

Evaluación de sustratos orgánicos en la producción de lombricomposta y el desarrollo de lombriz (*Eisenia foetida*)

Julio César Morales Munguía¹
María Virginia Fernández Ramírez
Agustín Montiel Cota
Beatriz Catalina Peralta Beltrán

RESUMEN

La vermicomposta es una tecnología que utiliza una especie de lombriz domesticada (*Eisenia foetida*), obteniendo a partir de residuos orgánicos humus rico en nutrientes, carne y harina de lombriz y en consecuencia, tiene un impacto benéfico en lo agrícola, social y económico. Los residuos animales más comunes son las excretas vacunas, gallinaza, porcícolas y de caballo. El objetivo fue caracterizar compostas utilizando los sustratos mencionados y paja de trigo en relación 3:2 y observar el efecto en el desarrollo de las lombrices. La composta se estabilizó en 30 días y se inoculó con 100 lombrices adultas en cada repetición por tratamiento y se evaluó la composta cada 20 días. El porcentaje de N total, fue mayor en cerdo (2.83) seguido por gallina (2.70), y el de vaca y caballo (2.00). El contenido de carbón orgánico (%), en estiércol de cerdo (14.47) y caballo (14.18) presentó mayor porcentaje que el de gallina (14.07) y vaca (13.21). Con respecto a la salinidad, el estiércol de cerdo, tuvo un valor mayor de conductividad eléctrica (11.24 dS m⁻¹), que el de caballo (7.72) aunque estadísticamente igual (p

> 0.05) al de vaca y gallina. El número de lombrices fue significativamente mayor en el sustrato de caballo que en cerdo y éste presentó diferencia (p < 0.05) con el de vaca y gallina.

Palabras clave: Lombriz, *Eisenia foetida*, composta, vermicomposta

ABSTRACT

The vermicomposting is a technology that uses earthworms (*Eisenia foetida*), to turn organic wastes into very high quality compost, recycling all kind of organic matter obtaining humus rich in nutrients, worm meat and flour, and consequently, it helps to obtain a beneficial impact in the agriculturist, social and economic medium. The more common animal wastes are excretes from cows, hens, hogs and horses. Great proportions of vegetable residues are from agricultural harvests. The objective was to characterize composts using the mentioned substrates and straw of wheat in relation 3:2 and to observe the effect in worm development. The percentage of total N, was greater in pig (2.83) followed by hen (2.70), and cow and

¹ Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Correo electrónico: julioc@guayacan.uson.mx

horse (2.00). The organic carbon content (%), in dung of pig (14.47) and horse (14.18) presented major percentage that the one of hen (14.07) and is vacant (13.21). In the organic matter the same behavior was observed that the organic carbon. According to salinity, the hog dung (11.24 dS m^{-1}) had a greater value, than the one of horse (7.72) although statistically equal ($p > 0.05$) to the one of cow and hen. The number of worms was significantly better in the horse substrate that in pig and this presented difference with the one of cow and hen. Thus, horse compost was found with major potential for agricultural uses.

Key words: Earthworm, *Eisenia foetida*, compost, vermicomposting

INTRODUCCIÓN

El manejo de la lombricultura, es una de las nuevas técnicas de la agricultura orgánica, en la que por medio del manejo de procesos naturales en el suelo, permiten favorecer su dinámica y como consecuencia, obtener un impacto benéfico en lo agrícola, social y económico (Guadarrama y Taboada, 2004) la aplicación de abonos orgánicos se remonta a la época de los aztecas y mayas, quienes utilizaban el pescado como fuente de fósforo (Martínez, 2003).

La lombricultura es una tecnología que utiliza una especie de lombriz domesticada, como herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como resultado humus, carne y harina de lombriz. La lombricultura representa un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales. Las lombrices rojas califor-

nianas (*Eisenia foetida*) originaria de Eucrasia, fueron criadas intensivamente a partir de los años 50 en California (Estados Unidos), y empleada en más del 80% de los criaderos del mundo, por lo que la hace la especie más cultivada en el mundo dada su rusticidad, tolerancia a los factores ambientales, potencial reproductor y capacidad de apiñamiento (Guadarrama y Taboada, 2004).

Debido a que las actividades productivas tanto urbanas como rurales generan grandes cantidades de desechos orgánicos que representan una fuente potencial de contaminación, para poder incrementar el valor económico de estos desechos, es necesario convertirlos en productos útiles (Corlay *et al.*, 1999). El uso de la vermicomposta es muy variado; puede usarse como mejorador del suelo o también como sustrato para el crecimiento de plantas en invernaderos o viveros (Kale *et al.*, 1992). En el proceso de producción de vermicomposta intervienen varios factores tales como el tipo y cantidad de composta, la especie y la cantidad de lombrices, la humedad de la composta y las condiciones de las instalaciones utilizadas.

Para el empleo de los residuos a través este proceso es necesario conocer su efecto sobre el desarrollo de las lombrices. Es por esto que nos planteamos como objetivo la caracterización de la composta obtenida, utilizando diferentes sustratos de origen animal y además evaluar el efecto de estos residuos sobre el desarrollo de la lombriz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo experimental del Departamento de Agricultura y

Ganadería de la Universidad de Sonora, situado en el kilómetro 21 de la carretera Hermosillo a Bahía Kino, desde el mes de mayo al mes de diciembre del 2004.

Los tratamientos evaluados fueron la producción de vermicomposta con estiércol de caballo, de cerdo, de vaca y gallinaza. El estiércol de vaca y puerco se obtuvieron de las mismas instalaciones del campo experimental. El estiércol de caballo se obtuvo de un establo de caballos ubicado en el km. 9 de la carretera Hermosillo a Bahía Kino, mientras que la gallinaza, de una granja avícola de gallinas de postura contigua al campo experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería.

Debido a la necesidad de tener mejor relación carbono/ nitrógeno (C/N) y obtener mejor desarrollo de la lombriz se utilizó paja de trigo (40% en peso) en todos los tratamientos, de acuerdo con Reinés *et al.* (2004). Se obtuvo una composta de 50 kg de cada tratamiento, la cual logró su estabilización en 30 días. De cada composta elaborada se tomaron 5 muestras de 10 kg consideradas como repeticiones las cuales fueron inoculadas con 100 lombrices adultas cada una, no sin antes realizar análisis para caracterización de los materiales utilizados como

composta. Ya inoculadas las lombrices cada 20 días se realizaron valoraciones de las compostas y al final del experimento se llevó a cabo un conteo de lombrices en cada tratamiento.

Parámetros químicos analizados son los mínimos necesarios para cumplir con la norma Chilena Oficial NCh 2880.Of 2004 (INN, 2005):

Nitrógeno: Se determinó nitrógeno total por el método de Kjeldhal, 960.52 (1990)

Carbono orgánico: El carbono se analizó con el método de combustión húmeda de Walkley – Black. (Chapman y Pratt, 1973)

Materia orgánica: Los resultados obtenidos de carbono orgánico fueron convertidos en materia orgánica sustituyendo el factor de conversión 0.399 de la fórmula utilizada para obtener el porcentaje de Carbono orgánico por el factor 0.69.

Relación C/N: Se calculó la relación C/N dividiendo los datos obtenidos de carbono orgánico y nitrógeno total.

Conductividad eléctrica y pH Se determinó en extracto de pasta saturada con un conductímetro marca Orion modelo 162 y un potenciómetro marca Orion modelo 601 A respectivamente (Chapman y Pratt, 1973).

Análisis estadístico: Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 5 repeticio-

El uso de la vermicomposta es muy variado; puede usarse como mejorador del suelo o también como sustrato para el crecimiento de plantas en invernaderos o viveros (Kale et al., 1992). En el proceso de producción de vermicomposta intervienen varios factores tales como el tipo y cantidad de composta, la especie y la cantidad de lombrices, la humedad de la composta y las condiciones de las instalaciones utilizadas.

nes. Se analizaron los datos con el programa MSTAT-C de la Universidad de Michigan (Nielsen, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nitrógeno: Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) en el porcentaje de nitrógeno entre los sustratos utilizados. El estiércol de cerdo (2.83) fue el que presentó mayor concentración seguido del de gallina (2.70), el de vaca (2.00) fue significativamente menor al resto de los sustratos. Los porcentajes de nitrógeno reportados se encuentran entre 1.0–2.6 (Ravera y De Sanzo, 1999; Soto, 2004; Guadarrama y Taboada, 2004), excepto el obtenido del estiércol de cerdo que fue superior a estos valores. El porcentaje de nitrógeno se incrementó significativamente a los 20 días de iniciado el proceso, resultando una disminución significativa ($p < 0.05$) para los 60 días.

En la interacción sustrato-tiempo de proceso se observa diferencia significativa ($p < 0.05$). Reafirmando que el mayor porcentaje de nitrógeno obtenido fue para los sustratos cerdo (3.16) y gallina (3.20) a los 20 días (figura 1). En este comportamiento se apreció una moderada disminución en los últimos 30 días probablemente debido a la pérdida de este elemento en forma de $N-NH_3^-$.

Carbono orgánico: Se encontró diferencia ($p < 0.05$) entre los sustratos. El estiércol de cerdo (14.47%) y caballo (14.18%) tuvieron un mayor porcentaje en relación al de gallina (14.07%) y vaca (13.21%). Los valores obtenidos estuvieron dentro del rango reportado para carbono orgánico entre 14-30 % (Ravera y De Sanzo, 1999;

Frederickson y Ross-Smith, 2004). Se encontró diferencia ($p < 0.05$) entre sustratos en el contenido de carbono orgánico con el tiempo observándose una mayor concentración al inicio del proceso, pero la mayor disminución fue a los 20 días, no encontrando diferencia significativa de este valor al final del proceso.

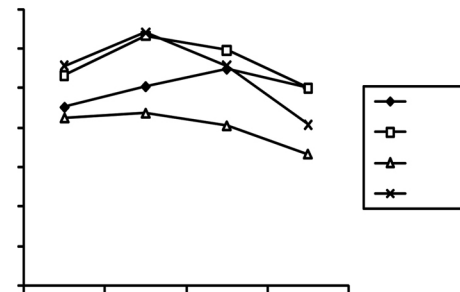


Figura 1. Valores de nitrógeno total presentes en sustratos de origen animal durante 60 días

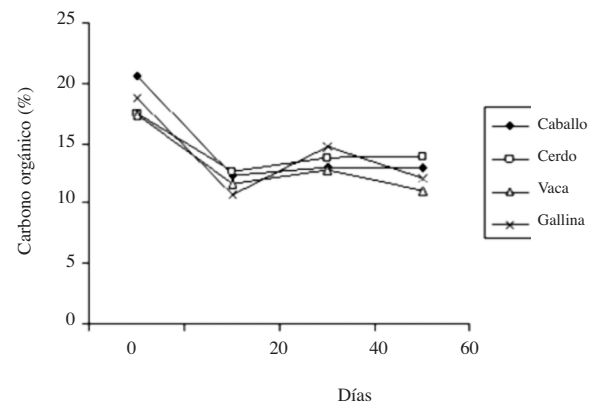


Figura 2. Porcentaje de carbono orgánico en sustratos de origen animal durante 60 días

Al analizar la interacción del comportamiento del sustrato con el tiempo se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), observándose un mayor porcentaje de carbono orgánico al inicio del proceso en el estiércol de caballo (20.55) y el porcentaje menor fue para el estiércol de gallina (10.69) a los 20 días (Figura 2).

Relación: C/N Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los sustratos. El estiércol de caballo presentó una mayor relación C/N (13.24) seguido por el de gallina (10.22), mientras que los de cerdo (8.71) y vaca (7.97) no presentan una diferencia estadística ($p > 0.05$). Estos resultados concuerdan con los reportados por Soto (2004), pero fueron más altos que los reportados por Guadarrama y Taboada (2004).

Con respecto al comportamiento de la relación C/N con el tiempo se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) observándose el valor más alto a

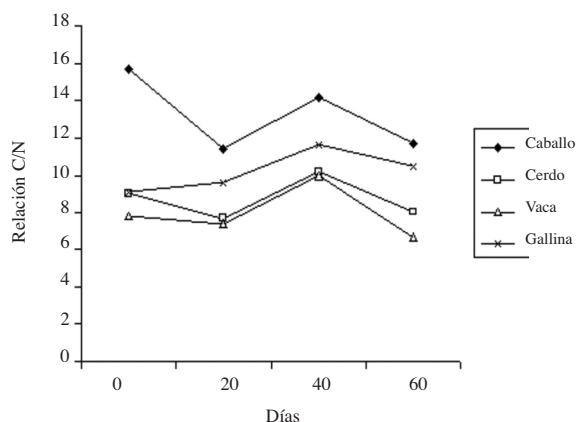


Figura 3. Valores obtenidos sobre la relación C/N en sustratos de origen animal durante 60 días.

los 40 días de proceso (11.51), seguido por el valor al inicio del proceso (10.40), el cual disminuye a los 20 días (9.02) y al final del proceso (9.21). Todos los tratamientos presentaron una relación C:N final inferior a 30:1, cumpliendo con lo exigido por la NCh 2880 para un compost maduro. Al observar el comportamiento de la interacción del sustrato con el tiempo se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$), encontrándose un valor mayor al inicio en el estiércol de caballo (15.66) y el menor valor fue para el estiércol de vaca (6.65) al final del proceso (Figura 3).

Conductividad eléctrica: La conductividad eléctrica resultó significativamente diferente ($p < 0.05$) para los sustratos. El estiércol de cerdo (11.24 dS m^{-1}) tuvo un valor mayor, el de caballo (7.72 dS m^{-1}) fue el que presentó menor conductividad, aunque se observó un comportamiento estadísticamente igual ($p > 0.05$) en los sustratos de vaca y gallina. Se encontraron valores de conductividad eléctrica de 8.04 dS m^{-1} para vermicomposta de borrego (Gutiérrez *et al.*, 2004) y de 14.42 dS m^{-1} para la proveniente de desechos de pescado (Frederickson y Ross-Smith, 2004).

La conductividad eléctrica disminuyó significativamente con el tiempo, presentando valores mayores al inicio del proceso y los menores se registraron a los 60 días de procesamiento. Esto significa que el contenido de sales incrementa a medida que avanza la descomposición de los materiales, presentándose un incremento en la concentración debido a pérdida de masa las sales. Sin embargo, las diferencias observadas entre tratamientos se deben principalmente a la composición química de los residuos empleados además de la posible lixi-

viación de las sales durante el proceso esto coincide con Pino *et al.*, 2005

La diferencia estadística ($p < 0.05$) mostrada por la interacción sustrato–tiempo refuerza el análisis de los sustratos y el tiempo de procesamiento, mostrando que el sustrato de cerdo al inicio presentó una conductividad eléctrica mayor (15.76 dS m^{-1}) y el sustrato de gallina al final del procesamiento dio el valor menor (5.64 dS m^{-1}) (Figura 4). Dentro de la clasificación y requisitos de compost de la norma Chilena (NCh 2880) estos resultados la ubican en compost clase B, la cual se encuentran las conpostas con CE entre 5 y 12 dS m^{-1} .

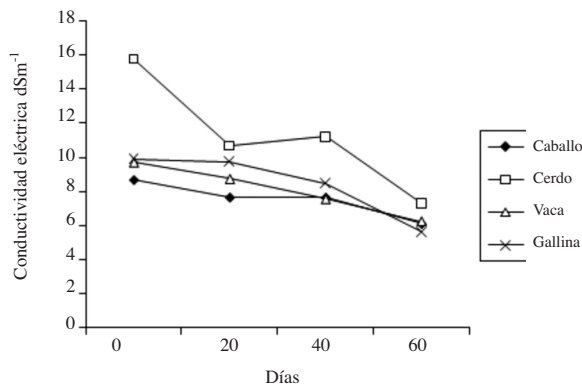


Figura 4. Valores obtenidos de conductividad eléctrica en sustratos de origen animal durante 60 días.

pH: Este parámetro presentó diferencia ($p < 0.05$) entre los sustratos. El estiércol de vaca mostró una mayor alcalinidad (8.74), este pH es mayor al señalado como óptimo para lombricomposta entre 6.8-7.2 (Ravera, y De Sanzo 1999; Frederickson y Ross-Smith, 2004), superior al pH de 7.56 encon-

trado por Guadarrama y Taboada (2004); este pH fue similar al encontrado en la vermicomposta preparada con estiércol de borrego, estas compostas podrán mezclarse con suelos ácidos para alcanzar el pH adecuado para lograr una producción vegetal óptima (Gutierrez *et al.*, 2004). El estiércol de cerdo fue el menor con un valor muy cercano a la neutralidad (7.13).

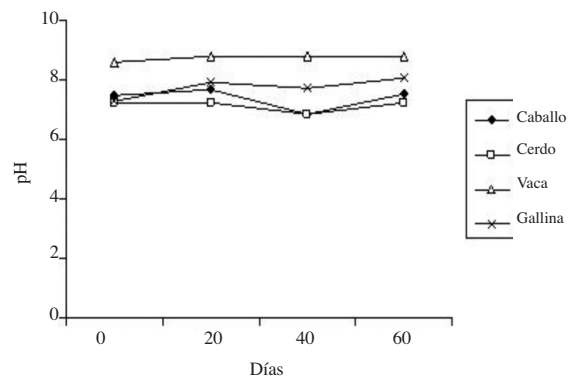


Figura 5. Valores obtenidos de pH de sustratos de origen animal durante 60 días

El pH tuvo un comportamiento irregular con relación al tiempo de proceso, (Figura 5), observándose un incremento a los 20 días seguido de una disminución estadísticamente diferente ($p < 0.05$) a los 40 días, para incrementarse y regresar al valor mostrado a los 20 días, al final del proceso se observó un moderado descenso del pH, según Graefe (1983) se debe a la digestión realizada por bacterias y hongos que liberan ácidos orgánicos tales como ácido acético, palmítico, esteárico, oleico, linólico y linolénico. Se encontró diferencia entre las repeticiones, observamos un valor mayor en la cuarta repetición (7.84) y uno menor en la segunda (7.66), lo cual puede deberse a que

el pH de las repeticiones fue tomado en diferente área y pudo haber sido afectado por crecimiento microbiano.

Conteo de lombrices: Se observa una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los sustratos sobre el rendimiento en número de lombrices. El sustrato de caballo fue significativamente mejor que el de cerdo y éste a su vez presentó diferencia con el de vaca y gallina, entre ellos no presentaron diferencia estadística ($p > 0.05$). Con respecto al conteo de lombrices el mejor fue el sustrato de caballo habiendo diferencia significativa entre los tratamientos, esta diferencia se debe a que la composta elaborada con sustrato de caballo tiene una mejor relación C/N, además los sustratos de vaca y gallina presentaron valores altos de pH que afectan considerablemente el número de lombrices (Figura 6). Una forma de mejorar estas composta es utilizar estiércoles viejos de 4 a 5 años, que ya se realice el lixiviado de las sales, también el

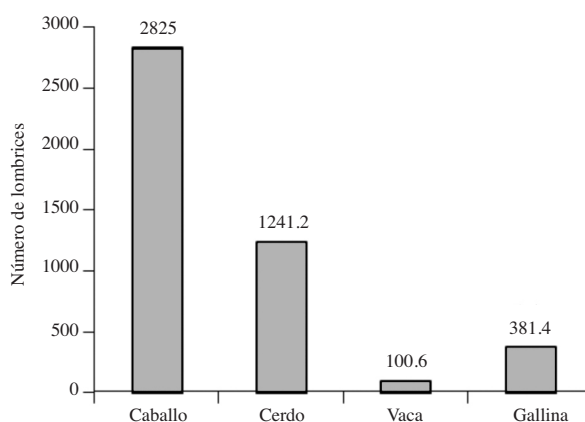


Figura 6. Número de lombrices producidas en sustratos de origen animal después de 60 días.

aumentar la relación C/N nos ayuda a mejorar las compostas y a su vez el desarrollo de la lombriz.

CONCLUSIONES

La mejor fuente de nitrógeno disponible para las plantas resultó ser la lombricomposta obtenida con sustrato de cerdo.

Las lombricompostas elaboradas con sustrato de caballo presentaron los mejores valores como fuentes de carbono orgánico, materia orgánica, conductividad eléctrica, relación C/N, pH, y conteo de lombrices.

El sustrato que presenta características favorables para ser utilizado en las actividades agrícolas resultó ser el de caballo, siendo el sustrato de vaca el menos conveniente como mejorador de suelo.

REFERENCIAS

- AOAC. 1990. Oficial Methods of Analysis. 14th ed. Williams S. Ed. Association of Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Chapman H.D., Pratt P.F. 1973. Manual de Análisis para Suelos, Aguas y Plantas. Ed. Trillas, México. Pp.195.
- Corlay Ch. L., Ferrera C. R., Etcheves B. J. D., Echegaray A. A., y Santizo R. J. A. 1999. Cinética de grupos microbianos en el proceso de producción de composta y vermicomposta. *Agrociencia* 33: 375-380.
- Frederickson J., Ross-Smith S. 2004. Vermicomposting of precomposted mixed fish/shelfish and green waste.
- Graefe, G. 1983. Orujos de uva para energía y fertilización, aprovechamiento de un subproducto

- agrícola con reciclado de la materia. Viena. Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, 163 p.
- 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.
- Gutiérrez O. V. F., Cabrera C. B. I., Nafate M. C. C., Rincón R. R., Oliva Ll. M. A., Dendooven L., Gutiérrez M. F. A. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial population in a paddy fields. *Soil Biol. Biochem.* 24: 1317-1320.
- INN. (2005) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Chilena Oficial NCh 2880.Of 2004: Compost, Clasificación y requisitos. Chile, 19p.
- Martinez C.C. 2003. Abonos Orgánicos: Origen, Usos y Aplicación. Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno del Estado de Chiapas. Dirección de Promoción Social. Chiapas México.
- Pino G.P., Varnero M. M.T., Alvarado V. P 2005. Dinámica del compostaje de residuos vitivinícolas con y sin incorporación de guano Broiler. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal.* Universidad Autónoma de Chihuahua 5 (2) 19-25
- Ravera A. R. y De Sanzo, C.A. 1999. Como Criar Lombrices Rojas Californianas, Programa de Autosuficiencia Regional. Buenos Aires, Argentina.
- Reinés M. M., Rodríguez C., Vilches E., García M. 2004. Efecto del Alimento en el Desarrollo de las Lombrices de Tierra. Memorias del Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Guadalajara, Jal. Méx.
- Soto M. G. 2004. Regulaciones en la producción y uso de abonos orgánicos. Buenos Aires, Argentina.