


Efecto de los productos biológicos en el crecimiento y productividad del tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) (Original)

Impact of the biological products in the growth and productivity of the tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) (Original)

Radiel Girón Acosta. Ingeniero Agrónomo. Consejo Popular “La Tabla”. III Frente Oriental.

Santiago de Cuba, Cuba. pedroarf@uo.edu.cu 

Pedro Rodríguez Fernández. Ingeniero Agrónomo. Doctor en Ciencias. Profesor Titular.

Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba. pedroarf@uo.edu.cu 

Recibido: 03-11-2021/ Aceptado: 07-02-2022

Resumen

La presente investigación se desarrolló en condiciones de campo abierto, en la CCS “Camilo Cienfuegos” del Consejo Popular “La Tabla”, municipio III Frente Oriental, provincia Santiago de Cuba, en un suelo pardo con carbonatos. Se verificó el efecto de tres productos biológicos: Fitomas E, estiércol vacuno y lixiviado de humus de lombriz en el crecimiento y productividad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Amalia. La experiencia se llevó a cabo en la campaña de enero-abril de 2021. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, para un total de 16 parcelas experimentales. Los datos obtenidos para cada variable respuesta, fueron sometidos a análisis de varianza de clasificación simple y comparación múltiple de medias mediante la Prueba de Tukey al 5%. Se demostró cuál de las variantes experimentales tuvo mejor comportamiento en el crecimiento y productividad en frutos.

Palabras clave: *solanum lycopersicum*; productos biológicos; tomate; fertilizante

Abstract

The investigation was developed under conditions of open field, in the CCS "Camilo Cienfuegos" of the Popular Council "The Chart", III Oriental Front, county Santiago from Cuba, in a brown floor with carbonates. The effect of three biological products was verified: Fitomas AND, bovine and leached manure of worm humus in the growth and productivity of the tomato (*Solanum lycopersicum* L.) variety Amalia. The experience was carried out in the campaign of January-abril/2021. a design of blocks was used at random with four treatments and four repetitions, for a total of 16 experimental parcels. The data obtained for each variable answer, were subjected to analysis of variance of simple classification and multiple comparison of stockings by means of the Test of Tukey to 5%. it was demonstrated which of the experimental variants he/she had better behavior in the growth and productivity in fruits.

Keywords: *solanum lycopersicum*; biological products; tomato; fertilizer

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), es una especie de hortaliza originario de América del Sur entre las regiones de Chile, Ecuador y Colombia, su cultivo se inició en el sur de México y norte de Guatemala. A nivel mundial, los principales países productores de tomate son China, seguido por India, Estados Unidos, Turquía, Egipto, Irán, Italia, Brasil, España y México (Morales et al., 2018).

El tomate es uno de los cultivos hortícolas más importantes del mundo debido a su papel en los hábitos alimenticios de una amplia parte de la población tanto para consumo fresco como industrial. Su fruto posee excelentes propiedades nutritivas al ser rico en vitaminas C, A, K y minerales licopeno (potente antioxidante natural), hierro y potasio (Escobar et al., 2012), sin

embargo, su producción se ve limitada por diferentes factores climáticos afectando los procesos de crecimiento y desarrollo de la planta y por lo tanto el rendimiento (Casanova et al., 2007).

Esta especie vegetal está priorizada entre las hortalizas, debido a su alta demanda y a la gran importancia que posee en la dieta de la población. Contiene diversos compuestos que promueven la salud y se integran fácilmente como parte nutritiva de una dieta equilibrada, tanto fresco como en conserva (Pathak et al., 2020).

Es un alimento con escasa cantidad de calorías, ya que 100 gramos aportan solamente 18 kcal. La mayor parte de su peso es agua y el segundo constituyente en importancia son los hidratos de carbono. Contiene azúcares simples que le confieren un ligero sabor dulce y algunos ácidos orgánicos que le otorgan el sabor ácido característico. Es una fuente importante de vitaminas, entre las que se destacan el ácido ascórbico (vitamina C), los tocoferoles y tocotrienoles (vitamina E), el retinol (vitamina A), la tiamina (vitamina B1), la riboflavina (vitamina B2) y el ácido pantoténico (vitamina B5). Presenta también un amplio grupo de minerales, polifenoles y los carotenoides como el licopeno, entre otros (Djenidi et al., 2020). En diversas investigaciones se ha demostrado que varios de estos compuestos nutricionales son antioxidantes y tienen función protectora en el organismo humano (Tanambell et al., 2019).

El valor nutricional y el rendimiento productivo de *Solanum lycopersicum* L. depende de diversos factores, entre ellos la variedad botánica, el cultivar, las condiciones climáticas, la fertilización, el sistema de producción, el riego, así como el estado de desarrollo de la planta al momento de la cosecha (García et al., 2013).

El rendimiento y la producción del tomate se ve limitada por diferentes factores, fundamentalmente por los cambios climáticos que impiden la expresión de los potenciales productivos durante gran parte del año, lo cual favorece los esfuerzos encaminados a su

abastecimiento en el mercado durante todo el año, a partir de la búsqueda de cultivares con mayor adaptación climática y a la utilización de variados métodos de manejo del cultivo que actúan en el acondicionamiento del microclima que rodea a la planta, como es el caso de la tecnología del cultivo protegido de las hortalizas (Martínez, 2012).

En Cuba el uso de productos biológicos constituye una alternativa para mejorar la absorción y disponibilidad de nutrientes, generando cultivos más saludables, el aumento de los rendimientos y garantizando que se reduzca o excluya el uso de fertilizantes sintéticos, para mantener una agricultura ecológica y sustentable con el objetivo de reducir al máximo la contaminación ambiental (Martínez, 2012).

La investigación tuvo como objetivo evaluar cuál de las variantes experimentales con los productos orgánicos ensayados arrojó el mejor comportamiento en los indicadores altura de la planta, frutos por planta, peso del fruto y rendimiento agrícola.

Materiales y métodos

El cultivo investigado fue el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Amalia. Cada parcela experimental poseía un área de 35 m². El marco de plantación utilizado fue de 0.90 x 0.25 m. El número de plantas por parcela fue de 155 y un total de 2 480 en el experimento. Para el muestreo y determinación de los parámetros evaluados, se escogieron 7 plantas por parcela y 112 en el experimento. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas.

Tabla 1. Diseño experimental de bloques

T1	T2	T3	T4
T2	T1	T4	T3
T3	T4	T1	T2
T4	T3	T2	T1

Los tratamientos utilizados fueron:

T1: Testigo sin aplicación

T2: Fitomas E, por aspersión con mochila a razón de 1,0 L.ha⁻¹, una aplicación después del trasplante y otra antes de la floración.

T3: Lixiviado de humus de lombriz, por aspersión a razón de 10 kg.ha⁻¹, una aplicación después del trasplante y otra antes de la floración con mochila.

T4: Estiércol vacuno, esparcido al suelo y aplicado en el momento de la siembra, a razón de 100 t.ha⁻¹. No debe aplicarse fresco ni totalmente meteorizado.

La investigación se desarrolló en condiciones de campo abierto, en la CCS “Camilo Cienfuegos” del Consejo Popular “La Tabla”, III Frente Oriental, provincia Santiago de Cuba, en un suelo pardo con carbonatos, en la campaña de enero-abril/2021.

Indicadores evaluados en la investigación:

- a) En la fase de crecimiento vegetativo, a los 35 días después del trasplante:
 - Altura de la planta (cm). Se empleó una cinta métrica, midiéndose a partir del cuello de la raíz.
- b) En la fase de fructificación (segunda cosecha):
 - Número de frutos por planta (U) por conteo directo en el campo.
 - Peso del fruto por planta (g). Con balanza comercial.
 - Rendimiento del cultivo (t.ha⁻¹) con ayuda de balanza comercial. Se realizó el pesaje de todos los frutos por unidad experimental, para luego extrapolar a toneladas por hectárea, tomando datos del total de 5 cosechas realizadas. Se utilizó la fórmula:

$$R \left(\frac{t}{ha} \right) = \frac{\text{Peso} * \text{Parcela}}{\text{Área de la parcela (m}^2\text{)}} \times 10000 \text{ m}^2$$

Los datos particulares obtenidos para cada variable respuesta, fueron evaluados estadísticamente mediante análisis de varianza de clasificación simple para muestras compuestas de igual tamaño y comparación múltiple de medias por la Prueba de Tukey al 5%.

Análisis y discusión de los resultados

Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de la planta

Respecto al efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta en cm (Tabla 2), durante la fase de crecimiento vegetativo se observa que la mayor media correspondió a la aplicación del Fitomas E (Tratamiento dos), superando significativamente a los demás, correspondiendo la menor media al Testigo sin aplicación (Tratamiento uno), quien se vio superado estadísticamente por los restantes.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta (cm)

T1	Testigo sin aplicación	40,26 d
T2	Fitomas E: 1,0 L.ha ⁻¹	47,31 a
T3	Lixiviado de humus: 10 kg.ha ⁻¹	45,32 b
T4	Estiércol vacuno: 100 t.ha ⁻¹	43,38 c
CV (%)		13,42

Nota: Letras iguales no difieren estadísticamente para p=5%

Montano et al. (2007) refieren que FitoMas-E estimula y vigoriza prácticamente cualquier tipo de cultivo desde la germinación hasta la fructificación, aumenta y acelera la germinación de las semillas ya sean botánicas o agámicas y estimula el desarrollo de raíces, tallos y hojas.

El Fitomas es un coctel natural de sustancias orgánicas intermediarias complejas de alta energía, entre las que se encuentran aminoácidos, péptidos de bajo peso molecular, bases nitrogenadas e hidratos de carbono bioactivos. Estas sustancias sirven de soporte al metabolismo

secundario de las plantas económicas complementándolo cuando se ponen oportunamente a disposición del vegetal (Montano et al., 2007).

Efecto de los tratamientos sobre la productividad del cultivo

Número de frutos por planta

El número de frutos por planta en la etapa de fructificación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Amalia, se ilustra en la Tabla 3, donde se observa una respuesta superior, en cuanto a la media absoluta, del tratamiento cuatro (Estiércol vacuno: 100 t.ha⁻¹), la cual supera significativamente a los restantes tratamientos, con la menor media para T1 (Testigo sin aplicación).

Este indicador del número de frutos por planta, de conjunto con su biomasa fresca, está muy asociado al rendimiento agrícola en frutos.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre el número de frutos por planta (U)

T1	Testigo sin aplicación	7,42 d
T2	Fitomas E: 1,0 L.ha ⁻¹	9,36 c
T3	Lixiviado de humus:10 kg.ha ⁻¹	10,43 b
T4	Estiércol vacuno: 100 t.ha ⁻¹	12,18 a
CV (%)		15,48

Nota: Letras iguales no difieren estadísticamente para p=5%

Varios autores citados por Jiménez et al. (2004) plantearon que la erosión acelerada ocasiona el empobrecimiento químico del suelo por la pérdida de materia orgánica, arcilla y nutrientes. Adicionalmente, la pérdida del suelo superficial conlleva al afloramiento de capas con condiciones químicas indeseables como toxicidad y pobreza química extrema. Estos efectos causan la disminución de la productividad del suelo y en ocasiones, la pérdida total de la capacidad productiva. Señalaron, además que la aplicación de estiércol bovino como enmienda orgánica es una alternativa para la recuperación de estas áreas. En la literatura técnica son

frecuentes los reportes en los cuales se destacan los efectos positivos de esta enmienda sobre características químicas del suelo tales como: aumentos en el contenido de carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo disponible, pH y disminución de la saturación con aluminio.

Peso promedio del fruto por planta

En la Tabla 4 se expone el efecto de los tratamientos sobre el peso fresco promedio del fruto por planta, aspecto igualmente muy relacionado con el potencial productivo de la planta.

En la tabla antes referida puede observarse que la mayor media correspondió al tratamiento cuatro (Estiércol vacuno: 100 t.ha⁻¹), quien superó estadísticamente los restantes tratamientos, con la menor media en la variante experimental donde no hubo aplicación alguna de bioproducto (T1: Testigo sin aplicación).

Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre el peso del fruto por planta (g)

T1	Testigo sin aplicación	95,89 d
T2	Fitomas E: L.ha ⁻¹	113,57 c
T3	Lixiviado de humus: 10 kg.ha ⁻¹	118,42 b
T4	Estiércol vacuno: 100 t.ha ⁻¹	125,36 a
CV (%)		12,67

Nota: Letras iguales no difieren estadísticamente para p=5%

El estiércol es un recurso valioso que permite completar el ciclo de nutrientes y que hace que gran parte del nitrógeno fijado por las leguminosas y cosechado en forma de forraje pueda volver al suelo, donde estará nuevamente disponible para los subsiguientes cultivos (Ren et al., 2014). Su aplicación en los sistemas ecológicos tiene como objetivo mejorar las propiedades biológicas y físico-químicas del suelo, además resulta importante como fuente de energía y nutrientes para el ecosistema edáfico (Cairo y Álvarez, 2017).

Rendimiento agrícola del cultivo

En la Tabla 5, aparecen expuestos los valores en $t\cdot ha^{-1}$ del rendimiento obtenido para cada uno de los tratamientos investigados.

En la referida tabla, puede verificarse como el mejor resultado correspondió al tratamiento cuatro (Estiércol vacuno: $100 t\cdot ha^{-1}$), lo cual guarda correspondencia con el número de frutos por planta y el peso de los frutos, para la misma variante experimental (Tratamiento cuatro).

Los abonos orgánicos en general y los estiércoles en particular, cuando se aplican al suelo parcialmente meteorizado, mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, pues mejoran la estructura debido a la formación de agregados más estables, reduce la plasticidad y cohesión de los suelos arcillosos, aumenta la capacidad de retención de agua, aumenta considerablemente la capacidad de intercambio iónico, activa la disponibilidad de nutrientes, regula el pH del suelo, aumenta la actividad microbiana, favorece la asimilación de los nutrientes por su lenta liberación. La incorporación de abonos orgánicos se debe hacer antes de la siembra, pues propicia una buena descomposición de la materia orgánica y una adecuada liberación de los nutrientes (Terry et al., 2015).

Tabla 5. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en frutos (t/ha)

T1	Testigo sin aplicación	30,24 e
T2	Fitomas E: $1,0 L\cdot ha^{-1}$	31,43 c
T3	Lixiviado de humus: $10 kg\cdot ha^{-1}$	32,27 b
T4	Estiércol vacuno: $100 t\cdot ha^{-1}$	35,18 a
CV (%)		12,38

Nota: Letras iguales no difieren estadísticamente para $p=5\%$.

El empleo de fertilizantes sintéticos no ha resultado ser la panacea esperada, debido a que del total de los fertilizantes aplicados solo del 10 al 40 % es asimilado por las plantas y, además, porque la pérdida de la fertilidad de los suelos, en los sistemas intensivos, ha obligado a los

productores a incrementar el uso de estos fertilizantes para mantener su producción, a costa del incremento de los costos de producción y de los impactos ambientales (Cotler et al., 2016).

La incorporación de abonos orgánicos al suelo se debe hacer antes de la siembra, lo cual propicia una buena descomposición de la materia orgánica y una adecuada liberación de los nutrientes.

Conclusiones

1. La altura de la planta se vio favorecida por el tratamiento a base de Fitomas E a razón de 1,0 L.ha⁻¹.
2. El número de frutos por planta, peso de los frutos y el rendimiento agrícola se comportaron mejores en el tratamiento donde se empleó Estiércol vacuno en dosis de 100 t.ha⁻¹.

Referencias bibliográficas

- Cairo, P., & Hernández, U. (2017). Efecto del estiércol en el suelo y en el cultivo de la soya [Glycine max (L.) Merr.]. *Pastos y Forrajes*, 40 (1).
- Casanova, A., Gómez, O., Pupo, F. R., Hernández, M., Chailloux, M., Depestre, T., & Moreno, V. (2007). *Manual para la producción Protegida de hortalizas*. La Habana, Cuba: Ministerio de la Agricultura, Viceministerio de Cultivo Varios, Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova.
- Cotler, H., Martínez, M., & Etchevers, J. (2016). Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: Investigación y políticas públicas. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 125-138.
- Djenidi, H., Khennouf, S. & Bouaziz, A. (2020). Antioxidant activity and phenolic content of commonly consumed fruits and vegetables in Algeria. *Progress in Nutrition* 22(1), 224-235.

- Escobar, I., Berenguer, J. J., Navarro, M., & Cuartero, J. (2012). *La calidad gustativa y nutricional como atributos para liderar el mercado de tomate en fresco*. Editorial Caja Rural de Granada.
- García, V., Navarro, I., García, J., & Periago, M. J. (2013). Antioxidant bioactive compounds in selected industrial processing and fresh consumption tomato cultivars. *Food and Bioprocess Technology*, 6(2), 391-402.
- Jiménez, L., Larreal, M., & Noguera, N. (2004). Efectos del estiércol bovino sobre algunas propiedades químicas de un Ultisol degradado en el área de la Machiques Colón, estado Zulia. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 21(4).
- Martínez, B. (2012). *Morfofisiología en cultivares de tomate (Solanum lycopersicum L.) y respuesta varietal a Alternaria solani Sorauer para consumo fresco en condiciones de la llanura Manacas*. [Trabajo de diploma, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV].
- Montano, R., González, A., & Gómez, A. (2007). Diferentes dosis de Fitomas en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*), variedad Amalia en la provincia Guantánamo [en línea]. <http://monografias.com>
- Morales, L., Rodríguez, J., Jerez, E., & Estrada, W. (2018). Efecto de dos bioestimulantes y hongos micorrízicos en plantas de tomate sembradas a altas temperaturas. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 41-48.
- Pathak, S. S., Akhade, O .P., Bhojane, K. G., Sadar, M. D, Folane, P., & Biyani, K. (2020). A Review on Recent Techniques of Extraction and Isolation of Lycopene from Tomato. *International Journal of Research and Review*, 7(4), 487-490.

Raiola, A., Del Giudice, R., Monti, D., Tenore, G., Barone, A., & Rigano, M. (2016). Bioactive compound content and cytotoxic effect on human cancer cells of fresh and processed yellow tomatoes. *Molecules*, 21(1), 33-39.

Ren, T., Wang, J., Chen, Q., Zhang, F., & Lu, S. (2014). The effects of manure and nitrogen fertilizer applications on soil organic carbon and nitrogen in a high input cropping systems. *PLoS ONE*, 9 (5): 97732. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097732>

Tanambell, H., Quek, S. Y., & Bishop, K. S. (2019). Screening of in vitro health benefits of tangerine tomatoes. *Antioxidants*, 8(230), 1-15.

Terry-Alfonso, E., Ruiz-Padrón, J., Tejada-Peraza, T., Reynaldo-Escobar, I., Carrillo-Sosa, Y., & Morales-Morales, H. A. (2020). Interacción de bioproductos como alternativas para la producción horticultura cubana: Interaction of bioproducts as alternatives for Cuban horticulture production. *TECNOCIENCIA Chihuahua*, 8(3), 163-174. <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/612>