

Nota técnica

CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA (*Eisenia foetida*) EN CINCO SUSTRATOS ORGÁNICOS¹

Lolita Durán^{2/*}, Carlos Henríquez^{**}

Palabras clave: *Eisenia foetida*, Lombriz “roja californiana”, vermicompost, lombricompost, abonos orgánicos, reproducción de la lombriz roja.

Keywords: *Eisenia foetida*, “red” earthworm, vermicompost, organic amendment, “red” earthworm reproduction.

Recibido: 27/04/09

Aceptado: 05/07/09

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento, reproducción y adaptación de la lombriz *Eisenia foetida* en 5 sustratos orgánicos: se utilizó estiércol vacuno, broza de café, residuos de banano, restos de follaje de ornamentales y residuos de origen doméstico. Los materiales fueron previamente estabilizados y colocados en volúmenes de 0,03 m³ dentro de cajones de madera, a los cuales se les adicionó una población de 600 individuos maduros, lo que equivale a 20000 individuos.m³. El proceso de lombricompostaje tuvo una duración de 3 meses, durante los cuales se realizó 3 muestreos. El peso promedio de los individuos varió de 0,34-0,66 g. Estadísticamente se diferenciaron 2 grupos: doméstico y banano (0,58 y 0,66 g, respectivamente) y broza, estiércol y ornamental (0,40, 0,42 y 0,36 g, respectivamente). La reproducción y sobrevivencia al final del experimento fue diferente para cada uno de los sustratos utilizados, siendo el de broza el que presentó los mayores valores en población final y doméstico con los menores (16900 y 408 individuos de los 600 inoculados inicialmente). Las correlaciones mostraron un comportamiento inverso entre reproducción y peso de los individuos. Se concluye que tanto el tamaño de los individuos como su tasa de reproducción son influenciados por el tipo de sustrato.

ABSTRACT

Growth and reproduction of “red earthworm” (*Eisenia foetida*) in five organic substrates. The goal of this experiment was to evaluate the growth and reproduction of *Eisenia foetida* -known as “red earthworm”- in 5 organic materials. Treatments were 0.03 m³ of stabilized volumes of cow manure, coffee bean residues, banana residues, ornamental foliage residues, and domestic waste. Substrates were inoculated with 600 worms; which is equivalent to 20000 individuals.m³. Three samplings were made during the composting and the 3 months of the study. The weight of the earthworms varied from 0.34-0.66 g; highest values corresponded to domestic and banana (0.58 y 0.66 g, respectively) and the lowest to coffee bean, cow manure, and ornamental foliage residues (0.40, 0.42 y 0.36 g, respectively). Reproduction and survival were different in each of the residues, being coffee bean residue the highest value in final population (16.900); while banana was the lowest with 408. An inverse correlation between reproduction and weight was found. It can be concluded that both biomass development and reproduction rate are strongly influenced by the type of substrate.

1. Parte del trabajo final de graduación de la primera autora para optar al grado de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Proyecto VI-510-99-337 financiado por la Vicerrectoría de Investigación.

2. Autor para correspondencia: lolita.duran@ucr.ac.cr
* Sede del Atlántico, Universidad de Costa Rica, Limón, Costa Rica.
** Centro de Investigaciones Agronómicas y Sede del Atlántico, Universidad de Costa Rica, San José, Limón, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

Del total de residuos que diariamente se genera, por las diversas actividades humanas, en nuestro país (3780 t.día⁻¹ según datos del 2006), casi el 55% corresponde a materiales biodegradables. Se estima que en las zonas rurales, la generación de residuos es ligeramente inferior a la urbana aunque la proporción de materiales orgánicos es mayor (PRESOL 2007).

Una de las opciones que existen para el tratamiento de este tipo de desechos es la lombricultura (también llamada vermicultura). Esta técnica consiste en la elaboración de abono orgánico a través de la utilización de varias especies de lombrices, de las cuales la más conocida y usada es *Eisenia foetida*, conocida también como “lombriz roja” o “californiana”. También existen otras especies que son utilizadas con fines comerciales como *Eisenia andrei*, *Eudrilus eugeniae* y *Helodrilus caliginosus* por citar algunas (Ferruzzi 1986, Bollo 1999). Mediante el uso de la lombricultura, es posible convertir casi cualquier tipo de desecho orgánico en un producto final denominado genéricamente como lombricompost el cual es utilizado en la agricultura. Según Henríquez y Cabalceta (1999), los abonos orgánicos, mejoran tanto las propiedades químicas del suelo, como las propiedades físicas y biológicas, contribuyendo igualmente a la solución del problema de la contaminación del ambiente.

En forma paralela a la producción de abono, la crianza de lombriz se constituye en una actividad que también puede generar ingresos, ya sea en forma de harina o bien de pie de cría; por su alto contenido de proteína, la lombriz puede ser utilizada en actividades como la avicultura y piscicultura. Los análisis de laboratorio revelan un contenido de 64 a 82% de proteína de muy buena calidad, además de un 7 a 10% de grasa, de 8 a 20% de carbohidratos, de 2 a 3% de minerales, con una energía cercana a 4000 kcal.kg⁻¹ (Ferruzzi 1986, Martínez 1996).

La especie de lombriz utilizada debe presentar algunas características que la hagan apta para la producción de lombricompost. Entre estas características se puede citar:

1. Adaptación a un amplio rango de temperaturas (15-25°C).
2. Tasas de reproducción altas (Schuldt 2008).
3. Eurífaga (Guerrero 1993).
4. Longevidad.
5. Baja tendencia a la migración (Chacón y Blanco 1999).
6. Capacidad de vivir en poblaciones altas (40-50 mil individuos.m² (Guerrero 1993, Ferruzzi 1986 y Martínez 1996).
7. No ser vector de enfermedades (Bollo 1999).

La literatura menciona que a pesar de la adaptabilidad que presentan las diferentes especies de lombriz, las características del sustrato o material de crecimiento, afectan directamente el estado y multiplicación de este organismo (Bollo 1999, Ferruzzi 1986).

Con base en lo anterior, se llevó a cabo esta investigación para evaluar la adaptación, el crecimiento y reproducción de *E. foetida* en 5 sustratos orgánicos generados comúnmente en algunas actividades tanto de origen agrícola como urbano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se desarrolló en las instalaciones del módulo lechero de la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica, en Turrialba, a 700 msnm en la zona de vida del bosque muy húmedo tropical premontano (Holdridge 1978). La zona tiene una precipitación y temperatura promedio de 2649,9 mm y 21,8°C, respectivamente. Para el ensayo se utilizó una construcción totalmente protegida.

Tratamientos

Los sustratos orgánicos utilizados como tratamientos fueron broza de café, estiércol de ganado vacuno, desechos domésticos (materiales verdes de cocina), desechos de la producción bananera (mezcla de pedazos de banano y pinzote) y desechos de plantas ornamentales (follaje

picado de dracaenas). Los sustratos fueron colocados en cajones de madera “no curada” de 0,50 m de largo, 0,30 m de ancho y 0,30 m de alto, correspondiente a 0,045 m³ de volumen, de los cuales se utilizó 0,030 m³ con el material orgánico para cada uno de los tratamientos. A los materiales se les realizó un precompostado (reposo) por 2-3 semanas antes de colocar las lombrices, esto con el fin de proveer las condiciones adecuadas al sustrato para la adaptación de las lombrices y así mismo simular el tipo de manejo usualmente realizado para este tipo de explotaciones.

Para este trabajo se utilizó la lombriz *Eisenia foetida* con una densidad equivalente a 20000 individuos adultos.m⁻³, lo que correspondió a 600 individuos por 0,03 m³ de material fresco en cada uno de los cajones. Al momento de seleccionar los individuos, se tomó en cuenta el tamaño y la presencia de la estructura o anillo clitelar desarrollada y visible, la cual es indicativo de su capacidad reproductiva. Schuldt et al. (2005) mencionan que esto sucede cuando el individuo alcanza aproximadamente los 0,25 g de peso, independientemente de la dieta suministrada.

Diseño experimental

El ensayo constó de 5 tratamientos (5 sustratos orgánicos) con 4 repeticiones, dispuestos en un arreglo de bloques completos al azar (BCA). Los cajones distribuidos de esta forma se colocaron sobre estructuras de madera y se cubrieron con cedazo metálico de poro pequeño, para evitar la entrada de animales e insectos y favorecer la aireación. Durante el ensayo se verificó la humedad mediante el método descrito por Ferruzi (1986), el cual consiste en comprimir un puñado del material con la mano y comprobar que estando suficientemente húmedo, no suelte agua; en este caso la humedad corresponde aproximadamente a un 70-80%. Esta condición provee un ambiente adecuado tanto para el desarrollo de las lombrices como para la descomposición de los materiales utilizados. El período de 3 meses que se le dio al material inicial para su conversión en lombricompost, fue determinado por 2 factores: los datos informados en la literatura y

la disminución de peso de las lombrices, señal de falta de alimento.

Los muestreos se realizaron con un cilindro de una capacidad de 500 cm³ según lo propuesto por Schuldt (2008). En las muestras así obtenidas se realizaron conteos de cápsulas, peso y clasificación por estado de desarrollo de las lombrices. La calidad final de los sustratos es presentada en un estudio previo por Durán y Henríquez (2007).

Peso y reproducción de la lombriz

Las mediciones de peso de individuos se realizaron al inicio, a los 45 días y al final del experimento que fue a los 90 días. Para los datos de reproducción, se llevaron a cabo 2 conteos de cápsulas, uno a los 45 días de establecido el experimento y otro a los 90 días. Se contó tanto las cápsulas nuevas como aquellas que se encontraban maduras y las que ya habían eclosionado. Simultáneamente, se realizó conteos de individuos presentes en las muestras para determinar la distribución poblacional; para ello se separó por tamaño en individuos adultos con clitelo y sin este, juveniles categoría A (<2 cm) y juveniles categoría B (>2 cm), categorización similar a la desarrollada por Schuldt et al. (2005).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANDEVA). Para la separación de medias se aplicó la prueba de Duncan a una significancia del 5%. También se aplicaron análisis de correlación simple de Pearson entre las variables peso y reproducción de la lombriz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso de lombrices

Como se observa en la figura 1, la tendencia en los tratamientos (excepto ornamental) fue el aumento sobre el peso promedio inicial de los individuos que fue 0,37 g, hasta alcanzar un máximo y luego decrecer en la última evaluación a los

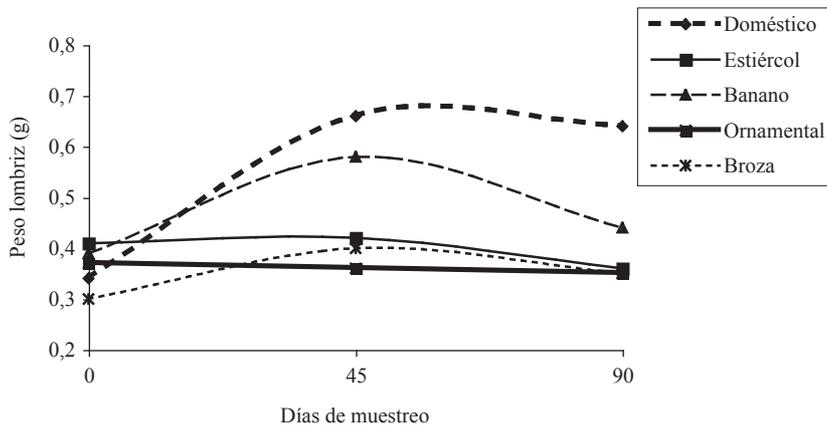


Fig. 1. Variación del peso promedio de la lombriz (*Eisenia foetida*), en 5 sustratos orgánicos a los 0, 45 y 90 días.

90 días. El resultado concuerda con lo descrito por León et al. (1992) y se relaciona directamente con la disminución en el alimento disponible, hecho que puede conllevar hasta la muerte de los individuos (Aquino et al. 1994). Esta tendencia se observó más visiblemente en los tratamientos doméstico, banano y broza. En el punto máximo de peso promedio de los individuos –a los 45 días–, los tratamientos se ubicaron estadísticamente en 2 grupos: estiércol, ornamental y broza (0,42, 0,36 y 0,40 g.individuo⁻¹ promedio, respectivamente) y el segundo grupo con los tratamientos doméstico y banano (0,66 y 0,58 g.individuo⁻¹, respectivamente).

En la evaluación a los 90 días, se encontró que solamente el tratamiento doméstico mantuvo un valor de 0,65 g.individuo⁻¹, estadísticamente diferente a estiércol, banano, ornamental, y broza con valores de 0,37, 0,44, 0,35 y 0,36 g.individuo⁻¹, respectivamente. Santamaría y Ferrera-Cerrato (2002), reportan diferencias de peso de 0,23-0,49 g.individuo⁻¹ adulto al final del experimento.

Para este experimento, los valores generales de peso de lombrices promedio por individuo, alcanzaron un mínimo de 0,34 g y un máximo de 0,66 g. Estos datos difieren del ámbito propuesto por Schuldt (2008), quien reporta valores entre 0,3 y 1,4 g para esta variable. León et al. (1992) reportan valores de 0,13-0,21 g.lombriz⁻¹. Es

importante mencionar que aunque en la literatura se mencionan más comúnmente pesos de 1 g.individuo⁻¹ (Bollo 1999), en este estudio no se observó valores similares.

Reproducción de la lombriz

Se sabe que la producción de cápsulas significa para la lombriz, un gasto energético, necesario para la preservación de la especie (Cluzeau et al. 1992, León et al. 1992). Al comparar la figura 1 con la figura 2, se encontró una relación inversa entre los tratamientos que tenían un mayor peso promedio de individuos (doméstico y banano) y que presentaron por otro lado una menor producción de cápsulas. Se encontró que los tratamientos con menor peso promedio fueron los que produjeron una mayor cantidad de cápsulas (estiércol, ornamental y broza).

La relación inversa entre peso y reproducción, concuerda con lo descrito por Santamaría y Ferrera-Cerrato (2002), quienes encontraron que una mayor tasa de reproducción correspondió a un menor peso por individuo al final del ensayo. Según Martínez (1996) y Tineo (1994), en materiales muy maduros con pocos nutrientes, la lombriz tiende a disminuir primero su reproducción y luego su peso. Este comportamiento es posible observarlo igualmente tanto en la figura 1

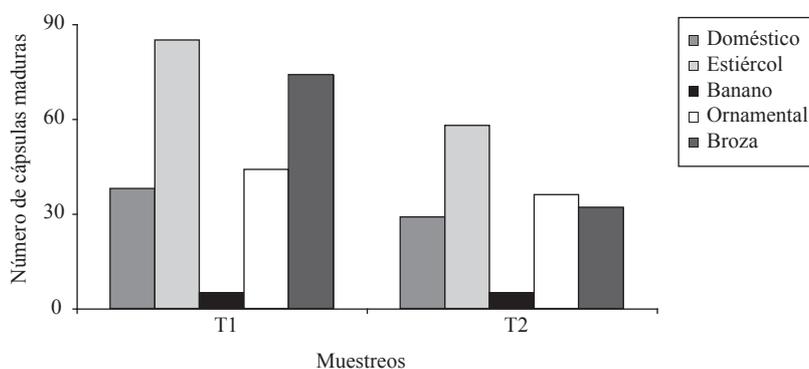


Fig. 2. Cápsulas maduras y viables encontradas durante el proceso de lombricompostaje, evaluadas a los 45 (T1) y 90 días (T2).

como en la 2, en donde se observa una tendencia a la disminución tanto en peso como en producción de cápsulas, respectivamente.

Estos resultados tienen una aplicación práctica para las y los productores que puedan tener interés tanto en la producción de biomasa de lombriz como pie de cría, ya que el tipo de sustrato tendrá un efecto importante sobre esta variable. Algunas pruebas deben ser realizadas previo a iniciar una producción comercial.

Si el interés es la elaboración de abono, la población usada en este experimento, mostró ser suficiente para biotransformar los sustratos orgánicos utilizados y producir un lombricompost con características aceptables (Durán y Henríquez 2007).

El cuadro 1 muestra el total de individuos a los 90 días, así como el porcentaje de variación entre la población inicial y la población final. En algunos tratamientos se observa el alto potencial reproductivo que mostró esta especie de lombriz en el sustrato, en tanto que en otros se encontró más bien una disminución (doméstico y banano). Con respecto a estos últimos 2 tratamientos, al relacionar esta variable con la baja tasa de reproducción observada -cápsulas cuantificadas en la muestra-, es posible deducir que estos individuos corresponden en mucho a la población inicial inoculada (600 lombrices). *E. foétida* madura sexualmente entre el segundo

Cuadro 1. Número de lombrices (*Eisenia foetida*) luego de 90 días de lombricompostaje con una población inicial de 600 individuos en un volumen de 0,03 m³ evaluados en 5 sustratos orgánicos.

Tratamiento	Población final *		% de la población con el inicial
Doméstico	408	c	68
Estiércol	13776	a	2296
Banano	530	c	88
Ornamental	6678	b	1113
Broza	16900	a	2816

* -Análisis de separación de medias Tuckey $p=0,005$ realizado con valores transformados (raíz cuadrada del valor discreto).

y tercer mes de vida. Luego de aparearse, ambos individuos depositan cada 7 o 10 días una cápsula conteniendo entre 2 y 20 individuos, las cápsulas eclosionan pasados los 21 días. Este potencial reproductivo le confiere a *E. foetida* la capacidad de tener alrededor de 1500 crías en un año (Guerrero 1993). En el caso particular de los tratamientos doméstico y banano, donde se encontraron los menores valores tanto en la producción de cápsulas como en el número final de individuos, se encontró una relación inversa con el aumento de peso. Lo anterior concuerda con

Aira et al. (2007), quienes mencionan que cualquier factor de estrés en el medio se traduce en una elevación de la tasa metabólica de la lombriz, acrecentando el gasto energético y generando una reasignación de recursos que podría estar enfocado al crecimiento corporal en detrimento de la reproducción. Con respecto a estos mismos sustratos, el análisis químico de los lombricompostos producidos mostró valores particularmente altos en cuanto a pH y salinidad (Durán y Henríquez 2007). Según López et al. (2003) y Santamaría y Ferrera-Cerrato (2002), valores altos para estas 2 variables químicas, producen condiciones de estrés, las cuales, según Domínguez et al. (1997), inciden negativamente sobre la fecundidad, consignando descensos del 25% en el tasa de reproducción. Este efecto se observa en los resultados de esta investigación, aunque como se mostró en la figura 1, los individuos en estos tratamientos presentaron el mayor peso.

Como se muestra en el cuadro 2, la mayor cantidad de individuos estuvo representada en primer lugar por aquellos con tamaño <2 cm (juveniles A). Debido a que *E. foetida* tiene la capacidad de reproducirse entre el segundo y el tercer mes de vida, es muy posible que individuos nacidos durante el período en que se llevó a cabo el experimento, se reprodujeran aumentando exponencialmente la población final. Los juveniles B (>2 cm) representan el otro grupo de mayor población, seguido por aquellas que por tamaño y color se consideran maduras pero que no presentaron la estructura clitelar.

Otro dato importante de mencionar es la alta cantidad de individuos sin la estructura clitelar al término del experimento (Cuadro 2). Con

relación a esto, solo en el tratamiento doméstico se encontraron individuos con clitelo evidente. Debido a este comportamiento no se pudo calcular la tasa de sobrevivencia de la lombriz, ya que no fue posible definir si este resultado corresponde a una involución de las lombrices (lo cual no está claramente propuesto en la literatura) o si los individuos que fueron contados al inicio del ensayo como maduros, murieron en el transcurso del experimento. Lo que si fue evidente es que el tipo de material tuvo un efecto muy importante en términos del número y tipo de individuos en la población total. Una recomendación, para futuros estudios, es aumentar la periodicidad en el muestreo de cápsulas a fin de hacer mejores estimados en la tasa de reproducción en cada uno de los sustratos utilizados.

CONCLUSIONES

El crecimiento y reproducción de la lombriz *E. foetida* están directamente relacionados con el tipo de sustrato en el cual vive y se desarrolla.

El tipo de sustrato en que crecen las lombrices influye tanto en el peso como en su reproducción, para lo cual parece existir una relación inversa entre ambas variables: lombrices de mayor peso se relacionaron con menores tasas de reproducción.

No es correcto generalizar sobre valores de sobrevivencia, desarrollo y reproducción sin indicar el tipo de sustrato usado.

Para próximos estudios se recomienda complementar la información con análisis bioquímicos de los sustratos así como evaluar la calidad de la lombriz, en términos de contenido de

Cuadro 2. Distribución de la población de *E. foetida* en el sustrato al final del proceso.

Tratamiento	Juveniles A (<2 cm)	Juveniles B (>2 cm)	Maduras sin clitelo	Cliteladas
Doméstico	0	12	204	192
Estiércol	12180	1092	504	0
Banano	0	20	510	0
Ornamental	6230	154	294	0
Broza	16080	260	560	0

proteína y otras variables potenciando su posible uso como suplemento de alimentación animal.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al financiamiento parcial de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica (Proyecto VI-510-99-337).

LITERATURA CITADA

- AIRA M., DOMINGUEZ J., MONROY F., VELANDO A. 2007. Stress promotes changes in resource allocation to growth and reproduction in a simultaneous hermaphrodite with indeterminate growth. *Biological Journal of the Linnean Society* (91):593-600.
- AQUINO A.M., ALMEIDA L.D., FREIRE R.L., DE-POLI H. 1994. Reprodução de ninhocas (oligochaeta) em esterco bovino e bagaço de cana-de-aúcar. *Pres. Agrop. Brasileira* 29 (2):161-168.
- BOLLO E. 1999. *Lombricultura: una alternativa de reciclaje*. Quito. Soboc Grafic. 149 p.
- CHACÓN A.G., BLANCO J.M. (eds). 1999. *Manual práctico para la fabricación de abono orgánico utilizando lombrices*. San José. Costa Rica. 39 p.
- CLUZEAU D., FAYOLLE L., HUBERT M. 1992. The adaptation value of reproductive strategy and mode in three epigeous earthworm species. *Boil Biol. Bioche.* 24(12):1309-1315.
- DOMINGUEZ J., BRIONES J., MATO M.J.I. 1997. Effect of the diet on growth and reproduction of *Eisenia Andrei*. *Pedobiología* (41):566-576.
- DOMINGUEZ J., EDWARDS E., SUBLER S. 1997. A comparison of vermicomposting and composting. *BioCycle* 38(4):57-59.
- DURÁN L., HENRÍQUEZ C. 2007. Caracterización física, química y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense* 31(1):41-51.
- FERRUZI C. 1986. *Manual de lombricultura*. Madrid. España. Mundi-Prensa. 138 p.
- GUERRERO J. 1993. *Abonos orgánicos: tecnología para el manejo ecológico de suelos*. Perú. Ed. Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos. 89 p.
- HENRÍQUEZ C., CABALCETA G. 1999. *Guía para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola*. San José. CR. ACCS. 111 p.
- HOLDRIDGE S.J. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica. IICA. 206 p.
- LEÓN S., VILLALOBOS G., FRAILE J., GONZÁLEZ N. 1992. Cultivo de lombrices (*Eisenia foetida*) utilizando compost y excretas animales. *Agronomía Costarricense*. 16(1):23-28.
- LÓPEZ M.A., HERNÁNDEZ M., ELORZA P. 2003. Evaluación de la densidad de población de la lombriz compostera (*Eisenia andrei* Savigni). *Revista UDO Agrícola* 3(1):12-16. (en línea) Universidad Veracruzana. MX. Consultado abril 2009. Disponible en: http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2221503&orden=73433.
- MARTÍNEZ C. 1996. *Potencial de la lombricultura*, 140 p. In: A. Carballo y S. Bravo (eds). *Elementos básicos para su desarrollo* Texcoco, MX.
- PRESOL. 2007. *Plan de residuos sólidos. Diagnóstico y áreas prioritarias*. Programa Cyma Competitividad y Medio Ambiente. San José. Costa Rica. 224 p.
- SANTAMARIA S., FERRERA-CERRATO R. 2002. Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (Bouché 1972) en diferentes residuos orgánicos. *Terra* 20:303-310. (en línea) Consultado abril 2009. Disponible en: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/20/3/art303-310.pdf>.
- SCHULDT M., RUMI A., GUTIÉRREZ D. 2005. Determinación de "edades" (clases) en poblaciones de *E. fetida* (Annelida: Lumbricidae) y sus implicancias reprobilógicas. *Revista del Museo de la Plata Zoología* 17(170):1-10. (en línea). Consultado abril 2009. Disponible en: http://www.fenym.unlp.edu.ar/publi/revista/zoologia/2005-17-170-zoologia_alta.pdf.
- SCHULDT M. 2008. Iniciación de lombricultivos de *Eisenia fetida* (y *E. andrei*) (*Oligochaeta, Lumbricidae*) con siembras de baja densidad. *Estrucplan VIII(676):1-7*. (en línea). Consultado abril 2009. Disponible en: <http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/verarticulo.asp?IDarticulo=2027>.
- TINEO A.L. 1994. *Crianza y manejo de lombrices de tierra con fines agrícolas*. CATIE. Turrialba, C.R. 32 p.

