

Efecto de los fertilizantes ecológicos EcoMic® y CBFERT en el crecimiento de plántulas de tomate

Effect of EcoMic® and CBFERT ecological fertilizers on the growth of tomato seedlings

¹Carisleidy Hernández-Hernández¹, ¹Yoerlandy Santana-Baños^{1*}, ¹Ramón Hernández-Carballo¹,
¹Yosbel López-Quintana¹, ¹Edenys Miranda-Izquierdo¹ y ¹Armando del Busto-Concepción¹

¹Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca”, Pinar del Río, Cuba. E-mail: carisleidy.hdez@upr.edu.cu, ramon.hernandez@upr.edu.cu, yosbel.lopez@upr.edu.cu, emiranda@upr.edu.cu, armando@upr.edu.cu

*Autor para correspondencia: Yoerlandy Santana-Baños, e-mail: yoerlandy83@gmail.com

RESUMEN: El uso de alternativas a los fertilizantes químicos continúa siendo una prioridad para la agricultura sostenible en Cuba. EcoMic® y CBFERT son fertilizantes ecológicos de producción nacional con resultados promisorios, sin embargo, su efecto combinado en el crecimiento de las plantas no se ha explorado lo suficiente. El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la utilización simple y combinada de EcoMic® y CBFERT en el crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. L-43) en bandejas. Se empleó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial. Los tratamientos incluyeron plántulas sin y con inoculación del biofertilizante EcoMic®, junto con tres niveles de CBFERT (0, 1 y 2 aplicaciones). Las evaluaciones se realizaron en 20 plántulas seleccionadas al azar de cada tratamiento. Las variables medidas incluyeron número de hojas, longitud y diámetro del tallo, biomasa (peso fresco y seco) y contenido de agua. Los resultados demostraron una respuesta diferenciada en el crecimiento de las plántulas de tomate entre una y dos aplicaciones de CBFERT, ya sean simples o combinadas con EcoMic®. En esta fase inicial del cultivo, las aplicaciones de CBFERT pueden determinar los cambios en el crecimiento de las plántulas, sin embargo, la proporción relativa de biomasa seca se favorece con EcoMic®. Por lo tanto, la combinación de EcoMic® y dos aplicaciones de CBFERT permite obtener plántulas saludables, con parámetros morfológicos y fenológicos de calidad. Próximos ensayos deben explorar las aplicaciones de estos bioestimulantes en la producción del cultivo.

Palabras clave: bioestimulantes, biomasa, contenido hídrico, *Solanum lycopersicum*.

ABSTRACT: Using alternatives to chemical fertilizers continues to be a priority for sustainable agriculture in Cuba. EcoMic® and CBFERT are ecological fertilizers of national production with promising results; however, their combined effect on plant growth has not been sufficiently explored. The present study was conducted with the objective of evaluating the effect of the simple and combined use of EcoMic® and CBFERT on the growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L. cv. L-43) in trays. A completely randomized design with a factorial arrangement was employed. The treatments included seedlings that were either untreated or inoculated with EcoMic® biofertilizer, in conjunction with three levels of CBFERT (0, 1, and 2 applications). The evaluations were carried out on 20 seedlings selected at random from each treatment. The variables measured included leaf number, stem length and diameter, biomass (both fresh and dry weight), and water content. The results demonstrated a differentiated response in tomato seedling growth between one and two applications of CBFERT, either alone or in combination with EcoMic®. At this early stage of the crop, CBFERT applications may determine changes in seedling growth; however, the relative proportion of dry biomass is favored with EcoMic®. Consequently, the combination of EcoMic® and two applications of CBFERT allows to obtain healthy seedlings, with quality morphological and phenological parameters. Future trials should explore the applications of these biostimulants in crop production.

Keywords: Biostimulants, Biomass, Water Content, *Solanum lycopersicum*.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) constituye a nivel mundial una de las hortalizas de mayor importancia por su extensión, demanda y formas de consumo (Ávila-Amador et al., 2022). En Cuba, este cultivo enfrenta el desafío de una limitada disponibilidad de fertilizantes químicos, los cuales suelen ser importados

(Fernández et al., 2021). Además, su uso irracional puede afectar la sostenibilidad de los agroecosistemas, comprometiendo la salud del suelo y el equilibrio ambiental (Iftikhar et al., 2019; Pilatuña et al., 2021). La fase de semillero no escapa a esta realidad, sin embargo, comúnmente se subestima la utilización de bioestimulantes que favorecen el desarrollo y la calidad de las plántulas para el trasplante (Santana-Baños et al., 2016).

Recibido: 04/11/2024

Aceptado: 29/03/2025

Contribuciones de autor: Conceptualización: Y. Santana-Baños. Curación de datos: C. Hernández, R. Hernández. Análisis formal: Y. Santana-Baños, Y. López. Investigación: C. Hernández, A. Del Busto, E. Miranda. Metodología: Y. Santana-Baños, C. Hernández. Supervisión: R. Hernández, Y. López. Validación: Y. López, E. Miranda. Visualización: E. Miranda. Redacción-borrador original: Y. Santana-Baños, C. Hernández, R. Hernández. Redacción, revisión y edición: Y. Santana-Baños, C. Hernández, Y. López.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



En este contexto, el uso de fertilizantes ecológicos de producción nacional se ha convertido en una opción necesaria para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate de manera sostenible (Espinosa et al., 2021; Fornaris et al., 2022). Entre estas alternativas se encuentran el biofertilizante EcoMic®, elaborado a base de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), y el CBFERT, un fertilizante líquido enriquecido con cianobacterias (Minag-Cuba, 2020).

La aplicación de HMA constituye una solución prometedora y ambientalmente amigable para la agricultura sostenible. Estos reducen la dependencia de fertilizantes químicos y favorecen el crecimiento de las plantas (Castañeda et al., 2020; Chafai. et al., 2023). El CBFERT, por su parte, ofrece diversas ventajas tanto económicas como ambientales. Proporciona nutrientes asimilables por absorción directa, junto con aminoácidos, vitaminas y minerales que optimizan los procesos metabólicos, actuando como un estimulante del crecimiento vegetal (Canciano et al., 2019).

Si bien existen experiencias sobre la actividad bioestimulante del EcoMic® en plantas de tomate según Cabrera et al. (2016) y Rivera et al. (2020), pocas referencias abordan en la actualidad el efecto del CBFERT, a pesar de la aceptación que reciben por los productores estas alternativas de fertilización ecológica. Por lo tanto, con el fin de fomentar estas alternativas, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la utilización simple y combinada de EcoMic® y CBFERT en el crecimiento de plántulas de tomate en bandejas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones experimentales

El ensayo se desarrolló entre octubre y diciembre del año 2021, en el área experimental de la Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Universidad de Pinar del Río, Cuba, con coordenadas geográficas 22°24'N y 83°41' O. La siembra se realizó en bandejas de 150 alvéolos, con semillas certificadas del cultivar de tomate L-43. Se utilizó como sustrato una mezcla de suelo Fersialítico según Hernández et al. (2015) y humus de lombriz en una proporción de 70 % y 30 %, respectivamente. El suelo presentó las siguientes características: $pH_{(H_2O)} = 7,9$; $MO = 4,39$ y $CE = 0,87$ mS/cm. La desinfección del sustrato se realizó con formalina (4,0 %) durante 72 horas, cinco días antes de la siembra. Las variables climáticas se caracterizaron por temperaturas de 23,5 a 32,8°C y humedad relativa promedio de 78 %.

Descripción de los tratamientos

Los tratamientos consideraron tres niveles de aplicación del fertilizante ecológico CBFERT, sin y con inoculación del biofertilizante EcoMic®, como se describe a continuación (Tabla 1). Para ello se preparó una solución al 0,5 % de concentración (5 ml/L). En cada aplicación se añadieron 10 ml/plántula de la solución directamente en el sustrato. Para el biofertilizante EcoMic®, se inoculó 1,0 g por plántula (= alvéolo) al momento de la siembra.

Descripción de las variables evaluadas

Las evaluaciones se realizaron 25 días después de la germinación. Se muestrearon 20 plántulas al azar de cada tratamiento y fueron procesadas en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad de Pinar del Río. En las plántulas se midieron las variables descritas a continuación:

- Número de hoja (u): se cuantificó en cada plántula, de forma visual, el total de hojas verdaderas formadas.
- Longitud del tallo (cm): se midió desde la base hasta la yema terminal. Se empleó una regla graduada con precisión 0,1 cm.
- Diámetro del tallo (cm): se midió a 1,0 cm de la base del tallo de las plántulas. Se empleó un pie de Rey digital de precisión 0,01 mm.
- Biomasa fresca (MF) y seca (MS) (g): se pesaron las plántulas en una balanza técnica digital de precisión 0,01 g. Para obtener los valores de masa seca, las muestras se secaron por circulación de aire en una estufa a 70°C durante 48 h.
- Contenido hídrico (CH, %): a partir de los valores de MF y MS se calculó el CH empleando la Ecuación 1 (Aldasoro, 2017).

$$CH(\%) = ((MF - MS) / MF) \times 100 \quad (1)$$

Análisis estadísticos de los resultados

Se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, utilizando las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente. Se aplicó un análisis de varianza simple y prueba de Tukey para la comparación de medias, con un nivel de confianza del 95 % ($p \leq 0,05$). Se empleó el software estadístico Minitab® versión 17.1.0 para Windows Minitab (2015); Supithak et al. (2016).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos empleados en el ensayo

No.	Descripción de los tratamientos	Etiquetas
1	Plántulas de tomate sin aplicaciones de EcoMic® y CBFERT	Control
2	Plántulas de tomate con inoculación de EcoMic® en la siembra	EcoMic
3	Plántulas de tomate con una (1) aplicación de CBFERT	CBFERT (1)
4	Plántulas de tomate con dos (2) aplicaciones de CBFERT	CBFERT (2)
5	Plántulas de tomate con EcoMic® + CBFERT (1)	EcoMic+CBFERT (1)
6	Plántulas de tomate con EcoMic® + CBFERT (2)	EcoMic+CBFERT (2)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La longitud del tallo de las plántulas de tomate cultivar L-43, a los 25 días después de la germinación, alcanzó valores entre 8,0 y 11,5 cm, el diámetro osciló entre 1,4 y 3,0 mm, mientras que, el número de hojas varió entre 2 y 4. Los valores promedios de los tratamientos evidenciaron que, el fertilizante ecológico CBFERT provocó incrementos significativos en el crecimiento de las plántulas de tomate, aunque con una respuesta diferenciada entre una y dos aplicaciones, tanto en aplicaciones individuales como en combinación con el biofertilizante EcoMic® (Tabla 2).

Los valores de incrementos en estas variables oscilaron entre 8 % y 35 %. Estudios realizados en tomate, con el empleo de HMA y otros bioestimulantes, informan incrementos similares en las variables de crecimiento (Reyes-Pérez et al., 2020; Santana-Baños et al., 2024).

La biomasa fresca de las plántulas presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, apreciándose que su incremento estuvo determinado por la aplicación del fertilizante ecológico CBFERT, también con diferenciación entre una y dos aplicaciones independientemente de la aplicación de EcoMic® (Figura 1). El efecto positivo de la inoculación de EcoMic® sobre la biomasa fresca de las plántulas podría encontrarse en evaluaciones posteriores a los 25 días después de la germinación, ya que estudios recientes informaron colonización micorrízica en plantas de tomate L-43 con cepas de HMA presentes en este biofertilizante (Santana-Baños et al., 2024).

El contenido hídrico en las plántulas (% H₂O) superó el 80 % de peso en todos los tratamientos, mientras que la proporción relativa de la biomasa seca fue superior en las plántulas inoculadas con EcoMic® (Figura 2). Sin embargo, otros autores encontraron incrementos en la biomasa seca total en plántulas de tomate con el uso del bioestimulante FitoMas-E, como (Minag-Cuba, 2020; Montero et al., 2008; Santana-Baños et al., 2016), un fertilizante foliar que contiene algunos de los componentes descritos en CBFERT, aunque en diferentes proporciones (Minag-Cuba, 2020; Montero et al., 2008). Por otra parte, cabe destacar que el contenido hídrico en plantas de tomate con el uso de diferentes productos bioactivos y biofertilizante también alcanzó el 80 % (Morales et al., 2018).

Los resultados sugieren un efecto positivo del fertilizante ecológico CBFERT en el desarrollo de las plántulas de

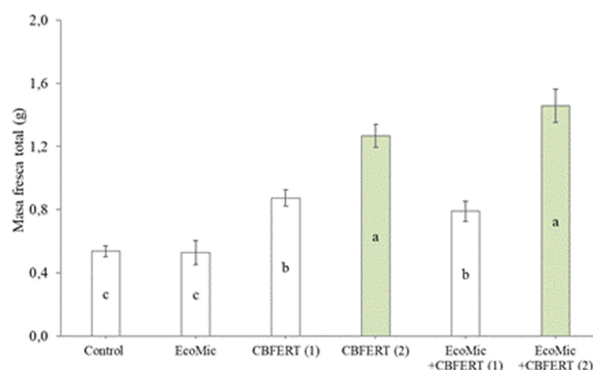


Figura 1. Masa fresca total de las plántulas de tomate.

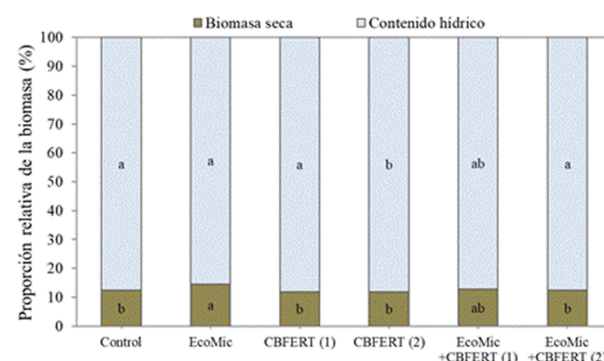


Figura 2. Proporción de biomasa seca y contenido hídrico en las plántulas de tomate.

tomate, lo que requiere de una mayor generalización de su aplicación en la fase de semillero, sobre todo en condiciones de cepellón donde puede acortar el periodo para el trasplante y con ello la eficiencia en el proceso productivo en condiciones de cultivo protegido. Canciano et al. (2019) plantean que este fertilizante líquido presenta disímiles ventajas tanto económicas como ambientales, disminuye el empleo de productos químicos en la agricultura y puede incrementar el aprovechamiento de los nutrientes del suelo.

Aunque los resultados obtenidos pudieran suponer que es suficiente la aplicación de CBFERT para lograr incrementos en el crecimiento de las plántulas de tomate, cabe destacar que la inoculación de EcoMic®, aunque no provocó un cambio significativo en esta fase inicial del cultivo, puede favorecer el desarrollo postrasplante (Cabrera et al., 2016).

Tabla 2. Efecto de los tratamientos en el crecimiento de las plántulas de tomate

Tratamiento	Longitud del tallo (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Número de hojas (u)
Control	8,33 b	1,43 c	2,00 d
EcoMic	8,62 ab	1,44 c	2,00 d
CBFERT (1)	8,40 b	1,64 c	2,86 c
CBFERT (2)	9,90 a	2,50 a	3,29 b
EcoMic + CBFERT (1)	9,05 ab	2,20 b	2,71 c
EcoMic + CBFERT (2)	9,76 a	2,56 a	3,71 a
Error estándar	0,19	0,08	0,11

CONCLUSIONES

El fertilizante ecológico CBFERT favorece el crecimiento y la producción de biomasa fresca en las plántulas de tomate cultivar L-43 obtenidas en bandejas, aunque se aprecia una respuesta diferenciada entre una y dos aplicaciones, ya sean simples o combinadas con el biofertilizante EcoMic®. En esta fase inicial del cultivo, las aplicaciones de CBFERT pueden determinar los cambios en el crecimiento de las plántulas, sin embargo, la proporción relativa de biomasa seca se favorece con EcoMic®. Por lo tanto, la combinación de EcoMic® y dos aplicaciones de CBFERT a los 14 y 21 días después de la siembra permite obtener plántulas saludables, con parámetros morfológicos y fenológicos de calidad. Próximos ensayos deben explorar las aplicaciones de estos bioestimulantes en la producción del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldasoro, G. J. (2017). *Disponibilidad hídrica y fijación de nitrógeno en leguminosas: Fisiología, metabolismo y proteómica* [Tesis de Doctorado]. Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España.
- Ávila-Amador, C., Algentel-Martínez, L., Peñuelas-Rubio, O., González-Aguilera, J., & Fonseca-Reyna, I. (2022). Response of the tomato crop (*Solanum lycopersicum* L.) to the application of QuitoMax® in salinity conditions. *Research, Society and Development*, 11(12), e10111233870.
- Cabrera, R. Y. L., Miranda, I. E., & Santana, B. Y. (2016). Efectividad y momentos de aplicación del biofertilizante EcoMic® en la producción de *Solanum lycopersicum* L. var. Mamonal 21. *Avances*, 18(1), 76-85, ISSN: 1562-3297, Publisher: Centro de Información y Gestión Tecnológica. CIGET.
- Canciano, F. J., Valladares, R. M., Velázquez, B. J., & Darianne, H. A. J. (2019). Propuesta de aprovechamiento de residuales generados en la producción del CBFERT. *Revista Centro Azúcar*, 46(5), 91-95, ISSN: 2223-4861.
- Castañeda, W., Toro, M., Solorzano, A., & Zúñiga, D. D. (2020). Production and nutritional quality of tomatoes (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme) are improved in the presence of biochar and inoculation with arbuscular mycorrhizae. *American Journal of Plant Sciences*, 11(3), 426-436, Publisher: Scientific Research Publishing.
- Chafai, W., Haddioui, K., Serghini, C. H., Labazi, H., AlZain, M. N., Noman, O., Parvez, M. K., Addi, M., & Khalid, A. (2023). Impact of Arbuscular mycorrhizal Fungal Strains Isolated from Soil on the Growth, Yield, and Fruit Quality of Tomato Plants under Different Fertilization Regimens. *Horticulturae*, 23(9), 973.
- Espinosa, W., Ríos, C., & Díaz, T. (2021). Producción ecológica del tomate *Solanum Lycopersicum* L. (var. Campbell 28) con el uso de zeolita natural mezclada con estiércol vacuno. *Centro Agrícola*, 48(1), 23-27.
- Fernández, J., Hernández, D. M. I., & Salgado, P. J. M. (2021). Sistemas de biofertilización en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Avances*, 23(4), 384-396.
- Fornaris, S. A. A., Castillo, F. J., & Echavarría, H. J. (2022). Efecto de dosis foliar y edáfica del lixiviado microbiano en la producción de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.). *Ciencia en su PC*, 1(3), 88-101, ISSN: 1027-2887, Publisher: Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba.
- Hernández, J., Pérez, J., Bosch, I., & Castro, S. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba 2015* (Ediciones INCA, Vol. 93). Ediciones INCA, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- Iftikhar, S., Saleem, M., Ahmad, K., & Jaffri, S. (2019). Synergistic mycoflora-natural farming mediated biofertilization and heavy metals decontamination of lithospheric compartment in a sustainable mode via *Helianthus annuus*. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(2), 6735-6752, ISSN: 1735-1472, Publisher: Springer.
- Minag-Cuba. (2020). *Manual práctico para uso de bioproductos y fertilizantes líquidos*. Ministerio de la Agricultura (MINAG), La Habana, Cuba.
- Minitab. (2015). *Minitab 17: Getting started with Minitab 17* (p. 87). MinitabInc, Pennsylvania.
- Montero, L., Duarte, C., León, M., Cun, R., & Rodríguez, B. (2008). Fertirrigación ecológica en el cultivo del tomate en condiciones protegidas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(3), 18-21, ISSN: 1010-2760, Publisher: Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez.
- Morales, G. D., Rodríguez, L. L., Dell'Amico, R. J., Jerez, M. E., & Estrada, P. W. (2018). Efecto de dos bioestimulantes y hongos micorrízicos en plantas de tomate sembradas a altas temperaturas. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 41-48.
- Pilatuña, Q. M. F., González, P. M. M., Mero, G. M. E., & Risco, A. D. (2021). Evaluación agronómica de bacterias fijadoras de nitrógeno aisladas de suelos andinos en plántulas de lechuga y tomate. *Investigación Agraria*, 23(1), 47-52, ISSN: 2305-0683, Publisher: Universidad Nacional de Asunción.
- Reyes-Pérez, J. J., Enríquez-Acosta, E. A., Ramírez-Arrebató, M. A., Rodríguez-Pedroso, A. T., & Falcón-Rodríguez, A. (2020). Efecto de ácidos húmicos, micorrizas y quitosano en indicadores del crecimiento de dos cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Terra Latinoamericana*, 38(3), 653-666, ISSN: 0187-5779, Publisher: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo AC.
- Rivera, R., Fernández, F., Ruiz, L., González, P. J., Rodríguez, Y., Pérez, E., & Ruiz, S. M. (2020). *Manejo, integración y beneficios del biofertilizante micorrízico EcoMic en la producción agrícola* (R. Rivera (ed), 151:). Ediciones INCA, San José de las Lajas, San Jose de las Lajas Mayabeque, Cuba.

- Santana-Baños, Y., Ruiz, S. M., Miranda, I. E., & Hernández, H. C. (2024). Respuesta a la inoculación de tres cepas de hongos micorrízicos arbusculares en plantas de tomate. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 13(2), 117-127, ISSN: 2357-5549.
- Santana-Baños, Y., del Busto-Concepción, A., González-Fuentes, Y., Aguiar-González, I., Carrodegua-Díaz, S., Páez Fernández, P. L., & Díaz-Lugo, G. (2016). Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai y FitoMas-E® como bioestimulantes de la germinación y crecimiento de plántulas de tomate. *Centro agrícola*, 43(3), 5-12, ISSN: 0253-5785, Publisher: 1977, Editorial Feijóo.
- Supithak, A., Wongsuwan, W., & Vongsarnpigoon, L. (2016). Application of Minitab 17 Statistical Software to Analysis of Students of the Faculty of Engineering, Thai-Nichi Institute of Technology. *Journal of Engineering and Digital Technology (JEDT)*, 4(1), 17-21, ISSN: 2774-0617.