



## ELABORACIÓN DE LOMBRICOMPOSTA CON UN CONSORCIO BACTERIANO Y EL EFLUENTE DE UN BIODIGESTOR ANAEROBIO

*Elsa A. Guerrero-Cornejo<sup>1</sup>, Héctor G. Nuñez-Palenius<sup>2</sup>, Víctor Olalde-Portuga<sup>3</sup>, Graciela M. L. Ruiz-Aguilar<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup> Departamento Ciencias Ambientales, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Irapuato, México. E-mail: *g.ruiz.aguilar@gmail.com*

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería en Agronomía, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Irapuato, México. E-mail: *palenius@ugto.mx*.

<sup>3</sup> Departamento de Bioquímica y Biotecnología, CINVESTAV, Campus Guanajuato, Irapuato, México. E-mail: *volalde@ira.cinvestav.mx*

### RESUMEN

La lombricomposta es una opción de fertilización orgánica que aporta nutrientes al suelo contribuyendo al crecimiento de plantas. El agua usada para la elaboración de lombricompostas puede representar un gasto para el productor. En un sistema sustentable con un biodigestor anaeróbico para el tratamiento de estiércol de vaca, se produce un efluente que puede utilizarse para enriquecer y a su vez mantener la humedad de la lombricomposta. Para que las lombrices degraden el estiércol de vaca, debe de ser pre-compostado previo a colocar las lombrices. En trabajos anteriores se demostró que el uso de un consorcio bacteriano lignocelulósico acelera el proceso de compostaje, esto no se ha probado en lombricompostaje. En esta investigación se evaluó el uso de un efluente de biodigestor anaerobio y un consorcio bacteriano en la elaboración de lombricompostas. Se realizaron dos experimentos: haciendo la inoculación del consorcio en el pre-compostaje (e-1), y en el lombricompostaje (e-2). Se evaluó la lombricomposta final midiendo la producción de ácidos húmicos (AH) y ácidos fulvicos (AF) finales. En e-1 fueron entre 9 y 15% siendo el más alto el tratamiento de efluente inoculado con el consorcio. En e-2 los % AH resultaron entre 19 y 29% al final del lombricompostaje, siendo el de mayor porcentaje el tratamiento irrigado con agua e inoculado con el consorcio. Se determinó la humedad (%H), pH y conductividad eléctrica (CE) según lo establecido en la norma mexicana NMX-FF-109-SCFI-2007. Se observó que los valores de pH y %H están por arriba de lo estipulado sin embargo la CE resultó dentro de lo establecido en e-1 y e-2. Como conclusión, el uso del efluente de un biodigestor sí puede ser una opción para ahorrar agua en un proceso de lombricomposteo. El consorcio bacteriano acelera el proceso cuando se inocula en el pre-compostaje.

**Palabras clave:** *compostaje, lombricompostaje, efluente.*

### INTRODUCCIÓN

Los fertilizantes orgánicos son una opción para reducir el uso de fertilizantes inorgánicos sintéticos dañinos para el medio ambiente, ya que conforman una fuente rica en nutrientes vegetales (Rodríguez et al., 2010). La lombricomposta, está constituida exclusivamente por material orgánico resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica que pasa a través del sistema digestivo de la lombriz (NMX-FF-109-SCFI-2007). El uso de la lombricomposta incrementa la fase orgánica del suelo y mejora las características fisicoquímicas para conservación y fertilización del suelo (Barbado, 2003), y debido al enriquecimiento de nutrientes y a la viabilidad de la actividad microbiana que proveen las lombricompostas, promueven el crecimiento de las plantas y suprimen la población de organismos patógenos para éstas y la cantidad de pesticidas presentes en el suelo (Jayakumar y Natarajan, 2012). El agua que es usada en la elaboración de lombricompostas



representa un gasto para los productores. Una alternativa para conformar un sistema integral para los ganaderos incluye el uso de biodigestores anaerobios, éstos además de producir metano también producirán efluentes. Un sistema de biodigestión es el conjunto de componentes que facilitan la conversión de un residuo en energía, dentro de los que se encuentra el biodigestor anaeróbico, capaz de convertir materia orgánica, como estiércol de vaca en metano principalmente (Samayoa et al., 2012). En un sistema sustentable con un biodigestor anaeróbico para el tratamiento de estiércol de vaca, se produce un efluente que puede utilizarse para enriquecer y a su vez mantener la humedad de la lombricomposta. Además se enriquecería el material lombricompostado haciéndolo apto para el uso directo en el suelo agrícola.

El objetivo de este proyecto es evaluar la producción de lombricomposta asociándola a un consorcio bacteriano lignocelulolítico, empleando un efluente de un biodigestor anaerobio para sustituir el agua de uso en la elaboración de la lombricomposta.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Cada experimento constó de dos fases: la primera un pre-compostaje en el que se acondiciona el estiércol de vaca fresco para posteriormente en la segunda fase, ser lombricompostado. Se realizaron dos experimentos: e-1 en el que se inoculó el consorcio en la fase de pre-compostaje y e-2 en el que se inoculó el consorcio bacteriano en la fase de lombricompostaje. Se pusieron dos camas de estiércol de vaca para el precompostaje en el experimento e-1 y cuatro camas en el experimento e-2, ya que en e-1 no se inoculó sino hasta el momento de sembrar las lombrices. En e-1, se regó con agua una de las camas y la otra con efluente. En e-2 se regaron dos camas con agua y dos camas con efluente, de estos pares se inoculó una cama de cada tipo de riego con bacterias ( $1.39 \times 10^5$  bacterias del consorcio). Se evaluó la lombricomposta midiendo la producción de ácidos húmicos (AH) y ácidos fulvicos (AF) (Sánchez-Monedero, 1996) con una frecuencia semanal. Se determinó la humedad (%H), pH y conductividad eléctrica (CE) según lo establecido en la norma mexicana NMX-FF-109-SCFI-2007 al inicio de la fase de pre-compostaje, al inicio del lombricompostaje y al final del mismo. En ambos experimentos la frecuencia de riego fue cada dos días, volteando las camas para su aireación cada semana. Todos los tratamientos fueron cubiertos con paja de sorgo con el fin de mantener el contenido de humedad.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El porcentaje de humedad, en ambos experimentos e-1 y e-2 resultó más alto que lo establecido por la normatividad mexicana (tabla 1). Presentando un rango de humedad de 55% a 68% en la fase de lombricompostaje, sin embargo estos valores resultaron conforme a lo reportado por Domínguez y Edwards (2011) de 55% y hasta 65% (Nengwu, 2007), para compostas con paja. El pH en ambos experimentos subió, en e-1 de 9.42 a 9.7 en los tratamientos con agua, y a 10 en los tratamientos con efluente. En e-2 el pH aumentó desde 8.3 a 9.7 en los tratamientos irrigados con agua, y a 10 en los irrigados con efluente. Lo anterior resultó arriba de lo que establece la norma y por arriba del pH característico en las compostas comerciales que es de 7 (Romero *et al.*, 2001). En los experimentos se observó que la conductividad eléctrica decreció, quedando dentro del valor permitido, sin embargo no coincide con lo reportado por Wong (1997) y Sharma (2003) donde se demostró un incremento gradual debido a la pérdida de la materia orgánica y a la liberación de sales minerales en formas disponibles. Esto puede deberse a que en estos reportes se trabajó con residuos sólidos municipales y no con estiércol de vaca.



**Tabla 1.** Características de las lombricompostas.

		Humedad	pH	Conductividad eléctrica
NMX-FF-109-SCFI-2007		De 20 a 40 %	De 5.5 a 8.5	$\leq 4 \text{ dS m}^{-1}$
Primer experimento*				
<b>Pre-compostaje</b>	<i>Agua inicio</i>	80.03	9.42	5.41
	<i>Agua final</i>	69.33	9.34	0.02
<b>Lombricompostaje</b>	<i>Efluente inicio</i>	80.03	9.42	5.41
	<i>Efluente final</i>	62.68	9.80	0.02
	<i>ASB</i>	68.65	9.63	0.01
	<i>AB</i>	66.34	9.73	0.01
	<i>ESB</i>	60.89	10.05	0.02
	<i>EB</i>	64.63	10.08	0.02
Segundo experimento**				
<b>Pre-compostaje</b>	<i>ASB inicio</i>	70.95	8.3	0.02
	<i>ASB final</i>	63.21	9.5	0.01
<b>Lombricompostaje</b>	<i>AB inicio</i>	70.95	8.3	0.02
	<i>AB final</i>	55.95	9.5	0.01
	<i>ESB inicio</i>	70.95	8.3	0.02
	<i>ESB final</i>	67.58	9.8	0.01
	<i>EB inicio</i>	70.95	8.3	0.02
	<i>EB final</i>	68.98	9.9	0.01
	<i>ASB</i>	64.34	9.6	0.01
	<i>AB</i>	59.17	9.7	0.01
	<i>ESB</i>	68.17	10.2	0.01
	<i>EB</i>	54.87	10.3	0.02

ASB= Agua sin Bacteria; AB= Agua con Bacteria; ESB= Efluente sin Bacteria; EB= Efluente con Bacteria.

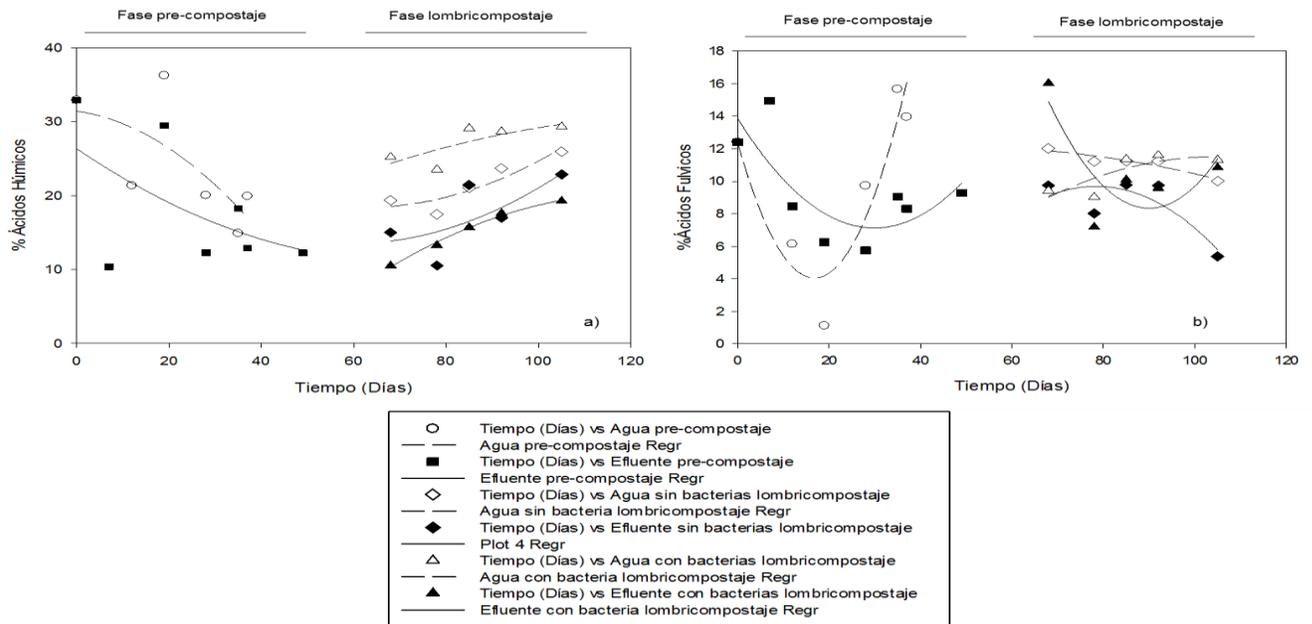
\*Experimento e-1 (inoculación en la fase de lombricompostaje)

\*\*Experimento e-2 (inoculación en la fase de pre-compostaje)

El porcentaje de AH en la fase de pre-compostaje fue a la baja y en la fase de lombricompostaje resultó al alta, en ambos experimentos. En el porcentaje de AF ocurrió al contrario, excepto en el caso del tratamiento de lombricompostaje regado con agua e inoculado con bacterias (figura 1). En el segundo experimento con la adición inicial del consorcio bacteriano, se observó que (figura 2) el comportamiento en las camas regadas con agua en la fase de pre-compostaje tuvo su máximo en AH en el día 14, no resultó así con las camas regadas con efluente que presentaron su máximo el día 26, en comparación con el primer experimento que ambos tratamientos agua y efluente decrecieron en la fase de pre-compostaje y presentaron su máximo en AH el día 20. Las lombricompostas con más bajos niveles de AH tendrán menos interacción con los componentes del suelo (Sholkovitz y Copland, 1981). Asimismo Arancon et al (2003) corroboraron cómo el contenido de sustancias húmicas en la lombricomposta es indicativo de un mejor crecimiento en plantas. Lo anterior sugiere que el producto del lombricompostaje obtenido en el segundo experimento podría resultar menos eficiente para promover el crecimiento de plantas. Los AF tienen un gran contenido



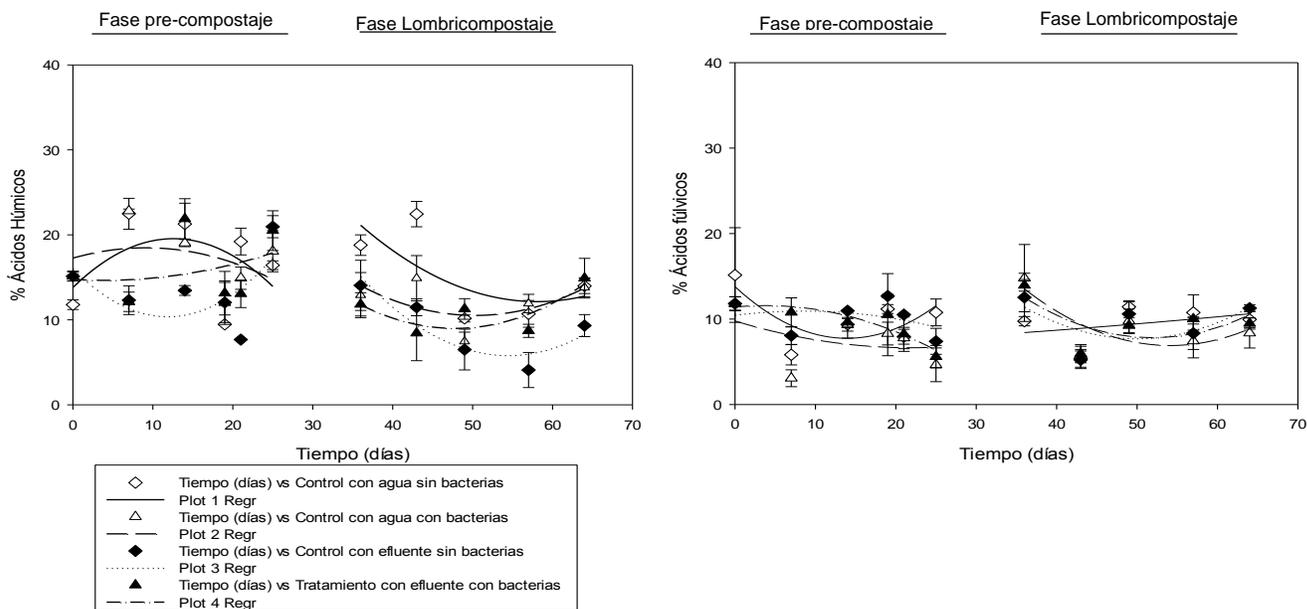
de oxígeno pero un bajo contenido de carbono y nitrógeno en comparación con los AH, por esto los AH son los más importantes para la agricultura (Landgraf et al., 1998), los AF tienen un efecto más rápido sobre la planta pero son menos persistentes que los AH. Entonces las lombricompostas con mayor cantidad de ácidos húmicos y menor porcentaje de AF son las mejores para su uso en plantas (Landgraf et al., 1998), en ambos experimentos fue el control de agua con bacterias. Sin embargo las lombricompostas regadas con efluente también demostraron tener una mayor cantidad de AH que de AF por lo que también pueden ser candidatas para evaluarse en el crecimiento de plantas.



**Figura 1.** Porcentaje de ácidos húmicos (izquierda); porcentaje de ácidos fulvicos (derecha) en el primer experimento.

## CONCLUSIONES

Los resultados anteriores demuestran que el uso de un efluente de biodigestor anaeróbico y un consorcio bacteriano puede ayudar a reducir el tiempo de lombricompostaje si se inocula en la fase de pre-composteo del estiércol. Es posible generar un bio-fertilizante de buena calidad, comparable con los elaborados con agua, usando el efluente de un biodigestor, lo que ahorra en el uso del agua para la producción de la lombricomposta. Además con el uso del consorcio se reduce el tiempo de lombricompostaje lo que también deriva en un ahorro de agua. De esta manera se propone una alternativa para el uso de los residuos pecuarios como el estiércol de vaca, en un sistema integral compuesto de un biodigestor anaerobio y la producción de lombricomposta.



**Figura 2.** Porcentaje de ácidos húmicos (izquierda); porcentaje de ácidos fulvicos (derecha) en el segundo experimento.

## REFERENCIAS

- Arancon, N. Q., Lee, S., Edwards, C. A., & Atiyeh, R. (2003). Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants: The 7th international symposium on earthworm ecology Cardiff Wales 2002. *Pedobiologia*, 47(5), 741-744. / Barbado, J. L. 2003. Cría de lombrices. Editorial Albatros. México. Pp 56-58. / Domínguez, J., and Edwards, C. A. 2011. Relationship between composting and vermicomposting. *Vermiculture Technology*. CRC Press cap. 2 11-40. / Jayakumar, P., and Natarajan, S. 2012. Microbial diversity of vermicompost bacteria that exhibit useful agricultural traits and waste management potential. *Springer Plus* 26:1-19. / Landgraf, M. D., da Silva, S. C., & Rezende, M. O. D. O. (1998). Mechanism of metribuzin herbicide sorption by humic acid samples from peat and vermicompost. *Analytica Chimica Acta*, 368(1), 155-164. / Nengwu, Z. 2007. Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw. *Bioresource Technology* 98 9-13. / Normas Oficiales Mexicanas. NMX-FF-109-SCFI-2007. Humus de lombriz (lombricomposta) – Especificaciones y Métodos de prueba. / Rodríguez, O. J. C., Loredo, C., Alcalá, J. A., Beltrán, L., Tapia, J. J., Villar, C., y García, J. L. 2010. Efecto de dosis y momento de aplicación de lombricomposta en la producción de cebollita cambray (*Allium cepa*). *Agrofaz*. 10:99-106. / Romero, S. S., Cerrato, R. F., Suárez, J. J. A., Spínola, A. G., & Boullard, I. B. (2001). Dinámica y relaciones de microorganismos, C-orgánico y N-total durante el composteo y vermicomposteo. *Agrociencia*, 35(4), 337-384. / Sánchez-Monedero, M. A., Roig, A., Martínez-Pardo, C., Cegarra, J., & Paredes, C. 1996. A microanalysis method for determining total organic carbon in extracts of humic substances. Relationships between total organic carbon and oxidable carbon. *Bioresource Technology*, 57(3), 291-295. / Samayoa, S., Bueso, C., Víquez, J. 2012. Guía de implementación de sistemas de biodigestión en ecoempresas. Programa Regional de Medio Ambiente en Centro América pp 13. / Sharma, S. (2003). Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. *Bioresource Technology*, 90(2), 169-173. / Sholkovitz, E. R., & Copland, D. (1981). The coagulation, solubility and adsorption properties of Fe, Mn, Cu, Ni, Cd, Co and humic acids in a river water. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45(2), 181-189. Barbado, J. L. 2003. Cría de lombrices. Editorial Albatros. México. Pp 56-58. / Wong, J. W. C., Fang, M., Li, G. X., & Wong, M. H. (1997). Feasibility of using coal ash residues as co-composting materials for sewage sludge. *Environmental technology*, 18(5), 563-568.