

Efecto de la aplicación foliar de extractos de estevia y de microorganismos sobre el rendimiento de sandía var. Crimson Sweet

Effect of foliar application of stevia extracts and microorganisms on the yield of watermelon var. Crimson Sweet

Andrés José Armadans Rojas^{1*}, Guillermo Enciso-Maldonado², Miguel Rojas-Barrios¹, Monserrat Pedrozo¹

¹ Universidad San Carlos. Asunción, Paraguay.

² Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Hohenau, Itapúa, Paraguay.



doi 10.57201/IEUNA2313206

Sección: Artículo Original

*Autor correspondiente:
andresarm@hotmail.com

Editor de área:

Andrea A. Arrúa Alvarenga^{ie},
Universidad Nacional de
Asunción. Centro Multidisciplinario
de Investigaciones Tecnológicas
(CEMIT), San Lorenzo, Paraguay

Recibido:

15 de febrero de 2023

Aceptado:

19 de junio de 2023

Recibido en versión modificada:

22 de junio de 2023

Este es un artículo publicado en
acceso abierto bajo una Licencia
Creative Commons "CC BY
4.0".



Declaración de conflicto: Los
autores declaran no tener conflicto
de intereses.

e-ISSN 2709-0817

Como citar: Armadans Rojas, A. J., Enciso-Maldonado, G., Rojas-Barrios, M. y Pedrozo, M. (2023) Efecto de la aplicación foliar de extractos de estevia y de microorganismos sobre el rendimiento de sandía var. Crimson Sweet. *Revista investigaciones y estudios - UNA*, 14(1), 78-83.

Resumen. Se realizó el experimento en Itacurubí de la Cordillera, Paraguay, desde julio de 2021 a enero de 2022, donde se evaluó el efecto de la aplicación foliar de un extracto de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) y de un bioestimulante comercial formulado con agua y miel conteniendo $4,05 \times 10^8$ UFC.mL⁻¹ de *Lactobacillus* sp. y de *Saccharomyces* sp., y $3,1 \times 10^9$ UFC.mL⁻¹ de *Streptomyces scabies*, comparados con un testigo, sobre el rendimiento de sandía variedad *Crimson Sweet*. Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. La primera aplicación de los tratamientos se realizó en el semillero, cuando la plántula contenía 8 hojas definitivas, luego del trasplante, se realizó una aplicación cada 8 días hasta completar 10 aplicaciones en total. Se evaluó el peso promedio de los frutos, el número de frutos por planta y el rendimiento. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), cuando hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad de error. Con el extracto de estevia se obtuvo 1,9 frutos por planta, con peso promedio de 10 kg y rendimiento de 9119 kg.ha⁻¹, mientras que con el bioestimulante comercial se obtuvo 1,6 frutos por planta, con peso promedio de 8,3 kg y rendimiento de 7325 kg.ha⁻¹. Con el testigo se obtuvo 0,9 frutos por planta con 4,6 kg y un rendimiento de 4044 kg.ha⁻¹. El extracto de estevia ofrece una mayor productividad en el cultivo de sandía. Se sugiere la realización de más estudios para evaluar diferentes dosis de los extractos y considerar variables relacionadas a la fitosanidad y a la calidad postcosecha.

Palabras clave: *Citrullus lanatus*, *Lactobacillus*, *Saccharomyces*, *Stevia rebaudiana*, *Streptomyces scabies*

Abstract. An experiment was conducted in Itacurubi de la Cordillera, Paraguay, from July 2021 to January 2022. The study aimed to examine the impact of applying a foliar extract of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) and a biostimulant containing *Lactobacillus* sp. and *Saccharomyces* sp. at a concentration of 4.05×10^8 CFU.mL⁻¹, as well as *Streptomyces scabies* at a concentration of 3.1×10^9 CFU.mL⁻¹, mixed with water and honey, on the yield of watermelon cv. Crimson Sweet. A control group was also included for comparison. The experimental design followed a completely randomized block design with four replications. The first application of the treatments occurred when the seedlings had 8 fully developed leaves in the seedbed. Subsequently, applications were made every 8 days, totaling 10 applications. The evaluation included measuring the average weight of the fruits, the number of fruits per plant, and the overall yield. The data underwent analysis of variance, and when significant differences were found between treatment means, a Tukey mean comparison test was applied with a 5% probability of error. Using stevia extract, 1.9 fruits per plant were obtained with an average weight of 10 kg and a yield of 9119 kg.ha⁻¹, whereas the commercial biostimulant resulted in 1.6 fruits per plant with an average weight of 8.3 kg and a yield of 7325 kg.ha⁻¹. The control group yielded 0.9 fruits per plant weighing 4.6 kg, with a total yield of 4044 kg.ha⁻¹. Stevia extract demonstrates higher productivity in watermelon cultivation. The study suggests conducting further research to assess higher doses of the extracts and consider variables related to phytosanitary conditions and postharvest quality.

Keywords: *Citrullus lanatus*, *Lactobacillus*, *Saccharomyces*, *Stevia rebaudiana*, *Streptomyces scabies*.

Introducción

La sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) es una planta anual que se cultiva en las regiones Oriental y Occidental del Paraguay, su fruto es valorado por contenido de jugo, frescura y sabor, mientras que la cáscara se utiliza para hacer fruta abrillantada; cuenta con una mayor demanda en el verano. Su siembra inicia a partir del mes de julio y la cosecha se realiza entre 75 y 95 días después de la siembra, donde los rendimientos esperados varían según la época del año y las condiciones de cultivo, alcanzando de 300 a 550 docenas de frutos por hectárea (Gibert, 2016).

Uno de los desafíos que se enfrenta en este cultivo es la producción de baja calidad, ya que las plantas producen una gran cantidad de frutos, pero muchos de ellos no alcanzan el peso necesario para su venta, lo cual puede deberse a una deficiencia en la nutrición o por el exceso de frutos producidos por la planta (Armadans-Rojas y Benítez Marín, 2016).

Dada la necesidad de aumentar los rendimientos de los cultivos agrícolas para la alimentación humana, así como la disminución del uso de agroquímicos potencialmente perjudiciales para la salud y el ambiente, las investigaciones se han orientado hacia el desarrollo de nuevas tecnologías que ofrezcan un menor impacto negativo de la agricultura al ambiente. De esta manera, el uso de bioestimulantes en la agricultura ha ganado popularidad en las últimas décadas y se consideran como una innovación tecnológica para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola, a través de una reducción significativa de agroquímicos sintéticos como pesticidas y fertilizantes (Brown y Saa, 2015; Roupheal y Colla, 2020).

Según el Consejo Europeo de la industria de Bioestimulantes (EBIC, por sus siglas en inglés, 2012), los bioestimulantes contienen sustancias y/o microorganismos cuya función cuando se aplican a las plantas o a la rizosfera es estimular los procesos naturales para mejorar y beneficiar la absorción y la eficiencia de los nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad postcosecha de los cultivos. Bajo este contexto, se ha demostrado que el extracto de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) tiene la capacidad de reducir la severidad de enfermedades foliares del trigo (Acuña-Gamarra y Grabowski-Ocampos, 2012), de la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *sesami*) en sésamo (Álvarez-Morínigo y Grabowski-Ocampos, 2013), de la septoriosis (*Septoria lycopersici*) y de la mancha bacteriana del tomate (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*), además, favorece el aumento del área foliar, altura, longitud radicular y masa seca del tomate (Lesme-Brun et al., 2017).

Por otro lado, los bioestimulantes a base de microorganismos son un recurso biotecnológico utilizado para aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y contrarrestar los efectos adversos del uso excesivo de fertilizantes, por lo tanto, su aplicación al suelo tiene un efecto favorable en la promoción del crecimiento e incremento de la productividad de los cultivos (Afanador-Barajas, 2017).

Con base a lo mencionado, la hipótesis de partida de este trabajo fue que la aplicación de bioestimulantes, uno a base de estevia y otro a base de microorganismos, incrementa el rendimiento

de la sandía. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de un extracto de estevia y un bioestimulante comercial a base de microorganismos (*Lactobacillus* sp., *Saccharomyces* sp., *Streptomyces scabies*) sobre la productividad de sandía var. *Crimson Sweet*.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en Itacurubí de la Cordillera, Paraguay (29°55'18"S 56°92'33"W), entre los meses de julio de 2021 a enero de 2022, en un suelo con pH de 5,90 y 1,33 % de materia orgánica.

Los tratamientos se constituyeron por un testigo sin aplicación de bioestimulantes (T1), extracto acuoso compuesto de hojas de estevia (10 kg de hojas y tallo en 10 L de agua, previamente maceradas, luego hervidas durante 10 minutos, filtradas y puestas en reposo por 6 meses dentro de un bidón plástico) a dosis de 80 mL.L⁻¹ de agua. T2, y el producto Bio-Renova®, compuesto por agua y miel conteniendo 4,05x10⁸ UFC.mL⁻¹ de *Lactobacillus* sp. y de *Saccharomyces* sp., y 3,1x10⁹ UFC.mL⁻¹ de *Streptomyces scabies*, a dosis de 5 mL L⁻¹ de agua (T3).

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por 20 plantas de sandía var. *Crimson Sweet*, distanciadas a 1,5 x 1,5m entre hileras y plantas, respectivamente, correspondiéndose este a una densidad de 4.444 plantas.ha⁻¹.

La preparación del suelo consistió en la incorporación de 600 kg.ha⁻¹ de cal agrícola y 6 t.ha⁻¹ de gallinaza, luego se levantaron las camas de siembra y se instaló el sistema de riego y el acolchado plástico, previamente perforado cada 1,5 m. Las semillas se sembraron en bandejas de isopor de 200 celdas, utilizando sustrato comercial (Carolina) cubierto con un microtúnel de media sombra color negro. Luego, a los 20 días después de la emergencia, las plantas se trasplantaron al lugar definitivo.

La primera aplicación de los tratamientos se realizó en el semillero a los 15 días después de la siembra, cuando las plántulas contaban con cuatro hojas verdaderas. La segunda aplicación se realizó a los 15 días después del trasplante (plántulas con ocho hojas verdaderas), posteriormente se realizaron aplicaciones cada ocho días, hasta completar 10 aplicaciones en total para cada tratamiento.

Se evaluó el peso promedio de los frutos, el número de frutos por planta y el rendimiento. Los datos se sometieron al análisis de varianza (ANAVA) y, cuando hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados

Según el ANAVA, existieron diferencias significativas para todas las variables evaluadas. El peso promedio del fruto, el número de frutos por planta y el rendimiento fueron mayores en las plantas

tratadas con el extracto de estevia (T2), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el testigo produjo los menores valores para todas las variables de estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Peso promedio de frutos, número de frutos por planta y rendimiento de sandía tras la aplicación de bioestimulantes. Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tratamiento	Peso promedio de fruto (kg)	Número de frutos por planta	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)
T1 - Testigo	4,6 c	0,9 c	4044 c
T2 - Extracto de estevia	10,0 a	1,9 a	9119 a
T3 - Bio-Renova®	8,3 b	1,6 b	7325 b
Coefficiente de variación (%)	9,3	9,8	11,3

*Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Discusión

En este trabajo se observa un efecto significativo de la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de sandía en Paraguay y expone algunas ventajas de su uso de bioestimulantes en la horticultura paraguaya. Según los resultados obtenidos el bioestimulante con mayores beneficios sobre la productividad de la sandía fue el extracto de estevia sobre la productividad de la sandía. La actividad del extracto de estevia fue anteriormente reportada en Paraguay por Lesme-Brun et al. (2017), quienes observaron un aumento significativo del área foliar, altura, longitud radicular y biomasa seca en plantas de tomate. Estos autores verificaron el efecto de este extracto sobre la promoción de crecimiento del tomate, así como su efecto positivo sobre rendimiento del cultivo, lo que les permitió inferir que el extracto de estevia posee compuestos capaces de influenciar los procesos de desarrollo y producción de las plantas de tomate. Este efecto también fue observado por resultados similares obtenidos por Silez y Clementelli (2010), quienes observaron un rendimiento promedio de 1,39 kg por planta al aplicar el extracto de estevia a una dosis de 25 mL.L⁻¹ en el suelo durante el trasplante y 12,5 mL.L⁻¹ en el follaje cada 15 días después del trasplante. Este trabajo confirma su efecto favorable en el cultivo de sandía, por lo que resulta interesante evaluar su efecto en otros cultivos hortícolas.

Por otro lado, en este trabajo también se observó el beneficio de la aplicación del bioestimulante a base de microorganismos. Los beneficios de la aplicación de estos microorganismos han sido reportado en otras hortalizas, por ejemplo, la aplicación *S. cerevisiae* promovió el incremento de área foliar, diámetro del tallo y volumen de raíces de plántulas de tomate, además, aumenta el contenido de clorofila de las hojas (Gemin et al., 2018), mientras que cepas de *Streptomyces* sp. promovieron un mayor desarrollo de raíces, brotes y nódulos y un incremento en el número y peso de vainas, el área foliar, y las masas de hojas y tallos de plantas de garbanzo (Gopalakrishnan et al., 2015). Por otra parte, *Lactobacillus* tiene un efecto positivo en el incremento de la altura de planta, número de vainas por planta, granos por vainas, peso de 1000 semillas y rendimiento del frijol (Morel-López et al., 2021). Actualmente existe una tendencia en utilizar extractos de microorganismos, los cuales son considerados

como herramientas sostenibles y eficientes para asegurar la estabilidad del rendimiento en condiciones de bajos insumos, como las deficiencias de N y P; por lo tanto, son una alternativa eficaz para introducirlas dentro del manejo de cultivos hortícolas como la sandía (Rouphael y Colla, 2020).

Por último, este trabajo es preliminar, por lo tanto, sería conveniente trabajar en nuevas propuestas de investigación en sandía, como, por ejemplo, determinar dosis efectivas de extracto de estevia y evaluar su efecto sobre la fitosanidad del cultivo, así como también sobre características de calidad del fruto, que es un cultivo de interés para la agricultura familiar campesina.

Conclusiones

La aplicación de extracto de estevia como la utilización del bioestimulante a base de microorganismos tuvieron efectos positivos en el peso promedio del fruto, el número de frutos por planta y el rendimiento por hectárea en comparación con el tratamiento testigo. El extracto de estevia mostró los mejores resultados en todas las variables evaluadas, lo que sugiere que su aplicación puede ser una estrategia eficaz para mejorar la calidad y la producción de sandía. Con este trabajo se demuestra que existen ventajas agronómicas en la utilización de bioestimulantes en sandía, sin embargo, se sugiere la realización de más estudios en donde se puedan considerar evaluar mayores dosis de los extractos y variables de fitosanidad y calidad postcosecha con la finalidad de generar propuestas para el manejo de este cultivo.

Contribución de autores

Concepción del estudio: A.J.A.R., G.E.-M., M.R.-B., **Diseño del experimento:** A.J.A.R., G.E.-M. **Ejecución del experimento:** A.J.A.R., M.R.-B., M. P. **Verificación del experimento:** A.J.A.R., G.E.-M., M.R.-B. **Análisis/interpretación de datos:** A.J.A.R., G.E.-M. **Análisis estadísticos:** A.J.A.R., G.E.-M. **Preparación del manuscrito:** A.J.A.R., G.E.-M., M.R.-B. **Edición y revisión del manuscrito:** A.J.A.R., G.E.-M., M. P. **Aprobación de la versión final del manuscrito:** A.J.A.R., G.E.-M., M.R.-B., M. P.

Fuente de Financiamiento. Sin financiamiento externo.

Referencias Bibliográficas

- Acuña-Gamarra, E. M. & Grabowski-Ocampos, C. (2012). Inducción de resistencia en plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.) a la mancha amarilla (*Drechslera tritici-repentis*) y marrón (*Bipolaris sorokiniana*). *Investigación Agraria*, 14(2), 71-79. <https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/254>.
- Álvarez-Morinigo, F. T. & Grabowski-Ocampos, C. (2013). Inducción de resistencia en plantas de sésamo (*Sesamum indicum* L.) a la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv.

- sesami). *Investigación Agraria*, 15(2), 97–105.
<https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/233>.
- Armadañs-Rojas, A. J. & Benítez Marín, D. (2016). Influencia del raleo del fruto sobre el tamaño y rendimiento de la sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb) Matsum & Nakai). *Horticultura Argentina*, 35(87), 41-48. <https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/influencia-del-raleo-del-fruto-sobre-el-tamano-y-rendimiento-de-la-sandia-citrullus-lanatus-thunb-matsum-nakai.html>
- Afanador-Barajas, L. N. (2017). Biofertilizantes: conceptos, beneficios y su aplicación en Colombia. *Ingeciencia*, 2(1), 65-76.
https://editorial.ucentral.edu.co/ojs_uc/index.php/Ingeciencia/article/view/2353.
- Brown, P. & Saa, S. (2015). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in plant science*, 6, 671.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00671>
- Gemin, L. G., Datsch, R., Mógor, Á. F., & Mógor, G. (2018). Biofertilizer effect of yeast fermented broth on organic tomato seedlings. *Revista de ciências agrárias*, 41(2), 424-431.
<https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16698>.
- Gibert, P.M. (2016). Cultivo de la sandía. ABC Rural.
- Gopalakrishnan, S., Srinivas, V., Alekhya, G., Prakash, B., Kudapa, H., Rathore, A. & Varshney, R. K. (2015). The extent of grain yield and plant growth enhancement by plant growth-promoting broad-spectrum *Streptomyces* sp. in chickpea. *SpringerPlus*, 4, 1-10.
<https://doi.org/10.1186/s40064-015-0811-3>.
- Lesme-Brun, A. J., Soilán-Duarte, L. C. & Grabowski-Ocampos, C. J. (2017). Extracto de Ka'a He'ë [*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni] en el control de la Septoriosis y mancha bacteriana del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Investigación Agraria*, 19(2), 101–111.
[doi:10.18004/investig.agrar.2017.diciembre](https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2017.diciembre).
- Morel-López, E., Pistilli, R. E., Barrios Valiente, E., Caballero Casuriaga, O., Servin, A., Dasilva, M. O., Lugo, W. & Huerta, Á. (2021). Eficacia de biofertilizantes en la producción de variedades de fréjol. *Idesia (Arica)*, 39(3), 13-19. [doi:10.4067/S0718-34292021000300013](https://doi.org/10.4067/S0718-34292021000300013).
- Rouphael, Y. & Colla, G. (2020). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in plant science*, 11, 40.
[doi:10.3389/fpls.2020.00040](https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040)
- Silez, H. & Clementelli, A. (2010). *Respuesta del cultivo de tomate (Lycopersicum sculentum) a la aplicación del extracto de stevia en la zona norte de Santa Cruz (SANTA ROSA DEL SARA, 2009)*. Universidad, Ciencia y Sociedad, 1, 23.