

Evaluación de humus de lombriz bajo especificaciones de la Norma Mexicana NMX-FF-109-SCFI-2008

Ticante Roldán J. A.¹, Almiray Pinzón. R.², Marín-Castro M. A.¹, Hidalgo Aguirre M.³, Valera Pérez M.A.¹, Saldaña Munive J.A.¹, Rueda Luna R.¹ y Zarate Cortés K. E.³

Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas - Instituto de Ciencias¹, Departamento de Microbiología - Facultad de Ciencias Químicas², Facultad de Ingeniería Química - Colegio de Ingeniería Ambiental³
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, Pue.; México
antonio.ticante@correo.buap.mx

Abstract— They were evaluated six samples of worm humus under the Mexican Norm NMX-FF-109-SCFI-2008, for the physicochemical and microbiological parameters and it was found the presence of pathogenic bacteria and fungi that were not regulated in the norm. Worm humus contains important amounts of nitrogen, phosphorus, potassium, high humic and fulvic acid contents, high presence of enzymes and bacteria that favor the assimilation of nutrients; produce a phyto regulatory action that protects against pests and diseases, contributes to the formation of microflora and microfauna of the soil so it can help improve the recovery of soils contaminated by chemical agents, can keep the pH neutral, so can use with all kinds of plants.

Keyword – *vermicompost, quality, soil.*

Resumen— Se evaluaron seis muestras de humus de lombriz bajo la Norma Mexicana NMX-FF-109-SCFI-2008, para los parámetros físico-químicos y microbiológicos y se constató la presencia de bacterias y hongos patógenos que no están regulados en la norma. El humus de lombriz aporta cantidades importantes de nitrógeno, fósforo potasio, altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos, elevada presencia de enzimas y bacterias que favorecen la asimilación de nutrientes; produce una acción fitorreguladora que protege contra plagas y enfermedades, contribuye a la formación de microflora y microfauna del suelo por lo que puede considerarse un mejorador eficaz para la recuperación de suelos contaminados por agentes químicos, tiende a mantener el pH neutro, por lo que puede utilizarse con todo tipo de plantas

Palabras clave – *Vermicomposta, calidad, suelo.*

I. INTRODUCCIÓN

El compostaje aumenta la fertilidad del suelo a partir de la transformación de un sustrato para su asimilación como materia orgánica por la microbiota presente en el medio, ya que modifica las propiedades del sustrato y la microfauna (conocidos como descomponedores), que se encargan de disminuir las fracciones de materia orgánica asimilable.

Como tratamiento biológico es una alternativa de bajo costo de operación y la aplicación del producto al suelo como abono orgánico le confiere los nutrientes necesarios para usarlo en la agricultura; es el único proceso en donde la estabilización del material residual permite la recuperación del mismo (Rodríguez y Córdova, 2006). Consiste en la degradación parcial o total de los compuestos químicos mediante la presencia de un consorcio microbiano encargado de dirigir las etapas correspondientes para la conversión del material residual (sustrato) a materia orgánica humificada y estable (humus); las reacciones metabólicas liberan grandes cantidades de energía haciéndolo un proceso exotérmico, es

importante recalcar que, el tiempo es un indicador que determina el grado de madurez del humus o compost (Hointik y Kuter, 1986, Boland et al., 2000).

El objetivo de este trabajo fue evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de muestras de lombricomposta a base de sustratos (estiércol) para determinar su calidad bajo las especificaciones y métodos de prueba establecidos en la Norma Mexicana NMX-FF-109-SCFI-2008.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

En la Ciudad de México en 2003, Veracruz en 2004, Querétaro y Guanajuato en 2005 y Estado de México en 2006, se implementaron leyes y normas que regulaban el tratamiento de residuos orgánicos a través del compostaje, siendo los primeros en evaluarlo como tratamiento biológico. En un Sistema de Aseo Urbano y en la política de las 3 R (Reducción, Rehúso y Reciclaje), este tipo de tratamiento obtiene mayor atención, pues el valor obtenido de los productos y/o subproductos permitirá su disposición final (SEMARNAT, 2006).

La lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) es utilizada en el tratamiento de los residuos orgánicos por su actividad dinámica que aumenta la porosidad, aireación del suelo, y contenido de nutrientes (Domínguez y Gómez, 2010), su comportamiento ha permitido desarrollar estudios para su integración al proceso de compostaje, donde su afinidad con el sustrato, velocidad metabólica, tasa de crecimiento y respuesta han sido favorables para la obtención de materia orgánica estable bajo condiciones de operación; se le denomina lombricompostaje o vermicompostaje.

La interacción de microorganismos del suelo con la lombriz implica una relación dinámica, los primeros degradan bioquímicamente el sustrato que las lombrices fragmentan, para incrementar la superficie y así, se lleven a cabo las reacciones correspondientes para la obtención de material orgánico estable y homogéneo conocido como humus de lombriz o lombricompost. (Domínguez, 2004; Li *et al.*, 2008; Giraddi *et al.*, 2008).

Las características que adquiere el humus indican su grado de madurez, es decir, su capacidad de retención de nutrientes y la disponibilidad de estos a través del intercambio iónico, contribuyen al mejoramiento de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. El estudio de la materia orgánica derivada del lombricompostaje se orienta a la evaluación del rendimiento de los sustratos al realizar mezclas con fertilizantes inorgánicos o con otros abonos orgánicos y su adición a cultivos agrícolas o bien la remediación de suelos degradados (Boulter *et al.* 2000; Romero *et al.* 2000; Tognelli, 2008).

Se entiende como *calidad del humus*, el equilibrio entre fracciones minerales y orgánicas como ácidos fúlvicos y húmicos, así como el origen del sustrato animal (estiércol) utilizado y la granulometría del producto final, ya que este factor determina su uso agrícola (SCFI, 2008). Sin embargo, debe de existir una visión más amplia que su valor agregado, ya que al utilizarse como enmienda agrícola o en la remediación del suelo se habla de un material orgánico cuyas propiedades confieren el valor mineral, nutrimental y biológico necesarios, para aumentar el grado de fertilidad y productividad según sea el caso.

III. METODOLOGÍA

Las especificaciones sensoriales, de calidad, fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras, identificadas como h_1 , h_2 , h_3 , h_4 , h_5 y h_6 , se determinaron en el material secado a temperatura ambiente bajo sombra y cribados en tamiz No. 2 de acuerdo a lo establecido en el punto 6 de la Norma Mexicana, las determinaciones fisicoquímicas se realizaron por métodos de prueba establecidos en el

capítulo 8 de la misma, el color de las muestras se determinó a través de la tabla de colores de Munsell. (Munsell 1994).

Evaluación de especificaciones microbiológicas:

El análisis microbiológico para detectar la presencia de *Salmonella spp.*, y coliformes fecales se efectuó con la técnica del número más probable por gramo de muestra (CF/NMP). El aislamiento de colonias fúngicas se realizó mediante dos técnicas fitopatológicas, aislamiento directo a partir del humus y aislamiento a partir de dilución en serie. Como un análisis adicional se realizó la determinación de quistes de nematodos por el método de Fenwick modificado. (Ochandia et al, 2016).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos en la evaluación fisicoquímica y microbiológica de las muestras h_1 , h_2 , h_3 , h_4 , h_5 y h_6 de humus de lombricomposta se condensan en las siguientes tablas. En la tabla I, se muestran los resultados de los porcentajes de nitrógeno total, materia orgánica, humedad y los valores de su relación C/N.

Tabla I. Resultados obtenidos de la evaluación de parámetros fisicoquímicos

<i>Parámetro</i>	%NT*		%MO*		C/N		%H**	
	<i>valor medio</i>	<i>DS</i>						
h_1	1.4	0.2	39	1.22	15.9	2.65	42	0.17
h_2	1.5	0.15	42	0.31	16.8	1.8	40	0.17
h_3	1.3	0.05	37	1.95	16.1	0.58	47	1.10
h_4	1.5	0.25	38	0.18	14.6	2.52	46	0.05
h_5	1.2	0.11	41	1.56	19.4	2.08	44	0.15
h_6	1.3	0.15	39	0.09	17	1.4	42	0.20

* base seca, **base húmeda, ds: desviación estándar

En la tabla II se muestran los resultados de las pruebas de pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y densidad aparente.

Tabla II. Resultados obtenidos de la evaluación de parámetros fisicoquímicos

<i>Parámetro</i>	pH		CE (dS/m)		CIC (Cmol/Kg)		Da (g/mL)	
	valor medio	DS	valor medio	DS	valor medio	DS	valor medio	DS
<i>h1</i>	7.1	0.005	0.33	0.01	26.3	0.73	0.60	0.08
<i>h2</i>	7.2	0.005	0.35	0.02	24.4	0.62	0.73	0.010
<i>h3</i>	9.8	0.03	0.39	0.14	21.4	1.79	0.68	0.011
<i>h4</i>	6.8	0.03	0.34	0.005	28.8	1.60	0.71	0
<i>h5</i>	6.5	0.01	0.33	0.005	28.4	1.45	0.71	0.015
<i>h6</i>	7.1	0.02	0.32	0.005	32.6	2.77	0.68	0.011

Los resultados anteriores (Tablas I y II) se compararon con valores establecidos en la NMX-FF-109-SCFI-2008 (Tabla III), donde se observa que el **%H** de todas las muestras tiene un valor mayor, la **CIC** es menor ya que los valores están por abajo de 40 cmol/kg; en el caso del **pH** la muestra *h3* excedió los valores permitidos.

Hola

Tabla III. Especificaciones fisicoquímicas del humus de lombriz (lombricomposta)

Característica	Valor
<i>Nitrógeno total</i>	De 1 a 4% (base seca)
<i>Materia orgánica</i>	De 20% a 50% (base seca)
<i>Relación C/N</i>	≤20
<i>Humedad</i>	De 20 a 40% (sobre materia húmeda)
<i>pH</i>	6.5de 5.5 a 8.5
<i>Conductividad eléctrica³</i>	≤4 dS m-1
<i>Capacidad de Intercambio catiónico</i>	>40 cmol kg-1
<i>Densidad aparente sobre materia seca (peso volumétrico)</i>	0.40 a 0.90 g mL-1
<i>Materiales adicionados</i>	Ausente

³decisiemens cada metro

Los resultados de pruebas microbiológicas se presentan en la Tabla IV. A pesar de que las muestras no presentan especies de *Salmonella* ni Coliformes, se encontró (Tabla V) la presencia de *Citrobacter diversus* y *Citrobacter freundii*, que de acuerdo con la bibliografía consultada corresponden a bacterias patógenas.

Tabla IV. Resultados de las pruebas microbiológicas.

<i>Muestra de humus</i>	<i>Determinaciones</i>		
	<i>CF/NMP</i>	<i>Salmonella spp</i>	<i>Huevos de helmintos</i>
<i>h1</i>	23	Ausente	No observables
<i>h2</i>	240	Ausente	No observables
<i>h3</i>	240	Ausente	No observables
<i>h4</i>	93	Ausente	No observables
<i>h5</i>	210	Ausente	No observables
<i>h6</i>	240	Ausente	No observables

Tabla V. Especies bacterianas encontradas en las muestras de humus

<i>Muestra de humus</i>	<i>Especies de bacterias patógenas</i>
<i>h1</i>	<i>Citrobacter diversus</i>
<i>h2</i>	<i>Citrobacter diversus</i>
<i>h3</i>	<i>Citrobacter freundii</i>
<i>h4</i>	Ausente
<i>h5</i>	<i>Citrobacter freundii</i>
<i>h6</i>	<i>Citrobacter frundii</i>

Se realizó la identificación de hongos fitopatógenos mediante claves taxonómicas y comparación de estructuras de reproducción, de acuerdo con la literatura especializada (Barnett, 1988), los resultados se presentan en la Tabla VI.

Tabla VI. Resultados del análisis fitopatológico de las muestras de humus

<i>Muestra de humus</i>	<i>Hongo fitopatógeno</i>
<i>h1</i>	<i>Sclerotium sp, alternaria sp</i>
<i>h2</i>	<i>Penicillium digitatum, alernaria solani</i>
<i>h3</i>	<i>Botrytis cinerea, Sclerotium rolfsii, Penicillium digitatum</i>
<i>h4</i>	<i>Fusarium solani</i>
<i>h5</i>	<i>Fusarium solani</i>
<i>h6</i>	<i>Botrytis cinérea</i>

La presencia de géneros: *Sclerotium sp*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium solani*, *Botrytis cinerea* *Penicillium expansum* es muy importante porque son hongos patógenos causantes de pudriciones radicales en plántulas de vivero e invernadero, así como cultivos en campo tales como solanáceas, hortalizas, plantas de ornato y frutales. En la determinación de quistes de nematodos, los resultados indicaron la presencia de quistes del género *Heterodera sp*, nematodo causante de daño radical en leguminosas y cereales.

V. CONCLUSIONES

A pesar de que los resultados encontrados en las evaluaciones de los parámetros permiten observar que las muestras no cumplen con los valores de CIC establecidos en la norma, y que a pesar de que 5 de las muestras cumplen con todos los demás parámetros fisicoquímicos, y bacteriológicos, se encontraron otras bacterias patógenas (*Citrobacter diversus* y *Citrobacter freundii*). En los resultados de las pruebas fitopatológicas se encontró que no cumple con los parámetros establecidos ya que se encontró presencia de 7 hongos fitopatógenos, de los cuales, 5 se consideran peligrosos para los cultivos.

Es importante recalcar que, aunque se comprobó que las muestras cumplen con la mayoría de los parámetros establecidos no es recomendable su aplicación al suelo, ya que contiene diversos agentes patógenos que podrían afectar su fertilidad o incluso su mecánica con el sustrato.

Para asegurar la calidad del humus de lombriz, se debe profundizar más en las caracterizaciones microbiológicas ya que la Norma Mexicana NMX-FF-109-SCFI-2007 no hace referencia a la presencia de otras bacterias patógenas.

REFERENCIAS

- [1] Barnett, H. L., Hunter B. B. 1988. Illustrated genera of imperfect fungi. 4th ed. Published St. Paul, Minn., APS Press.
- [2] Boulter, J. I., Boland, G. J., Trevors, J. T., (2000). Compost: A study of the development process and end-product potential for suppression of turfgrass disease. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 16: 115-134.
- [3] Dominguez, J. (2004). State of the art and new perspectives on vermicomposting research. In: C. A. Edwards (Ed). Earthworm ecology, 2nd Ed. CRC Press, Boca Raton. 401-424
- [4] Domínguez, J. y Gómez, M. (2010) Ciclos de vida de las lombrices de tierra aptas para el vermicompostaje. Acta Zoológica Mexicana, 2 (n.s): 309-320.
- [5] Giraddi, R. S., Gundannavar, K. P., Tippannavar, P. S and Sunitha, N. D. (2008). Reproductive potential of vermicomposting earthworms, *Eudrilus eugeniae* (Kinberg) and *Perionyx excavatus* (Perrier) as Influenced by seasonal factors. Karnataka J. Agric. Sci., 21(1):38-10.
- [6] Hointik, A. J. and G... A. Kuter (1986). Effects of composts in growth media on soil borne pathogens. In: The Role of organic matter in modern agriculture. Chen, Y. Avnimelech. Dordrecht, Netherlands. 289 – 306.
- [7] Li, Y. L., Padmavathiamma, P. K. and Kumari, U. R. (2008). An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. Bioresource Technology, 99: 1672-1681.
- [8] Munsell. 1994. Soil Color Charts Macbeth Division of Kollmergen Instruments Corporation 405 Litle Britain Road, New Windsor, NY 12553.
- [9] Ochandia et al, 2016. Métodos para la extracción de nematodos presentes en suelos del agrupamiento Ferralítico en Cuba, Rev. Protección Veg. vol.31 no.3 La Habana.
- [10] Rodríguez, M. A. y Córdova, A. (2006). Manual de compostaje municipal. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. México.
- [11] Romero, M. R., Trinidad, A., García, R., Ferrera, R. (2000). Producción de papa y biomasa en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia, 34: 261-269.

- [12] SCFI (2007). Norma Mexicana NMX-FF-SCFI-2007. Humus de Lombriz-Lombricomposta-especificaciones y métodos de prueba. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación. 16 de febrero de 2007.
- [13] SEMARNAT (2006). Diagnostico básico para la generación integral de residuos. Secretaria de Medio, Ambiente y Recursos Naturales, México.
- [14] Tognetti, C., Mazzarino, M. J and Laos F. (2008). Compost of municipal organic waste: Effects of different management practices on degradability and nutrient release capacity. *Soil Biology and Biochemistry*, 40: 2290-2296.