

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Evaluación de sustratos para la producción de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*)

Substrates evaluation for the production of earthworm (*Eisenia foetida*)

Carlos Osvaldo Romero Romano<sup>1\*</sup>, Juventino Ocampo Mendoza<sup>1</sup>, Engelberto Sandoval Castro<sup>1</sup>, José Refugio Tobar Reyes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5, Santiago Momoxpan, Puebla, México, CP 72760

<sup>2</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería Agrohidráulica. Domicilio conocido, San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla

*E-mail:* carlos.romero@colpos.mx; jocampo@colpos.mx; engelber@colpos.mx, refugio71@hotmail.com

### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar las deyecciones de bovino y ovino, y la cáscara de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) como sustrato para la producción de lombriz *Eisenia foetida* Sav. El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones y siete tratamientos: cáscara de cacahuete, deyecciones de bovinos, deyecciones de ovinos, y combinaciones entre las tres fuentes. Se analizaron las variables población de lombrices jóvenes, adultas y total. Los sustratos se depositaron en cajones de madera de 0,72 m<sup>3</sup> y se realizó un pre compostaje. Cuando la temperatura de los sustratos estuvo en el rango de 23-25 °C y la humedad entre 75-80 % se inocularon 50 lombrices por cajón. Se realizaron 16 conteos (uno por semana), utilizando un tubo PVC (40 cm de largo y 10,16 cm de diámetro). En cada conteo se tomaron ocho muestras de sustrato por cada uno de los tratamientos y sus repeticiones, siguiendo un patrón de zigzag. Se obtuvieron diferencias significativas (Tukey, p < 0,05 %) en las tres variables. La mezcla "cáscara de cacahuete-deyecciones de ovino- deyecciones de bovino" registró la mayor cantidad de lombrices jóvenes (113,29). La combinación "cáscara de cacahuete- deyecciones bovinas", así como las "deyecciones bovinas solas", mostraron la mayor población de lombrices adultas (98,94 y 94,89). La población total fue mayor en los tratamientos "cáscara de cacahuete-deyecciones bovinas" y "cáscara de cacahuete-deyecciones ovinas-deyecciones bovinas" (196,50 y 197,33). Se concluyó que la combinación de deyecciones de bovinos con cáscara de cacahuete es un sustrato adecuado para la producción de lombriz.

**Palabras clave:** cáscara de cacahuete, deyecciones, bovino, ovino, *Eisenia foetida* Sav.

### ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the droppings of bovine and ovine and the peanut shell (*Arachis hypogaea* L.) as a substrate to produce *Eisenia foetida* Sav. earthworm. The experimental design was randomized blocks with three replicates and seven treatments: peanut shell, bovine droppings, ovine droppings, and combinations of them. The variables analyzed were population of

young worms (without clitellum), adults (with clitellum) and total population. The substrates were deposited in 0.72 m<sup>3</sup> wooden crates and pre-composted. When the temperature of the substrates was in the range of 23-25 ° C and the humidity between 75-80 %, 50 earthworms were inoculated per box. Sixteen counts were made (one per week), using a PVC tube (40 cm long and 10.16 cm diameter). In each count eight samples of substrate were taken for each of the treatments and their repetitions, following a zigzag pattern. Significant differences (Tukey,  $p < 0.05$  %) were obtained by treatment in the three variables. The mixture "peanut shell-sheep droppings-bovine droppings" recorded the highest number of young worms (113.29). The combination "peanut peel -bovine droppings", as well as "bovine droppings alone", showed the largest population of adult earthworms (98.94 and 94.89). The total population was greater in the treatments "peanut peel-bovine droppings" and "peanut peel-sheep droppings-bovine droppings" (196.50 and 197.33). It was concluded that the combination of bovine droppings with peanut shell is a suitable substrate for earthworm production.

**Keywords:** peanut shell, droppings, Bovine, ovine, *Eisenia foetida* Sav.

## INTRODUCCIÓN

En el municipio de Huaquechula del estado mexicano de Puebla (18° 40' 06" a 18° 51' 48" latitud norte y 98° 21' 18" a 98° 39' 36" longitud occidental), gran parte de las deyecciones del ganado bovino y ovino, y los esquilmos de la industria de cacahuete son apilados y abandonados en los campos para ser degradados, lo cual es fuente de contaminación de suelo y mantos acuíferos. Una opción viable de manejo de estos insumos y una alternativa a los procesos de compostaje con fase termofílica, los cuales producen cantidades significativas de gases de efecto invernadero (Nigussie *et al.*, 2016), es la lombricultura la cual es una tecnología multipropósito que no necesita infraestructura sofisticada y que es fácil de poner en práctica (Singh *et al.*, 2016). Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar las deyecciones de bovino y ovino, y la cáscara de cacahuete como sustrato para la producción de lombriz *Eisenia foetida* Sav.

En la lombricultura diferentes materiales orgánicos pueden ser utilizados como sustratos para la crianza de diferentes especies de lombrices como por ejemplo *E. foetida*, las cuales, durante el proceso de alimentación, fragmentan los residuos orgánicos, incrementan la actividad microbiana y los índices de descomposición y mineralización de los residuos orgánicos, alterando las propiedades físicas y químicas de los materiales y provocando un efecto de compostaje o humificación mediante el cual la materia orgánica inestable es oxidada y estabilizada (Haiba *et al.*, 2014). El producto final, comúnmente llamado lombricomposta, es obtenido conforme los residuos orgánicos, pasan a través del intestino de la lombriz, obteniéndose un producto bastante diferente al material original.

Se ha demostrado que bajo la acción de las lombrices se incrementa tanto la velocidad de mineralización del N como los índices de conversión del  $N-NH_4^+$  a  $N-NO_3^-$  (Velasco *et al.*, 2016). Además, aplicaciones constantes de lombricomposta en diferentes sistemas de cultivo generan diversos efectos benéficos relacionados con el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos lo cual favorece el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Kalita *et al.*, 2017).

De manera paralela, en el proceso de lombricomposteo se producen grandes cantidades de biomasa de lombriz que puede ser vendida como pie de cría a otros agricultores que deseen incursionar en la lombricultura o para obtener proteína animal no convencional de bajo costo, la cual puede utilizarse en la alimentación de diferentes actividades pecuarias (principalmente la piscicultura y avicultura), o en la elaboración de harina de lombriz para producir diferentes alimentos destinados al consumo humano.

La harina de lombriz contiene proteínas (>60 % p/p, base seca), aminoácidos y ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales importantes en la nutrición humana (Cedeño *et al.*, 2015). Además, la harina de lombriz contiene elevadas concentraciones de lisina (5,9 % p/p, en base seca) la cual es un aminoácido esencial en la nutrición de infantes y suele estar ausente en los alimentos básicos (Paucar *et al.*, 2016).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de febrero a julio del año 2017 en el módulo de lombricultura

del Colegio de Posgraduados, Campus Puebla. Se utilizó un diseño bloques al azar con tres repeticiones y siete tratamientos: cáscara de cacahuate (CC), deyecciones de bovino (DB), deyecciones de ovino (DO); y las mezclas CC-DO (30-70 %), CC-DB (30-70 %), DO-DB (50-50 %) y CC-DO-DB (30-35-35 %). Las variables analizadas fueron población de lombrices jóvenes (sin clitelo), lombrices adultas (con clitelo) y población total (lombrices jóvenes y adultas). Las etapas del experimento se describen a continuación.

### Análisis de sustratos

En el laboratorio de suelos del Colegio de Postgraduados, se analizaron muestras de los tres sustratos para determinar el contenido de Carbono orgánico (C) con el método de Walkley y Black, Nitrogeno total (N) con el método de Kjeldahl y la relación C/N. Los resultados mostraron que las deyecciones ovinas y bovinas tienen menor contenido de C y mayor contenido de N en relación con la cáscara de cacahuate (Tabla), situación que estuvo dentro de lo esperado.

### Pre compostaje

De acuerdo con cada tratamiento, los sustratos se mezclaron y colocaron en cajones de madera de 1,20 m de largo, 1,50 m de ancho y 0,40 m de alto (0,72 m<sup>3</sup>). Una vez en los cajones, los sustratos se regaron con agua corriente y se voltearon hasta obtener las condiciones óptimas de temperatura (23-25 °C) y humedad (75-80 %) recomendadas por Hanc y Vasak (2015). La temperatura se midió con el termómetro Propper Trophy, el cual se introdujo directamente en los sustratos. La humedad se midió con el método de Ferruzzi (1987). Los parámetros óptimos de temperatura y humedad se alcanzaron en promedio a los 22 días en todos los sustratos.

- Siembra de lombriz. Una vez alcanzadas las condiciones de temperatura y humedad en todos los sustratos, se inoculó cada uno

de los cajones con 50 lombrices adultas. Los cajones se colocaron y dejaron bajo techo durante todo el experimento.

- Conteo de lombrices. Se realizaron 16 conteos (uno por semana). En cada conteo, utilizando un tubo de policloruro de vinilo (PVC) de 40 cm de largo y 10,16 cm de ancho, se tomaron ocho muestras de sustrato por cada uno de los tratamientos y sus repeticiones, siguiendo un patrón de zigzag. Para obtener las muestras, el tubo se introdujo a presión en el sustrato y posteriormente se retiró; posteriormente, el sustrato obtenido se vació sobre una mesa para cuantificar la población de lombrices jóvenes, lombrices adultas, y la población total. Durante cada conteo se midió la temperatura y la humedad de los sustratos, con la finalidad de mantener las condiciones óptimas para el desarrollo de las lombrices.

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza y la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $p < 0,05$ ) por medio del software Statistical Analysis System (SAS, 2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron diferencias significativas por efecto de tratamientos (Tukey,  $p < 0,05$  %) en las tres variables analizadas. La población de lombrices jóvenes fue mayor (Figura 1) en el tratamiento CC-DO-DB en tanto que DB y DO son los que presentaron los valores más bajos. De acuerdo con Carrillo *et al.* (2017) este comportamiento se debe a que los tratamientos con altas concentraciones de N y bajas concentraciones de C, como es el caso de las deyecciones de bovinos y ovinos, restringen la reproducción de las lombrices. En este sentido, Bawa *et al.* (2016) mencionan que una óptima relación C/N es esencial para la reproducción y

Tabla - Características de los sustratos utilizados

Sustrato	C orgánico (%)	N total (%)	C/N
Deyecciones ovinas	20,2	1,8	11,2
Deyecciones bovinas	25,9	2,3	11,3
Cáscara de cacahuate	49,2	0,3	164

desarrollo las lombrices debido a que necesitan el C como fuente de energía, y N como intermediario en la síntesis de proteínas. Esto explica por qué en el tratamiento CC-DO-DB se registró un mayor número de lombrices jóvenes.

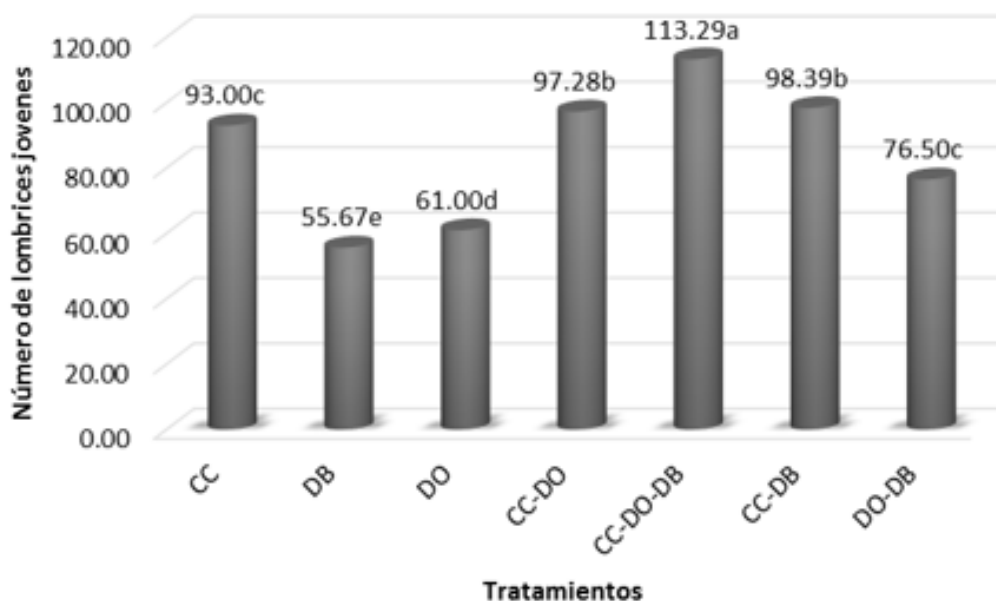
La población de lombrices adultas fue mayor en los tratamientos CC-DB y DB (Figura 2). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Pérez *et al.* (2017) quienes mencionan que las dietas formuladas basadas en deyecciones pertenecientes a una misma especie permiten mejor crecimiento de los individuos, en comparación con las deyecciones mezcladas de distintas especies. Asimismo, Shuldt *et al.* (2014) indican que los aspectos químicos, físicos y biológicos del estiércol varían de acuerdo con el patrón alimenticio del ganado, del cual dependerá la calidad de las deyecciones y, por lo tanto, la aceptación de dicho sustrato por las lombrices. Por tanto, se puede inferir que la dieta dada a los bovinos generó deyecciones de mayor calidad nutricional para las lombrices en comparación con las deyecciones de ovinos.

En el caso del tratamiento CC se observó un decremento en la población de lombrices adultas con relación al número de lombrices inoculadas al inicio del experimento (Figura 2). Esto se debe a que la cáscara de cacahuate registró una relación C/N elevada, situación que es perjudicial para las lombrices. Soni y Sharma (2016) concluyeron que para acelerar el proceso de lombricompostaje

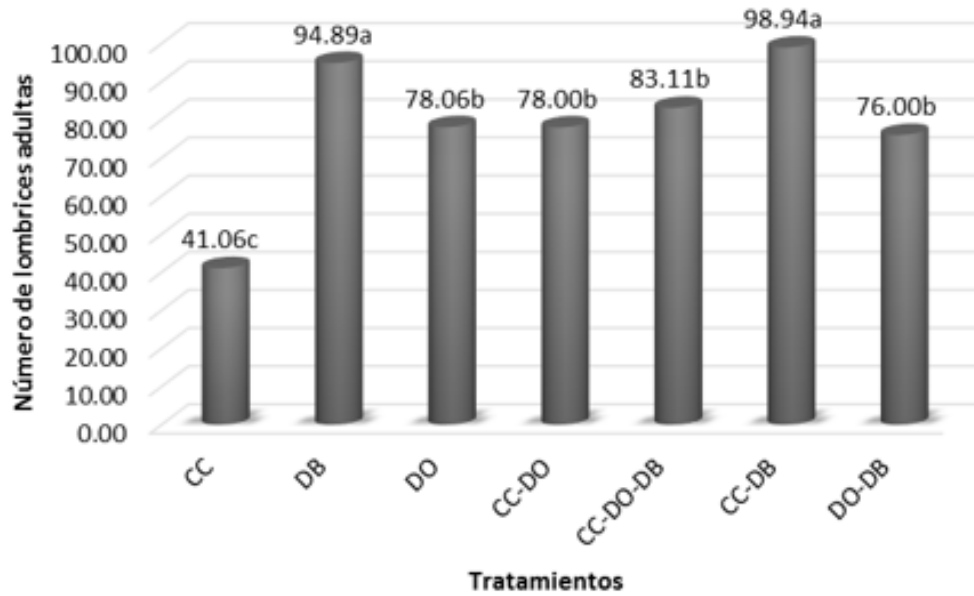
y obtener mayor biomasa de lombrices es recomendable la mezcla de sustratos con una relación C/N que oscile entre 20-30. Por su parte, Yadav *et al.* (2014) mencionan que sustratos con una relación C/N por debajo de 30 y mayor a 40 pueden ser utilizados en la producción de lombrices, pero el crecimiento poblacional y el desarrollo individual se ve afectado. Esto explica por qué las lombrices producidas con el tratamiento CC fueron visiblemente más delgadas en comparación con las lombrices que se desarrollaron donde se combinó la cáscara de cacahuate y las deyecciones de ganado.

Como se puede observar en la Figura 3 en todos los tratamientos se registró un incremento en la población de lombrices. En el caso del tratamiento CC, a pesar de presentar una disminución de lombrices adultas, al término del experimento la población total incrementó. De acuerdo con lo mencionado por Shuldt *et al.* (2014), *E. foetida* tiene la capacidad de reproducirse desde el segundo mes de vida; por tanto, es muy posible que la población inicial de lombrices adultas se reprodujera antes de verse reducida.

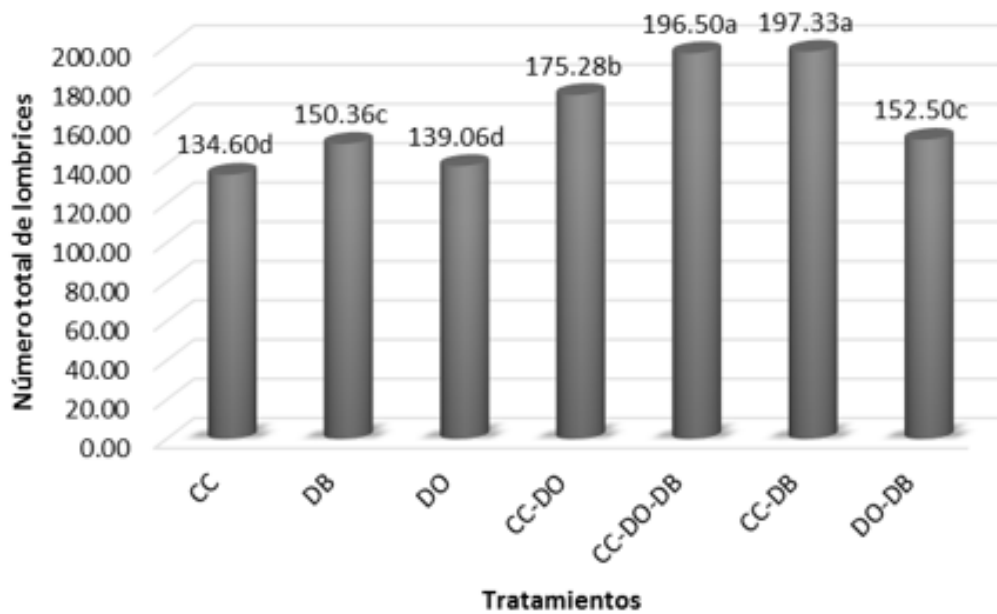
En la Figura 3, también se puede observar que los tratamientos CC-DB y CC-DO-DB registraron los valores más altos y significativamente diferentes a los otros. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Loh *et al.* (2005) quienes concluyeron que el mejor sustrato para la producción de lombriz es el estiércol de bovino



**Fig. 1** - Medias de dieciséis muestreos por tratamiento, para la variable población de lombrices jóvenes. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $p < 0,05$ )



**Fig. 2** - Medias de dieciséis muestreos por tratamiento, para la variable población lombrices adultas. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $p < 0,05$ )



**Fig. 3** - Medias de dieciséis muestreos por tratamiento, para la variable población total de lombrices. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $p < 0,05$ )

previamente “compostado”. También, Durán y Henríquez (2009) hallaron que la combinación de deyecciones de bovinos con sustratos con alto contenido de C, como es el caso de la cáscara de cacahuete, generó mayor población de lombrices.

No obstante, López *et al.* (2003) concluyeron que el sustrato favorable para el crecimiento y desarrollo de *E. foetida* es el estiércol de ovino. Asimismo, Santamaría y Ferrero (2002)

determinaron que las deyecciones de ovinos en combinación con paja y residuos de frutas y verduras generaron mayor población de lombrices.

Para explicar estas diferencias, es importante mencionar que el estiércol de una misma especie posee efectos distintos sobre el crecimiento de *E. foetida* según sea la dieta, y los mejores resultados se correlacionan con un contenido elevado en carbohidratos (Schuldt *et al.*, 2014).

Al comparar los dos tratamientos en los que se usó como sustrato únicamente deyecciones se puede observar que el tratamiento DB registró mayor población de lombrices en comparación con el tratamiento DO (Figura 3). De acuerdo con lo hallado por Carrillo *et al.* (2017), esto se puede explicar debido a que dependiendo de la dieta con la que se alimenta al ganado ovino sus deyecciones pueden contener elevadas concentraciones de gases tóxicos ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ) que modifican el contenido de nutrimentos de las deyecciones lo cual es perjudicial para las lombrices. Por tal motivo en próximas investigaciones resulta conveniente hacer una medición de estos factores.

## CONCLUSIONES

El comportamiento de *Eisenia foetida*, está directamente relacionado con el tipo de sustrato en el cual se desarrolla. Las deyecciones de ganado bovino en combinación con cáscara de cacahuate resultaron una combinación adecuada para la producción de lombriz.

La cáscara de cacahuate deberá utilizarse en combinación con materiales con alta concentración de nitrógeno.

## BIBLIOGRAFÍA

- BAWA, U., BUKAR, A., ABDULLAHI, Y. and SAMUEL, A. 2016. The role of earthworms in soil structure, nutrients cycle and vermicomposting. *ATBU Journal of Science, Technology and Education*, 4 (2): 149-156.
- CARRILLO, R., PEREA, Y.S. y GONZÁLEZ, M.C. 2017. Vermicompost y estiércol ovino para estabilizar elementos potencialmente tóxicos en un residuo de mina. *Agroproductividad*, 10 (4): 21-27.
- CEDEÑO, U. A., RIVADENEIRA, A. A., MANSO, E. O. y CORTÉS, R. 2015. Selenio incorporado en material vegetal para la obtención de harina de lombriz y humus. *Centro Agrícola*, 42 (2): 85-90.
- DURÁN, L. y HENRÍQUEZ, C. 2009. Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense*, 33 (2): 275-281.
- FERRUZZI, C. 1987. Manual de lombricultura. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 138p.
- HAIBA, E., IVASK, M., OLLE, L., PEDA, J., KUU, A., KUTTI, S. and NEI, L. 2014. Transformation of nutrients and organic matter in vermicomposting of sewage sludge and kitchen wastes. *Journal of Agricultural Science*, 6 (2): 114-118.
- HANC, A. and VASAK, F. 2015. Processing separated digestate by vermicomposting technology using earthworms of the genus *Eisenia*. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12 (4): 1183-1190.
- KALITA, R. R., DUTA, M. and BORA, S. 2017. Knowledge, attitude and practices of farmers towards vermiculture technology. *Indian Research Journal of Extension Education*, 17 (4): 78-82.
- LOH, T.H., LEE, Y.C., LIANG, J.B., TAN, D. 2005. Vermicomposting of cattle and goat manures by *Eisenia foetida* and their growth and reproduction performance. *Bioresource Technology*, 96 (1): 111-114.
- LÓPEZ, J.M., HERNÁNDEZ, S.M., ELORZA, M.P. 2003. Evaluación de la densidad de población de la lombriz compostera (*Eisenia andrei* Savigni). *Revista Científica UDO Agrícola*, 3 (1): 12-16.
- NIGUSSIE, A., KUYPER, T.W., BRUUN, S., DE NEERGAARD, A. 2016. Vermicomposting as a technology for reducing nitrogen losses and greenhouse gas emissions from small-scale composting. *Journal of Cleaner Production*, 139: 429-439.
- PAUCAR, L., SALVADOR, R., GUILLÉN, J., MORI, S. 2016. Effect of partial substitution of wheat flour by soybean meal in technological and sensory characteristics of cupcakes for children of school age. *Scientia Agropecuaria*, 7 (2): 121-132.
- PÉREZ, E.A., LAGUNES, J., CORONA, J., BARAJAS, M. 2017. Growth and reproductive potential of *Eisenia foetida* (Sav) on various zoo animal dungs after two methods of pre-composting followed by vermicomposting. *Waste Management*, 64: 67-78.
- SANTAMARIA, S., FERRERA, R. 2002. Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (Bouché

- 1972) en diferentes residuos orgánicos. *Terra Latinoamericana*, 20 (3): 303-310.
- SAS Institute Inc. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS), version 9.0. 2004. Cary NC., USA, SAS Institute Inc.
- SCHULDT, M., RUMI, A., GUTIÉRREZ, D. 2014. Estimación de la capacidad de porte en lombricultivos de *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) con distintas materias orgánicas. *Revista Argentina de Producción Animal*, 25 (1-2): 101-109.
- SINGH, D.V., ROUT, S.K., BANARJEE, P.K. 2016. Knowledge level of vermiculture technology among tribal people. *Indian Research Journal of Extension Education*, 15 (4): 191-193.
- SONI, R., SHARMA, A. 2016. Vermiculture technology: a novel approach in organic farming. *Indian Horticulture Journal*, 6 (1): 150-154.
- VELASCO, J., FERRERA, R., ALMARAZ, J.J., PARKINSON, R. 2016. Emisión de amoníaco durante los procesos de compostaje y vermicompostaje; aspectos prácticos y aplicados. *Agroproductividad*, 9 (8): 45-51.
- YADAV, S.K., MIAH, M.F., MAKIN, A.A., KHAN, Z.K. 2014. Small-Scale compost production through vermiculture biotechnology. *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 1 (2): 7-12.

---

Recibido el 17 de agosto de 2017 y aceptado el 27 de septiembre de 2018