Infomin, Vol. 15, enero-diciembre 2024, E-ISSN: 1992-4194, http://www.infomin.co.cu

Artículo Original

Fertilizantes órgano-minerales para la producción sostenible de tomate (Solanum lycopersicum) y pimiento (Capsicum annuum) en diferentes condiciones de cultivo

https://cu-id.com/2144/v15e18

Organo-mineral fertilizers for the sustainable producction of tomato (Solanum lycopersicum and pepper (Capsicum annuum) in different growing conditions

Clara María John Louis[1*], **Rolando González Santana**[1**], **Heidy Sánchez Sabigne**[1***], **Geosvany Méndez Gutiérrez**[1****], **María Isabel Hernández Díaz**[2*****], **Jany Fernández Delgado**[2******], **Julia Mirta Salgado Pulido**[2*******], **Duniel Mederos Lastra**[2********]

RESUMEN: La elaboración de fertilizantes órgano-minerales a partir de la zeolita, rocas fosfóricas y materiales orgánicos, tiene marcada importancia en el manejo de la agricultura por métodos sostenibles. La presente investigación tiene como objetivo obtener fertilizantes órgano-minerales a partir de los materiales antes mencionados, los cuales tienen la capacidad de suministrar a los cultivos cantidades suficientes de nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos menores, se hará énfasis en las hortalizas: Tomate, variedad Sile y Pimiento, variedad LDP2, en diferentes condiciones de cultivo, en áreas protegidas y el campo, del Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. A tal efecto se trabajó en la caracterización de los materiales minerales zeolita y rocas fosfóricas, así como las fuentes orgánicas, humus de lombriz, compost y cachaza, se modelaron y perfeccionaron las tecnologías para obtener las formulaciones de los fertilizantes, se validarán estas formulaciones determinándose su efectividad agronómica en condiciones de cultivo protegido y de campo, Se realizaron estudios medioambientales de los Ecosistemas donde se aplican estos nuevos fertilizantes, confeccionándose un Sistema de Información Geográfica para el manejo de la información y la toma de decisiones. La fertilización órgano-mineral es una forma efectiva para la producción de hortalizas, favoreciendo el incremento de los rendimientos y calidad de los cultivos en estudios. El empleo de los fertilizantes órgano-minerales de liberación controlada o lenta, favorecen el mejoramiento de las propiedades químicas, físicas-químicas y físicas de los suelos, contribuyendo a la disminución de la degradación por compactación, el aumento del contenido de la M.O. y disminución del pH fundamentalmente.

Palabras clave: manejo, fertilizantes órgano-minerales, suelos, minerales naturales, hortalizas.

Recibido: 01/03/2024
Aprobado en su forma original: 13/04/2024

[1]Centro de Servicios Científicos Tecnológicos-División de Estudios Medio Ambientales (CSCT-DEMA), Geodesa-Geocuba. Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR), Cuba. Loma y 39, Plaza de la Revolución, Ciudad de La Habana, Cuba.
[2]Instituto de Investigaciones Horticolas "Liliana Dimitrova", Ministerio de la Agricultura (MINAG), Cuba. Carretera Bejucal - Quivicán. Km 33 ½. Quivicán. Mayabeque.
*Correo electrónico: johnclaramaria@gmail.com
** Correo electrónico: rolando@aemaciego.geocuba.cu
*** Correo electrónico: heidy@geocuba.cu
**** Correo electrónico: geosvany@geocuba.cu
***** Correo electrónico: cuba.agroecologia@liliana.co.cu
****** Correo electrónico: nutricion1@liliana.co.cu
******* Correo electrónico: postcosecha1@liliana.co.cu
******** Correo electrónico: mecanizacion@liliana.co.cu

Conflicto de Intereses: Los autores de este trabajo declaran que no existe conflicto de intereses.
Contribución de los autores: Conceptualización: Clara María John Louis. **Análisis formal de datos:** Clara María John Louis, Rolando González Santana, Geosvany Méndez Gutiérrez, Heidy Sánchez Sabigne, María Isabel Hernández Díaz, Jany Fernández Delgado, Julia Mirta Salgado Pulido, Duniel Mederos Lastra. **Investigación:** Clara María John Louis, Rolando González Santana, Geosvany Méndez Gutiérrez, Heidy Sánchez Sabigne, María Isabel Hernández Díaz, Jany Fernández Delgado, Julia Mirta Salgado Pulido, Duniel Mederos Lastra. **Metodología:** Clara María John Louis. **Redacción-borrador original:** Clara María John Louis. **Redacción-revisión y edición:** Clara María John Louis.
Este artículo se encuentra bajo licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

ABSTRACT : The elaboration of organo-mineral fertilizers from zeolite, phosphoric rocks and organic materials, has marked importance in the management of agriculture by sustainable methods. The main objective of this research is to obtain organo-mineral fertilizers from the aforementioned national materials, which have the ability to supply crops with sufficient amounts of nitrogen, phosphorus, potassium and other minor elements, in particular, emphasis will be placed on Tomato vegetables variety Sile and Pepper, varietyLDP2, in different growing conditions, in protected áreas and the field of the Liliana Dimitrova Horticultural Research Institute. For this purpose, work was carried out on the characterization of the mineral materials zeolite and phosphoric rocks, as well as the organic sources, earthworm humus, compost and filter cake, the technologies were modeled and perfected to obtain the formulations of organo-mineral fertilizers, these formulations will be validated, determining their agronomic effectiveness under protected cultivation and field conditions. Environmental studies were carried out, on the Ecosystems where these new fertilizers are applied creating a Geographic Information System for information management and decision making. Organo-mineral fertilization is an effective product in the production of vegetables, favoring the increase in yields and quality of the crops in studies.The use of Organo-mineral fertilizers with controlled or slow reléase favors the improvement of chemical, physical-chemical and physical properties of soils, contributing to the reduction of degradation by compaction and the increase in the content of OM. and decrease in pH fundamentally.

Keywords: soils management, organo-mineral fertilizers, soils, natural minerals vegetables.

INTRODUCCIÓN

El suelo puede considerarse como uno de los recursos naturales más valiosos de un país, pues de su calidad depende en su mayoría la soberanía alimentaria del mismo. Durante siglos ha estado produciendo para el hombre y ha sido sometido a grandes modificaciones tanto por su uso intensivo, como por otras acciones hechas por el hombre que han provocado su erosión, la perdida de sus minerales bases, así como de su agroproductividad, efectos acentuados con el Cambio Climático.

Cuba no está ajeno a esta situación donde el 71.23 % de los suelos agrícolas presentan alguna afectación por la erosión, de ella, el 43 % calificado de fuerte a media, el 70 % con bajo contenido de materia orgánica: 4.6 millones de ha, el 60 % bajo en fósforo, 3.9 MM ha y 58 % bajo en potasio asimilable: 3.9 MM ha, la Acidez donde la disminución del pH se encuentra a niveles que afectan los cultivos de 710,8 miles ha (muy ácidos y ácidos) y con una afectación total de 2 millones 291,8 mil ha, el Potencial productivo de los suelos se encuentra en 76.89 % en categorías poco productivas y 23.2 % en categorías productivas,suelos alcalinos (pH > 7.0): 3.9 MM ha, que representa el 60% del área agrícola. (Bernal, 2013).

Para revertir esta problemática, se han estudiado variantes que permitan al país, a partir de minerales presentes en las zeolitas, rocas fosfóricas, tobas potásicas, magnesitas etc, presentes en nuestro territorio nacional, proponer formulaciones de fertilizantes órgano - minerales, que puedan ser una solución alternativa para cubrir las necesidades de nutrimentos de los cultivos, así como de materia orgánica para los suelos, con bajos costos de producción y menor agresividad al medio ambiente y con elevada efectividad agronómica (Paneque y Calaña,2004;Cácerese Irta,2008).

Estas formulaciones representan una fortaleza que brinda soberanía alimentaria al país, al aprovechar su potencialidad en recursos y conocimientos sobre el uso de los minerales naturales en función del mejoramiento de las propiedades físico-químicas del suelo, de tal forma que se enmienden aquellos parámetros (acidez, fertilidad, bajos contenidos de materia orgánica, compactación, etc) que afectan una apropiada producción de alimentos y se logre un óptimo aprovechamiento del agua.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la efectividad agronómica de las formulaciones del fertilizante órgano-mineral en el rendimiento y sus componentes, del Tomate y Pimiento en diferentes condiciones de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", ubicada en el Municipio de Quivicán, provincia de Mayabeque, situada en los 22º 52´ N y 82º 23´ W (ver Figura 1). En los cultivos de tomate, variedad Sile y Pimiemto, variedad LDP2, en condiciones de campo y cultivo protegido, respectivamente.

El suelo del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", es de tipo Ferralítico Rojo típico (Hernández *et al*., 2019), de textura arcillosa, con pH ligeramente alcalino (7,46), altos contenidos de fósforo (85.72 mg/100 g y potasio (70.00 mg/100 g) la materia orgánica baja (2.60%)

El suelo del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", es de tipo Ferralítico Rojo típico (Hernández *et al*., 2019), de textura arcillosa, con pH ligeramente alcalino (7,46), altos contenidos de fósforo (85.72 mg/100 g y potasio (70.00 mg/100 g) la materia orgánica baja (2.60%).

El diseño y caracterización del fertilizante órgano-mineral, se muestran en las tablas 1 y 2.

Experimento 1: Evaluación de nuevos fertilizantes órgano-minerales en la producción de pimiento en condiciones de cultivo protegido.



Figura 1. Ubicación del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova"

Tabla 1. Diferentes formulaciones del fertilizante órgano-mineral

CÒDIGO DEL PRODUCTO	CONCENTRACIÓN/ Kg			RELACIÒN INTER-NUTRIENTES
	N	P_2O_5	K_2O	
P_1K_3	42	30	0	1,4-1-0,0
P_2K_1	42	15	75	2,8-1-5,0
P_2K_2	42	15	35	2,8-1-2,3
$P3K_1$	42	0	75	1-0-1,79
P_3K_3	42	10	15	4,2-1-1,5

Tabla 2. Contenido de nutrientes del fertilizante órgano-mineral

FÓRMULAS	pH	M.O.	mg/100g		meq/100g	
	KCl	%	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg
3	6,70	6,0	50	10,0	9,3	0,239
4	6,8	6,2	37	29,0	9,5	0,244
5	6,7	5,9	36	25,7	9,0	0,240
6	6,8	6,1	15	28,4	9,4	0,244
7	6,6	6,5	30	15,0	9,2	0,239

Los estudios se realizaron en el cultivo del pimiento, variedad ´LDP2´ proveniente del Programa de Mejoramiento Genético del IIHLD. La producción de plántulas se realizó en cepellones. El trasplante se realizó a los 25 días después de la siembra de las semillas. Se estudiaron diferentes fertilizantes órgano-minerales, aplicados al suelo previo al trasplante a una dosis de 4 t/ha y los tratamientos fueron los siguientes:

1. Testigo (Test) (sin aplicación del fertilizante)
2. Formulación 3 (T3)
3. Formulación 4 (T4)
4. Formulación 5 (T5)
5. Formulación 6 (T6)
6. Formulación 7 (T7)

La fertilización mineral con fórmulas completas o fertilizantes minerales simples se realizó a través del sistema de riego, utilizando la técnica del fertirriego, para el caso del pimiento.

Experimento 2: Evaluación de nuevos fertilizantes órgano-minerales en la producción de tomate en condiciones de campo.

Para el estudio se utilizó como material vegetal semillas de tomate ´Sile´ proveniente del Programa de Mejoramiento Genético del Instituto de Investigaciones Hortícola “Liliana Dimitrova”, de crecimiento indeterminado y con destino consumo fresco.

Los tratamientos a evaluar se corresponden con el esquema del cultivo del pimiento.

Los productos fueron aplicados al suelo previo al trasplante a una dosis de 4 $t.ha^{-1}$.

En ambos cultivos se determinaron los componentes del rendimiento (#· de frutos/plantas) y el rendimiento (t/ha)

El procesamiento estadístico se realizó, según Análisis de Varianza de clasificación simple, con Prueba de Tukey con un nivel de significación de 0,05 en los casos que fue necesario. Se empleó Paquete estadístico: Statgraphics versión 5.0 (USA SGC, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aumento en la sostenibilidad de los sistemas de cultivo, consiste en la reducción de los agroquímicos, para depender de los procesos del ecosistema del suelo y las interacciones biológicas para el suministro de nutrientes para las plantas (Rizo et al. 2017). Por tal motivo es de gran importancia el empleo del fertilizante órgano-mineral, con base ecológica en la producción de hortalizas, las cuales mayoritariamente se consumen frescas, como en el caso del Pimiento y el Tomate, cultivados en diferentes sistemas de cultivo.

Los componentes del rendimiento del pimiento se observan en la (Tabla 3), el número de frutos/planta y el llenado del fruto, expresado en el diámetro polar y ecuatorial no presentando diferencias significativas, mientras que la masa del fruto se vio favorecida con el tratamiento T7, el cual presentó diferencias estadísticas respecto a los tratamientos T4 y testigo, no siendo así con relación a los tratamientos T6, T5 y T3. Se calculó un incremento en la masa del fruto para T7 de 60.42% con relación a la no aplicación de formulaciones de fertilizantes. Resultados similares, en otros cultivos de ciclo corto encontraron, (Fraser, *et al*; 2004).

Tabla 3. Componentes del rendimiento del pimiento ´LDP2´

Tratamientos	Diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro polar (cm)	Masa del fruto (g)	Numero de frutos/ planta
Test	7,38	8,74	72,10 b	6,04
T3	7,33	8,58	88,06 ab	6,04
T4	7,37	9,24	83,31 b	5,3
T5	7,59	8,76	95,18 ab	6,17
T6	7,68	8,77	85,95 ab	6,54
T7	7,56	8,94	115,66 a	6,27
C.V (%)	4,53	7,54	16,7	12,74
EsX	0,07 ns	0,14 ns	4,34*	0,22 ns

En la figura 2 se muestran los resultados correspondientes al rendimiento del cultivo de pimiento variedad ´LDP2´ donde no se obtuvieron resultados significativos entre los tratamientos en estudio. No obstante, se observó una tendencia a obtenerse los mayores rendimientos en los tratamientos 5, 6 y 7. Con relación a la formulación 7 se calculó un incremento en el rendimiento de 18.11 % con relación a T1. Este comportamiento coincide con los obtenidos por, (Vantour, *et al*; 2005), los cuales aseveraron que las formulaciones órgano-minerales tienen una elevada capacidad para comportarse como fertilizantes de liberación lenta, en función de la demanda del cultivo de la parte activa

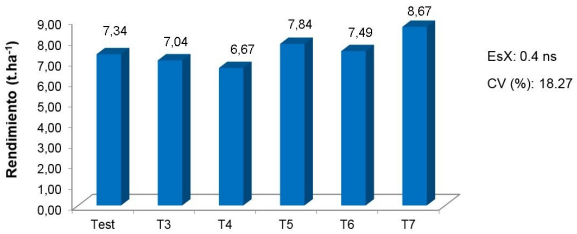


Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del pimiento variedad LDP2

que necesita para su crecimiento y desarrollo de ahí su elevada efectividad agronómica.

En este caso, los rendimientos fueron bajos, pudiendo estar influenciados por las altas temperaturas propias de la época. Por otra parte, se utilizó una variedad cuyo potencial de rendimiento es inferior al de los híbridos que comúnmente se utilizan en las casas de cultivo.

Los resultados obtenidos con el cultivo de tomate en condiciones de campo se observan, en la tabla 4 y Fig. 3.

Respecto al número de frutos por planta y por categoría (Tabla 4) se observa que el número de frutos extra/planta el tratamiento F4 presentó diferencias significativas al resto de los tratamientos, con respecto al número de frutos de primera y segunda por planta los tratamientos en estudio no mostraron diferencias estadísticas entre ellos, pero si con el tratamiento testigo. En cuanto la a categoría de tercera el tratamiento F4 se mostró estadísticamente superior al tratamiento testigo, pero no al resto de los tratamientos.

En cuanto al rendimiento por tratamiento (Figura 3) se observa un incremento significativo en los tratamientos en estudio respecto al tratamiento testigo, pero no entre ellos, observándose los mayores valores en el tratamiento F7. Al respecto (Pedro Cairo *et al.,* 2017), plantea que existe una estrecha relación entre los abonos órgano-minerales, índice de calidad de suelo rendimiento de los cultivos de ciclo corto y su impacto económico, debido a la interacción de los componentes orgánicos y minerales, que son capaces

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en número de los frutos por planta y categoría del tomate variedad `Sile`

Tratamientos	Número de frutos por planta					
	Extra	Primera	Segunda	Tercera	Deformados	Totales
Test	3,53 b	4,65 b	2,49 b	0,97 b	0,23	11,91 b
F3	3,95 b	6,77 a	3,59 a	1,95 ab	0,17	16,52 a
F4	5,2 a	5,91 a	3,4 a	2,6 a	0,16	17,27 a
F5	3,95 b	6,76 a	3,89 a	1,64 ab	0,15	16,39 a
F6	4,16 b	6,83 a	3,44 a	1,65 ab	0,16	16,24 a
F7	4,04 b	7,08 a	3,67 a	2,64 a	0,16	17,59 a
ESX	0,14 ***	0,22 ***	3,41**	0,16 **	0,02 ns	0,49 ***
C.V (%)	14,84	14,56	15,43	37,41	50,53	13,13

de suministrar nutrientes de forma balanceada al suelo, ser transformado de forma adecuada por los microorganismos, pudiendo ser utilizados por los cultivos de forma más eficiente.

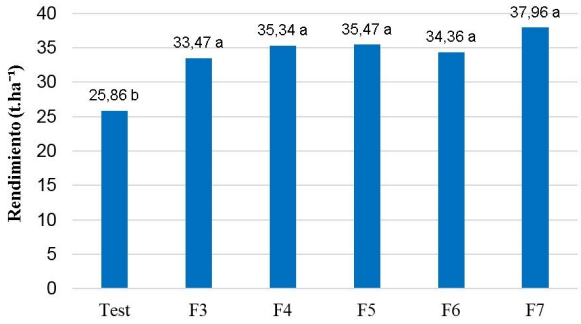


Figura 3. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del tomate variedad Sile.

CONCLUSIONES

1. Los productos formulados responden a los valores de macronutrientes (NPK) y otros elementos esenciales para el suelo, con un pH adecuado, alto contenido de M.O., elevada capacidad de intercambio catiónico y valores de micronutrientes esenciales para los cultivos.
2. Las formulaciones órgano-mineral lograron buen desarrollo y crecimiento en el cultivo del tomate variedad ´Sile´ y superaron al testigo en cuanto al número de frutos totales y rendimiento, observándose los mayores valores con la $F_{7.}$
3. Las formulaciones 5, 6 y 7 mostraron una tendencia a ser superiores al resto de los productos estudiados para el cultivo del pimiento, con un incremento del rendimiento de 18.11% de la F_7 en relación al testigo. Con respecto a los componentes, la masa del fruto se vio favorecida con la $F_{7,}$ con un incremento de60.42% en relación al testigo.
4. Las formulaciones con mayor efectividad en los rendimientos y sus componentes, del tomate y pimiento cultivado en el suelo Ferralítico Rojo fueron: F_4, F_5, F_6 y F_7.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda emplear las formulaciones F_6 y F_7 de fertilizantes órgano-minerales en las unidades productivas de cultivos varios con suelos Ferralítico Rojo para fertilizar pimiento y tomate.

BIBLIOGRAFÍA

Bernal, A. 2013. “Degradación de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados y sus indicadores de la llanura roja de la Habana”. *Cultivos Tropicales*, (34): 45-51.

Cáceres, R & Irta María. O. 2008. Los Organominerales y su Interés en el Mundo de la Fertilización. Publicaciones España. Available: <http://www.3tres.com/medioambiente/ficha.php?id=2263&id2=0. >, [Consulted: May 27, 2022]

Fraser, Teresa, A. Vantour, Marisol Morales y Mustelier A. Luz del Alba 2004. Efecto de la fertilización órgano-mineral en el rendimiento de una secuencia de tomate-maíz-tomate en suelos Ferralíticos Rojos. XIV Congreso Científico del INCA, San José de las Lajas, Cuba. pp. 22.

Hernández, A., Pérez, J. y Bosh, Castro, N. 2019. “La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015”. *Revista Cultivos Tropicales,* 40 (1): 1-31 Available:<: https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/issue/archive >, [Consulted: May 27, 2022]

Paneque, V & Calaña, J. M. 2004. Abonos Orgánicos. Conceptos Prácticos para su Evaluación y Aplicación. ACTAF. La Habana. 54 p.

Cairo Cairo, Pedro, Machado de Armas, Joaquín, Rodríguez López**,** Oralia & Rodríguez Urrutia, Alianny.2017**.** Efecto de abonos órgano-minerales sobre la calidad del suelo. *CEN. AZ,* vol.44 (no.4), versión impresa ISSN: 0253-.5777.

Rizo Mustelier, M, Vuelta Lorenzo, D. & Lorenzo García, A. 2017. Agricultura, Desarrollo Sostenible, Medioambiente, Saber Campesino Y Universidad Ciencia en su PC. 2:106-120.

Vantour, A, Fraser, Teresa; Calero, B., Morales, Marisol, Font, Lisbet & Corrales, I. 2005. Tecnologías para producir y manejar los fertilizantes órgano-minerales en los agroecosistemas de viandas, granos y hortalizas. Informe Final del Proyecto de Investigación 11-08, La Habana: Instituto de Suelos, 55 p.