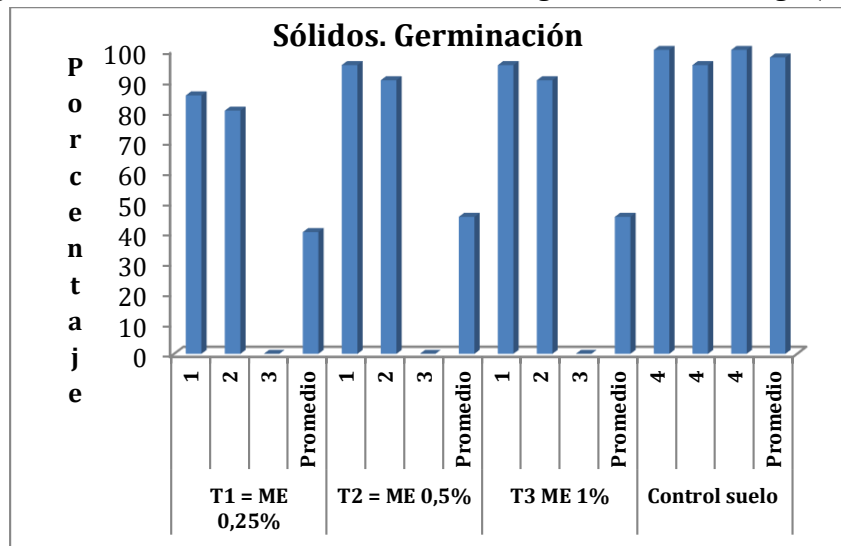
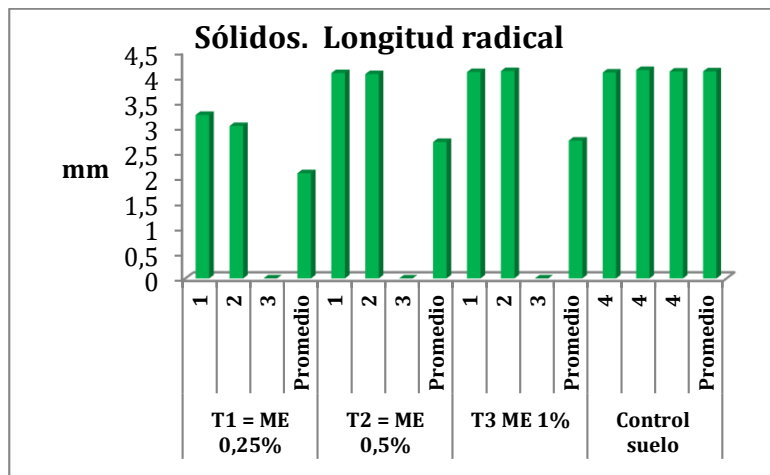


Figura 5. Toxicidad del abono sólido sobre longitud radical lechuga (*Lactuca sativa*)



En la tabla 10 se reflejan los resultados de los tres tratamientos evaluados con respecto a las características tomadas en consideración para el estudio. Se les asignó un valor de 1 al fertilizante que tuviera la peor característica evaluada y 3 al que tuviera la mejor característica.

Tabla 10. Factores de eco-eficiencia en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Capacidad de reducción	Calidad del abono	Efecto de germinación y elongación raíz <i>L. sativa</i>	Costo del tratamiento	Totales
T1					
ME 0,25%	1	2	2	3	11
T2					
ME 0,5%	3	2	2	2	12
T3					
ME 1%	3	2	2	1	11

Los parámetros y resultados evaluados fueron:

- **Capacidad de reducción.** El T1 redujo el volumen inicial hasta un 60%, el T2 y T3 un 20%.
- **Calidad del abono.** Para la calidad del abono se tuvo en cuenta los macronutrientes, PH, conductividad y metales pesados encontrados los que no tuvieron diferencias entre los valores encontrados.

- **Efecto sobre *Eisenia Foetida*.** No se determinó efecto del compost sobre *E. Foetida* por lo que el efecto para todos los tratamientos se evaluó de 3.
- **Efecto sobre la germinación y elongación de la raíz de *Lactuca sativa*.** El abono al 100% afectó la germinación de las semillas de *L sativa* por lo que su efecto se evaluó de 1.
- **Costo del tratamiento.** Para evaluar los costos se tuvo en cuenta que estos siguieron el siguiente orden $T2 < T1 = T3$, sobre la base de la mayor puntuación obtenida.

Al analizar el cuadro se pudo observar que los tres tratamientos tuvieron buenas y malas características. Las diferencias estuvieron en la capacidad de reducción, donde el tratamiento número dos y tres recibieron la mejor puntuación, que en éste caso fueron ME 0,5% y 1%, siendo el factor determinante la concentración de ME para obtener éste resultado y el costo del tratamiento donde el T1 fue menor y el T3 el mayor.

En cuanto a la puntuación total se evidenció que el tratamiento dos fue el de más puntuación por lo que se sugiere este tratamiento para aplicar los ME.

Discusión

Durante el experimento, se evaluó visualmente la reducción del volumen de desechos orgánicos colocados en los diferentes tratamientos, utilizando una varilla metálica graduada a la altura del contenido de materia orgánica sólida en cada recipiente graduada de 0 a 100 con intervalo de 10 unidades.

Los valores obtenidos de potasio en este ensayo son menores a lo que presenta Castillo (2020), en su trabajo “Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces”, realizado en Perú en el que los valores no son superiores 0,5% y de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), deben encontrarse entre el 0,3 y el 1% para un compost de calidad. En este caso tanto en la muestra líquida como sólida los valores son superiores a lo establecido por la FAO.

Según Arias (2019), la germinación de semillas y la prueba de la elongación radical son de los indicadores más simples del biomonitorio ambiental, esto da una medida real y sencilla de que tan tóxico puede ser un determinado sustrato, es por esta razón que en los ensayos realizados para la establecer la toxicidad se establece que el 100% del abono puro tanto en líquido como en estado sólido presenta el mayor grado de toxicidad.

En la parte líquida del fertilizante se muestran valores aún más bajos de materia orgánica, lo que puede estar dado porque la medición de la materia orgánica se realiza basándose en el carbono orgánico, mientras que en los líquidos muchos compuestos se encuentran mineralizados, favoreciendo esto su empleo como abonos foliares (Santos 2016).

Conclusiones

La concentración de ME que mejores resultados presentó fue la de 0,5%, por ser esta la más eco-eficiente para la producción de abono orgánico que puede ser utilizado en tratamientos de los suelos, lo cual es importante debido a que los Microorganismos Eficientes cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quilatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes, además dentro de sus afirmaciones menciona que los ME mejoran el equilibrio natural al hacer cambios en la micro y macro flora de los suelos.

Para futuras investigaciones es importante considerar el monitoreo de otros parámetros como temperatura y eliminación de CO₂, dentro de las pilas para poder asegurar la alta calidad del abono, y evitando así las pérdidas de nutrientes que se fueron generando por la volatilización.

El potencial del EM en la elaboración de compost y el manejo ambiental es significativo. La tecnología puede ser fácil y económicamente usada para mejorar productividad de los sistemas agrícolas especialmente los sistemas orgánicos y en la mitigación de la contaminación ambiental.

Referencias bibliográficas

- Arias Hoyos, A. Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. Journal de ciencia e ingeniería. Vol. 02, No. 02, 2019, pp. 42–45.
<https://jci.uniautonomia.edu.co/2010/2010-7.pdf>
- Burgos Briones, G.A., Mendoza Vélez C.J., Mendoza Pico, C.E., Bedón Arteaga V.G., y Alcívar Cedeño, U.A. Aprovechamiento del pinzote de banano (musa paradisiaca) en la elaboración de papel. La Técnica: Revista De Las Agrociencias. Ed. Especial, 2022, pp. 69 – 78. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.4494
- Castillo Huaman, L. C. Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo., Tesis presentada en opción al Grado Científico de Ingeniero Ambiental en la Universidad Continental, Perú. 2020. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8245>.
- Carriquiriborde, P. Principios de Ecotoxicología. Los contaminantes en el ambiente y su acumulación en la biota, Editorial de la UNPL, 2021.
- Chan-Quijano, J. G., Jarquín-Sánchez, A., Ochoa-Gaona, S., Martínez-Zurimendi, P., López-Jiménez, L. N., y Lázaro-Vázquez, A. Directrices para la remediación de suelos contaminados con hidrocarburos. Teoría y Praxis. No. 17, 2015, pp. 123-144.
<https://www.redalyc.org/pdf/4561/456144902006.pdf>
- Iwaishi, S. 2000. Effect of Organic Fertilizer and Effective Microorganisms on Growth, Yield and Quality of Paddy-rice Varieties. Journal of Crop Production. Vol. 3, No. 1, 2000, pp. 269-273. https://doi.org/10.1300/J144v03n01_22
- Nagasaki, K.; Hirai, H.; Mimoto, H.; Quyen, T.; Koyama, M. y Takeda, K. “Succession of microbial community during vigorous organic matter degradation in the primary fermentation stage of food waste composting”. Science of the Total Environment. Vol. 671, 2019, pp. 1237–1244. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.341>
- López Jara, R. N. Caracterización de residuos sólidos urbanos y propuesta de un plan de gestión ambiental para disminuir la contaminación en el centro poblado de Chocobamba, Huacrachuco, Marañón-Huánuco 2018., Tesis presentada en opción al Grado de Magister en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Mención Gestión Ambiental. Perú, 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5364>
- Salinas, P. J. Los desechos sólidos, residuos o basura, un problema mundial para la salud y el ambiente. Vol. 28, No. 1, 2019, pp. 35 – 38.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7084083>
- Sarmiento Tejada, J. G. Residuos orgánicos de cocina generados en restaurantes con microorganismos eficientes, para la obtención de compost, Arequipa 2020. Tesis presentada en opción al Grado de Ingeniero Ambiental. Perú, 2020.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/59177>

Sánchez Rosales R, Hernández Rodríguez OA, Jiménez Castro JA, Ojeda Barrios DL, Guerrero Prieto VM, Parra Quezada RA. Modelos de predicción del índice de madurez de abonos orgánicos producidos con tres procesos de transformación. ITEA Información Técnica Económica Agraria. Vol. 115, No. 3, 2019, pp. 198 212.

<https://doi.org/10.12706/itea.2018.033>

Santos, L. Micro-organismos Eficientes: diversidade microbiana e efeito na germinação, crescimento e composição química de Capim-Marandu. Tesis presentada en opción al Programa de Pós-Graduação em Agroecologia para obtencao do título de Magister Scientiae., Universidade Federal de Viçosa. Viçosa Minas Gerais Brasil. 2016.

<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/9597/1/texto%20completo.pdf>

Tanya Morocho, M., & Leiva-Mora, M. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Centro Agrícola. Vol. 46, No. 2, 2019, pp. 93-103. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.