

## **EFFECTO DE LAS ZEOLITAS NATURALES Y ACTIVADAS EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE**

Miguel Soca y Eduardo Lorente.

### **RESUMEN**

Con el objetivo de estudiar el efecto de la zeolita en la producción de tomate, bajo diferentes condiciones de manejo, se realizó la caracterización del mineral por difracción de rayos x, composición química, mineralógica y física. Se condujeron ensayos mediante diseños de bloque al azar con variantes de mezclas de zeolitas con compost , aplicación localizada de zeolita en áreas periurbanas, uso de la zeolita en organopónicos y zeopónicos y se compararon el mineral vs sustratos tradicionales con y sin fertirrigación .Los resultados obtenidos indicaron el efecto positivo del mineral en todas las variantes estudiadas, los rendimientos del tomate vs zeolita, siguen una ecuación de regresión de tipo parabólica con valores de correlación altamente significativos finalmente se encontró la efectiva económica del mineral en el cultivo del tomate la cual alcanzó un ahorro de 150 ps/ha

**Palabras clave:** zeolita, tomate, organopónico y zeopónico

**Effect of natural zeolite and activate in the production of tomato.**

### **ABSTRACT**

With the objective of studying the effect of the zeolite in the tomato production, under different handling conditions, it was carried out the characterization of the mineral for diffraction of rays x, chemical, mineralogical composition and physics. They behaved tests at randomize blocks designs with variants of zeolites mixtures with compost, located application of zeolite in areas periurbanas, use of the zeolite in organoponies and zeoponies and the mineral vs traditional substrates was compared with and without

---

Instituto de Suelos, MINAG-CUBA  
[programas@minag.cu](mailto:programas@minag.cu)

irrigation system the been obtained they indicated the positive effect of the mineral in all the studied variants, the yields of the tomato vs zeolite, follow an equation of regression of type parabolic you value correlation significant highly, finally it was the effective one economic of the mineral in the cultivation of the tomato which reached a saving of 150 ps/ha

**Key words:** zeolite, tomato, organoponies and zeoponies

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) ocupa unos de los lugares más destacados en la producción hortícolas de Cuba y representa el 45 % de la superficie que se planta ocupando el primer lugar entre las hortalizas que se cultivan en la Isla (Piñón y Gómez, 2003). Sin embargo, los rendimientos que se obtienen no son los mejores, por muchos factores, entre los que se destaca la inadecuada nutrición ya que son necesarias gran cantidad de nutrientes para un buen desarrollo de las hortalizas (Chailloux *et al*, 2010). El uso de las zeolitas hacen de la misma un potenciar mejorador del suelo y los fertilizantes que se dedica al cultivo del tomate, debido a su gran afinidad por el ión amonio (Nomwik, 1997) y a la reducción de las

pérdidas del nitrógeno por volatilización y lixiviación John *et al.*( 1998).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de la utilización de la zeolita natural y modificada en el cultivo del tomate.

## MATERIALES Y METODOS

Como paso previo y obligatorio del estudio, se realizó con la colaboración del Centro de Investigaciones y Proyectos para la Industria Minero-Metalúrgica (CIPIMM), la identificación del mineral, empleando la Difracción de Rayos x, los análisis químicos (Tabla 1), mineralógicos (Tabla 2) y características físicas (Tabla 3).

Como se observa, el mineral tiene un alto grado de zeolitización (90-95%), lo que determina su grado de pureza.

**Tabla 1.** Cuantificación de la muestra de zeolita (%).

Mena	Clinoptilolita + Heulantita	Mordenita	Otros
Tasajera	85	5-10	5-10

**Tabla 2.** Análisis químico y composición catiónica.

Mena	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	N <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	F <sub>2</sub> O	PP	CIC	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
	%								cmol kg <sup>-1</sup>				
Tasajera	66.0	10.1	0.4	2.9	2.9	0.8	1.8	15	138	92	4	9	34

**Tabla 3.** Características Físicas.

Mena	Da g/cm <sup>3</sup>	P.e g/cm <sup>3</sup>	Estabilidad Térmica oC	Punto de fusión oC
Tasajera	1.0	2.13	650	1300

Los estudios se realizaron en diseños de bloque al azar con cuatro réplicas y los siguientes tratamientos.

- Sustratos ( Perlita, lana de roca y zeolita)
- Fertirrigación (Con nitratos, sulfatos y zeolitas activadas)
- Aplicación localizada ( 0,1, 2 t/ha)

- Mezcla de urea ( Urea, urea +15 % de zeolita)
- Mezcla de compost ( 0,5,10,15 % de zeolita)

Se utilizaron las variedades de tomate Rambo y Tegula en invernadero de 48 x 10 m<sup>2</sup> con polietileno de alta duración y Invernadero de 1000 m<sup>2</sup> de superficie cubierta

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La zeolita es un mineral aluminosilicatado de origen sedimentario o volcánico, que posee una alta capacidad de intercambio catiónico, favoreciendo la retención de iones  $\text{NH}_4$  y otros cationes proveniente

de los fertilizantes minerales (He *at al.*, 2002)

La llamada activación de carga de la zeolita se realizó (Tabla 4) utilizando diferentes niveles de fosfato diamónico y de los micronutrientes.

**Tabla 4.** Activación de cargas de macro y micronutrientes.

Reactivos	Cantidad de reactivos por carga $\text{Kg t}^{-1}$
$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$	8.6
$\text{KNO}_3$	17.2
$\text{NH}_4 \text{NO}_3$	11.8
Ácido Bórico	16 $\text{gt}^{-1}$
Sulfato de Mn	10 $\text{gt}^{-1}$
Sulfato de Zn	15 $\text{gt}^{-1}$
Sulfato de Cu	8 $\text{gt}^{-1}$
Molibdato de Mn	1 $\text{gt}^{-1}$

La posibilidad de mantener constante y óptimo un nivel de humedad alrededor de las raíces es la clave del éxito de la zeolita y una significativa ventaja sobre la lana de roca y perlita, que además requieren ser fertirrigadas sistemáticamente. La lana de roca absorbe el 85% de su volumen en agua y

por esta gran capacidad de retención deja poco aire para las raíces. La perlita absorbe menos de la mitad que la lana de roca sin embargo mucho menor la zeolita que tiene una menor proporción de aire-agua. Respecto a la calidad de los frutos Tabla 5.

**Tabla 5.** Influencia de los sustratos sobre el rendimiento y calidad del tomate.

Indicador/sustrato		Perlita	Lana de roca en bolsa	Lana de Roca en bandeja	Zeolita en bandeja	Es $\bar{X} \pm$
Rendimientos (Kg /plantas)		10.68b	11.68ab	12.24a	13.11	0.470
Calidad %	I	57.11	58.08	57.18	55.05	
	II	28.08	27.34	32.67	34.99	
	III	14.81	14.53	10.23	9.96	
Calibre (87-77) (mm)	I	39.80	33.25	35.90	41.79	
77-67	II	37.45	34.24	39.54	34.19	
67-32	III	22.75	32.55	24.56	34.02	

a, b,c con distintas a letras en una misma columna son diferentes según la prueba de Rango múltiple de Duncan ( $p < 0.05$ ).

### Calidades

- I. Tomate de calidad suprema, sin defecto ninguno.
- II. Tomate de buena calidad, con pequeños defectos que no afectan a la misma.
- III. Tomate excluido de las categorías anteriores

No existen grandes diferencias en la calidad I, mientras que en la calidad II la zeolita supera todos los sustratos

utilizados. El mayor porcentaje de calibre se sitúa en los sustratos zeolíticos.

Durante el ensayo se observó que en los sacos de lana de roca en los días posteriores al trasplante alcanzó temperatura elevadas, lo cual unido a la elevada humedad que retuvo provocó mortalidad de plántulas que se repusieron de inmediato para evitar la heterogeneidad en el desarrollo del cultivo. Los valores obtenidos en los análisis fóliales al finalizar la cosecha se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Influencia de los sustratos sobre los índices foliares del tomate.

Tratamientos	(g kg <sup>-1</sup> )					(mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mo	Cu	Zn	B
Perlita	3.87	0.65	2.65	5.76	0.92	163	87	6.32	13.15	30.27
Lana de Roca Bolsa	4.33	0.50	3.15	5.37	1.05	176	76	9.43	12.95	30.11
Lana de Roca Bandeja	4.12	0.50	3.08	4.10	0.89	154	81	7.34	14.58	4.58
Zeolita activada	4.30	0.67	3.15	5.80	1.10	185	80	8.95	15.00	29.90

Se puede concluir que el sustrato zeolítico activado sufre menos la falta de riego al tener un mejor poder de retención y los rendimientos superan en un 23% a lo logrado con la perlita y en un 11% respecto a la lana de roca.

Los resultados de la Tabla 7 muestran que no se encuentran para los diversos tratamientos diferencias apreciables estadística y agronómicamente, en los indicadores de rendimiento y calidad.

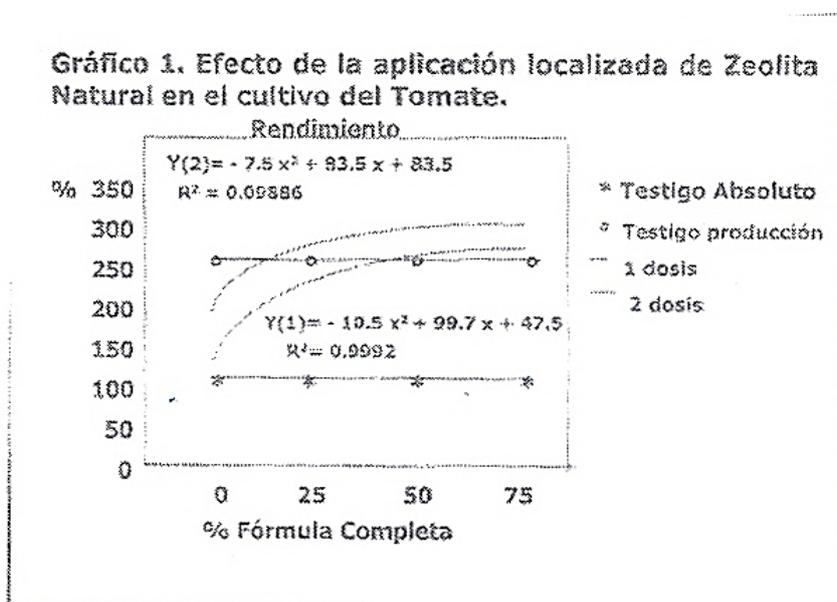
**Tabla 7.** Influencia de la fertirrigación con nitratos y sulfatos vs zeolita activadas en el tomate cv. Tegula.

Tipo de tomate	RENDIMIENTO Kg/PLANTA					
	Fertirrigación con Nitratos		Fertirrigación con Sulfatos		Zeolitas activadas	
	4.17		4.10 Esx 0.07		4.29	
I. Tomate de primera calidad	92,3	5	91,2	3	90,00	
II. Tomate de buena calidad	5,04		5,67		7,00	
II. Tomate excluible de calidad anterior	2,61		3,10		3.00	

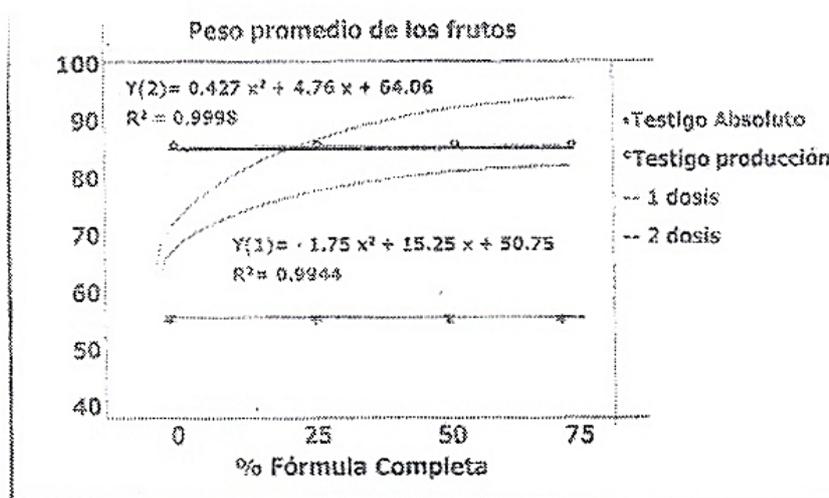
a, b,c con distintas letras en la misma columna son diferentes según la prueba de Rango múltiple de Duncan (P<0.05).

La aplicación localizada con dosis de aplicación 1  $\text{tha}^{-1}$  permite mejorar el desarrollo radicular al concentrar los nutrientes y reducir las pérdidas de amonio. En la Figura 1 se presentan los parámetros analizados de rendimientos y peso del fruto en una ecuación de regresión cuadrática, donde se muestran

las altas correlaciones obtenidas con las dosis de 1  $\text{tha}^{-1}$  respecto a los testigos, incrementado el coeficiente de aprovechamiento de los fertilizantes debido a la influencia que ejerce la zeolita de evitar en los suelos pérdidas por lixiviación de los nutrientes. (Mumpton, 1999) y Colling *et al.* (2007)



(Continuación).



**Tabla 8.** Influencia de la inclusión de la Zeolita en la Urea al 15 % sobre el Rendimiento del Tomate.

VARIANTES	RTO t/ha	NO. DE FRUTOS POR PARCELA	SÓLIDOS SOLUBLES 20°C
Aplicación ½ Urea Siembra + 2/3 a los 30 días	34,80 <sup>a</sup>	381	4,70
Urea con 15 % de Zeolita en siembra	45,50 <sup>b</sup>	501	5,07
ESx +	2,98		

a, b, c con distintas letras en una misma columna son diferentes según la prueba de Rango múltiple de Duncan (P<0.05).

Bajo este procedimiento, se pueden mezclar zeolitas con urea hasta 15 % sin afectaciones en la productividad del cultivo, aspecto que coincide con Urguiade y Zapata (2000). En este caso

se logran alcanzar un ahorro de 150 CUP/ha, debido a que se sustituye 150 kg de urea, por 150 kg de zeolita, pero con una diferenciación de precio seis veces inferior en CUP/t zeolita vs CUP/t la urea,

resultados similares fueron reportados por John *et al.* (1998)

En la elaboración del compost, con la adición de zeolita en una relación 2:1 (dos partes de estiércol por una parte de zeolita), se obtiene un producto

enriquecido principalmente de nitrógeno total, según se muestra en la Tabla 9.

En general, y en dependencia de las proporciones que se emplean de zeolita/estiércol, se obtienen incrementos de nitrógeno total de 7,9 a 11,9 Kgt<sup>-1</sup> respecto al compost solo Tabla 10.

**Tabla 9.** Caracterización del Compostaje Zeolita-Estiércol, relación 2:1.

%										Aporte Kg <sup>t-1</sup>		
M. Seca	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Na	pH	C/N	N	P	K
68,4	54,05	2,09	1,70	1,10	3,70	0,60	0,26	7,5	12	19,8	5	7,52

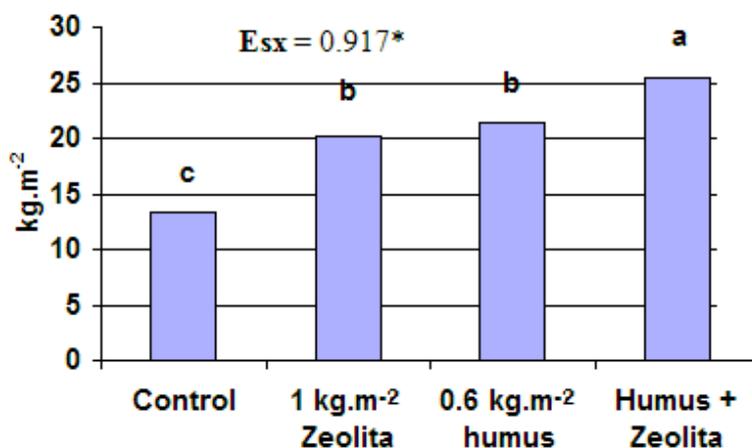
**Tabla 10.** Respuesta de las mezclas de la zeolita en el compost.

Tratamientos	Rendimiento kg/ m2	Peso del fruto en g	Diámetro en mm	Sólidos solubles o Brix
Compost-estiércol	12.0 c	160	71	4.0
Compost+zeolita 5%	16.0 b	170	72	4.1
Compost +zeolita 10%	17.0 b	179	73	4.1
Compost+zeolita 15%	21.0 a	220	75	3.9
ES				

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la Prueba de Tukey  $p \leq 0.05$

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<sup>-2</sup> de hortalizas, en una secuencia de cinco cultivos de hojas principales (Figura 2)



**Figura 2.** Rendimiento con la aplicación de zeolita, humus de lombriz y su combinación en el huerto del laboratorio de suelo, según Pavel (2012).

La aplicación de cualquiera de los materiales estudiados, brinda beneficios económicos con respecto al control (Tabla 11). Se destaca la combinación de humus de lombriz con zeolita en donde el beneficio ascendió a más de 25 \$.m<sup>-2</sup>. 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.

**Tabla 11.** Beneficio económico obtenido de la aplicación de zeolita y/o humus de lombriz en huertos intensivos.

Variantes	Rendimiento kg.m <sup>-2</sup>	Incremento rend. (%)	Valor Prod.* S.m <sup>-2</sup>	Beneficio S.m <sup>-2</sup>
Control	13.51	-	41.20	-
1 kg.m <sup>-2</sup> zeolita	17.64	30	53.76	12.56
0.6 kg.m <sup>-2</sup> 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<sup>-2</sup>) incluye los costos de aplicación y transportación de los materiales utilizados.

## CONCLUSIONES

- Se logran activaciones de cargas utilizando DAP y micronutrientes a las 72 h y condiciones estáticas de inundación
- La zeolita activada supera en la producción del tomate a la perlita y lana de roca

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Chailloux, M; H. Cardoza; G. del Vallin; M.Naranjo; S. Hernández (2010): Fertilización del tomate. Centro Agrícola, 40(4): 31-36; octubre-diciembre.

Colling,H., Delgado.A y Alva ,K. (2007): Use of nitrógeno 15 isotopic techniques estimate nitro.Ciclyng from a mustard cover to potatoes Agron. J., 99.27-35.

He,Z; Galvert,A, IvA,k,y Li,Y. (2002): Clinoptilolite zeolite and cellulose amendments to reduce ammonia volatilization in a calcareous. Sandy soil. plant soil. pp, 247-269,

John, C.; G. del Vallin; V. Marrero; O. Muñiz; R. Beltrán; J. Sotlongo; R. Gil; N. Delgado y D. Chong (1998): Generalización del empleo de la

➤ La zeolita activada puede sustituir en una campaña la fertirrigación.

➤ La aplicación de 1tha-1 de manera localizada constituye una opción viable y económica

➤ Se puede mezclar zeolita con urea al 15 %, logrando mayores rendimientos en el tomate y un ahorro de 150 CUP ha-1.

zeolita, como aditivo de la urea en cultivos de importancia económica. Producción de cultivos en condiciones tropicales, pp 12-18.

Mumpton, F.A. (1999): La Roca Mágica: uses of natural zeolites in agriculture and industry, 96, 3463-3470.

Nommik, H. (1997): Assessment of volatilization loss of Ammonia from surface applied urea on forestalls soil by 15 N recovery. Plant and soil, 38 (3): 589-603.

Pavel Chaveli, Ricardo Caballero, Rafael Barroso, Deisi Rodríguez (2012): Uso de la zeolita natural como complemento del abonado orgánico en el cultivo de hortalizas en huertos intensivos Centro Agrícola, 39(1): 63-67; enero-marzo.

Piñón, M.; Olimpia Gómez (2008): Nuevos híbridos de tomate tolerantes al TYLCV. Instituto de

Investigaciones Hortícolas Liliana  
Dimitrova (IIHLD), La Habana,  
Cuba. Manejo Integrado de Plagas  
y Agroecología. CATIE. Costa  
Rica.68 (2): 85, 2003.287-296.

Urquiaga S.; Zapata, F. (2000): Manejo  
eficiente de la fertilización  
nitrogenada de cultivos anuales en  
América Latina y el Caribe.  
Editorial Génesis Porto Alegre Río  
Grande do Sul, Brasil, 110. P.