

EMPLEO DE LA ZEOLITA NATURAL COMO COMPLEMENTO DEL ABONADO ORGÁNICO EN EL CULTIVO DE HORTALIZAS EN SUSTRATOS DE ORGANOPÓNICOS.

AUTORES: Pável Chaveli Chávez ¹
Rafael Barroso Grasa ²
Luisa Mendoza Rodríguez ³

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: suelos@cmg.eicma.cu

Fecha de recibido: 13 de enero 2013

Fecha de aceptado: 24 de febrero 2013

RESUMEN

Se estudia el comportamiento de los rendimientos agrícolas a la aplicación de zeolita en organopónicos. La investigación se desarrolló en varias unidades del municipio Camagüey, donde se aplicaron diferentes granulometrías de zeolita. Los resultados mostraron que la utilización de la zeolita natural, como complemento del abonado orgánico, resulta una adecuada variante para la obtención de buenos rendimientos en sistemas de organopónicos.

PALABRAS CLAVE/ Guano de murciélago, abono orgánico.

USE OF NATURAL ZEOLITE SUPPLEMENTS AS ORGANIC SUPPLY FOR VEGETABLE GROWING IN ORGANOPONIC SUBSTRATES

ABSTRACT

The performance of agricultural yields to the application of zeolite in organopónicos is studied. The research was conducted in several units of the municipality of Camagüey, where different particle sizes of zeolite were applied. The results showed that the use of natural zeolite as a complement to organic manure, is a suitable alternative for obtaining good yields organopónicos systems.

KEYWORDS / guano from bats, organic fertilizer

INTRODUCCIÓN

¹ Lic. en Microbiología, Investigador Agregado, Instituto de Suelos, UCTB Camagüey.

² Ing. Agrónomo, Investigador Auxiliar, M. Sc. en Fertilidad del Suelo, Instituto de Suelos, UCTB Camagüey

³ Ing. Química, Investigadora Auxiliar, M. Sc. en Fertilidad del Suelo, Instituto de Suelos, UCTB Camagüey

En Cuba la Agricultura Urbana alcanza su mayor desarrollo y consolidación según Guzmán (1995), debido a que la situación económica que atraviesa el país obligó a buscar alternativas de producción de alimentos, fundamentalmente vegetales, en cualquier época del año sin necesidad de su transportación a largas distancias, por lo que surgieron y se multiplicaron los huertos, los organopónicos populares y las áreas de autoconsumo familiar entre otras modalidades productivas dentro de la ciudad (Carrión y col., 1995 y Companioni y col., 1996).

Dentro de la Agricultura Urbana los organopónicos constituyen una de las formas importantes de producción (Companioni y col., 1998), los mismos se desarrollan en áreas que estaban inutilizables, conformándose los canteros con soportes o paredes laterales y aplicando la materia orgánica directamente al mismo durante el proceso de preparación para la siembra.

Se plantea la confección del sustrato mediante la mezcla de no menos del 50% en volumen del suelo y materia orgánica para asegurar condiciones físicas favorables y nutrientes necesarios para obtener rendimientos altos MINAG (1995), sin embargo Pérez y col. (1995) y Carrión y col. (1995) han observado en los sustratos una rápida compactación y un deterioro apreciable de la capacidad nutritiva y de la materia orgánica del sustrato, afirmando que se hace imprescindible buscar medios para aumentar la durabilidad del sustrato. En ese empeño Companioni y col. (1998) afirman que se puede hacer uso de algunas enmiendas, que a su juicio deben convertirse en práctica cotidiana para contribuir a mantener la calidad inicial de las mezclas y sugieren, realizar aplicaciones sistemáticas de materia orgánica y biofertilizantes como una buena opción para el mantenimiento de los rendimientos y las condiciones de fertilidad del sustrato.

En el contexto de la sostenibilidad de los sistemas inherentes a la agricultura urbana de Cuba hay variadas opiniones, pero en general prevalece el criterio de que para alcanzarlas se necesita el empleo de medios naturales, pues el uso de productos químicos tiene por su localización, implicaciones mayores como afirman Cruz (1995) y Pérez (1995).

En tal sentido los aluminosilicatos hidratados (zeolitas) constituyen una interesante alternativa como complemento de la fertilización orgánica en las hortalizas. Este mineral absorbe gran cantidad de agua de lluvia o riego almacenándola en su sistema de canales, para luego cederla lentamente a medida que la planta lo requiera, constituyendo un elemento regulador de la humedad en el sustrato y un factor determinante para la subsistencia del cultivo debido a la acumulación de agua por la zeolita bajo la superficie del suelo.

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

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se realizaron en cuatro organopónicos de la ciudad de Camagüey “Saratoga”, “Nitrógeno”, “Amalia” y “Albaisa”, con un sustrato constituido en base a una mezcla de suelo Pardo Mullido Carbonatado y compost de estiércol vacuno.

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

OXIDOS				ELEMENTOS			CIC
CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	
%	%	%	%	nmol.100g ⁻¹	mmol.100g ⁻¹	mmol.100g ⁻¹	mmol.100g ⁻¹
5,66	1,41	1,85	96,2	43,95	3,9	1,2	96,2

La zeolita natural se aplicó a razón de 1 kg.m⁻² 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. Se utilizaron tres granulometrías del mineral: de 0 a 1 mm, de 1 a 3 mm y de 0 a 4 mm.

Las secuencias de cultivo utilizadas en este estudio fueron las siguientes:

Saratoga: Acelga-lechuga-acelga.

Nitrógeno: Acelga-lechuga-acelga-lechuga.

Amalia: Acumulado de cuatro cosechas de cebollín.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con diez réplicas. Las parcelas experimentales fueron de 1 m² dejándose área de borde en las mismas de un metro.

Luego se generalizó la aplicación de la zeolita de 1 a 3 mm en varios canteros de los organopónicos.

Para la rotación de hortalizas los productores, en todos casos, tuvieron en cuenta la demanda de los consumidores y por ello la misma no siguió un patrón único en los experimentos realizados. La limpia de malas hierbas, el riego y las atenciones fitosanitarias se hicieron de acuerdo a lo establecido en el instructivo técnico de organopónicos y huertos intensivos (MINAG, 1998).

Al finalizar cada investigación se efectuó un muestreo de sustrato por parcela, donde se determinó pH, P₂O₅, K₂O y MO según MINAG (1992).

Para determinar el rendimiento en cada cosecha, se tomó 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

Los resultados del efecto de la aplicación de zeolita con diferente granulometría en los sustratos de organopónicos sobre el rendimiento de las hortalizas, se muestran en el Cuadro 1. Como se puede apreciar de forma general, cuando se aplicó el mineral, los rendimientos fueron superiores al testigo sin aplicación; sin embargo el comportamiento en cada uno de los organopónicos fue diferente. En el caso de “Saratoga” los mayores rendimientos se obtuvieron cuando se utilizó la zeolita más fina (0 a 1 mm) y en “Nitrógeno” y “Amalia” las cosechas más abundantes correspondieron al tratamiento con zeolita de 0 a 4 mm. Así también, la zeolita con granulometría de 1 a 3 mm mostró buenos resultados aún cuando en ninguno de los casos fue la de mejores resultados.

Tabla 1: Efecto de la aplicación de zeolita natural con diferente granulometría sobre el rendimiento de las hortalizas en organopónicos.

	Rendimientos (kg.m ⁻²)		
	Saratoga	Nitrógeno	Amalia
1- Testigo	8.25 d	23.01 c	11.80 c
2- Zeolita (0-1 mm)	15.31 a	22.45 c	14.81 b
3- Zeolita (1-3 mm)	12.56 b	25.18 b	11.99 c
4- Zeolita (0-4 mm)	10.89 c	28.17 a	15.98 a
Esx	0.536*	0.635*	0.384*

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

Esta variabilidad en los resultados obtenidos, puede deberse a la composición del sustrato en cada organopónico, cuya fuente de estiércol vacuno para conformar el compost pudo ser diferente, además las secuencias de cultivo utilizadas en los tres sistemas, no fueron las mismas.

La aplicación de la zeolita natural, no afectó significativamente el pH del sustrato en los organopónicos de Saratoga y Nitrógeno, como se puede apreciar en el Cuadro 2; sin embargo si se observan variaciones en los demás indicadores estudiados.

Nótese que la utilización de este mineral, siempre benefició los contenidos de fósforo y potasio asimilable en el sustrato de los organopónicos. No obstante, las mejores respuestas se obtuvieron al aplicar la zeolita de menor granulometría (0 a 1 mm) y la zeolita de 1 a 3 mm. Esta respuesta positiva en los contenidos de P₂O₅ y K₂O, puede deberse a la propiedad de este mineral de retener los nutrientes contenidos en el sustrato y funcionar como un almacén de elementos minerales, esenciales para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas. De igual forma, el contenido de materia orgánica del sustrato resultó

mayor, de manera general, cuando se aplicó la zeolita, en comparación con la no aplicación, para lo cual no se ha encontrado explicación en la literatura, ya que un mineral no debe aportar materia orgánica.

Tabla 2: Efecto de la aplicación de zeolita natural con diferente granulometría, sobre las principales características del sustrato en los organopónicos donde se realizó el estudio.

T	Saratoga				Nitrógeno				Amalia			
	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO
	(H ₂ O)	mg.100g ⁻¹		%	(H ₂ O)	mg.100g ⁻¹		%	(H ₂ O)	mg.100g ⁻¹		%
1	7.3	5.78c	4.29c	15.7c	7.37	3.36c	9.41c	21.07 c	-	2.28b	4.92d	18.49 b
2	7.6	18.18 a	8.46a	19.35 a	7.6	4.07a	18.76 a	23.83 b	-	3.68a	6.58c	18.82 b
3	7.87	18.41 a	8.49a	18.82a b	7.6	3.74b	16.99 a	24.55 b	-	3.69a	9.43b	19.50 a
4	7.6	9.17b	7.05b	17.54 b	7.5	4.08a	12.28 b	27.32 a	-	3.67a	10.61a	18.17 b
Es x	0.128n s	0.821 *	0.158 *	0.462 *	0.088n s	0.039 *	0.710 *	0.518 *	-	0.068 *	0.194 *	0.116 *

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

1- Testigo; 2- Zeolita (0-1 mm); 3- Zeolita (1-3 mm); 4- Zeolita (0-4 mm).

La aplicación de la zeolita incrementó los beneficios económicos con respecto a la no aplicación (Cuadro 3). Los mejores resultados se obtuvieron cuando se aplicó zeolita con granulometría de 0 a 4 mm, con incremento de los rendimientos por encima del 25 %, justificado por el incremento en los rendimientos en este tratamiento y lo barato que resulta la aplicación de los materiales estudiados.

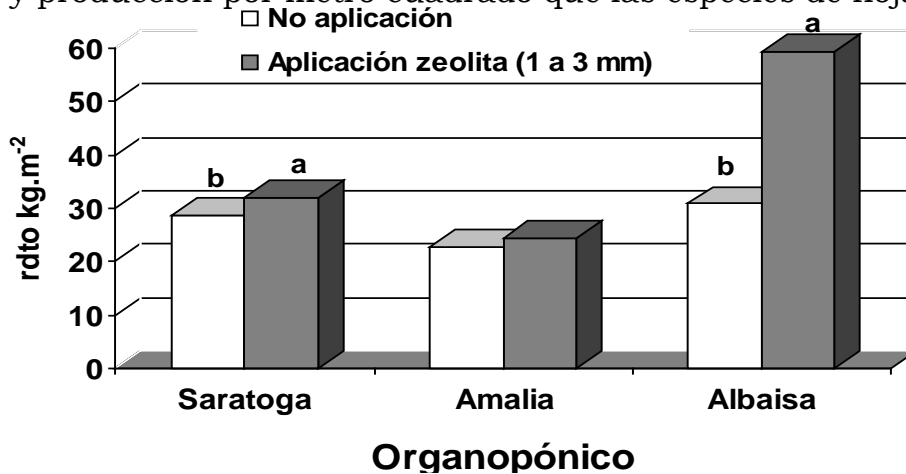
Tabla 3 : Beneficio económico obtenido de la aplicación de zeolita a razón de 1 kg.m⁻² de diferentes granulometrías en organopónicos.

Variantes	Rendimiento kg.m ⁻²	Incremento del rend. (%)	Valor Prod.* \$.m ⁻²	Beneficio \$.m ⁻²
No aplicación	14.35	-	43.77	-
Aplicación de zeolita (0-1 mm)	17.52	22	53.39	9.62
Aplicación de zeolita (1-3 mm)	16.58	15	50.53	6.76
Aplicación de zeolita (0-4 mm)	18.35	28	55.93	12.16

* Valor Producido (\$.m⁻²) incluye los costos de aplicación y transportación del material utilizado.

No obstante a no ser la de mejor comportamiento en el estudio de granulometría, se realizó la generalización de la zeolita de granulometría 1 a 3 mm y se aplicó en cuatro organopónicos a razón de 1 kg.m⁻². La decisión de utilizar la misma, partió del hecho de un déficit total del material de las demás variantes, producto al cese de la producción en la planta suministradora de la zeolita con diámetros 0 a 1 y 0 a 4 mm y por presentar buenos resultados tanto en los rendimientos de las hortalizas, como en los contenidos de nutrientes del sustrato.

Los resultados de este estudio se muestran en la figura 1, donde se puede apreciar que en todos los casos donde se aplicó la zeolita natural de 1 a 3 mm se obtuvieron mejores rendimientos que cuando no se aplicó, con la excepción del organopónico de “Amalia” en que no difirieron. Es válido aclarar que los valores del rendimiento en el organopónico de Albaisa resultaron superiores a los demás, aún con un cultivo de menos en su secuencia, debido a que en el mismo se cultivaron hortalizas, como el pepino y la habichuela, de mayor peso unitario y producción por metro cuadrado que las especies de hojas.



	Saratoga	Amalia	Albaisa
Secuencia de cultivo	acelga	remolacha	habichuela
	acelga	lechuga	pepino
	lechuga	rábano	pepino
	acelga	acelga	
Esx	0.330*	0.625 ns	5.591*

Figura 1: Comportamiento del rendimiento por la aplicación de zeolita natural (1 a 3 mm) en varios organopónicos.

Resultados similares obtuvieron Pérez y col. (2003) con la utilización de varias alternativas orgánicas para aumentar los rendimientos en organopónicos, dentro de las que se encontraba la utilización de la zeolita natural.

El cuadro 4 muestra el efecto de la aplicación de la zeolita 1 a 3 mm, sobre algunas características del sustrato en los organopónicos de Saratoga, Albaisa y Amalia. Como se puede apreciar, la aplicación del mineral no afectó estos

principales indicadores, sino que al contrario, mejoró en varios casos, los contenidos de nutrientes, de materia orgánica e incluso incrementó el pH en el organopónico de Albaisa.

Este resultado es similar a lo obtenido en el estudio de granulometría, donde la aplicación de la zeolita mostró ser beneficiosa para el sustrato (Cuadro 2).

Tabla 4: Efecto de la aplicación de zeolita natural 1 a 3 mm, sobre las principales características del sustrato en los organopónicos Saratoga, Albaisa y Amalia.

T	Saratoga				Albaisa				Amalia			
	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO
	(H ₂ O)	mg.100g ⁻¹	%	(H ₂ O)	mg.100g ⁻¹	%	(H ₂ O)	mg.100g ⁻¹	%	(H ₂ O)	mg.100g ⁻¹	%
1	7.7 7	3.43	6.55	17.6 8b	7.4b	4.19b	4.7 5	19.5 5	7.8	5.0b	22.1 8b	18.8 b
2	7.7 7	1.13	6.39	21.4 0a	7.67 a	5.66a	5.0 2	19.3 0	7.8	6.71 a	32.6 6a	21.1 a
Es x	0.78 ns	0.144 ns	0.414 ns	0.75 1*	0.04 7*	0.308 *	0.51 6ns	0.487 ns	0.11 ns	0.38 6*	2.39 6*	0.43 4*

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

1- Testigo (no aplicación); 2- Aplicación de zeolita (1-3 mm) 1 kg.m⁻²

En cuanto al beneficio económico obtenido con la aplicación de zeolita (1 a 3 mm) (Cuadro 5), se puede apreciar como, al aplicarse el mineral, se obtuvieron ganancias de más de 30 \$.m⁻² con respecto a la no aplicación. Este hecho se justifica debido al incremento del 40 % de los rendimientos de las hortalizas y al precio de obtención y aplicación de la zeolita.

Tabla 5: Beneficio económico obtenido de la aplicación de zeolita 1 a 3 mm a razón de 1 kg.m⁻² de en organopónicos.

Variantes	Rendimiento kg.m ⁻²	Incremento de rend. (%)	Valor Prod.* \$.m ⁻²	Beneficio \$.m ⁻²
No aplicación	26.14	-	79.73	-
Aplicación de zeolita (1 a 3 mm)	36.58	40	111.53	31.80

* Valor Producido (\$.m⁻²) incluye los costos de aplicación y transportación del material utilizado.

CONCLUSIONES

La utilización de la zeolita natural de cualquier granulometría hasta 4 mm, como complemento del abonado orgánico, resulta una adecuada variante para la obtención de mejores rendimientos en sistemas de organopónicos.

Con la utilización de 1 kg.m⁻² de zeolita natural (1 a 3 mm), se obtienen mayores rendimientos al término del ciclo de hortalizas comparado con la no aplicación del mineral.

BIBLIOGRAFÍA

- Carrión, M.; Companioni, N.; Gonzáles, R. y Peña, E. (1995). Evaluación de la calidad de los sustratos. En: *Memorias Primer Encuentro Internacional sobre Agricultura Urbana y su Impacto en la Alimentación de la Comunidad*. INIFAT. La Habana, Cuba, 24-29.
- Companioni, N.; Rodríguez, A.; Carrión, M.; Alonso, R.M.; Ojeda, Y.; Peña, E. y Pozo, J.L. (1996). El huerto intensivo en la agricultura urbana de Cuba. En: *Seminario-Taller Regional La Agricultura Urbana y el Desarrollo Rural Sostenible*. FIDA – CIARA, p. 39- 48.
- Companioni, N.; Rodríguez, A.; Carrión, M.; Alonso, R.M.; Ojeda, Y.; Peña, E. y Pozo, J.L. (1998). La agricultura urbana. Su desarrollo y principales componentes. *Compendio sobre agricultura urbana. Modalidad: Organopónicos y Huertos Intensivos*. INIFAT-INCA. Ciego de Ávila, Cuba. p. 2-8.
- Cruz, M.C. (1995). Medio ambiente humano agricultura. En: *Memorias del Primer Encuentro sobre Agricultura Urbana y su Impacto en Alimentación de la Comunidad*. INIFAF. La Habana Cuba, p.12-17.
- 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.
- MINAG. (1992). Metodología de análisis de muestras de sustratos orgánicos.
- MINAG. (1995). Instructivo Técnico de Organopónicos. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba, p.53.
- MINAG. (1998). Instructivo técnico para huertos intensivos y organopónicos. La Habana. Cuba. 78p.
- Pérez, A. (1995). La permacultura como Forma de Agricultura Urbana. Experiencias en Cuba. En: *memorias del Primer Encuentro Internacional sobre la Agricultura Urbana y su Impacto en la Alimentación de la Comunidad* INIFAT. La Habana, Cuba, 19-23.
- Pérez, D.; Gandarilla, J.E. y Curbelo, R. (1995). El deterioro del sustrato en canteros de organopónicos por cosechas sucesivas. En: *Resúmenes I Taller Nac. Sobre Desertificación*. Guantánamo, Febrero, p.59.

Pérez, D.; Gandarilla, J.E.; Curbelo, R.; Caballero, R. y Rodríguez, D. (2003). Alternativas orgánicas para mantener rendimientos estables en organopónicos. *Centro Agrícola*. 2:76-79.