

## CULTIVO DE LOMBRICES (*Eisenia foetida*) UTILIZANDO COMPOST Y EXCRETAS ANIMALES<sup>1</sup>

Sandra León \*  
Gabriela Villalobos \*\*  
Julio Fraile \*\*  
Nazira González \*\*

### ABSTRACT

**Growth of earthworms (*Eisenia foetida*) on urban waste and animal manure.** Nine different culture media were compared for the effectiveness on the establishment and growth of earthworms (*E. foetida*). The media were prepared with different combinations: 84-100% survival; 2.5 - fold increases over initial neight after 12 weeks; maximum biomass reached: 2.4 - 2.2 /200 ml of medium; 20.2 - 12.6 cocoons/ individual in 12 weeks; 14 - 13 mg / cocoon; 100% ecclousin Soil addition to the culture media did not confer advantages for this species' growth, and chicken manure proved very inadequate.

### INTRODUCCION

Las lombrices de tierra proveen abono orgánico y proteína animal cuando se utilizan para descomponer desechos orgánicos industriales, lodos residuales, basura municipal y desechos agropecuarios como el estiércol animal (Hartenstein, 1978; Huhta *et al.*, 1979; Appelhof, 1981).

La especie *Eisenia foetida* (Lumbricidae) ha dado buenos resultados en el manejo de desperdicios orgánicos, y ha sido utilizada en criaderos en muchos países (Graff, 1974; Tsukamoto y Watanabe, 1977; Harmazábal, 1985). Alcanza a su edad adulta entre 7 y 10 cm de longitud, 2 a 3 cm de diámetro y vive un promedio de 15 años en criaderos. Es muy resistente al estrés, puede trabajar en densidades de 50 a 60.000 individuos/m<sup>2</sup>, tiene un rápido crecimiento (Neuhauser *et al.*, 1980a) y gran

potencial reproductivo (Hartensein, 1983; Harmazábal, 1985).

*E. foetida* presenta niveles de proteína entre 58-71%, con altos contenidos de aminoácidos esenciales, y ha sido probada como sustituto de harinas de carne comercial en la alimentación de cerdos y pollos (Hartenstein, 1981; Sabine, 1983).

Ultimamente ha aumentado el interés en desarrollar sistemas de procesamiento de desechos usando lombrices, y la especie *E. foetida*, por sus características, puede ser considerada como una opción para descomponer material nocivo para el ambiente y a la vez obtener abono orgánico de uso agrícola y proteína animal (Neuhauser *et al.*, 1980b; Food, 1981).

El presente trabajo evalúa el crecimiento y reproducción de *E. foetida* en medios de cultivo preparados con compost de basura y diferentes excretas de animales.

### MATERIALES Y METODOS

Se compararon 9 tratamientos con 4 repeticiones, involucrando excreta de cerdos, estiércol de bovino y gallinaza en diferentes proporciones, con compost y suelo:

1 Recibido para publicación el 30 de julio de 1991.  
\* - Departamento de Química, Universidad Nacional. Apartado 86-Heredia, Costa Rica.  
\*\* Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional. Apartado 86-Heredia, Costa Rica.

- 1-50% compost, 50% excreta de cerdo
- 2-50% compost, 50% excreta de bovino
- 3-50% compost, 25% suelo, 25% excreta de cerdo
- 4-50% compost, 25% suelo, 25% excreta de bovino
- 5-62,5% compost, 37,5% suelo
- 6-100% suelo
- 7-100% compost
- 8-50% compost, 50% gallinaza
- 9-50% compost, 25% suelo, 25% gallinaza

La excreta de cerdo se colectó de un depósito con 4 meses de envejecimiento, mezclada con virutas de madera y desechos de plátano. La gallinaza que se utilizó tenía 4 meses en el piso del gallinero y se encontraba mezclada con virutas de madera; el estiércol de bovino tenía 3 meses de envejecimiento; y el compost que se empleó provenía de basura fermentada durante 5 meses (González y León, 1991).

Los estiércoles, el suelo y el compost fueron secados al sol, homogenizados y tamizados con una malla de 3 mm. Se colocó un volumen de 200 ml de medio de cultivo con 5 ml de cal, en vasos plásticos, agujereados, de 400 ml de capacidad.

Se sembraron en el medio 5 lombrices juveniles con un peso promedio/individuo de  $0,17 \pm 0,03$  g. Los vasos se taparon con un plástico negro agujereado en la superficie, y se mantuvo la temperatura entre 16-26°C. La humedad de los medios se mantuvo agregando agua 3 veces a la semana.

El medio de cultivo fue retirado al cabo de 5 semanas y reemplazado por uno fresco que se mantuvo hasta el final del estudio.

Durante un período de 12 semanas, se determinó quincenalmente el número de sobrevivientes, el peso total de las lombrices en cada recipiente y, semanalmente, la cantidad y el peso de los capullos producidos.

En una muestra de 15 capullos provenientes de cada uno de los tratamientos 1, 2 y 3, se contó el número de lombrices producidas/capullo, colocándolas individualmente en frascos plásticos con una pequeña cantidad de medio de cultivo del tratamiento 1. Cuando un capullo eclosionaba se agregaba agua en el medio para facilitar la búsqueda y conteo de las crías.

El porcentaje de eclosión fue determinado tomando una muestra de 25 capullos correspondientes a cada uno de los tratamientos 1, 2 y 3, y otra muestra de 10 capullos del tratamiento 4. Las

muestras se colocaron en placas de petri con el medio de cultivo correspondiente y se observó el número de capullos eclosionados durante 4 semanas.

A cada tratamiento se le hizo un análisis químico al inicio del experimento.

Para la preparación de la muestra se homogenizaron y cuartearon las 4 réplicas, y se determinó un peso fijo para cada una. El análisis comprendió pH en agua, materia orgánica según Walkey y Black modificado (Schweizer, 1980); N total, por el método Micro-kjeldahl (Cervantes y Mojica, 1981); P total por el método descrito por Osborne y Voogt (1986); P disponible, humedad, y cenizas, según Cervantes y Mojica (1981).

Las diferencias significativas de los parámetros biológicos entre los tratamientos, se establecieron por análisis de varianza, y las diferencias entre las medias se analizaron mediante la prueba de rango múltiple de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Sobrevivencia

En los tratamientos 8 y 9, en los cuales se utilizó gallinaza, se produjo un 100% de mortalidad en los primeros días; este tipo de estiércol, según Lofs-Holmin (1985) es extremadamente rico en componentes nitrogenados tóxicos a las lombrices y debe ser considerado como el excremento animal más difícil para cultivar lombrices de tierra.

El número promedio de sobrevivientes en los otros 7 tratamientos, sin diferencias significativas entre ellos, osciló entre 4 y 5 (Cuadro 1), con porcentajes de sobrevivencia de 84,2-100%, los cuales, de acuerdo con Hartenstein *et al.* (1979) son bastante altos. Este autor considera que la perturbación semanal o bisemanal de los medios de cultivo de *E. foetida* a través de los experimentos, no afecta seriamente la sobrevivencia, aunque sí podría afectar el crecimiento y la fecundidad.

El inicio de la madurez sexual (aparición del clítel) se observó aproximadamente durante la segunda semana en los tratamientos 1, 2, 3 y 4; en el 5 muy pocas lombrices maduraron y en el 6 y 7 ninguna lombriz llegó a la madurez sexual.

### Peso

El peso promedio inicial/individuo de *E. foetida* en los tratamientos osciló entre 0,13-0,21

Cuadro 1. Promedio de sobrevivientes de *E. foetida* cada 2 semanas, y porcentajes de sobrevivencia durante 12 semanas, en diferentes medios de cultivo.

Semana	Tratamientos						
	1	2	3	4	5	6	7
0	5±0	5±0	5±0	5±0	5±0	5±0	5±0
2	4,8±0,5	5±0	5±0	5±0	5±0	5±0	4,8±0,5
4	4,8±1,2	5±0	5±0	5±0	5±0	4,8±0,5	4,8±0,5
6	4,0±1,2	5±0	5±0	5±0	5±0	4,2±0,5	4,5±0,6
8	4,0±1,2	4,8±0,5	5±0	5±0	5±0	4,2±0,5	4,5±0,6
10	4,0±1,2	4,8±0,5	5±0	5±0	4,2±1,5	4,2±0,5	4,5±0,6
12	4,0±1,2	4,5±0,6	5±0	5±0	4±2	4,0±0,8	4,5±0,6
% Sobv	84,2	97,0	100	100	92,5	89,2	92,5

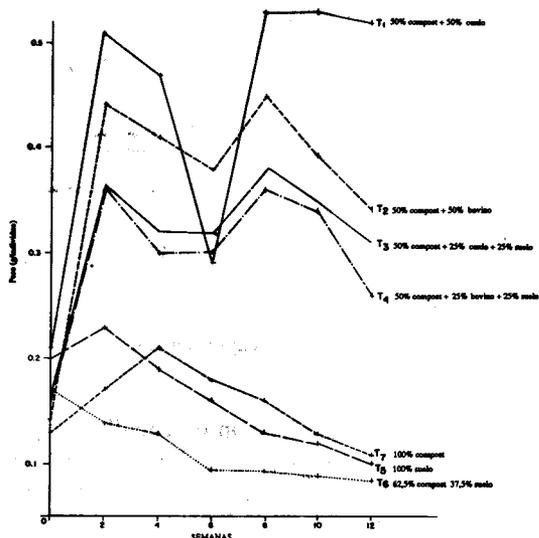
1. 50% compost + 50% excreta de cerdo
2. 50% compost + 50% excreta de bovino
3. 50% compost + 25% excreta de cerdo
4. 50% compost + 25% excreta de bovino
5. 62,5% compost + 37,5% suelo
6. 100% suelo
7. 100% compost

g/lombriz (Figura 1). Hubo un aumento de peso por individuo durante las 2 primeras semanas en todos los tratamientos, excepto en el 6, y especialmente en los tratamientos 1, 2, 3 y 4, y luego una disminución hasta la semana 6. Un segundo incremento de peso comenzó una semana después de que se cambiaron los medios; los tratamientos 1, 2, 3 y 4 alcanzaron los más altos pesos por lombriz en la semana 8. En el resto de los tratamientos se produjeron pérdidas de peso aún después del cambio de medio, sin notarse ninguna mejoría en el aspecto de las lombrices.

Durante las últimas 2 semanas (10-12), las pérdidas de peso en todos los tratamientos fueron parecidas; las medias no presentaron diferencias significativas.

Los pesos promedios/individuo en la semana 12 presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos y la prueba de Duncan indicó que el tratamiento 1 fue mayor que todos los demás; el 5, 6 y 7 fueron los menores y difirieron del resto.

En los tratamientos 1 y 2 el peso/individuo aumentó cerca de 2,5 veces, respecto al peso inicial. Los individuos de los tratamientos 3 y 4 aumentaron unas 1,7 veces. Por el contrario el resto de los tratamientos produjo pérdidas de peso/individuo de 50% para el tratamiento 5, 60% para el 6 y 15% para el 7.

Fig. 1. Peso promedio (g/individuo) de *E. foetida* en diferentes medios de cultivo estimado quincenalmente durante 12 semanas.

Los aumentos de peso durante las 2 primeras semanas coinciden con la presencia de medios nuevos y los descensos en la tercera semana, con el hecho de que a este momento se produjeron capullos, lo que implica un gasto energético para la lombriz.

**Biomasa**

Según Hartenstein (1981) para *E. foetida* la capacidad de carga (la máxima biomasa que puede soportar el sistema) es alrededor de 6,4 g/110 ml de medio de cultivo, utilizando una biomasa promedio inicial de 1,82 g. De acuerdo a la Figura 2, la biomasa máxima alcanzada fue 2,4 g/200 ml para el tratamiento 1 (con una biomasa inicial de 1,04 g), lo cual indica que el volumen utilizado de medio pudo soportar más biomasa. Esto evidencia que la pérdida de peso y disminuciones en la producción de capullos no se dieron por un exceso de biomasa en los 200 ml de medio de cultivo.

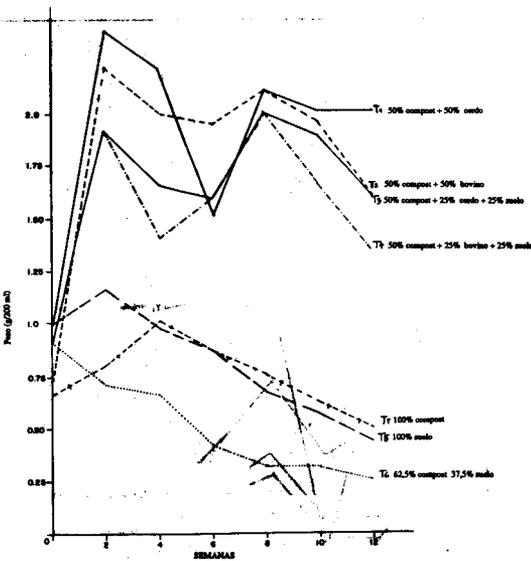


Fig. 2. Peso total (g/200 ml) de *E. foetida* obtenido en diferentes medios de cultivo durante 12 semanas.

**Producción de capullos**

La máxima producción de capullos (Figura 3), en los tratamientos 1, 2, 3 y 4, se obtuvo durante la cuarta semana y con un segundo pico de menor relevancia, en la mayoría de los casos, en la semana 8; ambos resultados coinciden con la renovación de los medios de cultivo.

El tratamiento 1 produjo la mayor cantidad de capullos/individuo/semana, con un promedio de 1,68 y un total de 20,20 capullos producidos en 12 semanas, seguido por el 2 con un promedio de 1,05 y un total de 12,63 capullos. El análisis de diferencias entre medias indicó que los tratamientos 1, 2 y 3 fueron cada uno diferentes del resto.

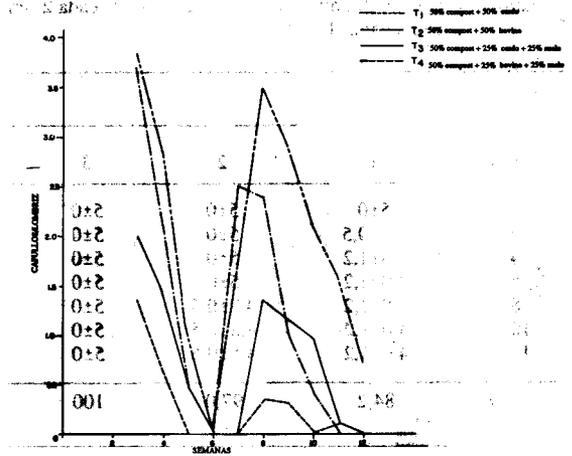


Fig. 3. Producción de capullos de *E. foetida* por individuo, por semana, en diferentes medios.

Hatanaka *et al.* (1983) utilizaron lombrices adultas cultivadas en estiércol bovino y consiguieron un promedio de 12 capullos/lombriz en 70 días. Comparando estos datos con los resultados obtenidos, el tratamiento 1 (excreta de cerdo) produjo 18,4 y el 2 (bovino) 11,5 capullos/lombriz en 70 días.

Hartenstein (1981) utilizó estiércol de caballo como alimento y con una transferencia de individuos cada 2 ó 3 semanas, obtuvo un número promedio de 1,46 y 0,83 capullos/lombriz/semana, respectivamente. Este autor también indica que se producen más capullos/individuo/semana cuando las lombrices son transferidas de medio cada 2 semanas que cuando se hace menos frecuentemente, lo cual coincide con el período de tiempo en el que se obtuvieron buenos resultados en el presente estudio.

De los tratamientos que contenían excreta de cerdo (1 y 3) la cantidad de capullos/lombriz producidos durante las 12 semanas fue casi 3 veces menor en el 3 (7,55) que en el 1 (20,20); en esta disminución pudo influir la adición de suelo (25%). Lo mismo sucedió con los tratamientos 2 y 4 (bovino) en donde disminuyó mucho la cantidad de capullos/lombriz cuando se agregó suelo (12,63 y 2,75, respectivamente). En el tratamiento 5 la cantidad fue insignificante y en el 6 y 7 fue nula.

El tratamiento 1 consiguió el mayor peso de capullos/tratamiento con un total de 1,20 g en 12 semanas. Como era de esperar, las medias de los tratamientos fueron significativas ( $P < 0,05$ ) y

según la prueba Duncan los tratamientos 1, 2 y 3 fueron cada uno significativamente diferentes de los demás. El peso de cada capullo en los tratamiento se estimó en valores de 0,014 g (T1), 0,013 g (T2), 0,013 g (T3) y 0,012 g (T4).

### Eclosión de lombrices

El número promedio de lombrices eclosionadas/capullo (Cuadro 2) en los tratamiento 1, 2 y 3 estuvo comprendido entre 4,0 y 3,1 con un rango de 1 a 7. Según Lofs-Holmin (1985), *E. foetida* produce por lo general 2 crías con un máximo de 7 por capullo; Hatanaka *et al.* (1983) obtuvieron un promedio de 3,9 crías/capullo con un rango de 1 a 7; Vail (1974) reporta un promedio de 2,6 y Evans y Guild (1948) encontraron hasta 8 crías/capullo. Los análisis estadísticos mostraron que no hubo diferencias entre las medias obtenidas. Esta observación no se pudo realizar en todos los tratamientos debido a la poca o nula cantidad de capullos producidos en algunos de ellos.

El porcentaje de eclosión, entre 80-100%, de los capullos se presenta en el Cuadro 3; se puede considerar alto y constituye un factor de importancia para la producción de *E. foetida*.

### Características de los medios

El pH de los medios de cultivo osciló entre 7,3 y 7,9 para todos los tratamientos y no existió

una diferencia importante entre el pH del medio inicial y aquel que es sustituido a la quinta semana. Durante el período del ensayo la humedad de los medios no fue inferior al 38% y las humedades máximas fueron alrededor de 55%.

Los medios tienen contenidos de cenizas que oscilaron entre 58,5 y 79,0%; los medios nuevos sustituidos a partir de la quinta semana, mostraron contenidos de ceniza levemente superiores, sobre todo para los tratamientos 1 y 2, lo que coincide con los crecimientos máximos de la especie.

Los medios de los tratamientos 1 y 2 contenían los porcentajes más altos de N, cuyos valores se ubicaron entre 1,0 y 2,0%; los medios finales, en todas las ocasiones, contuvieron menos cantidad de ese nutrimento, entre 0,3 y 0,97% N. Lo anterior pareciera indicar que el N actuó fuertemente como limitante para el crecimiento y reproducción de los tratamientos.

El porcentaje de C en los medios iniciales de los tratamientos 1 y 2 fue muy superior (15,5%) al encontrado en los demás tratamientos (6,2%). Existió una disminución del carbono inicial cuando se evaluó en los medios después de que fueron removidas las lombrices, lo que muestra la utilización de la fuente de carbono para su crecimiento y reproducción.

Los medios preparados para los tratamientos 1 y 2 tuvieron los valores más altos de P total, entre 708-639 mg/100 g de medio, excepto en el tratamiento 9 que contenía 980 mg/100 g; los demás medios mostraron contenidos de P entre 300-500 mg/100 g. La acción de las lombrices y de los microorganismos como recicladores de P hacia formas disponibles, fue evidente en este ensayo, sobretodo para los tratamientos 1 y 2 donde el P disponible pasó de valores cercanos a 20 mg/100 g de medio inicial hasta 135 mg/100 g de medio al final del ensayo.

Se puede concluir que el crecimiento y la reproducción de lombrices *E. foetida* son más favorables en el medio preparado con compost y excreta de cerdo. El tratamiento con estiércol bovino y compost ocupa el segundo lugar en eficiencia y se puede también indicar que el suelo, disminuye el crecimiento y la fecundidad cuando se agrega a los medios que contienen excreta de cerdo y estiércol de bovino. Tanto el suelo como el compost no favorecen el crecimiento ni la producción de capullos, aunque *E. foetida* tiene en ellos una alta sobrevivencia.

Cuadro 2. Promedio de individuos de *E. foetida* eclosionados por capullo en tres medios de cultivo.

Tratamiento	# indiv/capullo	Rango
50% compost + 50% cerdo	4,0±1,4	2-6
50% compost + 50% bovino	3,1±1,6	1-7
50% compost + 25% cerdo + 25% suelo	3,1±1,4	1-6

Cuadro 3. Capullos de *E. foetida* que eclosionaron en los diferentes medios de cultivo

Tratamiento	n	#capullos eclosionados	% eclosión
50% compost + 50% cerdo	25	25	100
50% compost + 50% bovino	25	25	100
50% compost + 25% cerdo + 25% suelo	25	24	96
50% compost + 25% bovino + 25% suelo	10	8	80

## RESUMEN

Se comparó la efectividad de 9 medios de cultivo para la lombriz *Eisenia foetida* compuestos de estiércol de animal, suelo y compost de basura en diferentes mezclas y proporciones. El medio más favorable fue el compost-excreta de cerdo y en segundo lugar el compost-bovino, con los cuales se obtuvo resultados favorables para el crecimiento (84-100% de sobrevivencia; aumentos de 2,5 veces del peso inicial al cabo de 12 semanas; máxima biomasa alcanzada: 2,4-2,2/200 ml de medio) y reproducción de la lombriz (20,2-12,6 capullos/individuo en 12 semanas; 0,014-0,013 g/capullo; 1-7 individuos/capullo; 100% de eclosión). La inclusión de suelo en los medios no ofrece ventajas para el cultivo de esta especie y la gallinaza resultó un medio muy inapropiado.

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo se realizó gracias al financiamiento del proyecto 85-1028, "Problemática de los desechos municipales en la subregión de Heredia", adscrito a las Vicerrectorías de Investigación y de Extensión de la Universidad Nacional.

## LITERATURA CITADA

- APPELHOF, M. 1981. Workshop on the role of earthworms in the stabilization of organic residues, Vol I. Kalamazoo, MI., Proc. Beech Leaf Press. 315 p.
- CERVANTES, C.; MOJICA, F. 1981. Manual de laboratorio de edafología. Heredia, Costa Rica, EUNA. 64 p.
- EVANS, A.C.; GUILD, W.J. 1948. Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. IV. On the life cycles of some British Lumbricidae. Ann. Appl. Biol. 35:471-484.
- FOOD, FUEL AND FERTILIZER FROM ORGANIC WASTES. 1981. Washington, National Academy Press. 154 p.
- GONZALEZ, N.; LEON, S. 1991. Caracterización físico-química de los desechos municipales del botadero de San Pablo de Heredia, Costa Rica y Alternativas de uso, Ecología en marcha. v. II, no. 2.
- GRAFF, O. 1974. Gewinnung von biomasse aus abfallstoffen durch kultur des kompostregenwurms *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) landb. forsch.-volkenrode. 24:137-142.
- HARTENSTEIN, R. 1978. Proc. utilization of soil organisms in sludge management. Syracuse, NY. 171 p.
- HARTENSTEIN, R. 1981. Production of earthworms as a potentially economical source of protein. Biotech. Bioeng. 23(8):1797-1811.
- HARTENSTEIN, R. 1983. Assimilation by the earthworms *Eisenia foetida*. In Earthworms Ecology. Ed. by J.E. Satchell. London, Chapman and Hall. p. 297-308.
- HARTENSTEIN, R.; NEUHAUSER, E.F.; KAPLAN, D.L. 1979. Reproductive potential of the earthworms *Eisenia foetida*. Oecologia (Berl.), 43:329-340.
- HATANAKA, K.; ISHIOKA, Y.; FURICHI, E. 1983. Cultivation of *Eisenia foetida* using da waste iry sludge cake. In Earthworms Ecology. Ed. by J.E. Satchell. London, Chapman and Hall. p. 323-329.
- HARMAZABAL, M.E. 1985. Crianza de lombrices: un negocio rentable y con un potencial ilimitado. (I Parte). Próxima década, no. 39, Octubre. p. 4-9.
- HUHTA, V.; IKONNEN, E.; VILKAMAA, P. 1979. Succession of invertebrate populations in artificial soil made of sewage sludge and crushed bark. Ann. Zool. Fennici. 16:223-270.
- LOFS-HOLMIN, A. 1985. Vermiculture. Uppsala, Swedish University of Agricultural Science, Department of Ecology and Environmental Research. Report no. 20. 69 p.
- NEUHAUSER, E.F.; HARTENSTEIN, R.; KAPLAN, D. 1980a. Growth of the earthworms *Eisenia foetida* in relation to population density and food rationing. Oikos 35:93-98.
- NEUHAUSER, E.F.; KAPLAN, D.L.; MALECKI, M.R.; HARTENSTEIN, R. 1980b. Materials supporting weight gain by the earthworm *Eisenia foetida* in waste conversion systems. Agricultural Wastes 2(1):43-60.
- OSBORNE, D.; VOOGT, P. 1986. Análisis de nutrientes de los alimentos. Zaragoza, España, Editorial Acribia. p. 186.
- SABINE, J.R. 1983. Earthworms as a source of food and drug. In Earthworms Ecology. Ed. by J.E. Satchell. London, Chapman and Hall. p. 35-48.
- SCHWEIZER, L. 1980. Metodología para el análisis de suelos, plantas y aguas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Técnico no. 68.
- TSUKANOTO, J.; WATANABE, H. 1977. Influence of temperature on hatching and growth of *Eisenia foetida* (Oligochaeta: Lumbricidae). Pedobiologia 17:338-342.
- VAIL, V.A. 1974. Observations on the hatchlings of *Eisenia foetida* and *Biomastos tumidus* (Oligochaeta: Lumbricidae). Bull. Tall Timbers Res. Stn. 11:1-8.