

Características químicas y microbiológicas de vermicomposta producida en el ITSL.

M, Hernández-López¹, S.A. Vidaña-Martínez^{1*}, T.E Velasquez-Chavez.¹

Resumen— En la actualidad la generación de residuos orgánicos representa un impacto negativo para el medio ambiente, de tal manera que la generación de vermicomposta es una alternativa para su utilización como abono orgánico. El objetivo del presente estudio es evaluar las características químicas y microbiológicas de la vermicomposta generada en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Donde se evaluaron tres diferentes sustratos: estiércol de bovino, caprino y equino, con tres repeticiones por tratamiento, colocando tres kilogramos de éstos en cajas de plástico e incorporando 8 lombrices adultas de la especie *Eisenia Foetida* (roja californiana). Durante los tratamientos se le monitorearon los siguientes parámetros: Porcentaje de calcio, magnesio, sodio, potasio y miligramos por kilogramo de hierro, manganeso, cobre y zinc. De acuerdo a los estudios el mejor resultado en cuanto a contenido de macro y micronutrientes es el correspondiente al estiércol de cabra y se presentó ausencia de microorganismos en los tres sustratos cumpliendo con la inocuidad necesaria según la NADF-020-AMBT-2011. La lombricultura es actualmente una opción sustentable para utilizar los residuos orgánicos para la generación de composta e incrementar la fertilidad de los suelos.

Palabras claves — Características, físicas, químicas, vermicomposta.

Abstract— Currently, the generation of organic waste represents a negative impact on the environment, in such a way that the generation of vermicompost is an alternative for its use as organic fertilizer. The objective of the present study is to evaluate the chemical and microbiological characteristics of the vermicompost generated at the Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Where three different substrates were evaluated: cattle, goat and horse manure, with three repetitions per treatment, placing three kilograms of these in plastic boxes and incorporating 8 adult earthworms of the species *Eisenia Foetida* (California red). During the treatments, the following parameters were monitored: Percentage of calcium, magnesium, sodium, potassium and milligrams per kilogram of iron, manganese, copper and zinc. According to the studies, the best result in terms of macro and micronutrient content is that corresponding to goat manure and there was an absence of microorganisms in the three substrates, complying with the necessary safety according to NADF-020-AMBT-2011.

Vermiculture is currently a sustainable option to use organic waste for compost generation and increase soil fertility.

Keywords — Characteristics, physical, chemical, vermicompost.

I. INTRODUCCIÓN

Los residuos orgánicos que se generan debido a las actividades antropogénicas representan un impacto negativo al medio ambiente y es responsabilidad todos visualizar la correcta disposición de los mismos en fomento de la sustentabilidad. En el caso de los residuos orgánicos existe una forma de aprovechamiento que depende de la descomposición orgánica y la generación de composta. La composta se define como “la degradación oxidativa de desechos sólidos orgánicos por medio de microorganismos en condiciones controladas” [1]. Otra de las técnicas más utilizadas actualmente para el aprovechamiento de los residuos orgánicos es la vermicultura, que está basada en la cría intensiva de lombrices para la producción de vermicomposta. La vermicomposta producida a partir de los residuos orgánicos tiene una enorme cantidad de ventajas para el suelo donde se coloca: aporte de nutrientes, enriquece la flora microbiana, contribuye al mejoramiento y crecimiento de cualquier tipo de planta. La especie de lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*) resulta ser la especie más cultivada en el mundo dada su alta tolerancia a los factores ambientales, su alta tasa de reproducción y capacidad de apiñamiento [2]. El lixiviado producido a partir de la vermicultura es rico en nitrógeno, fósforo, calcio y potasio, además de otros nutrientes, es de fácil asimilación para las plantas y cuenta con ácidos húmicos y fúlvicos que estimulan el enraizamiento de un modo 100% ecológico de cualquier tipo de planta y árbol. El lixiviado es ampliamente utilizado porque mejora naturalmente la salud y apariencia de las plantas, promueve un rápido crecimiento, mantiene un pH neutro y es un excelente blindaje contra los climas extremos.

En México, las actividades agrícolas y en particular las ganaderas producen una gran cantidad de residuos orgánicos que son desperdiciados en forma de excremento aproximadamente 37 millones de toneladas por año [3] y tan sólo en la Región Lagunera se producen 925,000 toneladas/año. Los excrementos están dentro de lo que se

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Av. Tecnológico 1555 sur, Periférico Gómez, Lerdo. C.P.35150. Cd. Lerdo, Durango, México. (* advi_66@hotmail.com)

considera orgánico y todo este desecho puede ser utilizado en la vermicultura, que permitirá la transformación de todo el residuo en un abono orgánico de alto valor agronómico. En la producción de vermicomposta se involucran factores tales como el tipo de sustrato utilizado, la especie de lombriz utilizada, la cantidad de lombrices, la humedad de la composta, las instalaciones y una vez obtenida la vermicomposta es necesario evaluar los diversos factores químicos y biológicos de la producción.

Con el objetivo de conocer el efecto de los diferentes tipos de residuos y su impacto, en este proyecto se evaluaron variables tales como el tipo de residuo empleado y la manera en que influye sobre el desarrollo de las lombrices, se diseñó además la caracterización de la composta obtenida a partir de la utilización de los diferentes sustratos y la evaluación de los mismos sobre el desarrollo de las lombrices utilizadas.

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

A. Localización del estudio.

El presente estudio se llevó a cabo en un espacio asignado dentro del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, situado en Av. Tecnológico No. 1555 Sur Periférico Gómez-Lerdo Km. 14.5 de Cd. Lerdo, Dgo.

B. Pre-composteo de los Residuos Orgánicos

La actividad inició en diciembre del 2016 con la recolección del estiércol y fue proporcionado por la Granja los Eucaliptos del ejido 13 de marzo de Gómez Palacio Dgo. Se realizó el pre-composteo de tres diferentes sustratos (estiércol: bovino, caballo y cabra) con una duración de tres meses iniciando el primero de enero del 2017 y finalizando el 24 de abril del 2017. Una vez obtenido el sustrato pre-compostado se dio inicio a la instalación de los tratamientos.

C. Selección de especie.

Para medir el comportamiento reproductivo de la lombriz de tierra, se utilizaron lombrices de la especie *Eisenia foetida*, la cual es una de las especies más comúnmente utilizadas para realizar el lombricomposteo, debido a que estas lombrices crecen más rápido, se mantienen más saludables, viven más tiempo, y se reproducen a mayor velocidad.

D. Procedimiento

Se evaluaron tres tratamientos con tres repeticiones cada uno. En total se manejó una cantidad de nueve unidades experimentales, las cuales contenían el 100% de materia orgánica. Para esto se utilizaron nueve cajas con 30cm de largo, 20cm de ancho y 22cm de altura, a estas se les instaló un tubo de pvc de ½ pulgada, para la recolección del lixiviado. Posteriormente se adicionaron 3kg de estiércol en cada experimento, el 28 de Abril del 2017 se añadieron ocho lombrices adultas a cada uno de los tratamientos, las cuales fueron donadas por el Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuario (INIFAP) de la Ciudad de Matamoros Coahuila. Se realizaron riegos cada tercer día para mantener una humedad adecuada la cual ronda entre 60 y 80%, para incrementar la reproducción de la lombriz y una alta producción y calidad de fertilizante orgánico.

E. Variables Evaluadas y Diseño Experimental

En este estudio se evaluaron los parámetros necesarios para la reproducción y generación de lombricomposta durante el periodo de diciembre del 2016 a mayo del 2017. Las variables evaluadas en la lombricomposta fueron: calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, manganeso, cobre y zinc por medio de un equipo de Absorción Atómica. Los análisis microbiológicos fueron: Coliformes fecales, *Salmonella-Shigella*, Huevos de helminto; dichos análisis están basados en la norma NADF-020-AMBT-2011.

El análisis estadístico se realizó con la ayuda del programa MiniTab 18, con el cual se realizó los análisis de varianza correspondientes utilizando un anova de un solo factor con comparación en parejas de Tukey ($\alpha = 0.05$).

III. RESULTADOS

A. Calcio (Ca).

El Ca fue más alto en el estiércol antes de la aplicación de la lombriz lo cual en el análisis estadístico nos dio como resultado que no había diferencia significativa entre los sustratos (véase Cuadro I), lo cual el sustrato que contenía más porcentaje de Ca fue el T3, en cambio en la segunda prueba que se realizó después de la aplicación de las lombrices el calcio bajo su nivel, y mostro que existía diferencia significativa ($p < 0.05$), lo cual el T2 (estiércol de cabra) fue el de la proporción más elevada, (Cuadro II) la cantidad de calcio presente se redujo ya que los experimentos se regaban cada tercer día y fue disminuyendo la concentración conforme pasaba el tiempo. Según [4] los resultados en su comparación de abonos orgánicos la composta tiene un porcentaje aproximado de 6.5% de Ca, y la lombricomposta tenía 1.6% de Ca.

B. Magnesio (Mg).

Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los sustratos (Cuadro I). El estiércol de cabra fue el que presentó mayor porcentaje de magnesio con 0.38%, quedando ligeramente por debajo de los resultados encontrados por [5], con un resultado de 0.55% de magnesio en el humus de vaca.

C. Sodio (Na)

El sodio no presentó diferencia significativa ($p > 0.05$), el estiércol que presentó mayor porcentaje fue el del estiércol de cabra con 0.19% (Cuadro I). Según los resultados de [6], el Na presente en su lombricomposta fue de 0.14% quedando por debajo del resultado obtenido en este estudio.

D. Potasio (K)

Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los sustratos, el cual sobresalió el T1 (estiércol de vaca) con un porcentaje de 0.50% (Cuadro I), estos resultados concuerdan con los análisis de [5], en los cuales el estiércol de vaca fue el que tuvo mayor porcentaje de potasio con 1.54%.

CUADRO I.
ANÁLISIS DE MACRONUTRIENTES PRESENTES EN LA LOMBRICOMPOSTA

Tratamiento	Ca	Mg	Na	K
	%			
T1	1.62c	0.31b	0.16a	0.50a
T2	3.83 a	0.38a	0.19a	0.42b
T3	2.38b	0.28c	0.06a	0.21c

*letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes, ($p \leq 0.05$). Donde: T1= Estiércol de vaca, T2=estiércol de cabra, T3=estiércol de caballo. %Ca= porcentaje de calcio, %Mg= porcentaje de magnesio, %Na= porcentaje de sodio, %K= porcentaje de potasio.

E. Hierro (Fe)

Como se puede observar en el Cuadro II el T1 (estiércol de vaca) presentó diferencia significativa ($p < 0.05$), con 545mg/kg. A comparación de los resultados obtenidos por

[6], en su lombricomposta encontró que el Fe estaba presente con la cantidad de 3840 mg/kg.

F. Manganeso (Mn)

El estiércol de cabra (T1), presentó diferencia significativa ($p < 0.05$), con 361.70 mg/kg dejando en segundo lugar T2 (véase Cuadro II), estos resultados coinciden con la investigación de [5], menciona que el estiércol de cabra en el que se presentó mayor cantidad de manganeso (7780mg/kg) y enseguida el estiércol de vaca con 5637mg/kg.

G. Cobre (Cu)

Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$), en el T2, (Cuadro II), con un total de cobre de 38.15 mg/kg, comparado con los estudios realizados por [5], menciona que el estiércol de cabra tiene mayor cantidad de Cu (108 mg/kg), lo cual estos resultados también concuerdan con [7] con 65 mg/kg de cobre total en su reporte de análisis de lombricomposta.

H. Zinc (Zn)

Este parámetro presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los sustratos (Cuadro II), obteniendo los siguientes resultados T2= 304.85 mg/kg, T1= 131.3 mg/kg y por último el T3= 74.7mg/kg. A comparación con otras investigaciones [8], encontró que el zinc se encontraba con 145 mg/kg en su vermicomposta. Por otra parte [5] menciona que el mejor sustrato para producción de Zn fue el estiércol de cabra con 680 mg/kg dejando en segundo lugar el estiércol de vaca con 245 mg/kg.

CUADRO II.
ANÁLISIS DE MICRONUTRIENTES PRESENTES EN LA LOMBRICOMPOSTA.

Tratamientos	Fe	Mn	Cu	Zn
	mg/kg			
T1	545 a	166.35 b	20.40a	131.3 b
T2	402.63 b	361.70 a	38.15a	304.85 a
T3	324.85 c	136.15 c	11.05 a	74.7 b

*letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes, (p ≤ 0.05). Dónde: T1= Estiércol de vaca, T2=estiércol de cabra, T3=estiércol de caballo. Fe=Hierro, Mn= Manganeseo, Cu= Cobre, Zn= Zinc.

I. Análisis microbiológicos

De acuerdo a los análisis realizados a la lombricomposta y según la norma NADF-020-AMBT-2011, la cual analiza coliformes fecales, *Salmonella-Shigella* y Huevos de helminto, se obtuvieron los siguientes resultados enlistados en el Cuadro III, comparando con los parámetros que establece la norma antes mencionada.

CUADRO III.
RESULTADO DE ANÁLISIS DE COLIFORMES FECALES,
SALMONELLA-SHIGELLA Y HUEVOS DE HELMINTO
PRESENTES EN LA LOMBRICOMPOSTA.

Análisis	Parámetro (base seca)	T1	T2	T3
Coliformes fecales	<1000 NMP/gr	Ausente	Ausente	Ausente
Salmonella-Shigella	<3 NMP en 4gr	Ausente	Ausente	Ausente
Huevos de helminto	NMP 1-4gr	Ausente	Ausente	Ausente

Dónde: T1= Estiércol de vaca, T2=Estiércol de cabra y T3= Estiércol de caballo.

IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Se concluye que el sustrato que presento un mayor contenido de macronutrientes fue el estiércol de cabra para los elementos de calcio y magnesio con 3.83 y 0.38 % respectivamente, para potasio el que tuvo mayor contenido fue el estiércol de vaca con 0.50 %

Para los micronutrientes el estiércol de vaca represento mayor significancia para hierro con 545 mg/kg y el

estiércol de cabra para manganeso y zinc con valores de 361.70 y 304.85 mg/kg respectivamente.

Todos los parámetros evaluados en la lombricomposta cumplen con los requerimientos nutricionales de un abono orgánico capaz de satisfacer las necesidades de las plantas y los cultivos de esta región Lagunera, así como cumple con la inocuidad necesaria según la NADF-020-AMBT-2011 la cual establece límites máximos permisibles de coliformes fecales, *Salmonella-Shigella* y Huevos de helminto, dentro de los cuales los resultados muestran que la lombricomposta obtenida cumple satisfactoriamente para ser utilizada en los cultivos.

La lombricultura es una opción sustentable de utilizar los residuos orgánicos generados en la región para la generación de lombricomposta, la cual puede ser utilizada como abono orgánico para incrementar la fertilidad de los suelos.

Se recomienda que el humus obtenido en este estudio se aplique en un cultivo para analizar su rendimiento y comprobar su efectividad.

Otra recomendación es experimentar con otros tipos de sustratos para comparar su valor nutrimental en el humus.

V. AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, por las facilidades brindadas para la instalación del Lombricario y en financiamiento de este proyecto.

Al Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP), por la aportación de la Lombriz *Eisenia Foetida* (Roja Californiana).

Al Centro Nacional de Investigación en Relación Agua,Suelo, Planta, Atmosfera (CENID RASPA), por la elaboración de los análisis químicos realizados a la lombricomposta

VI. REFERENCIAS

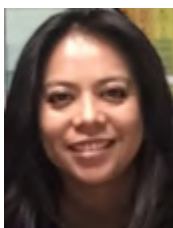
- [1] Zucconi, F. and De Bertoldi, M. (1987) Compost Specifications for the Production and Characterization of Compost from Municipal Solid Waste. In: De Bertoldi, M., Ferranti, M.P., L'Hermite, M.P. and Zucconi, F., Eds., Compost: Production, Quality and Use, Elsevier, London, 276-295.
- [2] Guadarrama R. O. y Taboada S. M. 2004. La Lombricultura, una Propuesta al Medio Rural. Memorias del Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Guadalajara, Jal. Méx.
- [3] Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Uso sustentable de desechos orgánicos en sistemas de producción agrícola. Folleto Técnico. SAGARPA. INIFAP. 5 pág.

- [4] Trinidad Santos, A. (1987). *El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola* (No. 04; CP, FOLLETO 106.).
- [5] Chicaiza, T. (2007). Producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y lombrihumus con estiércol de vaca, cabra, cerdo y caballo (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012).
- [6] López Valenzuela, B. E., Armenta, B., Adolfo, D., Apodaca, S., Miguel, A., Ruelas, I., ... & Valenzuela, E. F. (2014). Reducción de la fertilización sintética con composta y optimización del riego sobre la pudrición del tallo (*Fusarium spp*) del maíz. *Scientia Agropecuaria*, 5(3), 121-133.
- [7] Casco, J. M. (Ed.). (2008). *Compostaje*. Mundi-Prensa Libros.
- [8] Rodríguez Dimas, N., Cano Ríos, P., Figueroa Viramontes, U., Favela Chávez, E., Moreno Reséndez, A., Márquez Hernández, C., ... & Preciado Rangel, P. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 319-327.

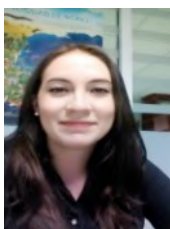
VII. BIOGRAFÍA



Mónica Hernández López nació en Torreón Coahuila el 22 de febrero de 1983. Es Ingeniera Química en el Instituto Tecnológico de la Laguna en Torreón Coahuila, México, en el 2007. Continúo con sus estudios de postgrado en el Instituto Tecnológico de Torreón en la ciudad de Torreón Coahuila, México, obteniendo el grado de Maestra en Ciencias en Suelos en el 2010. Actualmente labora como docente, perteneciendo al departamento de Ingeniería Ambiental en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en la Ciudad de Lerdo Durango, México.



Vidiana Martínez, Silvia Adriana nació en la Ciudad de Durango. Cursó estudios de Ingeniería Química y Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica en el Instituto Tecnológico de Durango, concluyendo sus estudios en el 2005, en la Ciudad de Durango, Dgo. Actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en Cd. Lerdo, Durango, México donde se desempeña como docente en la división de Ingeniería Ambiental.



Velásquez Chávez Tania Elizabeth. Nació en la ciudad del Gómez Palacio, Durango el 6 de febrero de 1987. Cursó la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo en Facultad de Ciencias Químicas de la UA de C en la ciudad de Saltillo, Coahuila terminando los estudios en el año 2009. Tiene maestría en Ingeniería Bioquímica en la Escuela de Ciencias Biológicas de la UA de C en la ciudad de Torreón Coahuila terminando esta misma en el año 2013. Actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, como docente de la división de Ingeniería Ambiental.