

Fundada en 1951 por Founded in 1951 by
Miguel Raggio & Nora Moro de Raggio
Editor-in-Chief: Dr. Carlos A. Busso

FUNDACION ROMULO RAGGIO
Gaspar Campos 861, 1638 Vicente López (BA), Argentina
www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar
ISSN 0031-9457

57° ANIVERSARIO

(2008) 77: 137-149

57th ANNIVERSARY

Efecto de cuatro lombricompuestos en el crecimiento de plantas de *Digitaria eriantha*

(Con 6 Tablas)

*Effect of four vermicomposts on growth of *Digitaria eriantha* plants*

(With 6 Tables)

Giulietti¹ AL, OM Ruiz¹, HE Pedranzani¹, O Terenti^{1,2}

Resumen. En este trabajo se analizan los efectos de cuatro lombricompuestos obtenidos usando estiércol de vaca, caballo, cabra y gallina sobre diferentes parámetros de crecimiento y desarrollo en *Digitaria eriantha* cv. Mejorada INTA. El estiércol de vaca, caballo, cabra o gallina fue combinado con tierra pura en las siguientes proporciones: T1: 0% humus de lombriz + 100% tierra; T2: 50% humus de lombriz + 50% tierra, y T3: 100% humus de lombriz + 0% tierra. Se sembraron semillas de *Digitaria eriantha* en bandejas que se colocaron bajo condiciones controladas de luz y humedad. Los parámetros considerados fueron número de semillas germinadas, y longitud y peso seco foliar y radical. Después de la tercera semana de tratamiento, los mejores resultados para los parámetros analizados se observaron en los lombricompuestos de cabra y gallina, en este orden de importancia.

Palabras clave: Humus de lombriz, germinación, peso seco, peso fresco.

Abstract. In this paper, the effects of four vermicomposts are analyzed on a variety of growth and development parameters of *Digitaria eriantha* cv. Mejorada INTA. The vermicomposts used originated from cow, horse, goat

¹Laboratorio de Fisiología Vegetal. Departamento de Ciencias Agropecuarias. FICES. Universidad Nacional de San Luis. Avda. 25 de Mayo 384 (5730) Villa Mercedes, San Luis, Argentina. e-mail: adagiul@fices.unsl.edu.ar

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA. INTA. Villa Mercedes. San Luis, Argentina.

Address Correspondence to: AL Giulietti, e-mail: adagiul@fices.unsl.edu.ar; fax 054-02657-430980; Tel. 054-02657-424976.

Recibido/Received 11.IX.2007. Aceptado/Accepted 25.II.2008.

and hen faeces combined with pure soil in the following proportions: T1: 0% worm humus + 100% soil; T2: 50% worm humus + 50% soil, and T3: 100% worm humus + 0% soil. *Digitaria eriantha* seeds were sown in trays which were kept under controlled light and moisture conditions. After the third week of treatment, the number of germinated seeds, and both leaf and root length and dry weight were determined. Best results for the analyzed parameters were observed using goat and hen vermicomposts. However, results were better using goat than hen vermicompost.

Key words: worm humus, germination, dry weight, fresh weight.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de alimentos ha establecido como alternativa un manejo sustentable de los sistemas de producción, promoviendo prácticas que preserven los recursos naturales y la biodiversidad, y permitan hacer un uso eficiente y adecuado de los residuos que se derivan directa o indirectamente del sector agropecuario (Porter Humpert, 2000).

En los últimos años ha crecido el interés por utilizar las lombrices de tierra como un sistema ecológicamente seguro para manejar el estiércol. Diversos estudios han demostrado la capacidad de algunas lombrices para utilizar una amplia gama de residuos orgánicos como estiércol, residuos de cultivos, desechos industriales, aguas negras, etc. (Atiyeh et al., 2000 b,c; Bansal y Kapoor, 2000).

Los residuos orgánicos procesados por la lombriz de tierra, denominados lombricompuestos o vermicompuestos, son de tamaño fino como los materiales provenientes del musgo de turba. Estos materiales tienen alta porosidad, aireación y drenaje, y una elevada capacidad de retención de agua. El humus de lombriz, comparado con la materia prima que lo genera, tiene reducidas cantidades de sales solubles, mayor capacidad de intercambio catiónico, y elevado contenido de ácidos húmicos totales (Atiyeh et al., 2000a,b,c; Gajalakshmi et al., 2001).

El lombricompuesto tiene un potencial comercial muy grande en la industria hortícola como medio de crecimiento para los almácigos y las plantas (Ndegwa y Thompson, 2000) y ha sido utilizado con efectos favorables sobre el desarrollo de cultivos en invernaderos (Brown et al., 2000).

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Sav.) es capaz de adaptarse y reproducirse fuera de su hábitat natural (Paoletti,

1999) y de descomponer diversos residuos orgánicos, convirtiéndolos en humus de lombriz (Bansal y Kapoor, 2000). Este humus posee un alto contenido de elementos nutritivos (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, etc.) y de sustancias biológicamente activas tales como reguladores de crecimiento vegetal (Buck et al., 1999; Whalen et al., 1999; Atiyeh et al., 2000a, b; Bansal y Kapoor, 2000; Gajalakshmi et al., 2001).

Los elementos nutritivos provienen del proceso de fragmentación y descomposición de la materia orgánica provocada por lombrices, bacterias y hongos microscópicos que digieren los complejos orgánicos reduciéndolos a formas simples que pueden ser asimilados por las plantas (Sherman-Huntoon, 1997; Atiyeh et al., 2000b; Bansal y Kapoor, 2000). Por otra parte, el lombricompuesto afecta favorablemente la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas e incrementa notablemente la altura de las especies vegetales en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Asimismo, durante el trasplante previene enfermedades y lesiones por cambios bruscos de temperatura y humedad; este material se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nemátodos. Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser aplicado a especies sensibles (Atiyeh et al., 2000b; Brown et al., 2000).

Con el objeto de estudiar el efecto de distintos lombricompuestos sobre diferentes parámetros de crecimiento y desarrollo de *Digitaria eriantha* se trabajó con estiércol de vaca, caballo, cabra y gallina. Estos sustratos fueron elegidos por la amplia disponibilidad de nitrógeno, la forma como están ligados y la fácil solubilidad del nitrógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procesamiento y obtención de lombricompuestos. Para la preparación del compost de diferentes estiércoles, se utilizaron cuatro cajones de madera de 40 x 50 x 60 cm con base perforada para permitir la aireación y el drenaje de líquidos sobrantes (lixiviados).

Para la preparación de los lechos, camas o cunas se colocó primero una capa de 10 cm de gramilla seca (*Cynodon spp*) en cada cajón. Este colchón sirvió de refugio a la lombriz en el caso que ocurrieran cambios del medio ambiente en su medio de crianza. Seguidamente, se rellenoó cada cajón con estiércol ya maduro o fermentado de vaca, caba-

llo, cabra o gallina. Posteriormente se procedió al riego, colocándose 10 cm de paja en la parte superior a fin de evitar la evaporación. Finalmente, los cajones fueron tapados con tapa de madera y colocados al aire libre.

Al cabo de 20 días comenzó el proceso de fermentación. La temperatura del compost subió a 55-60 °C. Transcurridos 10 días se removió y aireó el estiércol en períodos de 3, 5 y 15 días con el objeto de lograr una biotransformación uniforme (Barbados, 2003). La aireación facilita que se escapen gases evitando que el sustrato se alcalinice. Se regó con agua, manteniendo la humedad en un 80%. Para medir este porcentaje de humedad se usó lo que se conoce en lombricultura como “prueba del puño”. (Restrepo, 1996). Este método consiste en tomar la cantidad del sustrato posible en el puño de una mano; se le aplica fuerza normal y si salen de 8 a 10 gotas, por ejemplo, indica que la humedad está en un 80% aproximadamente.

Paralelamente se usó un tensiómetro agrícola TJF24 Jet Fill, marca Scheitler para medir la humedad de los lombricompuestos. Éste es un instrumento avanzado y sensible para la medición de la humedad de los suelos en los campos agrícolas; el mismo fue adaptado para medir la humedad de los lombricompuestos.

Cuando la temperatura disminuyó a 20 °C, se inocularon las lombrices. La temperatura óptima para el inóculo de los núcleos de lombrices es de 20 °C; no se deben superar los 32 °C, ni la temperatura debe ser inferior a los 15 °C. En estas condiciones de temperatura, la lombriz produce mayor cantidad de lombricompuesto, llegando a comer su propio peso en un día (Huxley, 1884). Durante todo el proceso, con el fin de crear las condiciones favorables para que la lombriz se reproduzca, se mantuvieron las condiciones de humedad (80%), temperatura (20 a 25 °C) y pH (7-7,5) (Schuldt, 2001).

Durante los tres primeros meses, las lombrices no necesitaron ningún cuidado especial excepto riego, siendo su comida el estiércol ya fermentado y madurado. Transcurrido ese tiempo, las lombrices elaboraron el 90% del estiércol, transformándolo en humus de lombriz (Schuldt, 2001).

Este trabajo se realizó durante los meses de primavera-verano, teniendo en cuenta que la lombriz roja californiana no sufre ningún tipo de letargo en esta época del año. Debido a que las condiciones de trabajo fueron óptimas (estiércol fermentado), se considera que las lombrices consumen 1 gramo por día, o sea el equivalente a su

propio peso, bajo estas condiciones. Del total consumido, 60% lo excretan y el 40% restante lo utilizan para mantener su metabolismo (Ferruzi, 1987).

Luego de la homogeneización de los distintos lombricompuestos, se realizaron muestreos para análisis y determinación de pH, humedad y temperatura, (Schuldt, 2001).

Mezclas de sustratos para siembra de lombricompuestos. Los sustratos utilizados consistieron en lombricompuestos originados a partir de la mezcla de estiércol de vaca, caballo, cabra o gallina con distintas proporciones de suelo puro (0,50 o 100%). Las lombrices habitaron las mezclas mencionadas por un período de 6 meses durante la época estival. Las vacas, caballos, cabras o gallinas se alimentaron usando pasturas naturales de la zona de San Luis, Argentina, durante el período de recolección del estiércol. El suelo mezclado con el estiércol era franco areno-arenoso del sector de la EEA INTA San Luis. La siembra se realizó usando en cada tratamiento bandejas de plástico de 20 cm (longitud) x 10 cm (ancho) x 5 cm (altura), y los tratamientos se realizaron por triplicado: T1: 0% humus de lombriz + 100% tierra; T2: 50% humus de lombriz + 50% tierra; T3: 100% humus de lombriz + 0% tierra.

Cada uno de estos humus fue analizado por su contenido de Materia Orgánica, Nitrógeno Total, Fósforo extraíble, pH en extracto de agua (método potenciométrico) y resistencia eléctrica en pasta de saturación.

Se sembraron 0,25 gr de semillas de *Digitaria eriantha* cv. Mejorada INTA por bandeja. Las mismas fueron colocadas en cámaras de germinación con 8 horas de luz a 30 °C, y 16 horas de oscuridad a 20 °C. Se regaron semanalmente con 5 ml de agua destilada; de esta manera, se llevaba a capacidad de campo a todos los tratamientos.

Los parámetros estudiados después de transcurridas 3 semanas fueron: número de plantas obtenido por gramo de semilla sembrada; longitud foliar y radical (LF y LR), y peso seco (PS) de hojas y raíces.

Los datos se tomaron semanalmente, y se analizaron utilizando ANOVA (General Linear Model) mediante el paquete estadístico SAS. Cuando la prueba de F fue significativa, los promedios se compararon usando el método de Rangos Múltiples de Duncan.

RESULTADOS

Caracterización de la composición química. Los mayores y menores porcentajes de materia orgánica se observaron en los lombricompuestos de caballo y cabra, respectivamente (Tabla 1). El lombricompuesto de caballo tuvo el mayor porcentaje de N total (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de Materia Orgánica, Nitrógeno Total, Fósforo extraíble, pH y Resistencia Eléctrica en pasta de saturación en el suelo (Médano) y estiércol de distintos animales.

Cada valor es un promedio de n= 9.

Table 1. Analysis of Organic Matter, Total Nitrogen, Extractable Phosphorus, pH and Electrical Resistance in saturation paste on soil (dune) and dung of different animals. Each value is the mean of n= 9.

Identificación	Sust. Médano	Vaca	Caballo	Cabra	Gallina
Profundidad (%)	0-20	-	-	-	-
Materia Orgánica (%)	0,011	13,18	23,44	10,88	15,82
Nitrógeno (%)	0,0004	0,690	1,230	0,090	0,840
Fósforo (mg/Kg)	10,02	139,92	208,92	35,99	400,50
pH (1:2,5)	6,50	6,60	6,70	7,75	8,20
Resist. Elec. de la pasta del suelo	7390,15	355,64	390,02	49,26	41,63

Número de plantas. En el lombricomposto de vaca existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en el tratamiento 2 (con 50% de humus) (Tabla 2). En el lombricomposto de caballo, sólo en el tratamiento 3 (100% de lombricomposto) se evidenciaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En la Tabla 2, en las siembras realizadas con lombricompostos de cabra y gallina, se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto al control en los dos tratamientos con humus.

Tabla 2. Número de plantas obtenidas por gramo de semillas de *Digitaria eriantha* cv. Mejorada INTA, sembradas en lombricompostos de vaca, caballo, cabra o gallina mezclados con suelo en distintas proporciones.

Cada valor es el promedio de $n = 9$.

Table 2. Number of plants obtained per gram of seeds of *Digitaria eriantha* cv. Improved INTA, which were sown in vermicomposts obtained from cow, horse, goat or hen dung mixed with soil in different proportions. Each value is the mean of $n = 9$.

Tratamiento	Vaca	Caballo	Cabra	Gallina
0% Humus / 100% Suelo	658,68 cd	440,00 c	353,30 f	436,00 e
50% Humus / 50% Suelo	945,32 ab	656,00 bc	805,30 a	550,70 cd
100% Humus / 0% Suelo	737,32 cd	920,00 a	706,71 ab	644,00 b

Las medias con la misma letra en cada columna no difieren estadísticamente ($p > 0,05$).

Means with the same letter within each column are not statistically different ($p > 0.05$).

Longitud Foliar. La longitud foliar se incrementó ($p \leq 0,05$) en los lombricompuestos de caballo, cabra y gallina, pero no en el de vaca ($p \leq 0,05$) (Tabla 3). El lombricompuesto de gallina resultó benéfico tanto al 50 como al 100% (Tabla 3); los demás lombricompuestos (caballo y cabra) sólo incrementaron la longitud foliar cuando se colocaron al 100% en los sustratos.

Tabla 3. Longitud Foliar de plantas de *Digitaria eriantha* cv. Mejorada INTA que crecieron en lombricompuestos de vaca, caballo, cabra o gallina mezclados con suelo en distintas proporciones.

Cada valor es el promedio de $n = 9$.

Table 3. Leaf length on plants of *Digitaria eriantha* cv. Improved INTA, grown in vermicomposts obtained from cow, horse, goat or hen dung mixed with soil in different proportions.

Each value is the mean of $n = 9$.

Tratamiento	Vaca	Caballo	Cabra	Gallina
0% Humus / 100% Suelo	25,00 ba	33,66 b	20,65 d	30,00 e
50% Humus / 50% Suelo	21,67 ba	33,33 b	26,33 dc	47,33 b
100% Humus / 0% Suelo	31,67 a	48,33 a	40,00 a	63,67 a

Las medias con la misma letra en cada columna no difieren estadísticamente ($p > 0,05$).

Means with the same letter within each column are not statistically different ($p > 0.05$).

Crecimiento radical. El lombricomposto de vaca no tuvo ningún efecto benéfico ($p > 0,05$, Tabla 4); el de caballo presentó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en los tratamientos con 50 y 100% de lombricomposto, y los de cabra y gallina resultaron benéficos ($p \leq 0,05$) sólo cuando se utilizaron al 100% (Tabla 4).

Tabla 4. Longitud Radical en plantas de *Digitaria eriantha* cv. Mejorada INTA, que crecieron en lombricompostos de vaca, caballo, cabra y gallina mezclados con suelo en distintas proporciones.

Cada valor es el promedio de $n = 9$.

Table 4. Root length of plants of *Digitaria eriantha* cv. Improved INTA, grown in vermicomposts originated from cow, horse, goat or hen dung mixed with soil in different proportions.

Each value is the mean of $n = 9$.

Tratamiento	Vaca	Caballo	Cabra	Gallina
0% Humus / 100% Suelo	21,67 ab	25,00 c	42,00 cb	41,67 c
50% Humus / 50% Suelo	24,00 a	32,00 a	38,67 c	39,67 c
100% Humus / 0% Suelo	27,33 a	31,33 a	53,33 a	54,00 a

Las medias con la misma letra en cada columna no difieren estadísticamente ($p > 0,05$).

Means with the same letter within each column are not statistically different ($p > 0.05$).

Peso Seco del Follaje. Los sustratos de cabra y gallina resultaron ampliamente benéficos ($p \leq 0,05$) tanto al 50 como al 100%, mientras que los de vaca y caballo no incrementaron ($p > 0,05$) el peso seco del follaje con respecto al control (Tabla 5).

Tabla 5. Peso Seco del follaje en plantas de *Digitaria eriantha* cv. Mejorada INTA, que crecieron en lombricompostos de vaca, caballo, cabra o gallina mezclados con suelo en distintas proporciones.

Cada valor es el promedio de $n = 9$.

Table 5. Aboveground dry weight on plants of *Digitaria eriantha* cv. Improved INTA, grown in vermicomposts originated from cow, horse, goat or hen dung mixed with soil in different proportions.

Each value is the mean of $n = 9$.

Tratamiento	Vaca	Caballo	Cabra	Gallina
0% Humus / 100% Suelo	0,006 ba	0,005 bc	0,005 fe	0,030 fe
50% Humus / 50% Suelo	0,005 bc	0,005 bc	0,027 b	0,052 b
100% Humus / 0% Suelo	0,009 a	0,005 a	0,037 a	0,062 a

Las medias con la misma letra en cada columna no difieren estadísticamente ($p > 0,05$).

Means with the same letter within each column are not statistically different ($p > 0.05$).

Peso seco de raíces. El peso seco radical se incrementó significativamente ($p \leq 0,05$) con los lombricompostos de cabra, gallina y caballo al 50 y 100% (Tabla 6).

Tabla 6. Peso Seco de raíces en plantas de *Digitaria eriantha* cv. Mejorada INTA, que crecieron en lombricompostos de vaca, caballo, cabra o gallina mezclados con suelo en distintas proporciones.

Cada valor es el promedio de $n = 9$.

Table 6. Dry weight of roots in plants of *Digitaria eriantha* cv. Improved INTA, grown in vermicomposts originated from cow, horse, goat or hen dung mixed with soil in different proportions.

Each value is the mean of $n = 9$.

Tratamiento	Vaca	Caballo	Cabra	Gallina
0% Humus / 100% Suelo	0,011 ab	0,004 d	0,010 d	0,035 d
50% Humus / 50% Suelo	0,005 bc	0,006 a	0,05 b	0,073 b
100% Humus / 0% Suelo	0,001 a	0,006 c	0,054 a	0,079 a

Las medias con la misma letra en cada columna no difieren estadísticamente ($p > 0,05$).

Means with the same letter within each column are not statistically different ($p > 0.05$).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos sugieren que el agregado de lombricompuestos a tierras secas y medanosas, como las presentes en la provincia de San Luis, pueden mejorar tanto el desarrollo radical como el desarrollo aéreo de pasturas megatérmicas implantadas.

Si bien no se realizó un ensayo comparativo entre lombricompuestos, se puede observar fácilmente que los distintos lombricompuestos actúan diferencialmente, pero en forma benéfica para las plantas en estudio.

El lombricompuesto de vaca es evidentemente más suave y produce efectos significativos en los parámetros evaluados [ej., LF (Tabla 2), LR (Tabla 3), PS de follaje (Tabla 4) y raíces (Tabla 5)] sólo cuando se encuentra en altas concentraciones (100%). Sin embargo, el número de plantas establecidas por gramo de semillas sembrado sólo se incrementó respecto a los controles cuando el lombricompuesto se agregó en una proporción del 50% al suelo medanoso. Se vio así favorecida la germinación de las semillas.

El lombricompuesto de caballo fue menos efectivo que los de gallina y cabra en los parámetros evaluados. Sin embargo, su efecto fue notorio a nivel de raíz: con proporciones de 50% se observó un incremento en LR (Tabla 4), y subsiguientemente en PS (Tabla 6) probablemente debido a su alta concentración de fósforo y de materia orgánica (Tabla 1).

El lombricompuesto de cabra resultó rico en materia orgánica, nitrógeno y fósforo (Tabla 1). Éste logró incrementos en el número de plantas (semillas germinadas) (Tabla 2), y en el PS de follaje (Tabla 5) y de raíces (Tabla 6), con tan sólo una proporción de 50% del lombricompuesto en el sustrato; el crecimiento de hojas (LF) y de raíces (LR) también fue importante en una proporción del lombricompuesto de 100%. Su pH ligeramente alcalino (7,5; Tabla 1) no pareció interferir en los parámetros evaluados.

El lombricompuesto de gallina tuvo los niveles más altos de materia orgánica (15,82 %), nitrógeno (0,84 %) y fósforo (400 ppm), y un pH muy alcalino (8,20) (Tabla 1). Estas condiciones hicieron que la mezcla con un 50% del lombricompuesto diera incrementos significativos en el número de plantas (Tabla 2), LF (Tabla 3), y PS de follaje (Tabla 5) y raíces (Tabla 6) con respecto al control. Éste mostró un efecto altamente positivo en relación a los otros lombricompuestos, probablemente debido a su alto contenido en minerales y materia orgánica.

Si bien numerosos trabajos informan los efectos positivos de lombricompuestos en los parámetros estudiados en esta investigación, hay

pocos que lo han demostrado estadísticamente. Este trabajo representa una contribución en ese campo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Traductora Marcela RIVAROLA, responsable del Servicio de Traducción del Area de Idioma, por la traducción del resumen al idioma inglés en el presente trabajo.

REFERENCIAS

- Atiyeh, R.M., N. Arancon, C.A. Edwards, J.D. Metzger (2000a). Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology* 75: 175-180.
- Atiyeh, R. M., J. Domínguez, S. Subler y C.A. Edwards (2000b). Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia* 44: 709-724
- Atiyeh, R.M., S. Subler, C.A. Edwards, G. Bachman, J.D. Metzger y W. Shuster (2000c). Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 44: 579-590.
- Bansal, S. y K.K. Kapoor (2000). Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology*. 73: 95-98.
- Barbados, J. L. (2003). Cría de lombrices. 1º Edición. Editorial Albatros, Buenos Aires p 42-52.
- Brown, G.G., I. Barois y P. Lavelle (2000). Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. *European Journal of Soil Biology* 36: 177-198.
- Buck, C., M. Langmack y S. Schrader (1999). Nutrient content of earthworm casts influenced by different mulch types. *European Journal of Soil Biology* 35: 23-30.
- Ferruzi, C. (1987). Manual de Lombricultura. Ediciones Mundi- Prensa, España. p 138.
- Gajalakshmi, S., E.V. Ramasamy y S.A. Abbasi (2001). Potential of two epigeic and two anecic earthworm species in vermicomposting of water hyacinth. *Bioresource Technology* 76: 177-181.
- Huxley, J. y H.D.B. Kettlewell (1884). Darwin, Salvat, Barcelona.
- Ndegwa, P.M. y S.A.Thompson (2000). Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. *Bioresource Technology* 71: 5-12.
- Paoletti, M.G. (1999). The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 137-155.
- Porter Humpert, C. (2000). New trends in sustainable farming build compost use. *BioCycle* 41: 30-35.
- Restrepo, J. (1996). Abonos Orgánicos Fermentados. Experiencia de Agricultores en Centroamérica y Brasil, CEDECO/OIT (Primera Edición), San José, Costa Rica. p 52.
- Sherman-Huntoon, R. (1997). Earthworm casting as plant growth media. En: Edwards, C. y Neusher, E. (eds.), pp. 1-3. Earthworms in waste and environmental management.
- Schuldt, M. (2001). Lombricultura. Teoría y práctica en el ámbito agropecuario, industrial y doméstico. Imprelyf, La Plata, 136 p.
- Whalen, J.K., R.W. Parmelee, D.A. McCartney y J.L. Vanarsdale (1999). Movement of N from decomposing earthworm tissue to soil, microbial and plant N pools. *Soil Biology and Biochemistry* 31: 487-492