

Determinación de niveles críticos externos de fósforo y potasio en huertos intensivos

Determination of external critical levels of phosphorus and potassium in intensive orchards

Mirna Vento Pérez, Ricardo Caballero Álvarez, Pavel Chaveli Chávez, Deisi Rodríguez Avalos, Aliosky Casañola Basulto.

Instituto de Suelos. Dirección Provincial. Camagüey. Cacocum # 11, Reparto Puerto Príncipe, Camagüey, Cuba.

E-mail: direccion@suelos.eimanet.co.cu

RESUMEN. Los huertos 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 deteriore el suelo; se llevó a cabo un estudio en dos huertos, donde se determinaron los niveles críticos externos de P_2O_5 , K_2O ; 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, alternadamente y en cada cultivo) en una secuencia de hortaliza, durante tres años; mediante un diseño de bloques al azar con arreglo factorial y tres réplicas. Se realizaron muestreos de suelo al inicio y al término de cada ciclo de cultivo, y se determinó el pH (KCl), P_2O_5 , K_2O y el porcentaje de materia orgánica. Del análisis de los resultados se obtuvieron los límites críticos: P_2O_5 ($16.00 mg.100g^{-1}$), K_2O ($20.00 mg.100^{-1}$). Cuando los valores estén por debajo de los obtenidos, se debe aplicar $10.0 kg.m^{-2}$ de compost de estiércol vacuno cada dos cultivos, para lograr rendimientos por encima de $30.0 kg.m^{-2}$ de hortalizas. ciclo⁻¹, si los valores fueran superiores, no se debe aplicar.

Palabrac clave: Hortalizas, huertos intensivos, sustrato.

ABSTRACT. The vegetable garden are subjected to an intensive exploitation, that is important to realize a good handling of organic fertilization. With the objective of achieving bigger precision when to carry out this fertilization and to obtain sustained increments of the yields in turn, without soil was deteriorates; a study in two vegetable garden was carried out, where the external critical levels of P_2O_5 , K_2O were determined; the evaluated of combined effects of dose of compost of manure vacuno (0, 5, 10 and 15 $kg.m^{-2}$), applied in three moments (to the beginning, alternadamente and in each cultivation) in a vegetable sequence, during three years was also evaluated; by means of a random block design with factorial arrangement and three repetitions. Samplings of the soil to the beginning and at the end of each cultivation cycle were realized the pH (KCl), P_2O_5 , K_2O and the percent of organic matter were determined. Of the analysis of the results the critical limits were obtained: P_2O_5 ($16.00 mg.100g^{-1}$) and K_2O ($20.00 mg.100^{-1}$). If these values are for under, it should be applied $10.0 kg.m^{-2}$ of compost of bovine manure each two cultivations, to achieve yields above $30.0 kg.m^{-2}$ of vegetables. ciclo⁻¹, if the values were superior, it is not necesry to apply.

Keywords: Vegetables, intensive vegetable garden, substrate.

INTRODUCCIÓN

En Cuba a partir del año 1990, la etapa del período especial condicionó el desarrollo y la aplicación masiva de técnicas alternativas en la agricultura, como fueron el uso de los medios biológicos, el aprovechamiento de las épocas favorables de siembras, además del manejo de la fertilidad de los suelos y la nutrición de las plantas a partir de diferentes residuales orgánicos. (Funes, 1997)

En este mismo período en todo el país surge un fuerte movimiento en algunas modalidades de producción agrícola en pequeñas áreas, basado fundamentalmente en el uso de los recursos disponibles en cada territorio. Este movimiento productivo junto a otros métodos establecidos con anterioridad conforma lo que se denomina la Agricultura Urbana. (Companioni y col., 1996)

Dentro de la Agricultura Urbana los huertos intensivos constituyen una de las formas importantes de producción, los mismos se desarrollan en áreas cultivables conformándose los canteros “*in situ*” sin utilizar soportes o paredes laterales y se aplica la materia orgánica directamente al suelo durante la preparación del mismo para la siembra. (Companioni y col., 1998)

Por todo lo anteriormente planteado este trabajo tuvo como objetivo la determinación de los niveles críticos externos de P_2O_5 y K_2O , en suelo de huertos intensivos, con vista a tener una opción más que nos permita recomendar la fertilización orgánica en estos sistemas de producción, de forma más precisa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se condujeron en dos huertos intensivos (huerto CAN Provincial. y Camacho), sobre suelos Pardo Mullido lavado (Instituto de Suelos, 1999). Los contenidos iniciales de los suelos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Principales características químicas iniciales de los suelos

pH (HCl)		mg.100 g ⁻¹ de suelo.				M.O (%)	
		P ₂ O ₅		K ₂ O			
1	2	1	2	1	2	1	2
6.1	6.9	12.15	13.20	22.40	15.03	8.39	7.80

Leyenda: 1. Huerto CAN Provincial; 2. Huerto Camacho.

El pH (KCl) se hizo mediante la Norma Cubana ISO 10 390, el P_2O_5 y el K_2O mediante la Norma Cubana 52, mientras la materia orgánica fue por el método de incineración.

Los abonos orgánicos (compost de estiércol vacuno) utilizados en los estudios fueron analizados antes de ser aplicados y sus principales características químicas se exponen en el Tabla No.2, donde se observa que los valores están dentro de los rangos permisibles para que los residuales puedan ser utilizados como abonos.

Tabla 2. Características químicas más importantes del compost de estiércol vacuno

Compost de Estiércol Vacuno	(%)			
	N	P	K	M.O
	1.90	0.75	0.90	48.00

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

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 fueron de 1 m², con áreas de borde en las mismas a la hora de la cosecha. El abono orgánico se aplicó en la superficie de cada parcela de acuerdo a la dosis y el momento de aplicación y se incorporó en los primeros 20 cm. de profundidad y se mezcló con el suelo y luego se procedió a la siembra.

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

La limpia de plantas indeseables, el riego y las atenciones fitosanitarias se hicieron de acuerdo a lo establecido en el Instructivo Técnico de Organopónico y Huertos Intensivos (1998).

Al finalizar cada investigación se hicieron muestreos finales en cada parcela, determinándose para los suelos del agrupamiento Pardo de los Huertos Intensivos el pH (KCl), se hizo según la Norma Cubana ISO 10390, el P_2O_5 y el K_2O según Norma Cubana 52, y la materia orgánica por el método de incineración.

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, y se evaluó 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 y el valor correspondiente de P_2O_5 y K_2O , de cada parcela y se realizó una correlación, esto se hizo utilizando la data completa de los dos huertos intensivos (96 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 \$ por canteros de 50 m (Tabla 3).

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

Tabla No. 3 Costo total de materiales empleados en Huertos

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta de ambos factores en los dos huertos resultó la misma, al no existir interacción entre los factores, por lo que la dosis de 10 kg·m⁻² resultó ser la de mayores rendimientos y la aplicación cada dos cultivo durante la rotación resultó ser la mejor opción estadísticamente. Este resultado coincide con los obtenidos por Caballero y col. (2001 y 2003) cuando obtuvieron esta misma respuesta en cultivos hortícolas de huertos intensivos y en el mismo suelo Pardo Mullido lavado, al determinar el límite crítico de materia orgánica.

También reportan resultados similares con cultivos hortícolas pero en la modalidad de organopónico y en casa de cultivos protegidos, Carrión y col. (1998), Companioni y col. (1998), Heredia y col (1998) y Guevara y col. (2004).

Lo ocurrido en el contenido de las principales características químicas del suelo en los dos huertos, al finalizar los ciclos hortícolas, se relaciona estrechamente con la respuesta obtenida en los rendimientos, (Figura 1 y 2). Los contenidos de P₂O₅, K₂O y la M.O aumentan significativamente hasta las dosis de 10 kg·m⁻² de compost de estiércol vacuno, sin diferencia significativa con la dosis de 15 kg·m⁻²; evidenciándose una vez más el efecto favorable que este abono causa en las propiedades del suelo, lo que justifica el incremento sostenido de los rendimientos debido a la dosis y el momento de aplicación del compost de estiércol vacuno

Tabla 4. Efecto del compost de estiércol vacuno sobre el rendimiento

Dosis (kg·m ⁻²) Compost de estiércol vacuno	Rendimiento acumulado (kg·m ⁻²)	
	Huerto CAN Provincial	Huerto Camacho
0	13.89 ^d	13.66 ^c
5	21.73 ^c	24.16 ^b
10	34.13 ^a	32.15 ^a
15	32.44 ^b	31.91 ^a
Es ±X	0.6946*	0.6613*

Media con letras desiguales difieren a p<0.05, según prueba de Duncan

recomendados en el estudio, ya que su efecto residual cubre dos cultivos, sin deterioro para el suelo; resultados similares a los obtenidos, reportan Caballero y col. (2002) y Pérez y col. (2003).

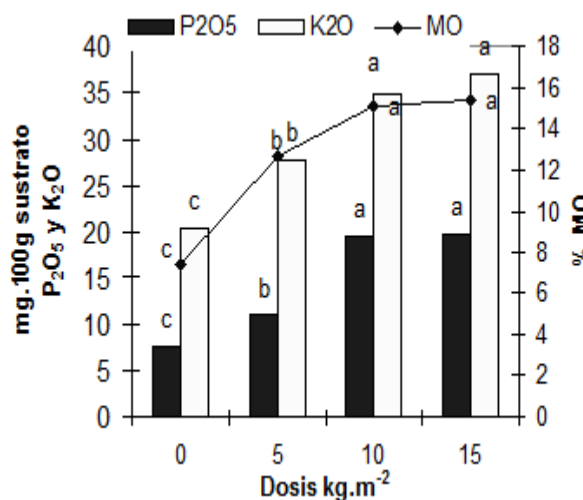


Figura 1. Influencia del compost de estiércol sobre las principales propiedades químicas del suelo en el huerto del CAN Provincial

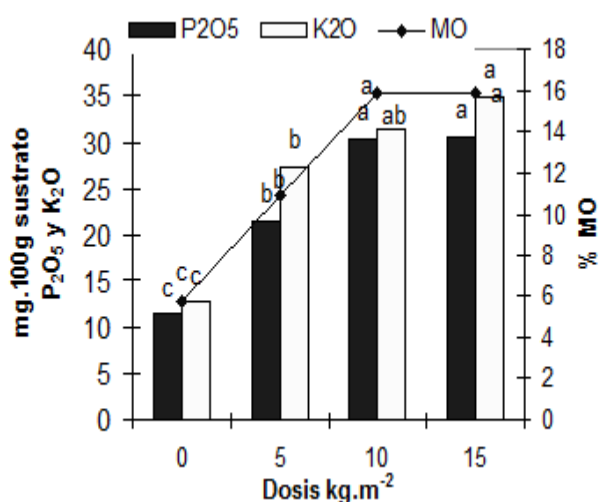


Figura 2. Influencia del compost de estiércol sobre las principales propiedades químicas del suelo en el huerto Camacho

Los niveles críticos externos en la modalidad de huertos intensivos (tabla 5) arrojaron que para el P₂O₅ y K₂O fueron 16.00 y 20.00 mg.100 g⁻¹ respectivamente, con un alto y significativo

Tabla 5. Niveles críticos de P₂O₅ y K₂O en suelo de huertos intensivos

Indicador	P ₂ O ₅		K ₂ O	
	mg.100g ⁻¹ de suelo			
	N.C	R ²	N.C	R ²
Niveles Críticos y R ²	16.00	0.81*	20.00	0.74*

Metodología de Waugh, Cate y Nelson (1974)

Tabla 6. Beneficio económico obtenido por la aplicación de la dosis óptima en Huertos Intensivos

Huertos Intensivos	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)
Huerto CAN Provincial	Control Absoluto	13.89	30.56	-	30.56	-
	Control Relativo	18.89	41.56	-	41.56	-
	Dosis óptima	34.13	75.09	9.60	65.49	34.93 A 23.93 R
Huerto Camacho	Control Absoluto	13.66	27.32	-	27.32	-
	Control Relativo	18.66	41.05	-	41.05	-
	Dosis óptima	32.15	70.73	9.60	61.13	33.81 A 20.08 R

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

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

coeficiente de determinación para los dos factores, no se ha encontrado en literatura ninguna acerca de los niveles críticos de fósforo y potasio en esta modalidad de producción.

De acuerdo a la respuesta obtenida en los rendimientos y al valor de los límites críticos determinados con toda la población de datos de los dos huertos, se recomienda lo siguiente:

Todo huerto intensivo que presente suelos Pardos Mullido lavado, y que sus valores de P₂O₅ y K₂O se encuentren por debajo de 16.00 y 20.00 mg.100g⁻¹ de suelo respectivamente, se le debe aplicar la dosis de 10 kg.m⁻² de compost de estiércol vacuno, cada dos cultivos, durante la rotación de las hortalizas, para obtener rendimientos sostenidos por encima de los 30 kg.m⁻², cuando los valores estén por encima del límite crítico no es necesario aplicar abono orgánico.

El beneficio económico obtenido (tabla 6) en la modalidad de huertos intensivos, mostró que en el huerto del CAN provincial el beneficio fue de 34.93 \$·m⁻²·ciclo⁻¹ para el caso del control absoluto y 23.93 \$·m⁻²·ciclo⁻¹ cuando se comparó con el control relativo. En el caso del Huerto Camacho ascendió a 33.81 y 20.08 \$·m⁻²·ciclo⁻¹ para el control absoluto y relativo respectivamente; lo que demuestra que el alza en los rendimientos es determinante, pues el costo del abono orgánico es muy barato, al igual que el de transportación y aplicación, justificándose el beneficio obtenido.

CONCLUSIONES

1. En huertos intensivos la aplicación de 10 kg.m⁻² de compost de estiércol vacuno, aplicado cada dos cultivos durante un ciclo rotativo de hortalizas, incrementa los rendimientos por encima de 30 kg.m⁻².ciclo⁻¹, aumentando al doble la producción de hortalizas.
2. El P₂O₅, K₂O y el % de M.O en el suelo aumentaron sus contenidos al término del ciclo de hortalizas con las dosis y momentos de aplicaciones recomendadas.
3. Los niveles críticos determinados en suelos Pardos Mullido lavado en huertos intensivos fueron: 16.00 mg.100g⁻¹ de P₂O₅ y 20.00 mg.100g⁻¹ de K₂O.
4. El incremento de los rendimientos producto de la dosis y el momento de aplicación, alcanzó beneficio económico por encima de 30.00 \$.m⁻².ciclo⁻¹.

BIBLIOGRAFÍA

1. Caballero R.: 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., 1999.
2. Caballero R. J. Gandarilla; Denia Pérez y col.: Generalización de un bioabono eficaz para fertilizar las hortalizas en huertos intensivos. *Centro Agrícola* 29(2):30-37, 2002.
3. Caballero R. J. Gandarilla; Denia. Pérez y Deisi Rodríguez.: Tecnología de fertilización orgánica para elevar los rendimientos y mantener la fertilidad de los suelos en los huertos intensivos. XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Programas y resúmenes. ISCN 1609-1876. No.4 11 al 16 de Nov: 18, 2001.
4. Caballero, R.; Denia Pérez.; Mirna Vento.: 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., 2003.
5. Carrión, M.; E. Peña y R. González.: Preparación de los sustratos. Diferentes materiales para mezclar. Compendio sobre Agricultura Urbana. Modalidad:

Organopónicos y huertos intensivos. INIFAT-UNICA. 9 p., 1998.

6. Companioni, N.; A. Rodríguez; M. Carrión y col.: La Agricultura Urbana en Cuba. Seminario. Taller regional. La Agricultura Urbana y el desarrollo rural sostenible. FIDA- CIARA- MINAG. p 9-15, 1996.

7. Companioni, N.; N. A. Rodríguez; Mirian Carrión y col.: 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, 1998.

8. Funes, F.: Experiencias cubanas en agroecología. *Revista Agricultura Orgánica* 3(2-3):10-14, 1997.

9. Guevara, A.; González, M.; Pérez, D.; Peña, E; Hartman, T. y Bardanca, T.: Aplicaciones de abonos orgánicos y fertilizantes minerales para hortalizas en casas de cultivos protegidos. XIV Congreso Científico del INCA. Programa y Resúmenes. p 27, 2004.

10. Heredia, C.; J. M. Machado; C. Recompensa y D. Álvarez.: 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, 1998.

11. Instituto de Suelos. MINAG: Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Ciudad de la Habana. Cuba. 64 p., 1999.

12. ONN. Norma Cubana 52. 1999. Calidad del Suelo Determinación de las formas móviles de fósforo

Recibido: 14/04/2011

Aceptado: 07/12/2011