

R. Caballero, M. Vento, P. Chaveli, L. Font y D. Rodríguez

**DETERMINACIÓN DE NIVELES CRÍTICOS DE FÓSFORO, POTASIO
Y MATERIA ORGÁNICA EN SUSTRATOS DE ORGANOPÓNICOS**

Separata ITEA

INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA, VOL. **106** N.º 4 (271-281), 2010

Determinación de niveles críticos de fósforo, potasio y materia orgánica en sustratos de organopónicos

R. Caballero, M. Vento, P. Chaveli, L. Font y D. Rodríguez

Instituto de Suelos. Dirección Camagüey. Cacocúm #11, Reparto Puerto Príncipe, Camagüey.
E-mail: rcaballero@suelos.eimanet.co.cu

Resumen

Los sustratos de organopónicos son sometidos a una explotación intensiva, por lo que es importante lograr un buen manejo en su fertilización orgánica; con el objetivo de lograr mayor precisión a la hora de llevar a cabo esta fertilización y obtener a su vez incrementos sostenidos de los rendimientos, sin que se deterioren los sustratos; se llevó a cabo un estudio en tres organopónicos, donde se determinaron los niveles críticos externos de los contenidos de fósforo, potasio y materia orgánica; se evaluaron además los efectos combinados de dosis de compost de estiércol vacuno (0, 5, 10 y 15 kg.m⁻²), aplicados en tres momentos (al inicio, alternamente y en cada cultivo) en una secuencia de hortaliza, durante tres años; mediante un diseño de bloque al azar con arreglo factorial y tres repeticiones. Se realizaron muestreos en el sustrato al inicio y al término de cada ciclo de cultivo, determinándose el pH (H₂O), fósforo, potasio y el % de materia orgánica. Del análisis de los resultados se obtuvieron los límites críticos: fósforo (10.00 mg.100g⁻¹), potasio (11.00 mg.100⁻¹) y materia orgánica (17.00 %); cuando estos valores estén por debajo, se debe aplicar 5 kg.m⁻² de compost de estiércol vacuno cada dos cultivos, para lograr rendimientos por encima de 40.0 kg.m⁻² de hortalizas. Ciclo⁻¹, si los valores fueran superiores, no se aplica.

Palabras clave: hortalizas, fertilización, estiércol.

Summary

Determination of fosforous, potassium and organic matter critical levels in organoponics substrate

Substrate of organoponics are subjected to an intensive exploitation, for what is important to achieve a good handling in their organic fertilization; with the objective of achieving more precision when to carry out this fertilization and to obtain sustained increments of the yields, without the substrate it was carried out a study was deteriorate in three organoponics, where the external critical levels of P₂O₅, K₂O and organic matter were determined; In the other hand they were also evaluated the combined effects of dose of compost of manure vacuno (0, 5, 10 and 15 kg.m⁻²), applied in three moments (to the beginning, alternamente and in each cultivation) in a vegetable sequence, during three years; the experiments was realized of a block design at random with factorial arrangement and three repetitions. Taking samplings in the substrate, to the beginning and at the end, of each cultivation cycle, the pH (H₂O), P₂O₅, K₂O and the percent of organic matter were determined, and the critical limits were obtained: P₂O₅ (10.00 mg.100g⁻¹), K₂O (11.00 mg.100⁻¹) and M.O (17.00%); when these values are for under, it should be applied 5 kg.m⁻² of bovine manure composted each two cultivations, to achieve yields above 40.0 kg.m⁻² of vegetables. ciclo⁻¹, if the values were superior, it is not necessary applied.

Key words: vegetables, fertilization, manure.

Introducción

Las primeras manifestaciones de agricultura en la historia de la civilización debe haberse producido según Childe (1968), cuando el hombre, de recolector y cazador que era, comienza a sembrar, cultivar y mejorar algunas plantas y domesticar ciertas especies animales en dependencia de los forrajes que podía ofrecer. Esta etapa, denominada revolución agrícola, comenzó en opinión de Ribeiro (1992), hace 10 000 años entre los pueblos de Mesopotamia y Egipto, posteriormente se repitió en India, China, Europa, África Tropical y en las civilizaciones americanas, por orden cronológico.

De acuerdo con estos autores el aumento de la producción agrícola, a causa del desarrollo tecnológico que se alcanza, hace que se produzca la llamada revolución urbana, surgiendo así una serie de ciudades muy populosas con construcciones monumentales y simultáneamente la división del trabajo por clases sociales, lo que hace que finalmente aparezcan las comunidades rurales y el campesinado que en adelante garantizaría la producción de alimentos para esas enormes ciudades por lo que la producción agrícola urbana prácticamente deja de existir. No obstante, para Mougeot (1993) la agricultura no desaparece completamente del entorno urbano y con posterioridad alcanza un gran desarrollo en las ciudades asiáticas, pero no es hasta la década de los años 70 que cobra importancia en el ámbito mundial y se incrementa vertiginosamente en términos de número de personas involucradas, espacio utilizado y beneficios económicos recibidos, tal y como coinciden en afirmar Cruz (1995), FAO (1996) y Companioni *et al.* (1997).

Son varios los factores que han contribuido a despertar un interés creciente por la agricultura urbana en los últimos años; entre ellos figuran el aumento de la urbanización

en los países en desarrollo, el deterioro de las condiciones de la población urbana pobre, la explosión de la migración desde zonas rurales empobrecidas en busca del mejoramiento de la vida, guerras y catástrofes naturales que limitan el suministro de alimentos procedentes de las áreas rurales (Guzmán, 1995).

Esto ha influido en que Agricultura Urbana se presente no ya como una posible solución actual a la crisis alimentaria, sino como una necesidad futura, ya que según la FAO (1996) y González (1998), en los próximos decenios se prevé un intenso crecimiento en las ciudades en el ámbito mundial, además de que representa una fuente de beneficios económicos, recreativos y para sus residentes, así como otros menos visibles, ya que al reducirse la distancia del productor al consumidor, hay menos necesidad de comercialización, transporte y envase, lo que constituye una ventaja desde el punto de vista de los costos.

En Cuba la agricultura urbana ha alcanzado un auge extraordinario a través de la producción de vegetales en la modalidad de organopónicos, la cual debe producir hortalizas todo el año; por lo que los sustratos son sometido a una explotación y manejo intensivo, donde la extracción de las distintas hortalizas, más el riego constante provocan deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas, y por tanto disminución de la fertilidad y los rendimientos.

Es por ello que un gran número de investigadores como Carrión *et al.* (1995), Arias (1996), Abad (1997) Companioni *et al.* (1998), Heredia (1998), Pérez (1999) y Caballero *et al.* (2003), plantean que para lograr altos rendimientos en este sistema se hace necesario entre otras cosas el uso continuo de abonos orgánicos que garanticen incrementos altos y sostenidos de los rendimientos y que a su vez mantenga la fertilidad de los sustratos.

Por todo lo anteriormente planteado este trabajo tuvo como objetivo la determinación de los niveles críticos externos de fósforo, potasio y la materia orgánica, en sustratos de organopónicos, con vista a tener una opción más que nos permita recomendar la fertilización orgánica en este sistema de producción, de forma más precisa.

Materiales y métodos

Las investigaciones se condujeron en tres Organopónicos (Saratoga, Nitrógeno y Amalia Simoni), donde los sustratos se conformaron con mezclas al 50 % de capa vegetal y compost de estiércol vacuno. Los contenidos iniciales de los sustratos se presentan a continuación en la Tabla 1.

Los abonos orgánicos (compost de estiércol vacuno) utilizados en los estudios fueron analizados antes de ser aplicados y sus principales características químicas se exponen a continuación en la Tabla 2.

Donde se observa que los valores están dentro de los rangos permisibles para que el abono pueda ser utilizado.

Los factores estudiados fueron los siguientes: dosis de estiércol vacuno (0; 5; 10 y 15 kg.m⁻²) aplicados en tres momentos de aplicación (al inicio solamente, cada dos cultivo durante la rotación de hortalizas y en cada cultivo) mediante un diseño de bloque al azar con arreglo factorial y tres repeticiones.

Las parcelas experimentales tenían 1 m², dejándose 0.50 m de áreas de borde entre cada parcela.

Tabla 1. Características químicas iniciales de los sustratos
Table 1. Initials chemical characteristic of the substrate

pH (H ₂ O)			mg.100 g ⁻¹ de sustrato						M.O (%)		
			P ₂ O ₅			K ₂ O					
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
7.4	7.3	7.4	5.20	8.80	10.76	2.30	13.43	7.60	11.23	15.07	12.56

(1). Organopónico Saratoga.

(2). Organopónico Nitrógeno.

(3). Organopónico Amalia Simoni.

Tabla 2. Características químicas del compost de estiércol vacuno
Table 2. Chemical characteristic of the bovine manure compost

Compost de Estiércol Vacuno	(%)			
	N	P	K	M.O
Organopónicos	1.86	0.72	1.02	49.20

N, P, K, y M.O- Metodología Circular 3/87 Centro Nacional de Suelos y Fertilizantes.

El abono orgánico se aplicó en la superficie de cada parcela de acuerdo a la dosis y el momento de aplicación, se incorporó en los primeros 20 cm de profundidad, se mezcló con el sustrato y luego se procedió a la siembra.

Para la rotación de hortalizas, los productores tuvieron en cuenta la demanda de los consumidores, por ello se rotó con las siguientes: Lechuga (*Lactuca sativa* L.), Cebollino (*Allium fitulosum*), Remolacha (*Beta vulgaris* L.), Rabanito (*Rapahanus sativus* L.), Acelga (*Barisaca rapa*).

La eliminación de plantas indeseables, el riego y las atenciones fitosanitarias se hicieron de acuerdo a lo establecido por MINAG (1998).

Al finalizar cada investigación se hicieron muestreos finales en cada parcela, determinándose, pH (H₂O), P₂O₅, K₂O y M.O por la metodología de análisis de muestras de sustratos orgánicos (1992).

Para determinar el rendimiento en cada cosecha durante el ciclo de hortalizas se tomó el peso de las hortalizas por parcelas en kg.m⁻², evaluándose finalmente el acumulado total de cada ciclo, mediante análisis de varianza de clasificación doble y donde hubo significación se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para un nivel de significación del 5 %. Para la determinación de los niveles críticos, se utilizó el rendimiento relativo de cada parcela contra el valor que le correspondía de P₂O₅, K₂O y M.O, esto se hizo utilizando los datos de los tres organopónicos (106 datos), según la metodología de Waugh, Cate y Nelson (1974).

Por último para el análisis económico se consideró el precio de venta de los productos (2,20 \$.kg⁻¹). En el caso del costo del estiércol vacuno (\$.kg⁻¹) de acuerdo a los precios vigentes en moneda nacional; para la transportación se estimó en base a \$ 80.00 el viaje de 4 t por 10 km de radio y la aplicación 2.00 \$.canteros de 50 m (Tabla 3).

Tabla 3. Costo total de materiales empleados
Table 3. Total cost of materials used

Abono Orgánico	Material (\$.kg ⁻¹)	Transporte (\$.kg ⁻¹)	Aplicación (\$.kg ⁻¹)	Total (\$.kg ⁻¹ .m ²)
Compost de Estiércol Vacuno	0.020	0.040	0.020	0.080

El beneficio económico se calculó teniendo en cuenta, en ambas modalidades, la comparación de la dosis óptima y el tratamiento testigo de la investigación, al cual no se le aplicó en ningún momento abono orgánico (Testigo Absoluto), además la aplicación orgánica que tiene establecido el productor para la producción de hortalizas (Testigo Relativo).

Resultados y discusión

El efecto ejercido por el compost de estiércol vacuno sobre el rendimiento y su momento de aplicación en el acumulado de cosechas en los tres organopónicos, se presenta en las Tablas 4 y 5 respectivamente. (Ver anexos).

Al no haber interacción de los dos factores en estudio, se observa como los mejores resultados se alcanzan, en todos los tratamientos donde se aplicó el abono contra la no aplicación (testigo), siendo el mejor momento de aplicarlo cada dos cultivos durante la rotación, económicamente la dosis de 5 kg.m^{-2} alcanza rendimientos altos, en los tres organopónicos, a pesar que Saratoga duplica los valores porque tiene 13 cosechas, y el efecto residual del estiércol cubre dos cosechas según el momento de aplicarlo.

Este resultado obedece a la incidencia positiva que este abono causa en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los sustratos, pues como bien informan Pérez *et al.* (1998 y 2003) y Caballero *et al.* (2003), los abonos orgánicos mejoran las propiedades de los sustratos y los suelos, facilitando la nutrición de los cultivos.

Este efecto favorable que causa los abonos sobre el rendimiento de las hortalizas en organopónicos y huertos, ha sido reportado por Arias *et al.* (1996), Carrión *et al.* (1996), Companioni *et al.* (1996), Gandarilla *et al.* (1998) y Caballero *et al.* (1999 y 2005).

Esta respuesta guarda estrecha relación con el resultado que se obtiene cuando se analiza el contenido final de las principales características químicas de los sustratos al término de las investigaciones en los tres Organopónicos donde se desarrollaron los estudios; por la incidencia positiva que el estiércol causa sobre las mismas figura 1; 2 y 3 (ver anexos), donde se aprecia que el testigo mostró los más bajos contenidos de fósforo, potasio y % de materia orgánica, aumentando significativamente a partir de la dosis de 5 kg.m^{-2} de estiércol sin diferencia con las otras dos que portaban el abono; esta respuesta confirma lo obtenido en los rendimientos, estando en correspondencia con las dosis y momento de aplicación empleadas, pues el efecto residual del abono durante el

ciclo de hortalizas suple la necesidad de los cultivos y no permite el deterioro del sustrato manteniendo altos rendimientos en estas explotaciones intensivas.

Resultados similares han sido reportados por Caballero *et al.* (2004 y 2008) y por Chaveli *et al.* (2006), utilizando otros residuales orgánicos también en Organopónicos y Huertos Intensivos.

La determinación de los límites críticos de fósforo, potasio y materia orgánica para los sustratos de Organopónicos, donde intervino toda la población de datos de los tres Organopónicos, se exponen en la Tabla 6. Observándose que para el fósforo se encontró un nivel crítico externo de $10.00 \text{ mg.100g}^{-1}$ de sustrato con un R^2 significativo de 0.81; en potasio el nivel crítico encontrado fue de $11.00 \text{ mg.100g}^{-1}$ de sustrato con un R^2 significativo 0.73, con respecto a la materia orgánica 17.00 % fue el límite crítico determinado con un R^2 significativo de 0.77; hasta el momento no se tiene ninguna información o al menos no se ha encontrado en el país, alguna referencia que trate sobre la determinación de niveles críticos en los sustratos de organopónicos.

Teniendo en cuenta la respuesta obtenida en los rendimientos y el valor de los niveles críticos determinados se recomienda lo siguiente:

En organopónicos donde la mezcla del sustrato este compuesta por capa vegetal y compost de estiércol vacuno, y sus contenidos de fósforo, potasio y materia orgánica, se encuentren por debajo de $10.00 \text{ mg.100g}^{-1}$ de sustrato, $11.00 \text{ mg.100g}^{-1}$ de sustrato y 17.00 % respectivamente; se debe aplicar la dosis de 5 kg.m^{-2} de compost de estiércol vacuno, cada dos cultivos durante la rotación de las hortalizas; por lo que se hace necesario muestrear periódicamente los sustratos para poder predecir la fertilización y mantener rendimientos altos y estables.

El análisis económico derivado de los resultados, se muestra en la Tabla 7, donde se comparan la dosis del tratamiento que se recomienda y las dosis de los testigos absoluto y relativo, siendo los beneficios económicos en cada organopónico como sigue: Saratoga, el testigo absoluto fue de 39.82 y el relativo de 28.82 \$.m⁻².ciclo⁻¹, Nitrógeno fue de 46.81 y 35.81 \$.m⁻².ciclo⁻¹ para el testigo absoluto y relativo respectivamente; así también en Amalia Simoni fue de 38.05 y 27.05 \$.m⁻².ciclo⁻¹, como se aprecia el beneficio económico es alto, pero se justifica porque los costos del compost de estiércol vacuno y su aplicación son baratos, sin embargo los rendimientos se elevan considerablemente.

Conclusiones

- Los niveles críticos determinados en sustratos de organopónicos fueron: 10.00 mg.100g⁻¹ de fósforo, 11.00 mg.100g⁻¹ de potasio y 17.00 % de materia orgánica.
- La aplicación de 5 kg.m⁻² de compost de estiércol vacuno, aplicado cada dos cultivos durante un ciclo rotativo de hortalizas en sustratos de organopónicos, incrementa los rendimientos por encima de 50 kg.m⁻².ciclo⁻¹, duplicándose prácticamente la producción hortícola.
- El incremento de los rendimientos producto de la dosis y el momento de aplicación empleadas, alcanzó beneficios económicos por encima de 30.00 \$.m⁻².ciclo⁻¹.

Anexos

Tabla 4. Efecto de la aplicación de compost de estiércol vacuno sobre el rendimiento acumulado en tres organopónicos

Table 4. Effect of the bovine manure compost application on the accumulated yield in three organoponics

Dosis (kg.m ⁻²) Compost de estiércol vacuno	Rendimiento acumulado (kg.m ⁻²)		
	Saratoga (13 cosechas)	Nitrógeno (9 cosechas)	Amalia Simoni (8 cosechas)
0	65.90 ^b	25.08 ^b	33.29 ^b
5	87.82 ^a	49.45 ^a	52.86 ^a
10	89.79 ^a	50.43 ^a	53.36 ^a
15	89.41 ^a	50.07 ^a	52.90 ^a
Sig.	1.6456*	1.0857*	0.8196*

a, b... Medias con letras iguales no difieren a $p \leq 0.05$, según Duncan.

Tabla 5. Comportamiento del momento de aplicación del compost de estiércol vacuno en el rendimiento de la secuencia de hortaliza

Table 5. Application moment behavior of the bovine manure compost in the sequence vegetable yield

Momento de aplicación del Compost de estiércol vacuno	Rendimiento acumulado (kg.m ⁻²)		
	Saratoga (13 cosechas)	Nitrógeno (9 cosechas)	Amalia Simoni (8 cosechas)
Inicio	80.38 ^b	40.75 ^c	46.89 ^b
Cada dos cultivos	86.10 ^a	46.79 ^a	48.37 ^a
En cada cultivo	83.21 ^a	43.73 ^b	49.01 ^a
Sig.	1.4252*	0.9402*	0.7089*

a, b, c... Medias con letras iguales no difieren a $p \leq 0.05$, según Duncan.

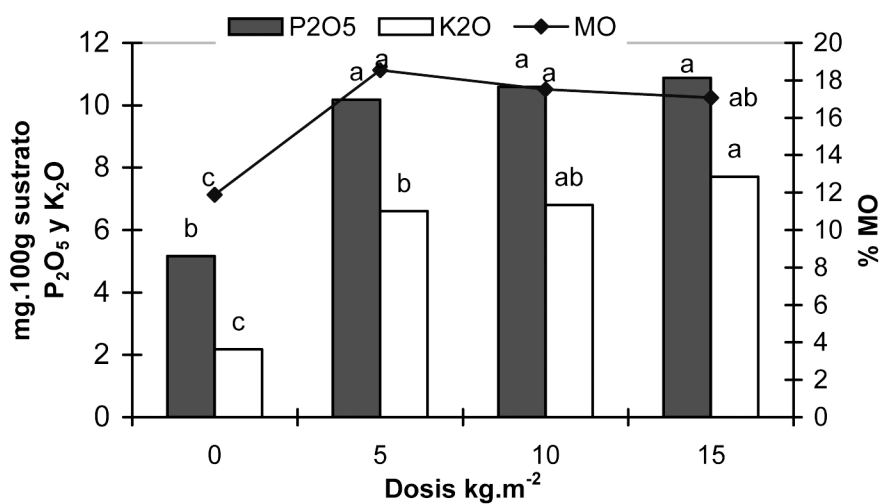


Figura 1. Influencia del compost de estiércol sobre las principales propiedades químicas del sustrato en el organopónico Saratoga.

Figure 1. Manure compost influences on the main chemical properties of the substrate in the Saratoga organoponic.

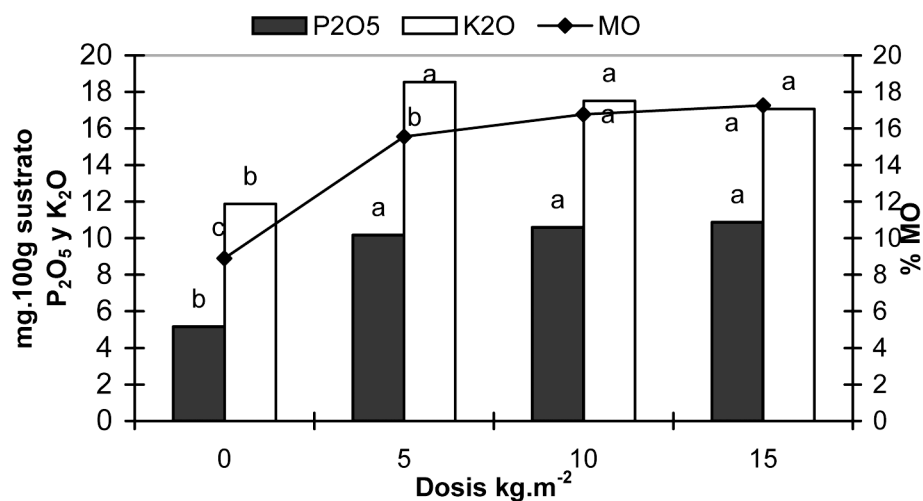


Figura 2. Influencia del compost de estiércol sobre las principales propiedades químicas del sustrato en el organopónico Nitrógeno.

Figure 2. Manure compost influences on the main chemical properties of the substrate in the Nitrogen organoponic.

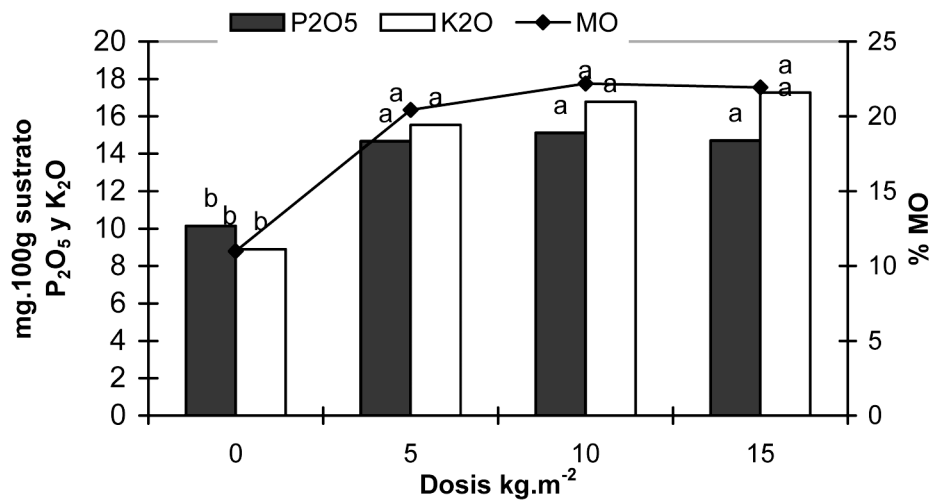


Figura 3. Influencia del compost de estiércol sobre las principales propiedades químicas del sustrato en el organopónico Amalia Simoni.

Figure 3. Manure compost influences on the main chemical properties of the substrate in the Amalia Simoni organoponic.

Tabla 6. Niveles críticos de P_2O_5 , K_2O y materia orgánica en sustratos de organopónicos
 Table 6. Critical levels of P_2O_5 , K_2O and organic matter in organoponics substrate

Indicador	P_2O_5		K_2O		M.O	
	mg.100g ⁻¹ de sustrato		mg/100g ⁻¹ de sustrato		Método Incineración	
	N.C	R ²	N.C	R ²	N.C	R ²
Niveles Críticos y R ²	10.00	0.87*	11.00	0.73*	17.00	0.77*

Metodología de Waugh, Cate y Nelson (1974).

Tabla 7. Beneficio económico obtenido por la aplicación de la dosis óptima en organopónicos
 Table 7. Economic benefit obtained by the application of the good dose in organoponics

Organop.	Tratamiento	Rdto (kg.m ⁻²)	Valor de la prod. (kg.m ⁻²)	Costo Total* (\$.m ⁻²)	Valor de prod. final (\$.m ⁻²)	Beneficio (\$.m ⁻² .ciclo ⁻¹)
Saratoga	Testigo Absoluto	65.90	144.98	–	144.98	–
	Testigo Relativo	70.90	155.98	–	155.98	–
	Dosis óptima	87.82	193.20	8.40	184.80	39.82 A 28.82 R
Nitrógeno	Testigo Absoluto	25.08	55.18	–	55.18	–
	Testigo Relativo	30.08	66.18	–	66.18	–
	Dosis óptima	49.45	108.79	6.80	101.99	46.81 A 35.81 R
A. Simoni	Testigo Absoluto	33.29	73.24	–	73.24	–
	Testigo Relativo	38.29	84.24	–	84.24	–
	Dosis óptima	52.86	116.29	5.00	111.29	38.05 A 27.05 R

Costo Total por m². Referido en Tabla No. 4.

A: Comparación de dosis óptima con Testigo Absoluto. R: Comparación de dosis óptima con Testigo Relativo.

Bibliografía

- Abad M, 1997. Sustratos hortalizas. En: Curso de Agricultura Urbana. INIFAT- AECL. La Habana, Cuba: 13-18.
- Arias E, López, N, Guerrero, A, 1996. Sustratos para sistemas de organopónicos, alternativas para el mantenimiento de sus propiedades, IV Jornada Científica del Instituto de Suelos y II Taller Nacional sobre desertificación. Resumen. p 36.
- Caballero R, 1999. Efecto de los abonos orgánicos en la explotación de huertos intensivos. Tesis presentada en opción al grado de Master en Fertilidad del Suelo. 12 p.
- Caballero R, Pérez D, Vento M, Font L, Chaveli P, Rodríguez D, Valenciano M, 2003. Generalización de la tecnología de fertilización orgánica en los huertos intensivos del Municipio Camagüey. Informe final del proyecto Territorial. 0908007. Instituto de Suelos, Dirección provincial, Camagüey. 25 p.
- Caballero RJ, Gandarilla D, Pérez D, Rodríguez P, Chaveli M, Vento, González M, 2004. Mejoramiento de la disponibilidad de abonos orgánicos en la Granja Urbana del municipio de Camagüey. XIV Congreso Científico del INCA. Programa y Resúmenes. 18 p.
- Caballero RJ, Gandarilla D, Pérez D, Rodríguez P, Chaveli M, Vento, González, M, 2005. El residual de biogás: Una opción en la fertilización hortícola de Huertos y Organopónicos. VII Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana Cuba. p 6-8.
- Caballero RJ, Gandarilla D, Pérez D, Rodríguez P, Chaveli M, Vento, González, M, 2008. El residual de biogás: Una opción en la fertilización hortícola de Huertos y Organopónicos. VII Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana Cuba. p 5-9.
- Carrión M, Companioni N, Peña E, González R, Cruz A, Quiñónez, O, 1996. Sustratos para organopónicos. Resultados preliminares. VII jornada Científica. Talleres. INIFAT. MINAG. 55 p.
- Carrión M, Companioni N, Peña E, González R, 1995. Evaluación de la calidad de los sustratos. En: Memorias del 1er Encuentro Internacional sobre Agricultura Urbana y su impacto en la alimentación de la comunidad. INIFAT. La Habana Cuba. p. 24-29.
- Chaveli P, Caballero R, Corrales I, López P, Rodríguez D, 2006. Informe final de proyecto. Empleo del residual de biogás en la fertilización de algunos cultivos. Dirección provincial de Suelos, Camagüey. p 11-18.
- Childe VG, 1968. Los orígenes de la civilización. Ed. Revolucionaria. Instituto del libro. La Habana, Cuba. p. 295.
- Companioni N, Rodríguez A, Carrión M, Alonso RM, Ojeda Y, Peña E, Pozo JL, 1997. La agricultura urbana. INIFAT. Agencia Española de Cooperación Internacional. La Habana, p. 1-12.
- Companioni N, Rodríguez A, Carrión M, Alonso RM, Ojeda Y, Peña E, Pozo JL, 1998. Agricultura Urbana. Su desarrollo y principales componentes. Compendio sobre Agricultura Urbana. Modalidad: Organopónicos y huertos intensivos. INIFAT- UNICA. Ciego de Ávila. Cuba. p 2-8.
- Cruz MC, 1995. Medio ambiente humano agricultura. En: Primer Encuentro sobre Agricultura Urbana y su Impacto en Alimentación de la Comunidad. INIFAT. La Habana Cuba, p.12-17.
- FAO, 1996. El Estado Mundial de la agricultura y la alimentación. Análisis Mundial. *III Cuestiones escogidas*. Roma, Italia. p. 43-57.
- Gandarilla JE, Pérez D, Curbelo R, Vento RL, 1998. Uso del humus de lombriz en organopónico. IV Seminario Científico Técnico Est. Exp. de Suelos y Fertilizantes Escambray. Programas y resúmenes. p 32.
- González M, Corrales I, Martínez R, Alonso R, Méndez V, Rodríguez N, 1998. Influencia de diferentes cepas nativas de *Azotobacter chroococcum* en secuencias de cultivos en organopónicos. Resúmenes. XI Seminario Científico INCA. p.83.
- Guzmán T, 1995. La agricultura urbana. Algunos conceptos, consideraciones y perspectivas. En: Memorias del Primer Encuentro Internacional sobre Agricultura Urbana y su Impacto en la Alimentación de la Comunidad. INIFAT. La Habana, Cuba. p. 7-11.

- Heredía C, Machado JM, Recompensa C, Álvarez D, 1998. Producción de hortalizas todo el año. II Vías alternativas para producir hortalizas en condiciones de Agricultura Urbana. XI Seminario Científico. INCA. Programas y Resúmenes. p 17-20 Nov: 85.
- MINAG, 1998. Instructivo Técnico para Organopónicos MINAG-INIFAT. La Habana, Cuba. 78 pp.
- Metodología de análisis de muestras de sustratos orgánicos, 1992. Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes.
- Mougeot L, 1993. Autosuficiencia Alimentaria. Significación y Retos, el CIID informa. Canadá. 21 (3):251-543.
- Pérez D, Gandarilla JE, Curbelo R, 1995. El deterioro del sustrato en canteros de organopónicos por cosechas sucesivas. En: Resúmenes 1er Taller Nacional sobre Desertificación. Guantánamo, Febrero. p. 59.
- Pérez D, Gandarilla JE, Vento M, Curbelo R, Guerra A, Caballero R, 1998. Alternativas para mantener la fertilidad de los sustratos en organopónicos. XI Seminario Científico. INCA. Resúmenes. p 17- 20 Nov: 209.
- Pérez D, 1999. Alternativas bioorgánicas para mantener rendimientos estables en organopónicos. Tesis en opción al título de Máster en Fertilidad del Suelo. Camagüey. p 29-36.
- Pérez D, Gandarilla JE, Curbelo R, Caballero R, Rodríguez D, 2003. Alternativas orgánicas para mantener rendimientos estables en organopónicos. Centro Agrícola. 2: 76-79.
- Ribeiro D, 1992. El Proceso Civilizatorio. Etapas de la Evolución Sociocultural. Edit. Ciencias Sociales. La Habana. Cuba. p. 268.
- Waugh DL, Cate RB, Nelson LA, 1974. Modelos discontinuos para una rápida correlación, interpretación y utilización de los datos de análisis de suelo y la respuesta a los fertilizantes. Boletín Técnico 7, North Carolina State University (traducción al español).

(Aceptado para publicación el 4 de junio de 2010)