

DISMINUCIÓN DE LA DOSIS RECOMENDADA DE HUMUS DE LOMBRIZ EN ORGANOPÓNICO PARA EL CULTIVO DE RABANITO

Erduyn Vega Ronquillo*¹, Ricardo Rodríguez Guzmán², Yanier Acosta Fernández²

¹ Estación Experimental Dr. "Juan Tomás Roig" del Centro de Bioplantas.

² Universidad de Ciego de Ávila

* erduyn@agronomia.unica.cu

Resumen

Para evaluar la aplicación de dosis reducida a la mitad de humus de lombriz enriquecido con roca fosfórica para mantenimiento de la fertilidad de los sustratos, se desarrolló un experimento en áreas del organopónico "Curva Ortiz" del municipio Ciego de Ávila. Como fuentes orgánicas se emplearon: humus de lombriz; humus de lombriz enriquecido con 1% de roca fosfórica parcialmente acidulada (RFPA) al 50% con H₂SO₄; humus de lombriz enriquecido con 2% de RFPA; humus de lombriz enriquecido con 3% de RFPA; humus de lombriz enriquecido con 4% de RFPA; humus de lombriz enriquecido con 5% de RFPA y humus de lombriz enriquecido con 3% de roca fosfórica natural (RF). Se evaluó análisis químico final del sustrato, masa fresca y seca, exportación de fósforo y el rendimiento. Se realizó una prueba de fitotoxicidad a los diferentes abonos orgánicos. Los resultados mostraron que no hubo diferencia en el análisis final del sustrato entre los diferentes tratamientos. Los mayores valores de masa fresca y seca y de exportación de fósforo se encuentran en los tratamientos humus de lombriz 3% RFPA y humus de lombriz 4% RFPA. En el análisis de la fitotoxicidad solamente el tratamiento humus de lombriz 5% RFPA mostró la más elevada acción supresora del porcentaje de germinación al contener compuestos fitotóxicos que pueden afectar negativamente el desarrollo vegetal. Los mejores sustratos agrónomico y económicamente fueron: humus de lombriz 3% RFPA; humus de lombriz 4% RFPA y humus de lombriz 3% RF, encontrándose los mayores rendimientos y efecto económico en el humus de lombriz 3% RFPA y humus de lombriz 4% RFPA.

Introducción

El lombricompostaje es una técnica versátil para la producción de composta y con los nuevos retos que promueve el desarrollo sustentable, una opción para mejorar la calidad del suelo gracias al efecto que tiene la lombriz sobre la transformación de la materia orgánica (Neuhauser *et al.*, 1988).

Tanto los productores orgánicos como los convencionales han observado las ventajas de la utilización de abonos orgánicos en sus suelos y cultivos. La mezcla de compuestos orgánicos incorporados al suelo representa un beneficio directo para la agricultura, ya que promueve un suelo saludable al hacerlo más poroso, mejorando el intercambio gaseoso y nutricional que requieren las plantas. Además se propicia un pH idóneo para el cultivo de cualquier tipo de vegetales (Rodríguez, 1998).

En los últimos tiempos ha crecido el interés de los agricultores por fomentar la lombricultura, debido al rol que desempeñan las lombrices en la transformación de los residuos orgánicos contaminantes en humus de lombriz, un fertilizante insustituible para el mejoramiento de los suelos y la nutrición de las plantas (Lerch, 1997).

Es notable señalar que ha habido en los últimos años una disminución en la producción de los abonos orgánicos tradicionalmente empleados a gran escala en los organopónicos (cachaza), debido al redimensionamiento que ha tenido la industria azucarera en nuestro país, es por ello que urge la búsqueda de alternativas a este abono orgánico que resulten baratas y donde las dosis de aplicación sean bajas.

El enriquecimiento del Humus de Lombriz con roca fosfórica natural o parcialmente acidulada es una opción que permite disminuir las dosis de aplicación del abono orgánico en organopónicos sin afectaciones en los rendimientos. Es por ello que se orientó como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de Humus de lombriz enriquecido con roca fosfórica natural o parcialmente acidulada en el rendimiento y sus componentes en el cultivo de rabanito en organopónico.

Materiales y Métodos.

EL experimento se desarrolló en el organopónico “Curva Ortiz” del municipio Ciego de Ávila, en el período 2005-2006. Para restituir la fertilidad al sustrato se utilizó el abono orgánico humus de lombriz, producido en áreas de la Universidad de Ciego de Ávila. El humus de lombriz fue producido con estiércol vacuno enriquecido a diferentes niveles de P₂O₅ que oscilaron desde 1% a 5% por tonelada de masa seca. Como fuente de fósforo se empleó la roca fosfórica parcialmente acidulada (RFPA) y la roca fosfórica natural (RF natural), a continuación se presentan algunas de las propiedades de este abono y del sustrato del organopónico donde se aplicó (Tabla 1 y 2).

Tabla 1. Principales características del humus de lombriz producido.

A. Orgánicos	MO (%)	PH (agua)	P (%)	K (%)	CE (mS/cm)	Ca (%)	N (%)	C/N
Estiércol	44.5	7.77	0.23	0,39	3.74	1.3	2.9	9
Humus solo	48.9	7.34	0.57	0,38	3.27	2.7	3.1	9
Humus con RFPA 1%	51.2	7.12	1.35	0,39	2.61	3.6	3.0	10
Humus con RFPA 2%	59.1	6.94	1.88	0,39	3.34	4.5	3.0	11
Humus con RFPA 3%	67.0	6.86	2.64	0,38	4.06	5.4	3.0	13
Humus con RFPA 4%	54.9	6.77	2.85	0,39	4.17	6.3	3.1	10
Humus con RFPA 5%	54.7	6.64	3.70	0,39	3.82	7.2	3.1	10
Humus con RFn 3%	58.2	7.46	1.06	0,38	1.95	6.3	2.9	12

(RFPA- Roca Fosfórica parcialmente acidulada; RFn- Roca fosfórica natural; CE- Conductividad eléctrica; MO- Materia Orgánica).

Tabla 2. Principales características del sustrato del organopónico.

Prof. (cm)	P (mg P₂O₅/ 100g suelo)	K (mg K₂O/ 100g suelo)	pH (agua)	MO (%)	Ca (meq de Ca /100 g suelo)	C.E (mS /cm)
0-20	235.6	52.23	6.83	4.86	0.26	0.21

Experimento en organopónico.

Se sembró rabanito (*Raphanus sativus* L), var. Scarlet Globe, a una distancia de 0.20 m x 0.05 m. El área de la parcela fue de 0.26 m². Para conformar el sustrato se empleó una dosis de 0.6 kg/ m² para el humus de lombriz sin enriquecer con portador fosfórico y dosis reducida a la mitad (0.35 kg/ m²) para los tratamientos que contaban con algún portador fosfórico. Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 7 tratamientos y 3 réplicas.

Evaluaciones al Humus de lombriz.

El Humus de lombriz se analizó químicamente utilizando los siguientes métodos: pH y conductividad eléctrica por el método potenciométrico y conductimétrico; la materia orgánica por diferencia de masa, sustrayendo la ceniza de la masa total; el fósforo por colorimetría; el N, mediante destilación Kjeldahl; potasio por fotometría de llama; calcio (citrato de sodio 1 N y solución de KOH al 10%) (Martínez *et al.*, 2004).

Evaluaciones a las plantas en la cosecha.

En la cosecha, a los frutos se le evaluaron los siguientes indicadores: peso con balanza técnica y rendimiento. Una muestra de frutos y de la parte aérea fue llevada

para los laboratorios de la Universidad de Ciego de Ávila para determinación de masa seca y exportación de fósforo.

Evaluaciones al suelo después de la cosecha.

Las muestras fueron tomadas de los primeros 20 cm de profundidad, colectando pequeñas submuestras. La muestra se secó al aire y se tamizó por malla de 2 mm. En el análisis, se determinó el pH en agua mediante el método potenciométrico (ONN, 1999^a). El fósforo y potasio se extrajeron por el método de Oniani y se determinaron por colorimetría y fotometría de llama, respectivamente (ONN, 1999^b). El contenido de materia orgánica (MO) se determinó por el método de Walkley y Black (Walkley y Black, 1934), por colorimetría (ONN, 1999^c).

Prueba de fitotoxicidad.

Basado en la metodología empleada por Mathur *et al.* (1996) dispusimos de una pequeña capa de compost sobre una placa petri, luego cubrimos con papel de filtro y adicionamos agua hasta que existió una capa de agua libre sobre el papel de filtro. Posteriormente sobre este se distribuyeron 10 semillas de lechuga (*Lactuca sativa*). El porcentaje de germinación se obtuvo luego de una incubación en lugar oscuro por 24 h.

Análisis económico.

La valoración económica se realizó tomando la metodología empleada en los trabajos de la IFA (2002) tomando como únicas fuentes de variación, los gastos en fertilizantes: la dosis del humus de lombriz y el gasto del fertilizante fosfórico. Los principales indicadores económicos evaluados fueron el beneficio neto y el efecto económico.

Análisis estadístico.

Se realizó análisis de varianza y las medias se compararon mediante prueba de Duncan, para una significación de 5% mediante el utilitario estadístico SPSS versión 10.05 (SPSS for Windows, 1999).

Resultados y Discusión.

Evaluación de fitotoxicidad.

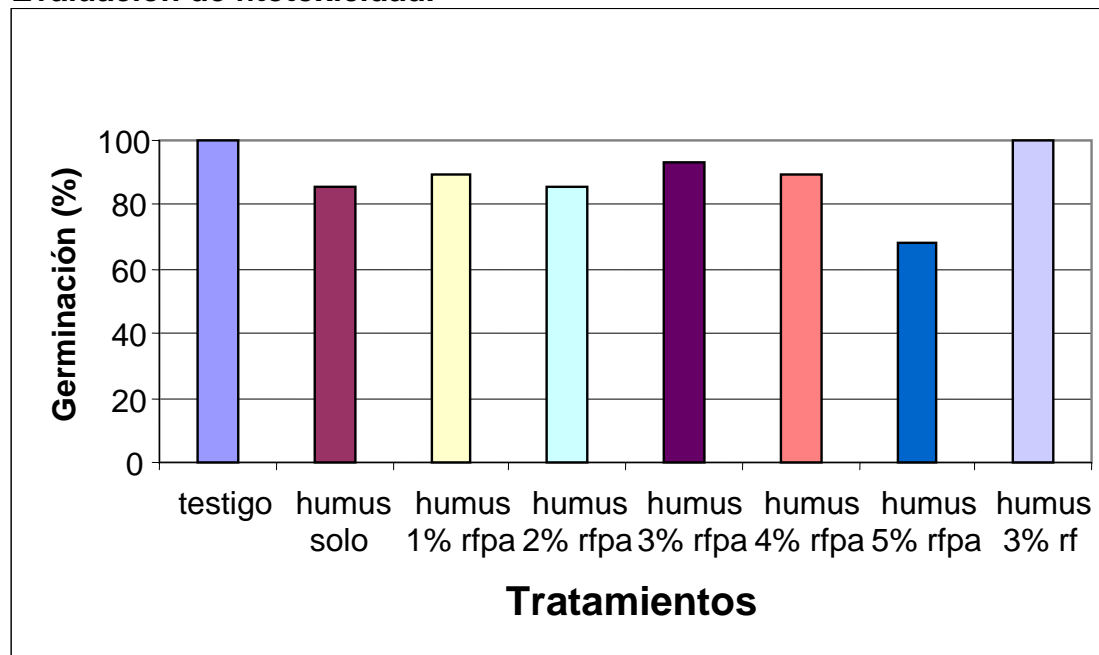


Figura 1. Fitotoxicidad del humus de lombriz enriquecido con roca fosfórica natural o parcialmente acidulada para la lechuga (*Lactuca sativa* L.).

La casi totalidad de los humus de lombriz a los que se le evaluó la fitotoxicidad dieron que no contienen compuestos fitotóxicos que pueden afectar negativamente el desarrollo vegetal, solamente el humus enriquecido con 5% de RFPA mostró la más elevada acción supresora de la germinación con valores menores al 80%, valor que marca para autores como California Compost Quality Council (2001) la fitotoxicidad del sustrato, en cambio en los demás se observó un efecto estimulador, constituyendo resultados sobresalientes el humus enriquecido con 3% de RF con valores casi semejantes al testigo (Figura 1).

Masa fresca, seca y exportación de fósforo.

Los mayores valores de masa fresca y seca de los tratamientos se obtienen en los tratamientos de humus de lombriz enriquecido al 3% con RFPA; humus de lombriz enriquecido al 4% con RFPA sin diferencias entre ellos y superiores a los demás, solamente el tratamiento humus de lombriz enriquecido al 3% con RF en el peso fresco total de los frutos no difiere estadísticamente de los anteriores (Tabla 3).

Tabla 3. Masa fresca y seca y exportación de nutrientes

Abonos orgánicos	Masa fresca total (t/ha)	Masa seca total (t/ha)	Export. P total (Kg/ha)
Humus de lombriz	17,60 b	1,27 b	5,10 c
Humus de lombriz con 1% RFPA	17,50 b	1,22 b	5,90 bc
Humus de lombriz con 2% RFPA	17,87 b	1,25 b	5,93 bc
Humus de lombriz con 3% RFPA	21,07 a	1,61 a	6,85 ab
Humus de lombriz con 4% RFPA	20,93 a	1,54 a	8,07 a
Humus de lombriz con 5% RFPA	16,40 b	1,18 b	6,43 abc
Humus de lombriz con 3% RF natural	18,60 ab	1,35 b	6,50 abc
ES \bar{x}	0.4774	0.0385	0.2519

Nota: letras iguales corresponden a medias iguales al 5% de probabilidad de error. Miyasaka *et al.* (2001) señalan como el empleo de materiales orgánicos posibilita obtener un mayor peso fresco, respecto a cuando no se aplica este, lo cual es explicado por la baja liberación de nutrientes que tienen los abonos orgánicos y el mantenimiento de la humedad del suelo que brindan ellos.

En el caso de la exportación total de P, no existen diferencias entre el humus de lombriz enriquecido al 3% con RFPA; humus de lombriz enriquecido al 4% RFPA; humus de lombriz enriquecido al 5% con RFPA y el tratamiento humus de lombriz enriquecido al 3% con RF.

Los contenidos totales de masa fresca, seca y la exportación de P se fue incrementando en los diferentes humus de lombriz, en correspondencia con las concentraciones de P hasta el tratamiento humus de lombriz enriquecido al 4% RFPA. Resultados similares lo obtiene Rodríguez (2000) en el cultivo del fríjol.

Rendimiento.

Resultaron significativas las diferencias del humus de lombriz enriquecido al 3% con RFPA y humus de lombriz enriquecido al 4% con RFPA con los demás tratamientos, con excepción del tratamiento humus de lombriz enriquecido al 3% con RF, sin diferencias estadísticas (Figura 2). Estos tratamientos alcanzaron los mayores valores de rendimiento del cultivo; es posible suponer que en los diferentes vermicompost, pudo haber una dependencia a la concentración P con la cual se generaron las diferentes variantes de vermicompost y que no todos lograron satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo de rabanito.

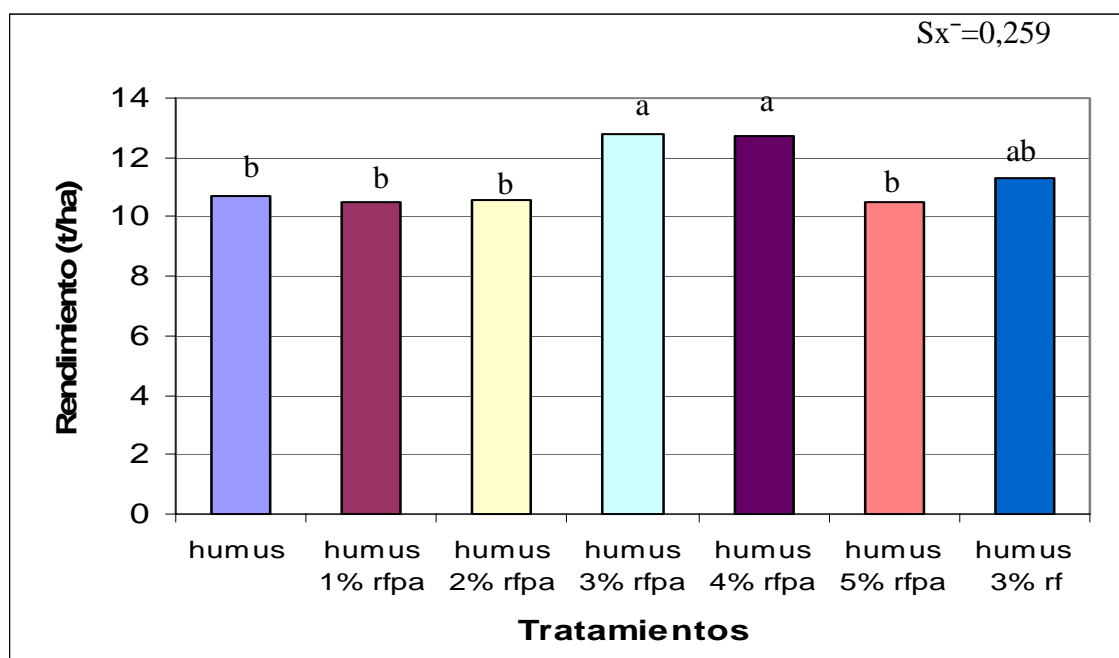


Figura 2. Rendimiento del Rabanito en el experimento del organopónico.

Nota: letras iguales corresponden a medias iguales al 5% de probabilidad de error.

Soumaré *et al.* (2003) mostraron un incremento de este indicador cuando hay una aplicación de compost complementado con fertilización NPK, señalando al compost como un buen suplemento de nutrientes al suelo. En sentido general es meritorio destacar el efecto positivo de los abonos orgánicos para favorecer elevados rendimientos. Resultados que según Singer *et al.* (2004) se deben a que las enmiendas orgánicas al suelo propician una mayor capacidad de agua disponible por el aumento de su MO y un efecto favorable del estado de la planta en cuanto a su contenido de nitrógeno debido a la mineralización que sufre la MO.

Características del sustrato al final de la cosecha.

Como muestra la Tabla 4 el pH se mantuvo cerca de la normalidad. La estabilidad de las condiciones de un pH neutro se debió a la naturaleza del sustrato utilizado. La humedad ayudó también a mantener este valor de pH al final del experimento, alrededor del 80%, ya que la textura del estiércol es porosa, permitiendo una mayor adsorción de agua, lo cual neutralizó la acumulación de ácidos en el medio (Rodríguez *et al.*, 2003).

Tabla 4. Características del sustrato después de la cosecha

Abonos orgánicos	pH (agua)	MO (%)	P (*)	K (**)
Humus de lombriz	7,71	5,1	243,13	69,48
Humus de lombriz con 1% RFA	7,70	5,4	231,47	73,95
Humus de lombriz con 2% RFA	7,68	5,3	234,80	79,06
Humus de lombriz con 3% RFA	7,73	5,4	241,03	78,10
Humus de lombriz con 4% RFA	7,64	5,3	231,03	75,22
Humus de lombriz con 5% RFA	7,71	5,2	231,47	60,22
Humus de lombriz con 3% RF natural	7,70	5,1	231,03	66,93
ES \bar{x}	0.017	0.048	3.862	2.610

Nota: letras iguales corresponden a medias iguales al 5% de probabilidad de error (*mg P₂O₅/ 100g suelo; **mg K₂O/ 100g suelo).

Los valores de materia orgánica (MO) al analizarlos después de la cosecha, fueron similares cuando se comparan entre sí, no obstante se observa un aumento de este indicador cuando los confrontamos con los valores obtenidos al inicio del experimento lo que demuestra el efecto positivo de los abonos orgánicos para incrementar la MO del suelo (vega *et al.*, 2002; vega *et al.*, 2004).

En cuanto a los valores de fósforo (P) y potasio (K) no existieron diferencia entre los humus de lombriz, resultando el suelo con una tenencia alta de estos elementos. En el caso específico del P esta elevada concentración podría achacársele al método de análisis empleado (Oniani), pues trabajos realizados por Rodríguez (2000) demostraron que este método resulta ineficiente para suelos fertilizados con roca fosfórica parcialmente acidulada pues parece ser que no coinciden los resultados analíticos con la respuesta del cultivo; además citando una hipótesis del propio autor en comunicación personal, el plantea que este método tampoco es recomendable para suelos con una alta MO o fertilizados recientemente con abonos orgánicos, pues podría estar captando más P (P orgánico), que el que realmente está disponible para la planta.

Valoración económica

Los mayores beneficios netos en el experimento se obtuvieron con la aplicación del humus de lombriz enriquecido al 3% con RFPA y del humus de lombriz enriquecido al 4% RFPA con 49355.73 \$ ha⁻¹ y 50675.9 \$ ha⁻¹ respectivamente (Tabla 5). El mayor efecto económico de los tratamientos con respecto al testigo se obtuvo con el humus de lombriz enriquecido al 3% RFPA y del humus de lombriz enriquecido al 4% con RFPA con 5523.27 \$ ha⁻¹ y 6843.44 \$ ha⁻¹ respectivamente, además el humus de lombriz enriquecido al 3% RF natural logró un efecto de 1117.88 \$ ha⁻¹.

Tabla 5. Valoración económica de los resultados.

Tratamientos	Costo de fertilizante (\$/ha) [1]	Beneficio bruto (\$/ha) [2]	Beneficio neto (\$/ha) [2-1]	Efecto económico (\$/ha)
Humus de lombriz	480	44312.46	43832.46	--
Humus de lombriz con 1% RFPA	242.59	41666.94	41424.35	-2408.11
Humus de lombriz con 2% RFPA	245.18	41226.02	40980.84	-2851.32
Humus de lombriz con 3% RFPA	247.77	49603.5	49355.73	5523.27
Humus de lombriz con 4% RFPA	250.36	50926.26	50675.9	6843.44
Humus de lombriz con 5% RFPA	252.95	40123.72	39870.77	-3961.69
Humus de lombriz con 3% RF natural	243.96	45194.3	44950.34	1117.88

En sentido general los análisis se corresponden con los resultados agronómicos, corroborándose el efecto benéfico del uso de los abonos orgánicos procesados en el cultivo, lo que posibilita además, disponer de productos agrícolas y un mayor beneficio monetario. Se puede contar con una agricultura más sana y ecológica basada en el rescate de formas de producción sostenibles y conservadoras de los recursos. La utilización de los abonos orgánicos procesados, es una de las vías para llegar a una agricultura sostenible, ya que no requiere de grandes inversiones, ahorra recursos a los agricultores y mejora el suelo. Sin embargo, es importante tener en cuenta la necesidad de acercar la fabricación de abonos orgánicos al sitio de producción agrícola para obtener los mayores beneficios económicos.

Conclusiones.

- Solamente el Humus de lombriz enriquecido al 5% con RFPA produce fitotoxicidad que puede afectar negativamente el desarrollo vegetal.
- Los mayores valores de masa fresca y seca y de exportación de fósforo se encuentran en los tratamientos humus de lombriz enriquecido al 3% con RFPA y humus de lombriz 4% RFPA.
- Con la aplicación de dosis reducidas a la mitad de humus de lombriz enriquecido al 3% con RFPA; humus de lombriz enriquecido al 4% con RFPA y humus de lombriz enriquecido al 3% con RF se lograron rendimientos superiores a los encontrados al aplicar Humus de lombriz a la dosis recomendada.
- Los mayores beneficios netos y efecto económico se obtuvieron con humus de lombriz enriquecido al 3% con RFPA; humus de lombriz enriquecido al 4% con RFPA y humus de lombriz enriquecido al 3% con RF.

Bibliografía.

1. California Compost Quality Council. Compost Maturity Index. 2001. [en línea]. www.ccqc.org . Conectado el 21/052005.
2. IFA. Los fertilizantes y su uso. Una guía de bolsillo para los oficiales de extensión. Cuarta edición. 2002; 77 p.
3. Lerch G. La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Editorial Científico-Técnica 1997; 306 p.
4. Martínez F, Valdez M, Bahamode A, Mena M, Peña E. Manual de Técnicas de Análisis Químicos para el Humus de Lombriz. MINAG 2004; 38 p.
5. Mathur SP, Daigle JY, Levesque M, Diné H. The feasibility of preparing high quality composts from fish scrap and peat with seaweeds or crab scrap. *Biological Agriculture and Horticulture* 1996; 4: 27-38.
6. Miyasaka SC, Hollyer JR, Kodani LS. Mulch and compost effects on yield and corm rots of taro. *Field Crops Research* 2001; 71: 101-112.
7. Neuhauser EF, Loehr RC, Malecki MR. The potential of earthworms for managing sewage sludge. En *Earthworms in waste and Environmental Management*. SPB. Academic Publishing 1988; 7-16.
8. ONN. Calidad del suelo-determinación del pH. Norma cubana-ISO 10 390. Editado por: Oficina Nacional de Normalización. La Habana 1999^a; 8p.
9. ONN. Calidad del suelo-determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. Norma cubana-52. Editado por: Oficina Nacional de Normalización. La Habana 1999^b; 12p.
10. ONN. Calidad del suelo-análisis genético-determinación del por ciento de materia orgánica. Norma cubana-51. Editado por: Oficina Nacional de Normalización. La Habana 1999^c; 9p.
11. Rodríguez G, Armenta AD, Valenzuela W, Camacho JR, Esparza HM. Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de lombricomposta con *Eisenia foetida*. *Naturaleza y Desarrollo* 2003; 1 (2): 3-9.
12. Rodríguez G. El lombricompostaje de Biosólidos. Una biotecnología alternativa para la obtención de bienes y servicios ambientales. COLEF-CICECE. Tesis de maestría 1998; 28 p.
13. Rodríguez R. Fertilización del fríjol con roca fosfórica parcialmente acidulada en suelos neutros. Tesis de doctorado, 2000. La Habana. INCA. 141p.
14. Singer JW, Kohler KA, Liebman M, Richard TL, Cambardella CA, Buhler DD. Tillage and Compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. *Agron. J.* 2004; 96: 531-537.

15. Soumaré M, Tack FMG, Verloo MG. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bioresource Technology* 2003; 83: 15-20.
16. SPSS for Windows. 1999. SPSS, INC. Release 10.05.
17. Vega E, Almaguer A, Rodríguez R, Serrano N. Aplicación de abonos orgánicos para el pepino en Casas de Cultivo sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado. En: VI Conferencia Científica Internacional UNICA 2004. Oct 18-23, Universidad de Ciego de Ávila, Ciego de Ávila, Cuba, Memorias. CD-ROM, 2004. ISBN: 956-16-0286-9.
18. Vega E, De Cárdenas M, Rodríguez R, Herrera JA. Abonos Orgánicos Procesados: Alternativa para producción de Pepino en Organopónico. En: Congreso Científico del INCA (13:2002, Nov 12-15, La Habana) Memorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2002. ISBN 959-7023-22-9.
19. Walkley A, Black IA. An examination of the Degtjareff method for determining soil O.M. and a proposed modification of the chromic acid method. *Soil Sci.* 1934; 37: 29-38.