

ARTICULOS GENERALES

Uso de la zeolita natural como complemento del abonado orgánico en el cultivo de hortalizas en huertos intensivos Use of the natural zeolite as the organic subscriber's complement in the cultivation of vegetables in intensive orchards

Pavel Chaveli, Ricardo Caballero, Rafael Barroso, Deisi Rodríguez.
Instituto de Suelos. Dirección Provincial Camagüey. Ciudad de Camagüey, Cuba.

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

RESUMEN. La utilización de complementos minerales en el abonado orgánico de sistemas intensivos de producción de hortalizas, es una práctica tentadora para obtener mejores rendimientos y conservar las características y propiedades del suelo. De ellos, la zeolita natural es un fuerte candidato a utilizar, debido a la propiedad de retener agua y nutrientes para luego liberarlos lentamente; es por ello que se hizo necesario determinar los rendimientos agrícolas a la aplicación de este mineral en sistema de huertos intensivos. La investigación se desarrollo en dos huertos del municipio Camagüey, donde se aplicó la zeolita y la combinación de esta con humus de lombriz. Los resultados mostraron, que la utilización combinada de 1 kg.m⁻² de zeolita natural (1-3 mm) con 0.6 kg.m⁻² de humus de lombriz, resultó ser la variante de mejores rendimientos en una secuencia de cultivos hortícolas, además los contenidos de P₂O₅, K₂O y el % de materia orgánica se favorecieron con el uso de la zeolita natural y/o el humus de lombriz al término de un ciclo de cinco hortalizas, lo que permite la explotación intensiva del suelo.

Palabras clave: Abono orgánico, hortalizas, huertos intensivos, zeolita.

ABSTRACT: The use of mineral complements in the organic amendments in intensive farming systems, is a tempting practice to obtain better crop yields and to conserve the soil properties. of them, the natural zeolite is a strong candidate to use, due to its property of retaining water and nutrients and release them slowly;. due to that became necessary to determine the influence on yields of application this mineral in intensive orchards system. the investigation was developed in two orchards of the camagüey municipality, where the zeolite and its combination with earthworm humus were applied. the combined use of 1 kg.m⁻² of natural zeolite (1-3 mm) with 0.6 kg.m⁻² of earthworm humus showed the better yields in a horticultural cultivations sequence,. also, at the end of the vegetables cycle, the p₂o₅ and k₂o contents and the organic matter % were also favoured with the use of natural zeolite, earthworm humus, and its combination, which may enhance the intensive exploitation of the soil.

Key words: Organic manure, vegetables, intensive orchards, zeolita.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha manifestado la tendencia de lograr incrementos de los rendimientos agrícolas con el empleo de altas dosis de fertilizantes minerales. Sin embargo, debido al deterioro que han sufrido los suelos a nivel mundial, muchos investigadores se han dado a la tarea de buscar alternativas orgánicas de fertilización, que reduzcan la utilización de fertilizantes minerales y mejoren o conserven las propiedades de los suelos.

En tal sentido, los aluminosilicatos hidratados (zeolitas) constituyen una interesante alternativa como complemento de la fertilización orgánica en las hortalizas. Las zeolitas naturales tienen varias propiedades únicas que las hacen más atractivas

como enmiendas a los suelos para mejorar sus propiedades físicas. El uso de este mineral en diferentes granulometrías puede incrementar la tasa de infiltración del agua, la disponibilidad del agua o su capacidad de retención de la misma, para luego cederla lentamente a medida que la planta lo requiera, constituyendo un elemento regulador de la humedad en el suelo, que en períodos de sequía constituye un factor determinante para la subsistencia del cultivo. (Bish y Ming, 2001)

Por otra parte, en períodos de fuertes lluvias donde es frecuente la acumulación de las aguas en la superficie, este mineral mejora las propiedades

físicas del suelo debido a su elevada porosidad, lo cual permite el drenaje y facilita el equilibrio hídrico. Así también, su aplicación favorece el desarrollo de un amplio sistema radicular y contribuye a que las raíces más finas se dañen en menor cuantía en el momento de realizar el transplante.

Además constituye un almacén de macro y microelementos, facilitándole a las plantas nutrientes esenciales que son imprescindibles para su crecimiento, desarrollo y productividad. Estas características y propiedades de la zeolita, determinan sus múltiples aplicaciones, por lo que su uso como complemento del abonado orgánico en huertos y organopónicos puede ser una práctica rentable para mantener una adecuada fertilidad del suelo o sustrato.

Es por ello que se hizo necesario conocer la respuesta de las hortalizas en huertos intensivos al introducir, en la práctica productiva, la utilización de la zeolita natural como mejorador de la calidad del abonado en la Granja Urbana del municipio Camagüey.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se condujeron en los huertos del Laboratorio de Suelo sobre la base de un suelo Pardo Mullido carbonatado y de la Finca Basulto, donde predomina el suelo Fersialítico (Instituto de Suelos, 1994), con fuerte actividad antrópica.

Los tratamientos estudiados fueron la aplicación de zeolita (1 a 3 mm de granulometría); humus de lombriz y la combinación de ambos con un control absoluto.

Se realizó una caracterización inicial de la zeolita natural para determinar su composición química, la cual se muestra a continuación:

OXIDOS			
CaO	MgO	Na₂O	K₂O
%	%	%	%
5,66	1,41	1,85	96,2
ELEMENTOS			
Ca²⁺	Mg²⁺	K⁺	CIC
mmol.100g ⁻¹	mmol.100g ⁻¹	mmol.100g ⁻¹	mmol.100g ⁻¹
43,95	3,9	1,2	96,2

La dosis a aplicada de los materiales fue para el humus de lombriz, 0.6 kg.m⁻² y la zeolita 1 kg.m⁻². La aplicación se realizó siempre al inicio de cada secuencia de cultivo, en la superficie del cantero, después de conformado el mismo y se incorporó con rastrillo en los primeros 5 cm de profundidad, para luego proceder a la siembra.

El diseño experimental fue un completamente aleatorizado, con tres repeticiones. Las parcelas experimentales fueron de 1 m² dejándose área de borde en las mismas de 50 cm. Para la rotación de hortalizas, se tuvo en cuenta la secuencia de cultivo empleada fue: lechuga-lechuga-rabanito-aceлга-lechuga para el huerto del laboratorio de suelos y cebollino-rabanito-cebolla en el huerto del productor Basulto. La limpia de malas hierbas, el riego y las atenciones fitosanitarias se hicieron según MINAG (1998).

Se realizó un muestreo inicial al suelo (Tabla 1) donde se determinó pH, P₂O₅, K₂O y MO según NC 51 (1999), NC 52 (1999) y NC ISO:10390 (1999) y al finalizar cada investigación se efectuó otro muestreo de suelo por parcela.

Tabla 1. Principales indicadores del suelo en los huertos en estudio

Huerto	pH (KCl)	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO
		mg.100g ⁻¹		%
Lab. de Suelo	7.07	30.44	55.96	10.87
Productor Basulto	6.58	51.34	20.07	10.77

Para determinar el rendimiento en cada cosecha, se tomo el peso de la hortaliza por parcela en kg.m⁻² La evaluación estadística de todos los resultados se realizó mediante el paquete estadístico SPSS, versión 10.0 por análisis de varianza de clasificación simple y donde hubo significación se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para un nivel de significación del 5 %.

Para el análisis económico se consideró el precio de venta actual de los productores hortícolas (3.05 \$.kg⁻¹), según el listado de precios oficial para estos tipos de sistemas de producción. Para el caso del costo de los materiales utilizados se calculó el precio del humus de lombriz de acuerdo al precio vigente (59.35 \$.t⁻¹) y para la zeolita, en dependencia de la granulometría a utilizar, según los precios establecidos por la empresa Geominera Camagüey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede apreciar el mejor rendimiento se obtuvo cuando se aplicó la zeolita (1 a 3 mm) con el humus de lombriz de forma conjunta, superior incluso a la aplicación de forma individual

de cada uno de estos elementos, se cosecharon alrededor de 25 kg.m⁻² de hortalizas, en una secuencia de cinco cultivos de hojas principalmente. (Figura 1)

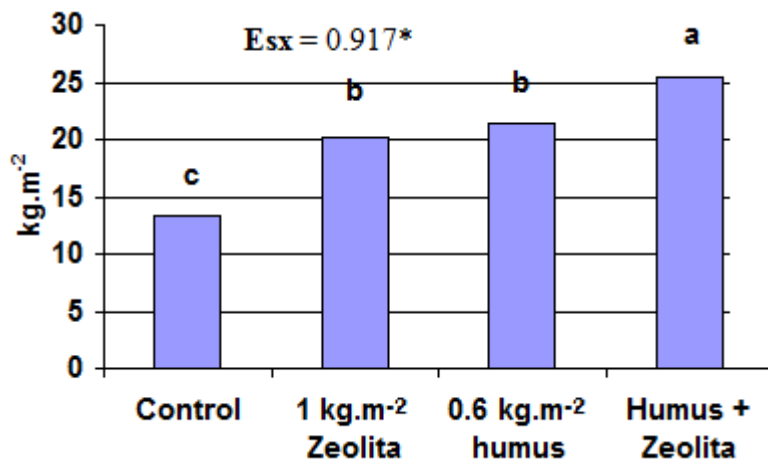


Figura 1. Rendimiento con la aplicación de zeolita, humus de lombriz y su combinación en el huerto del laboratorio de suelo

El pH del suelo no se afectó con los tratamientos empleados, a pesar del alto contenido de calcio intercambiable que posee la zeolita, pero sí aumentó ligeramente en todos los con respecto a el valor inicial antes de comenzado el estudio (Tabla 1). El contenido de P₂O₅ no mostró variación con la aplicación de los materiales estudiados; sin embargo el K₂O mostró sus mejores valores cuando se aplicó la zeolita natural. En cuanto al contenido de materia orgánica los valores mantuvieron una respuesta lógica, siendo mayores donde se aplicó el humus de lombriz.

Este hecho puede estar dado por la propiedad que presenta la zeolita de absorber los nutrientes que le puede proporcionar el abono orgánico para luego cederlo más lentamente a la planta según lo requiera, evitando posibles pérdidas por lixiviación o inmovilización por microorganismos y estructuras más complejas del suelo.

Es por ello que se puede decir que la utilización de estos materiales no perjudicaron las propiedades del suelo, logrando mantener la fertilidad del mismo para garantizar buenos rendimientos agrícolas en las secuencias de cultivo empleadas.

El efecto de la aplicación de la zeolita y/o el humus de lombriz sobre los principales componentes del suelo en el huerto del laboratorio de suelo (Tabla 2) mostró que todos los indicadores medidos mostraron valores superiores a los presentes al inicio del estudio y no tuvieron mucha variación con respecto al control.

Los rendimientos en el huerto del productor Basulto (figura 2), fueron similares a los del huerto del Laboratorio de Suelo, donde los mejores valores se obtuvieron en el tratamiento combinado de zeolita y el humus de lombriz. La sola aplicación de humus de lombriz resultó superior a la aplicación de zeolita y ambos mostraron mejores rendimientos respecto al control sin aplicación de estos fertilizantes.

Tabla 2. Efecto de la aplicación de zeolita y/o humus de lombriz sobre los principales indicadores del suelo en el huerto del Laboratorio de Suelo

Tratamientos	pH (KCl)	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO
		mg. 100g ⁻¹		%
Control	7.23	34.50	84.93 b	16.12 c
1 kg.m ⁻² zeolita	7.22	34.52	88.23 a	17.68 b
0.6 kg.m ⁻² humus de lombriz	7.18	32.09	78.33 c	18.93 a
Humus de lombriz más zeolita	7.18	32.59	76.18 c	18.71 a
Esx	0.017	0.128*	1.035*	0.120*

Medias con letras iguales no difieren a p<0,05 según la prueba de Rango Múltiple de Duncan

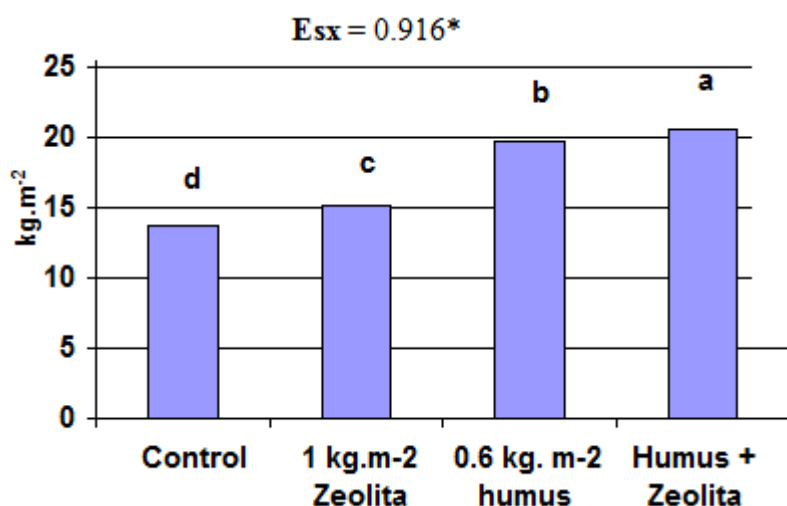


Figura 2. Rendimiento a la aplicación de zeolita, humus de lombriz y su combinación en el huerto de Basulto

En cuanto a los contenidos de calcio y magnesio se observa como en el primero, hay un aumento cuando se aplicó solamente zeolita debido a los contenidos que presenta la misma de ese elemento, mientras que el magnesio no mostró diferencias en cuanto a los tratamientos estudiados.

Otros autores han reportado beneficios en los parámetros químicos del suelo con la aplicación de diferentes residuos orgánicos al término de una secuencia de hortalizas en suelos

Este incremento de los rendimientos para el cultivo de las hortalizas, utilizando humus de lombriz como abono orgánico ha sido reportado por varios autores (Alonso y col., 1997; Caballero, 1999 y Caballero y col., 2001).

En cuanto al efecto de la aplicación de los mismos sobre los principales indicadores del suelo, se puede apreciar (Tabla 3) que la utilización de la zeolita y/o el humus de lombriz mejoraron, de forma general, los contenidos de los nutrientes luego de finalizado el estudio. Significativo resultó el aumento de fósforo y potasio asimilable en los tratamientos donde al menos se aplicó uno de los materiales, con respecto al control.

Por otra parte, no se aprecia variación significativa en cuanto a los valores de pH en el suelo ni el contenido de materia orgánica en ninguno de los tratamientos estudiados, aunque en este último existió una ligera tendencia al aumento cuando se empleó el humus de lombriz.

dedicados al cultivo intensivo de hortalizas. (Heredia y col., 1996; Caballero y col., 2005; Chaveli y col., 2007; Vento y col., 2007)

La aplicación de cualquiera de los materiales estudiados, brinda beneficios económicos con respecto al control (tabla 4). Se destaca la combinación de humus de lombriz con zeolita en donde el beneficio ascendió a más de 25 \$.m⁻². Esto se justifica por el incremento en un 70 % de los rendimientos obtenidos en este último tratamiento con respecto a la no aplicación y los bajos costos de los insumos, empleados para la producción de las hortalizas en este tipo de sistemas de cultivo intensivo.

Estos beneficios económicos resultan similares a los obtenidos por Caballero y col. (2002) en la aplicación de abonos orgánicos en varios huertos del municipio Camagüey.

Tabla 3. Efecto de la aplicación de zeolita y/o humus de lombriz sobre los principales indicadores del suelo en el huerto de Basulto (Suelo Fersialítico)

Tratamientos	pH (KCl)	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	Ca	Mg
		mg.100g ⁻¹		%		
Control	7.18	50.59 b	21.28 b	12.35	15.65 b	17.21
1 kg.m ⁻² zeolita	7.13	58.05 ab	27.25 a	12.40	18.56 a	16.74
0.6 kg.m ⁻² humus de lombriz	7.17	67.99 a	32.22 a	13.15	16.25 b	16.72
Humus de lombriz más zeolita	7.18	71.54 a	29.02 a	13.27	16.45 b	16.60
Esx	0.031	4.169*	1.594*	0.308	0.614*	0.346ns

Medias con letras iguales no difieren a p<0,05 según la prueba de Rango Múltiple de Duncan

Tabla 4. Beneficio económico obtenido de la aplicación de zeolita y/o humus de lombriz en huertos intensivos

Variantes	Rendimiento kg.m ⁻²	Incremento rend. (%)	Valor Prod.* \$.m ⁻²	Beneficio \$.m ⁻²
Control	13.51	-	41.20	-
1 kg.m ⁻² zeolita	17.64	30	53.76	12.56
0.6 kg.m ⁻² humus de lombriz	20.54	52	62.61	21.41
Humus de lombriz más zeolita	22.98	70	70.01	28.81

* Valor Producido (\$.m⁻²) incluye los costos de aplicación y transportación de los materiales utilizados.

CONCLUSIONES

1. La utilización combinada de 1 kg.m⁻² de zeolita natural (1-3 mm) con 0.6 kg.m⁻² de humus de lombriz en huertos intensivos resultó ser la variante de mejores rendimientos en una secuencia de cultivos hortícolas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alonso, R.M.; Companioni, N. y Peña, E. 1997. La materia orgánica y la producción de abonos orgánicos. Curso de Agricultura Urbana. INIFAT-AECI. 18-30.

2. Bish, D.L. y Ming, D.W. 2001. Natural zeolitas: ocurrence, properties, applications. Mineralogy and Geochemistry. Mineralogical Society of America, Geochemical Society. Vol. 45.

3. Caballero, R. 1999. Efecto de los abonos orgánicos en la explotación de Huertos Intensivos. Tesis presentada en opción al grado de Máster en Fertilidad del Suelo.

4. Caballero, R.; Pérez, D.; Vento, M.; Font, L.; Chaveli, P.; Rodríguez, D. y Valenciano, M. 2002. Generalización de un bioabono eficaz para fertilizar las hortalizas en huertos intensivos. Centro Agrícola. **2**:30-37.

5. Caballero, R.; Chaveli, P.; Pérez, D.; Corrales, I.; López, P.; Rodríguez, D.; Iglesias, R.; Fase, L. y Villa, B. 2005. El residual de biogás: una opción en la fertilización hortícola en huertos y organopónicos. *Centro Agrícola*. **1**:83-88.

6. Chaveli, P.; Caballero, R.; Pérez, D.; Rodríguez, D.; Vento, M. y Corrales, I. 2007. Empleo del residual de biogás en la fertilización de hortalizas en huertos y organopónicos. *Agrotecnia de Cuba*. **31** (1).

7. Heredia, C.; Machado, J.M. y Recompensa, C. 1996. Alternativa de fertilización. Agricultura sostenible en condiciones de organopónicos y huertos intensivos. VII Jornada Científica. INIFAT-MINAG. 44p.

8. Instituto de Suelos. 1994. Cuarta versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. MINAGRI. La Habana: 36 p.

9. MINAG. 1998. Instructivo técnico para huertos intensivos y organopónicos. La Habana. Cuba. 78p.

NC 51. 1999. Calidad del suelo. Análisis químico. Determinación del porcentaje de materia orgánica. 9p.

NC 52. 1999. Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles de P y K. 12p.

10. NC ISO:10 390. 1999. Calidad del suelo. Determinación de pH. 9p.

11. Vento M.; Caballero, R.; Companioni, N.; Curbelo, R.; Rodríguez, B. y Rodríguez, D. 2007. Fertilización orgánica en huertos intensivos de la ciudad de Camagüey. *Agrotecnia de Cuba*. **31**:1.

Recibido: 21/07/2010

Aceptado: 07/12/2011