

Sustratos orgánicos usados para la producción de ají chay (*Capsicum annuum* L.) en un huerto orgánico intensivo del trópico

Organic substrates used for the pepper chay (*Capsicum annuum* L.) production in intensive organic garden of the tropic

Erduyn VEGA RONQUILLO✉, Ricardo RODRÍGUEZ GUZMÁN y Noel SERRANO GONZÁLEZ

Estación Experimental “Dr. Juan Tomás Roig”, Universidad de Ciego de Ávila, Carretera a Morón, Km.9, Código Postal: 69450, Provincia Ciego de Ávila, CUBA. Email: erduyn@bioplantas.cu y erduyn@yahoo.es

✉ Autor para correspondencia

Recibido: 13/10/2008 Fin de primer arbitraje: 09/03/2009 Primera revisión recibida: 20/03/2009
Fin de segundo arbitraje: 21/04/2009 Segunda revisión recibida: 04/05/2009 Aceptado: 08/05/2009

RESUMEN

Para evaluar diferentes sustratos de un huerto orgánico intensivo en una secuencia de cultivos: pepino (*Cucumis sativus* L.)-ají chay (*Capsicum annuum* L. var. chay), se desarrolló un experimento en áreas de la Estación Experimental Dr. Juan Tomás Roig de la Universidad de Ciego de Ávila, Cuba. Como fuentes orgánicas se emplearon: cachaza (testigo), fertilizante organo-mineral, compost, compost enriquecido con roca fosfórica parcialmente acidulada, compost enriquecido con superfosfato triple y lombricompuesto. Se evaluó análisis químico final del suelo, el rendimiento y sus componentes. Los resultados demostraron que los mejores sustratos agrónomico y económicamente fueron compost enriquecido con roca fosfórica parcialmente acidulada, compost enriquecido con superfosfato triple y lombricompuesto. Las mayores longitudes de los frutos fueron alcanzados por el compost enriquecido con superfosfato triple (9,35 cm) y la cachaza (9,43 cm). No hubo diferencia en el diámetro (3,08 cm a 3,17 cm) y calidad de los frutos entre los diferentes tratamientos. El abono organo-mineral incrementó los tenores de fósforo en el suelo hasta 124 mg P₂O₅ Kg⁻¹ de suelo al final de la cosecha. Los mayores valores de rendimiento (59,3 t ha⁻¹) y peso de los frutos (11,1 kg) se obtienen con el lombricompuesto. La valoración económica de los resultados demostraron la factibilidad del uso de los composts y el lombricompuesto, encontrándose en este último los mayores beneficios y efecto económico.

Palabras clave: Compost, lombricompuesto, huerto orgánico, cultivo intensivo.

ABSTRACT

To evaluate the effect of different substrates in intensive organic garden in cropping sequence cucumber (*Cucumis sativus* L.)-pepper (*Capsicum annuum* L. var. chay), one experiment was conducted at Universidad de Ciego de Avila, Cuba. The following organic sources were used in organic garden: filter-cake (control), organic-mineral fertilizer, compost, compost enriched with partially acidulated phosphate rocks, compost enriched with triple super phosphate and earthworm humus. Organic garden observations were made on final chemical soil analysis, yield and its components. The plants that receive compost enriched with triple super phosphate (9.35 cm) and filter-cake (9.43 cm) had the greater fruit length. There was no difference in the diameter (3.08 cm to 3.17 cm) and quality of the fruits between the different treatments. The organic-mineral fertilizer application increased soil P concentration up to 124 mg P₂O₅ Kg⁻¹ soil. The plants that receive earthworm humus had the greater fruit weight (11.1 Kg) and yield (59.3 t ha⁻¹). The results showed that the best substrates, from agronomic and economic points of view, were compost enriched with partially acidulated phosphate rocks, compost enriched with triple super phosphate and earthworm humus. The economic evaluation of the results demonstrated the advantage of the use of processed organic fertilizers with earthworm humus with the most earnings.

Key words: Compost, earthworm humus, organic garden, intensive crop

INTRODUCCIÓN

La utilización del cultivo intensivo en huertos orgánicos es una alternativa de agricultura urbana para obtener producción de alimentos frescos

todo el año. El déficit de fertilizantes, la necesidad de proteger el medio ambiente e incrementar y mantener la fertilidad del suelo, ha aumentado el número de agricultores que desean usar abonos orgánicos. El compostaje ha sido una técnica utilizada desde

siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes de los residuos orgánicos y de los demás componentes que lo forman, para su uso como fertilizante, evitando que se conviertan en contaminantes del ambiente, formando parte de las prácticas de manejo que contribuyen a la sostenibilidad (Funes-Monzote y Hernández, 1996).

Las prácticas de agricultura convencional traen como resultado un decrecimiento del contenido del humus del suelo (Buyanovski y Wagner, 1998; Bruce *et al.*, 1999). Además, las propiedades físico-químico-biológicas del suelo, se ven afectadas al no aplicarse materia orgánica en forma de compost, lombricompost, incorporación de los residuos de cosechas, abonos verdes, uso de coberturas, etc. (Rodríguez y Medina, 2006).

En la actualidad los abonos orgánicos son ampliamente utilizados para: i) obtener productos más sanos, ii) proteger el medio ambiente y iii) mejorar la fertilidad de los suelos (Pierzynski and Gehl, 2005). En particular, sirven para aumentar los contenidos de materia orgánica y restituir los minerales extraídos del suelo (Paneque y Calaña, 2004). La materia orgánica, como principal factor responsable de la fertilidad y productividad, influye sobre la mayoría de los procesos biológicos, químicos y físicos que rigen el sistema suelo-planta (Tejada *et al.*, 2006).

El bajo contenido de materia orgánica y fósforo de los suelos rojos, predominantes en la provincia de Ciego de Ávila (Peralta, 1991), unido al elevado costo de transporte de los abonos orgánicos tradicionales [cachaza (torta de filtro)] desde los centros de producción, han sido factores fundamentales para utilizar abonos orgánicos procesados en la propia finca (compost y lombricompost), que minimicen los gastos, posibiliten buenos rendimientos y proporcionen un mayor aprovechamiento, por los cultivos siguientes, de la residualidad en nutrientes que dejan en el suelo.

El objetivo de la investigación fue: evaluar el efecto residual de diferentes enmiendas orgánicas sobre el rendimiento del ají (*Capsicum annuum* L. var. Chay) y sobre las propiedades químicas de la mezcla suelo-abono orgánico de un huerto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el huerto orgánico de la Estación Experimental Dr. Juan Tomás

Roig de la Universidad de Ciego de Ávila, Ciego de Ávila, Cuba. En el año 2002 se sembró pepino (*Cucumis sativus* L. var. Poinset), resultados publicados por Vega *et al.* (2006). En el año 2003 se sembró ají (*Capsicum annuum* L. var. Chay), como cultivo sucesor. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el ají chay.

Para conformar cada tratamiento se armaron canteros con un espesor de 20 cm, donde se empleó una mezcla de 50% de un abono orgánico con 50% de suelo (volumen/volumen), los cuales se muestran en el Cuadro 1. La incorporación de la mezcla en el área experimental se realizó por única vez una semana antes de la siembra del primer cultivo (pepino). Se utilizó un suelo Ferralítico Rojo compactado eútrico (Hernández *et al.*, 1999). Su posible correlación con la clasificación de la FAO-UNESCO es Nitisol eútrico (IUSS-ISRIC-FAO, 2006). Al inicio del experimento el suelo poseía bajos contenidos de P (25,6 mg kg⁻¹, método de Oniani) y materia orgánica (1,96%, método de Walkley y Black) de acuerdo a la tabla de interpretación del MINAGRI (1984).

Los compostes se elaboraron en un sistema de compostaje abierto o compostaje en pilas (dinámico), de ancho de la pila 2 m y largo 3 m, donde se fueron superponiendo las diferentes capas de materiales orgánicos [residuos de cosecha de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), hierba de guinea (*Panicum maximum* Jacq.) y estiércol vacuno], hasta alcanzar una altura de 1,5 m. Fueron volteadas con una frecuencia de 15 días y a los 3 meses estuvo listo para su aplicación. El lombricompost se elaboró en áreas experimentales del centro, empleando principalmente estiércol ovino para su producción. Los compostes obtenidos y el lombricompost constituyen en este trabajo los abonos orgánicos procesados.

Dos compostes se enriquecieron con un 5% del portador fosfórico/tonelada de masa seca de los residuos, empleándose como fuente mineral de enriquecimiento, roca fosfórica parcialmente

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento

- 1 Cachaza (testigo)
- 2 Fertilizante Organo-mineral
- 3 Compost
- 4 Compost enriquecido con roca fosfórica parcialmente acidulada (RFPA)
- 5 Compost enriquecido con superfosfato triple (SFT)
- 6 Lombricompost

acidulada (50 % H₂SO₄) y superfosfato triple. La incorporación del superfosfato triple y de la roca fosfórica al inicio del compostaje busca incrementar el contenido de P que se aplica con los abonos orgánicos y específicamente con la roca, lograr su disolución y liberación del P presente mediante los ácidos orgánicos que se producen durante el proceso y por otra parte en la protección del P mediante la unión de los radicales orgánicos del compost con el coloide mineral, bloqueando de esa forma los sitios de sorción de los fosfatos en la mezcla. El abono organo-mineral es una mezcla física de 136.4 kg de superfosfato triple, 75 kg de cloruro de potasio, 584,6 kg de cachaza, 170 kg de lombricompost y 34 kg de zeolita para obtener una fórmula fertilizante 2-6-4,5. La cachaza (residuo orgánico de la producción de azúcar de caña, conocida en otros países como torta de filtro), fue el tratamiento testigo.

Las características de las mezclas utilizadas aparecen en el Cuadro 2. Las propiedades de los abonos orgánicos fueron publicadas anteriormente por Vega *et al.* (2006).

Cada parcela (tratamiento) presentaba 1,25 m de ancho y 2,6 m de largo para un área de 3,25 m². El cultivo se sembró a una distancia de 0,60 m x 0,40 m, mediante semillas que se depositaron en número de dos para evitar que quedaran espacios vacíos, por problemas de germinación o afectación de alguna plaga en la mezcla, posterior a la emergencia se dejó solamente una. El ciclo del cultivo abarcó los meses de enero-julio. El riego se realizó cada dos días utilizando un sistema micro-jet terrestre. En el ají, a causa de lluvias más frecuentes, sólo se regó cuando la mezcla suelo-abono orgánico no tenía la humedad deseable para el buen desarrollo del cultivo. Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 6 tratamientos y 3 réplicas.

Evaluaciones a la planta

En la cosecha, a los frutos se les evaluaron los siguientes indicadores:

1. Longitud (cm): con calibre se midió desde la parte que se une al pedúnculo hasta el ápice terminal.
2. Diámetro (cm): con calibre se midió en la parte central.
3. Rendimiento (t/ha)

Evaluaciones a la mezcla de abono orgánico y suelo después de la cosecha

Las muestras se tomaron de los primeros 20 cm de profundidad del suelo, colectando 12 submuestras del área donde fue sembrada cada una de las plantas, se secó al aire y se tamizó por malla de 2 mm. En el análisis, se determinó el pH en agua (relación muestra:agua 1:2,5) mediante el método potenciométrico [(HI-931410, Hanna Instruments, Bedfordshire, Inglaterra); (ONN, 1999a)]. El fósforo se analizó por el método de Oniani con una solución extractiva de H₂SO₄ 0,1 N, relación muestra-solución de 1:25 y tiempo de agitación de 3 min, se determinó por colorimetría usando el espectrofotómetro WPA [(modelo S-106, Cambridge, Inglaterra) (ONN, 1999b)]. El contenido de materia orgánica (MO) se determinó por el método de Walkley y Black [(Nelson y Sommers, 1996); (ONN, 1999c)].

Análisis económico

La valoración económica se realizó tomando la metodología empleada en los trabajos de la FAO (2002). Los indicadores económicos evaluados fueron el beneficio neto y el efecto económico.

Cuadro 2. Análisis químico de la mezcla de suelo y abonos orgánicos antes de la siembra del ají chay (*Capsicum annuum* L.) en un huerto orgánico intensivo.

Abonos orgánicos mezclados con el suelo	pH (agua) †	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹) ‡	M.O. (%) ¥
Cachaza (Testigo)	7,58	16,9	19,4
Fertilizante organo-mineral	7,65	40,8	19,9
Compost	7,90	28,6	18,2
Compost con RFPA	7,81	31,7	18,2
Compost con SFT	7,70	44,1	18,3
Lombricompost	7,90	15,1	20,2

RFPA: Roca fosfórica parcialmente acidulada; SFT: Superfosfato triple y MO: Materia orgánica.

† Método potenciométrico, relación 1: 2,5 (ONN, 1999a); ‡ Método de Oniani, por colorimetría (ONN, 1999b) y ¥ Método de Walkley y Black [(Nelson y Sommers, 1996); (ONN, 1999c)]

Las expresiones empleadas para estimarlos fueron:

$$B_n = B_b - C_t \quad (1)$$

Donde:

B_n es el beneficio neto (\$ ha⁻¹)

B_b es el beneficio bruto (\$ ha⁻¹)

C_t el costo total (\$ ha⁻¹)

El B_b se calculó:

$$B_b = R \times P_v \quad (2)$$

Donde:

R es el rendimiento del cultivo (\$ ha⁻¹)

P_v es el precio de venta del cultivo (\$ t⁻¹) (Un dólar de los EE.UU (USD) es equivalente a 25 pesos cubanos (CUP).

El efecto económico:

$$E_e = \Delta B_n \quad (3)$$

Donde:

ΔB_n es la diferencia entre los beneficios de cada uno de los tratamientos con respecto al testigo

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 11.5 (SPSS for Windows, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diámetro y longitud de los frutos

No hubo diferencia ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos en el diámetro de los frutos (Cuadro 3). En los tratamientos con compost enriquecido con superfosfato triple (SFT) y con cachaza, la longitud del fruto fue superior ($P \leq 0,05$) a los demás (Cuadro 3), lográndose en éstos, los frutos más grandes. Estos resultados difieren de los planteados por Vega *et al.* (2006), quienes encontraron que en el tratamiento con lombricompost los frutos tuvieron las mayores dimensiones. Zheljzakov *et al.* (2006) señalan la presencia y disponibilidad en los abonos orgánicos de la mayoría de los nutrientes que las plantas necesitan para su desarrollo y que los abonos orgánicos liberan nutrimentos durante su mineralización que posibilita el buen desarrollo del fruto (Burgos *et al.*, 2006).

Rendimiento del ají

El mayor rendimiento se logró con la aplicación el lombricompost, superior ($P \leq 0,05$) a los demás tratamientos (Figura 1), lo cual concuerda con Díaz *et al.* (2001).

Por otro lado, Soumaré *et al.* (2003) y Vega *et al.* (2006) encontraron un incremento del rendimiento con la aplicación de compost complementado con fertilización NPK. Eghball y Power (1999) y Singer *et al.* (2004) señalaron que las enmiendas al suelo con compost incrementaron los rendimientos de maíz (*Zea mays* L.) y soya [*Glycine max* (L) Merr.], lo cual está influenciado por una capacidad de agua

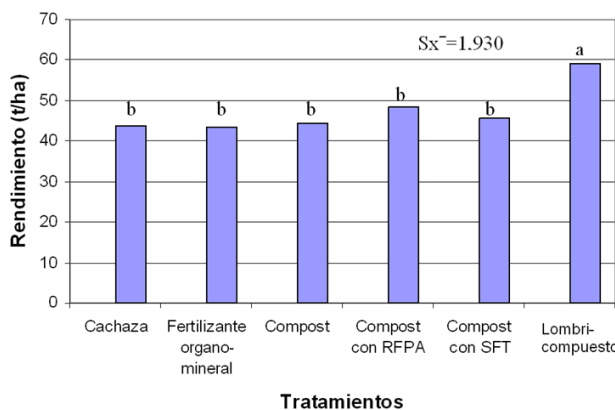
Cuadro 3. Diámetro y longitud de los frutos de ají chay (*Capsicum annuum* L.) utilizando abonos orgánicos, en un huerto orgánico intensivo.

Abonos orgánicos	Diámetro (cm)	Longitud (cm) †
Cachaza	3,14	9,43 a
Fertilizante organo-mineral	3,14	9,09 b
Compost	3,12	9,13 b
Compost con RFPA	3,08	9,06 b
Compost con SFT	3,13	9,35 a
Lombricompost	3,17	9,13 b
Error estándar	0,009	0,029

† Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

RFPA: Roca fosfórica parcialmente acidulada

SFT: Superfosfato triple



Nota: Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

RFPA: Roca fosfórica parcialmente acidulada

SFT: Superfosfato triple

Figura 1. Rendimiento (t/ha) de los frutos de ají chay (*Capsicum annuum* L.) utilizando abonos orgánicos, en un huerto orgánico intensivo

disponible debido al aumento de su MO, y un efecto favorable del estado de la planta en cuanto a su contenido de nitrógeno y fósforo debido a la mineralización de la MO.

En este sentido, diversas investigaciones han mostrado que la aplicación de compost mejoran los rendimientos de muchos cultivos (Maynard y Hill, 2000; Bulluck y Ristaino, 2002). En contraposición a los efectos benéficos de este abono, Leandro *et al.* (2007) en el cultivo de la fresa encontraron una disminución del rendimiento, aunque muchos trabajos en este mismo cultivo dan a conocer los efectos positivos sobre el rendimiento (Grabowski, 2001; Wang y Lin, 2002). La inconsistencia en la respuesta a la aplicación de compost, que determina el rendimiento de las plantas, está relacionada con el grado de estabilidad que presente el compost y su contenido de nutrimentos (Hoitink y Boehm, 1999; Millner *et al.*, 2004).

Análisis químico de la mezcla de abono orgánico y suelo al final del experimento

El mayor contenido de fósforo en el suelo (00-20 cm) se alcanzó con el abono organo-mineral, superior ($P \leq 0,05$) a los demás tratamientos (Cuadro 4).

El compost con SFT fue el segundo tratamiento que más incrementó los contenidos en el suelo, superior ($P \leq 0,05$) al compost con RFPA. Los menores valores fueron con el compost. El efecto favorable de la adición de abonos orgánicos sobre el contenido de fósforo móvil de los suelos coincide con los resultados de Erich *et al.* (2002),

Korboulesky *et al.* (2002), Soumaré *et al.* (2003) y Zhang *et al.* (2004), quienes señalan que puede deberse a la capacidad de los ácidos policarboxílicos provenientes de la descomposición de la MO, que bloquean los sitios de sorción de fósforo en el suelo.

Existe considerable evidencia en la literatura que nos sugiere que la aplicación de materiales orgánicos al suelo puede mejorar la solubilidad del P (Sanyal y De Datta, 1991) e incrementar su concentración en el perfil del suelo, lo que se atribuye a la saturación de P en ellos, debido a la aplicación de abonos orgánicos (McDowell y Sharpley, 2001; Eghball, 2002).

Erich *et al.* (2002), también señalan que cuando se entienden los procesos del suelo donde el P de la fase sólida se convierte en disponible para las plantas, esto mejoraría la capacidad para un mejor manejo del P residual del suelo y potencialmente traería una disminución de la fertilización inorgánica con P.

Los tratamientos empleados no tuvieron diferencias ($P \leq 0,05$) en cuanto al pH, ni en el contenido de MO del suelo. El pH se mantuvo por encima de la neutralidad y los contenidos de MO alcanzaron valores medios para estos suelos (alrededor de 3%). Dimas *et al.* (2001) no encontraron diferencias en los valores de pH. Carpenter *et al.* (2000) y Soumaré *et al.* (2003), informaron un aumento del pH debido a las aplicaciones de compost seguido de la descomposición de material orgánico rico en nitrógeno y su transformación a amonio y Eghball (2002), en un experimento de varios años con maíz, utilizando dosis que tienen en cuenta las necesidades de nitrógeno del cultivo, encontró que estas aumentaban el pH o lo mantenían cerca del original.

Cuadro 4. Análisis químico de la mezcla de suelo y abonos orgánicos después de la siembra del ají chay (*Capsicum annum* L.) en un huerto orgánico intensivo.

Abonos orgánicos mezclados con el suelo	pH (agua)	Materia Orgánica (%)	P ₂ O ₅ (mg Kg ⁻¹)
Cachaza	7,6	3,2	56,3 c
Fertilizante órgano-mineral	7,4	3,5	123,5 a
Compost	7,7	3,5	36,9 d
Compost con RFPA	7,6	3,5	70,3 c
Compost con SFT	7,6	3,1	95,7 b
Lombricompuesto	7,6	3,0	72,1 c
Error estándar	0,042	0,089	6,930
Significación	ns	ns	*

* : Significativo ($P \leq 0,05$); ns : No Significativo ($P > 0,05$)

† Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

RFPA: Roca fosfórica parcialmente acidulada y SFT: Superfosfato triple

Análisis económico

Todos los tratamientos generaron beneficios, mostrándose lo positivo de utilizar la residualidad de los diferentes abonos orgánicos (Cuadro 5). Los mayores beneficios se obtuvieron con el lombricompuesto, el cual tributa más de \$38.000 por hectárea y el compost enriquecido con roca fosfórica parcialmente acidulada con valores cercanos a \$30.000 por hectárea. El mayor efecto económico de los tratamientos con respecto al testigo se obtuvo con el lombricompuesto, con más de \$14.000 por hectárea. Solamente el abono organo-mineral no causó efecto económico.

En general, los análisis se corresponden con los resultados agronómicos, corroborándose los beneficios de aprovechar el efecto residual de los abonos orgánicos en el cultivo, lo que posibilita además, disponer de productos agrícolas y un mayor beneficio monetario. La utilización de este valor residual de los abonos es una de las vías para llegar a una agricultura sostenible, ya que no requiere de grandes inversiones, ahorra recursos al país y mejora el suelo.

CONCLUSIONES

Entre las enmiendas orgánicas evaluadas en el cultivo del ají var. Chay, el mayor rendimiento se obtuvo con el lombricompuesto. Los mayores valores de P se encontraron en las mezclas de suelo y abonos orgánicos que contenían una parte de fertilizante fosfórico, siendo el abono organo-mineral quien presentó el más alto contenido del nutriente. La utilización de abonos orgánicos procesados generó los mayores efectos económicos, señalando que el de mayor utilidad fue el tratamiento donde se utilizó el lombricompuesto.

Cuadro 5. Valoración económica de la mezcla de suelo y abonos orgánicos en la cosecha de ají chay (*Capsicum annum* L.) en un huerto orgánico intensivo.

Abonos orgánicos mezclados con el suelo	Beneficio neto (CUP) (\$ ha ⁻¹)	Efecto económico (CUP) (\$ ha ⁻¹)
Cachaza	24058,2	-
Fertilizante organo-mineral	23498,2	-560
Compost	26298,2	2240
Compost con RFPA	29978,2	5920
Compost con SFT	27738,2	3680
Lombricompuesto	38778,2	14720

RFPA: Roca fosfórica parcialmente acidulada; SFT: Superfosfato triple; CUP: Peso cubano.

LITERATURA CITADA

- Bruce, J. P.; M. From, E. Haite, H. Janzen, R. Lal and K. Paustian. 1999. Carbon sequestration in soils. *J. Soil Water Conserv.* 54: 382-389.
- Bulluck, L. R. and J. B. Ristaino. 2002. Effect of synthetic and organic soil fertility amendments on southern blight, soil microbial communities, and yield of processing tomatoes. *Phytopathology* 92: 181-189.
- Burgos, P.; E. Madejón and F. Cabrera. 2006. Nitrogen mineralization and nitrate leaching of a sandy soil amended with different organic wastes. *Waste Manage Res.* 23: 1-8.
- Buyanovski, G. A. and G. H. Wagner. 1998. Changing the role of cultivated land in the global carbon cycle. *Biol. Fertil. Soils* 27: 242-245.
- Carpenter, L.; C. Kennedy and J. Reganold. 2000. Biodynamic preparations: Short-Term effects on crops, soils, and weed populations. *Am. J. Alternative Agric.* 15 (3): 1200-1262.
- Díaz, M. M.; A. Soeresh, S. Krieger, C. Herrando, F. Jefferson y F. Garcés. 2001. Comportamiento de la producción de cebolla utilizando fertilización orgánica y suelo pardo. *In XV Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Ciencias del Suelo (SLCS), Varadero, Cuba. Nov 11-16. Disco compacto.* Ed. Sociedad cubana de ciencias del suelo, varadero, Cuba.
- Dimas, J.; A. Días, E. Martínez y R. D. Valdez. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra* 19: 293-299.

- Eghball, B. 2002. Soil properties as influenced by phosphorus-and nitrogen-based manure and compost applications. *Agronomy Journal* 94 (1): 128-135.
- Eghball, B. and F. Power. 1999. Phosphorus and Nitrogen. Based manure and compost application: corn production and soil Phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 895-901.
- Erich, M. S.; C. B. Fitzgerald and G. A. Porter. 2002. The effect of organic amendments on phosphorus chemistry in a potato cropping system. *Agric. Ecosyst. Environ.* 88: 79-88.
- FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso. 4th ed. 76 p. Ed. Asociación internacional de la industria de los fertilizantes. Roma, Italia.
- Funes Monzote, F. y D. Hernández. 1996. Algunas consideraciones y resultados sobre la elaboración y uso de compost en fincas agroecológicas. *Agricultura Orgánica* 2:2.
- Grabowski, M. A. 2001. Biologically and chemically based alternatives to methyl bromide fumigation in strawberry production. North Carolina State University, Raleigh, N.C., MS Thesis.
- Hernández, A.; J. M. Pérez, D. Bosch y L. Rivero. 1999. Nueva versión de clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de suelos, AGRINFOR, Ciudad Habana, 64p.
- Hoitink, H. A. J. and M. J. Boehm. 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. *Annual Review of Phytopathology* 37: 427-446.
- IUSS-ISRIC-FAO. 2006. World reference base for soil resources 2006: A framework for international classification, correlation and communication. Ed.2006, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia, 145p.
- Korboulewsky, N.; S. Dupouyet and G. Bonin. 2002. Environmental risks of applying sewage sludge compost to vineyards: carbon, heavy metals, nitrogen, and phosphorus accumulation. *J. Environ. Qual.* 31: 1522-1527.
- Leandro, L. F. S.; L. M. Ferguson, G. E. Fernandez and F. J. Louws. 2007. Strawberry growth and productivity in fumigated compared to compost-amended production systems. *HortScience* 42 (2): 227-231.
- Maynard, A. A. and D. E. Hill. 2000. Cumulative effect of leaf compost on yield and size distribution in onions. *Compost Sci. Util.* 8: 12-18.
- McDowell, R. W. and A. N. Sharpley. 2001. Phosphorus losses in subsurface flow before and after manure application to intensively farmed land. *The Science of the Total Environment* 278: 113-125.
- Millner, P. D.; C. E. Ringer and J. L. Maas. 2004. Suppression of strawberry root disease with animal manure composts. *Compost Sci. Util.* 12: 298-307.
- Ministerio de Agricultura (MINAGRI). 1984. Manual de interpretación de los índices físicos- químicos y morfológicas de los suelos cubanos. Ministerio de la Agricultura. Editorial científico-técnico, Ciudad de la Habana.
- Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. 961-1009. *In* Sparks D.L., and J.M. Bartels (eds.). *Methods of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3.* SSSA Book Series number 5. Madison, Wisconsin, USA.
- Oficina Nacional de Normalización (ONN). 1999a. Calidad del suelo-determinación del pH. Norma cubana-ISO 10 390. 8 p. La Habana, Cuba.
- Oficina Nacional de Normalización (ONN). 1999b. Calidad del suelo-determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. Norma cubana-52. 12 p. La Habana, Cuba.
- Oficina Nacional de Normalización (ONN). 1999c. Calidad del suelo-análisis genético-determinación del porcentaje de materia orgánica. Norma cubana-51. 9 p. La Habana, Cuba.
- Paneque, V. M y J. M. Calaña. 2004. Abonos orgánicos: Conceptos prácticos para su Evaluación y aplicación (folleto). La Habana, INCA. 54 p.
- Peralta, H. 1991. Sistemas de fertilización fosfórica de la papa en una secuencia de cultivos papa-maíz, en un suelo Ferralítico Rojo compactado. 92 p. Tesis

- Doctoral, Universidad de Ciego de Ávila, Ciego de Ávila, Cuba.
- Pierzynski, G. M. and K. A. Gehl. 2005. Plant nutrient issues for sustainable land application. *J. Environ. Qual.* 34: 18-28.
- Rodríguez, M. y M. Medina. 2006. Propuesta para la Formación Agroecológica de los Estudiantes y el mejoramiento de las áreas básicas experimentales del Instituto Politécnico "Agropecuaria Álvaro Reynoso". *Avanzada Científica* 9 (1). [en línea]. Disponible en: http://www.atenas.inf.cu/Publicaciones/avanzada/Num1_2006/Articulos/propuesta.htm. (Consultado el 12 de septiembre 2007).
- Sanyal, S. K. and S. K. De Datta. 1991. Chemistry of phosphorus transformations in soil. *Adv. Soil Sci.* 16: 1-20.
- Singer, J. W.; K. A. Kohler, M. Liebman, T. L. Richard, C. A. Cambardella and D. D. Buhler. 2004. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. *Agron. J.* 96: 531-537.
- Soumaré, M.; F. M. G. Tack and M. G. Verloo. 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bioresour. Technol.* 83: 15-20.
- SPSS. 2002. SPSS for Windows. Inc. Release 11.5. Chicago, IL, USA.
- Tejada, M.; M. T. Hernández and C. García. 2006. Application of Two Organic Amendments on Soil Restoration: Effects on the Soil Biological Properties. *J. Environ. Qual.* 35: 1010-1017.
- Vega, E.; R. Rodríguez, M. De Cárdenas, A. Almáguera y N. Serrano. 2006. Abonos orgánicos procesados como alternativa de sustrato de organopónico e invernadero. *Naturaleza y Desarrollo* 4 (1): 16-24.
- Wang, S. Y. and S. S. Lin. 2002. Composts as soils supplement enhanced plant growth and fruit quality of strawberry. *J. Plant Nutr.* 25: 2243-2259.
- Zhang, M. K.; Z. L. He, P. J. Stoffella, D. V. Calvert, X. E. Yang, Y. P. Xia and S. B. Wilson. 2004. Solubility of phosphorus and heavy metals in potting media amended with yard waste-biosolids compost. *J. Environ. Qual.* 33: 373-379.
- Zheljazkov, V. D.; T. Astatkie, C. D. Caldwell, J. MacLeod and M. Grimmett. 2006. Compost, manure, and gypsum application to Timothy/Red Clover forage. *J. Environ. Qual.* 35: 2410-2418.