



Respuesta de la especie *Stevia rebaudiana* Bertoni a la inoculación con cepas de hongos micorrízicos arbusculares

Response of *Stevia rebaudiana* Bertoni to the strains inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi

Yadira Almaguer-Ricardo*, Yonaisy Mujica-Pérez, Elein Terry-Alfonso

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

RESUMEN: La *Stevia rebaudiana* Bertoni es una especie perenne de alto valor comercial por sus propiedades medicinales. Con el objetivo de determinar el efecto de la inoculación de cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en esquejes de estevia, se desarrolló esta investigación en condiciones semicontroladas en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Se utilizaron esquejes libres de enfermedades, con una longitud de 10 cm y con cinco pares de hojas por cada uno. En el experimento 1 se estudiaron tres cepas de HMA: *Rhizoglyphus irregularis*, *Funneliformis mosseae* y *Glomus cubense*, además de un control sin inoculación. Para el segundo experimento se empleó la cepa de mejor comportamiento del ensayo anterior, además de dos combinaciones de sustrato (suelo + abono orgánico). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones y 20 plantas por cada uno. Las evaluaciones se realizaron al finalizar la etapa de vivero del cultivo y se analizaron variables relacionadas con el funcionamiento fúngico y con el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los resultados demostraron la efectividad de la inoculación de los HMA en las variables relacionadas con el crecimiento y desarrollo de los esquejes de estevia a los 40 días después de su plantación. La cepa *Rhizoglyphus irregularis* mostró un mejor comportamiento en las condiciones experimentales evaluadas.

Palabras clave: micorrizas, crecimiento, desarrollo, plantas medicinales.

ABSTRACT: *Stevia rebaudiana* Bertoni is a perennial species of high commercial value for its medicinal properties. In order to determine the effect of the inoculation of efficient strains of arbuscular mycorrhizal fungi in stevia cuttings, this research was carried out under semi-controlled conditions at the National Institute of Agricultural Sciences. Disease-free cuttings were used, with a length of 10 cm and with five pairs of leaves for each one. Three AMF strains were studied: *Rhizoglyphus irregularis*, *Funneliformis mosseae* and *Glomus cubense*, in addition to a control without inoculation, in the first experiment. For the second experiment, the strain with the best performance from the previous test was used, in addition to two combinations of substrate (soil+organic fertilizer). Treatments were distributed in a completely randomized design with three repetitions and 20 plants for each one. Evaluations were carried out at the end of the nursery stage of the crop and variables related to the fungal function and the growth and development of plants were analyzed. Results demonstrated the AMF inoculation effectiveness on the variables related to the growth and development of stevia cuttings at 40 days after planting. *Rhizoglyphus irregularis* strain showed a better performance under the experimental conditions evaluated.

Keywords: mycorrhizae, effectiveness, inoculum, growth, development, medicinal plants.

*Autor para correspondencia: yalmaguer@inca.edu.cu

Recibido: 15/10/2021

Aceptado: 08/05/2022

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Contribución de los autores: **Conceptualización-** Yadira Almaguer Ricardo. **Investigación-** Yadira Almaguer Ricardo, Yonaisy Mujica Pérez, Elein Terry Alfonso. **Metodología-** Yadira Almaguer Ricardo, Yonaisy Mujica Pérez. **Supervisión-** Yonaisy Mujica Pérez, Elein Terry Alfonso. **Escritura del borrador inicial-** Yadira Almaguer Ricardo. **Escritura y edición final-** Yadira Almaguer Ricardo, Yonaisy Mujica Pérez. **Curación de datos-** Yadira Almaguer Ricardo, Yonaisy Mujica Pérez.

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/>



INTRODUCCIÓN

La *Stevia rebaudiana* Bertoni es una especie perenne, originaria del Paraguay, con alto valor comercial por sus propiedades medicinales (1). Aunque en el proceso de reproducción de esta especie pueden emplearse las semillas botánicas, este método no resulta el más eficiente para garantizar plantas de excelente calidad, porque se obtiene una alta heterogeneidad en la descendencia en cuanto al porcentaje de germinación, el crecimiento de la planta, así como la producción de esteviósidos, por lo tanto, la propagación agámica constituye el método más efectivo que garantiza las características de la planta madre (2).

Sin embargo, el hábito de crecimiento y el tamaño limitado de los esquejes hacen que este método de propagación sea lento y, en algunos casos, se considera ineficiente para producir los volúmenes de plantas que demandan los productores (3).

En este contexto, los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) representan un grupo de microorganismos edáficos que establecen simbiosis con numerosas especies vegetales de interés agrícola (4). Dentro de los principales beneficios de esta interacción se destacan: los efectos directos en la nutrición mineral, especialmente en la absorción de macro y micronutrientes (5); la inducción de tolerancia frente a condiciones de estrés biótico (ej. patógenos) (6) y abiótico (ej. sequía y salinidad) (7); su participación en los procesos de fitorremediación (8) y su contribución en la estabilidad de los agregados del suelo (9).

Algunos estudios refieren la efectividad de la simbiosis micorrízica en diferentes tecnologías de producción de plantas (10), específicamente, en sistemas de viveros, demostrando incrementos significativos en el crecimiento y la calidad de las plantas, así como su posterior trasplante a campo (11).

A partir de los criterios anteriores, el objetivo de esta investigación estuvo orientado a determinar el efecto de la inoculación con cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares en esquejes de *Stevia rebaudiana* Bertoni, en condiciones semicontroladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se condujo bajo condiciones semicontroladas, en el departamento de Manejo de Agroecosistemas Sostenibles (MAS), perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicado en el kilómetro 3½ de la carretera a Tapaste, municipio San

José de las Lajas, provincia Mayabeque. Esta área se situó a los 23° de latitud norte y 82° 12' de longitud oeste, a una altura de 138 m s.n.m. (12).

Se utilizaron esquejes de *Stevia rebaudiana* Bertoni, libres de enfermedades, recolectadas de los canteros del área del jardín de variedades de plantas medicinales del propio departamento. Para su colecta se tuvo en cuenta la uniformidad en los esquejes con una longitud del tallo de 10 cm y cinco pares de hojas por cada uno.

Experimento 1. Efecto de la inoculación de tres cepas de HMA en el crecimiento y desarrollo de la estevia, en condiciones de vivero

Para el sustrato se empleó un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado, según Clasificación de los Suelos de Cuba (13), el que se correlacionó con Nitisol ferralítico, lúxico, (dístico, ródico, arcílico) (14) y se mezcló con abono orgánico (estiércol vacuno) en una proporción 1:1; en la [Tabla 1](#) se muestran algunas de sus características químicas.

Se estudiaron tres cepas de HMA: *Rhizoglyphus irregularis* (Blaszk., Wubet, Renker & Buscot) (INCAM-11), *Funnelformis mosseae* (T.H. Nicolson & Gerd.) (INCAM-2) y *Glomus cubense* (Y. Rodr. & Dalpé) (INCAM-4) (15), pertenecientes al cepario del Laboratorio de Micorrizas Arbusculares del INCA. La concentración del inóculo se certificó por el Laboratorio de Control de la Calidad de Micorrizas del INCA (35 esporas promedio g⁻¹ de inoculante) y se aplicó 1 g de inoculante por planta, realizando un hoyo localizado debajo de los esquejes de la estevia, en el momento de la plantación.

Los tratamientos consistieron en las tres cepas de HMA y un control sin inoculación, los que se distribuyeron en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones y 20 plantas por cada uno. A partir de los resultados de este experimento se seleccionó la cepa de HMA de mejor comportamiento para la conducción de los estudios posteriores.

Experimento 2. Evaluación del efecto de la inoculación de cepas eficientes de HMA y diferentes combinaciones de sustrato en el cultivo de la estevia en condiciones semicontroladas.

Se utilizó el mismo suelo descrito en el Experimento 1 y se formularon dos combinaciones de sustrato [suelo+abono orgánico (estiércol vacuno)] (1:1 y 3:1). Algunas de las características químicas se muestran en la [Tabla 2](#).

Las metodologías empleadas para las determinaciones químicas coincidieron con las descritas en el Experimento 1. Se evaluaron cuatro tratamientos que se distribuyeron en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones y 20 plantas por cada uno ([Tabla 3](#)).

Tabla 1. Características químicas del sustrato empleado

pH H ₂ O	MO (%)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Cationes intercambiables				
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CIB
6,9	29,3	35,23	24,2	3,61	2,21	0,92	30,94

Determinaciones químicas: pH, potenciometría; materia orgánica (MO), Walkley Black (1934); fósforo (P₂O₅), extracción con H₂SO₄ 0,025 M y determinación por espectrómetro; cationes intercambiables, Ca²⁺ y Mg²⁺ (extracción con NH₄Ac 1 mol L⁻¹ a pH 7 y determinación por complejometría), Na⁺ y K⁺ (extracción con HNO₃ hirviendo y determinación por fotometría de llama)

Los esquejes se plantaron en bandejas de polietileno expandidos, con 70 alvéolos que contenían las mezclas de sustratos descritas en cada experimento. Las plantas se desarrollaron a una temperatura promedio entre 26,5 y 29,6 °C, con una humedad relativa de 68,25 y 87,05 % (Estación Meteorológica de Tapaste). Las atenciones culturales se realizaron de acuerdo a la tecnología del cultivo (16).

Las evaluaciones se realizaron al finalizar la etapa de vivero del cultivo (40 días después de la plantación). Se seleccionaron 15 plantas al azar por cada tratamiento (n=15) y se realizaron las evaluaciones siguientes:

Indicadores fúngicos: se tomaron 250 mg de raíces secundarias, se lavaron cuidadosamente con abundante agua, se secaron en una estufa a 70 °C hasta obtener masa constante, luego se clarificaron y tiñeron (17). Se utilizó el método de los interceptos para la determinación de la frecuencia de colonización micorrízica y la intensidad de colonización o densidad visual (DV) (18).

Indicadores de crecimiento de las plantas: para la determinación de la masa seca aérea y radical (g), las muestras se colocaron en una estufa a 70 °C (BrBOXUN) y se pesaron en una balanza técnica digital (Acom JW-1, nivel de precisión 0,1 g) hasta obtener masa constante. Además, se determinó la longitud (cm) y diámetro del tallo (mm).

El procesamiento estadístico de los datos se realizó mediante el análisis de varianza de clasificación simple. Las medias se compararon según la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$), cuando se observaron diferencias significativas entre tratamientos. En todos los casos, se empleó el paquete estadístico Statgraphics Centurión-2013, bajo el sistema operativo Windows 7.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

En la **Figura 1** se muestra el efecto de la inoculación de las diferentes cepas de HMA, para las variables relacionadas con el funcionamiento fúngico (frecuencia e intensidad de colonización micorrízica), en los esquejes de estevia, a los 40 días después de la plantación. Se observó una respuesta positiva para ambas variables al inocular las diferentes cepas, con valores que difirieron significativamente ($p \leq 0,05$) y fueron superiores a los alcanzados en las plantas controles. De igual manera, se mostró una respuesta diferencial entre las cepas estudiadas, destacándose la cepa *R. irregularis* con valores superiores, la *F. mosseae* con cifras medias y, finalmente, la *G. cubense* obtuvo valores inferiores, con respecto al resto de las cepas inoculadas.

En el caso de la frecuencia de colonización micorrízica (**Figura 1A**), los valores superiores se obtuvieron al inocular *R. irregularis* (20 %); con cifras inferiores a la antes mencionada, se comportó *F. mosseae* (17 %) y *G. cubense*, fue la cepa que alcanzó los valores más bajos (15 %). Similar comportamiento entre las diferentes cepas inoculadas se observó para la variable intensidad de colonización micorrízica (**Figura 1B**).

Uno de los beneficios relacionados con la simbiosis micorrízica es su capacidad para estimular el crecimiento y el desarrollo vegetal, por lo que en la **Figura 2** se muestra el efecto de la inoculación de las diferentes cepas de HMA en las variables masa seca aérea y de la raíz, así como en la longitud y el diámetro del tallo de las plantas de estevia, a los 40 días después de la plantación.

Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las plantas de los tratamientos inoculados y el control, con

Tabla 2. Características químicas de la composición final de las dos combinaciones del sustrato empleado en el Experimento 2

pH H ₂ O	MO (%)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Cationes intercambiables				
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CIB
1:1 (50 % suelo: 50 % MO)							
7,2	21,5	30,85	24,3	3,41	1,38	0,89	29,98
3:1 (75 % suelo: 25 % MO)							
7,0	14,7	35,23	26,4	4,21	2,03	1,01	33,65

Determinaciones químicas: pH, potenciometría; materia orgánica (MO), Walkley Black (1934); fósforo (P₂O₅), extracción con H₂SO₄ 0,025 M y determinación por espectrómetro; cationes intercambiables, Ca²⁺ y Mg²⁺ (extracción con NH₄Ac 1 mol L⁻¹ a pH 7 y determinación por complejometría), Na⁺ y K⁺ (extracción con HNO₃ hirviendo y determinación por fotometría de llama)

Tabla 3. Descripción de los tratamientos evaluados en el Experimento 2

Tratamientos	Descripción
1	Control (50 % S + 50 % MO)
2	HMA + 50 % S + 50 % MO
3	Control (75 % S + 25 % MO)
4	HMA + 75 % S + 25 % MO

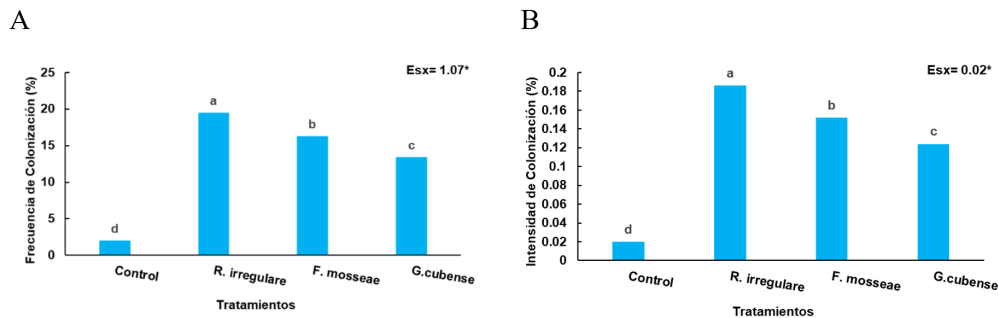
HMA: especie seleccionada; S: suelo; MO: materia orgánica

valores superiores en las plantas micorrizadas. Para estas variables relacionadas con el crecimiento y el desarrollo de las plantas se observó una respuesta diferencial entre las diferentes cepas en estudio, siendo los valores superiores en las plantas al inocular la cepa *R. irregularis*, con cifras intermedias se comportó la cepa *F. mosseae* y la *G. cubense* mostró los valores más bajos.

Los hongos micorrízicos arbusculares han sido ampliamente estudiados por su rol en la nutrición mineral, aspecto de gran importancia por los efectos directos de esta simbiosis en el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de las plantas micorrizadas, en relación con los controles (19). Este efecto se explica debido a que las plantas micorrizadas requieren más fotosintatos para satisfacer su demanda y la del hongo, de tal forma que se

garantice un desarrollo armónico entre ambos (20). Por lo tanto, en presencia de una simbiosis micorrízica efectiva se aumenta la síntesis y la translocación de sustancias carbonadas, provenientes de la fotosíntesis necesaria para mantener el proceso simbiótico, lo que origina una mejor relación entre el hospedante y los HMA, estimulando las variables relacionadas con el crecimiento y el desarrollo de las plantas (21). En ese mismo sentido, se plantea que el funcionamiento de la simbiosis micorrízica se encuentra sujeto a la interacción de varios factores, con especial énfasis en el ambiente edáfico y el pH del suelo (22).

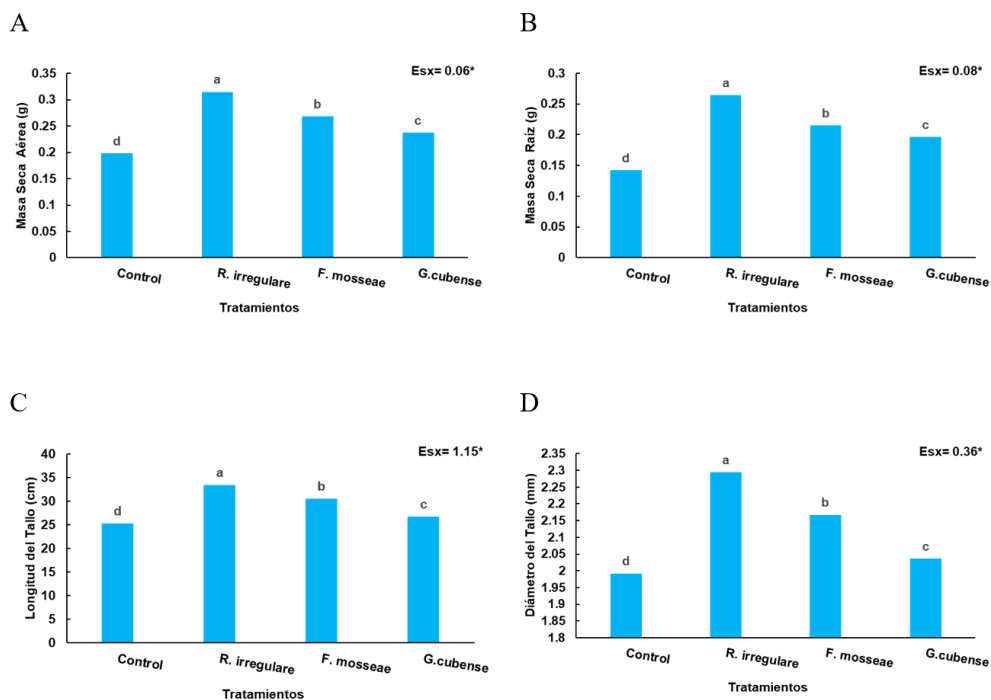
Por lo tanto, la respuesta encontrada en los indicadores de funcionamiento micorrízico (Figura 1) y su consiguiente efecto en los indicadores de crecimiento de las plantas de estevia (Figura 2), estuvo determinada por las



A: frecuencia de colonización (%); B: intensidad de colonización (%).

Barras con letras iguales, en cada imagen no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según Prueba de Rangos Múltiples de Tukey

Figura 1. Efecto de la inoculación de las cepas de HMA en los indicadores de funcionamiento micorrízico a los 40 días después de la plantación de la estevia



A: masa seca aérea (g); B: masa seca de la raíz (g); C: longitud del tallo (cm); D: diámetro del tallo (mm). Barras con letras iguales en cada imagen no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según Prueba de Rangos Múltiples de Tukey

Figura 2. Efecto de la inoculación de diferentes cepas de HMA en las variables relacionadas con el crecimiento y desarrollo de la estevia a los 40 días después de la plantación

características del sustrato utilizado en este estudio (Tabla 1). El análisis químico indicó la existencia de una fertilidad media, representada por contenidos medios de P disponible y niveles adecuados de materia orgánica y calcio, lo que potenció la actividad de *R. irregulare*, en comparación con el resto de las cepas en estudio.

En tal sentido, el comportamiento descrito para *R. irregulare*, como la cepa de mejor respuesta, coincidió con estudios realizados durante la fase de aclimatación de plantas de banano (*Musa* spp.), donde se obtuvo incrementos significativos en la supervivencia de las plantas inoculadas con una cepa eficiente de HMA, en correspondencia con su ambiente edáfico (23); aunque algunos estudios se refieren al carácter inespecífico de la simbiosis micorrízica por la diversidad de familias del reino vegetal que son susceptibles de ser colonizadas, cada especie vegetal tiene un grado de dependencia micorrízica diferente (24).

Experimento 2

En la Figura 3 se muestra el efecto de la combinación de HMA-sustratos en las variables relacionadas con el funcionamiento fúngico (frecuencia e intensidad de la colonización micorrízica), en los esquejes de estevia a los 40 días después de la plantación.

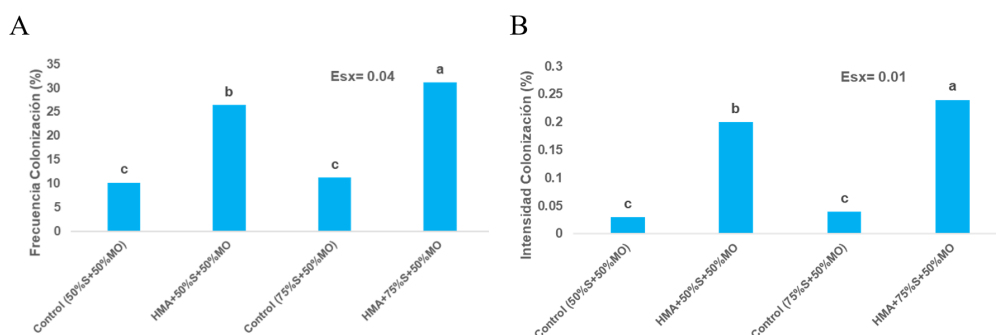
En sentido general, se observó una respuesta positiva al aplicar la especie *R. irregulare* en ambas combinaciones de sustratos, pues todas las variantes inoculadas difirieron significativamente ($p \leq 0,05$) de los tratamientos controles,

los cuales mostraron valores inferiores. Se observó que, en ambas variables de funcionamiento micorrízico [frecuencia (Figura 3A) e intensidad (Figura 3B) de colonización], los valores superiores se alcanzaron en los tratamientos donde se inoculó *R. irregulare* en el sustrato compuesto por 75 % suelo + 25 % MO.

Las respuestas encontradas en las variables fúngicas demuestran que la inoculación con una cepa eficiente de HMA, desde etapas tempranas del cultivo y la presencia de combinaciones de suelo y MO adecuadas, favorece una micorrización óptima, lo cual es muy conveniente para el manejo de los inoculantes y su integración en la tecnología de los cultivos (25).

En este estudio, el efecto superior de la micorrización se encontró en la combinación 75 % Suelo+25 % MO, por lo que esta relación garantizó una disponibilidad de nutrientes adecuada para el funcionamiento de la cepa de HMA *R. irregulare*, en correspondencia con el valor pH reflejado en el análisis químico del sustrato (Tabla 2). Estudios realizados se refirieron a la respuesta diferencial entre varias cepas de HMA, en diferentes ambientes edáficos y los resultados mostraron correlaciones altas ($R^2=0,97$) entre la efectividad de las cepas del hongo inoculado con el pH del suelo (25).

Por otra parte, en la Tabla 4 se observa el efecto de la combinación HMA-sustratos en las variables masa seca aérea y de la raíz, así como en la longitud y el diámetro del tallo de las plantas de estevia a los 40 días después de la plantación.



A: frecuencia de colonización (%); B: intensidad de colonización (%). Barras con letras iguales en cada imagen no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según Prueba de Rangos Múltiples de Tukey

Figura 3. Efecto de la combinación HMA-sustratos en los indicadores de funcionamiento micorrízico a los 40 días después de la plantación de la estevia

Tabla 4. Efecto de la combinación HMA-sustratos en las variables de crecimiento y desarrollo de las plantas de estevia a los 40 días después de la plantación

Tratamientos	Longitud del Tallo (cm)	Diámetro del Tallo (mm)	Masa Seca Aérea (g)	Masa Seca Raíz (g)
Control (50 % S + 50 % MO)	23,15 d	2,32 b	1,24 d	0,19 d
HMA + 50 % S + 50 % MO	31,74 c	2,51 b	1,38 c	0,24 c
Control (75 % S + 25 % MO)	24,87 b	2,39 b	1,45 b	0,30 b
HMA + 75 % S + 25 % MO	38,10 a	2,90 a	1,57 a	0,38 a
Esx	0,45	0,06	0,03	0,01

Medias con letras iguales en cada columna no difieren significativamente ($p \leq 0,05$) según Prueba de Rangos Múltiples de Tukey. HMA: *R. irregulare*; S: suelo, MO: materia orgánica

En las variables relacionadas con el crecimiento y el desarrollo de las plantas, los valores superiores se alcanzaron en los tratamientos donde se aplicó *R. irregulare* en el sustrato compuesto por 75 % suelo+25 % MO, difiriendo significativamente ($p \leq 0,05$) del resto de las variantes analizadas. Por otra parte, los tratamientos controles mostraron valores inferiores, independientemente del tipo de combinación de sustrato evaluado.

El incremento en las variables relacionadas con el crecimiento y el desarrollo de las plantas en los tratamientos donde se aplicó *R. irregulare* en presencia de la combinación de sustrato 75 % suelo+25 % MO (Tabla 4), indica la efectividad en la inoculación de esta cepa, lo cual se correspondió con el análisis químico del suelo (Tabla 2).

El efecto directo de los HMA en el crecimiento y el desarrollo de las plantas ha sido un aspecto ampliamente abordado en la literatura, pues la presencia de estos simbiontes obligados, le permite a la planta explorar diferentes sitios o nichos y transportar agua y nutrientes de baja movilidad, desde distancias que superan las zonas de agotamiento que rodean a las raíces y estimulan el crecimiento vegetal en las plantas micorrizadas, en comparación con los controles (21).

La respuesta encontrada en las variables del crecimiento y del desarrollo al inocular con *R. intraradices* coincidió con otros resultados donde se empleó la misma cepa de HMA, en el mismo cultivo, encontrándose un incremento significativo en el número de hojas, la longitud del tallo y la masa seca aérea.

CONCLUSIONES

Se comprueba la efectividad de la inoculación de los HMA en las variables relacionadas con el crecimiento y el desarrollo de los esquejes de estevia a los 40 días después de su plantación; siendo la cepa *R. irregulare* la que mostró una respuesta superior en la combinación de sustrato 75 % suelo+25 % MO, en las condiciones experimentales evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Rivilla, D.M.; Urrea, A.; Jiménez, E. y Atehortua, L. "Estrategia para la propagación in vitro de *Stevia rebaudiana* Bertoni", *Bioteología Vegetal*, vol. 16, no. 3, 3 de julio de 2016, ISSN 2074-8647, [Consultado: 19 de julio de 2023], Disponible en: <<https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/518>>.
- López Medina, E.; López Zavaleta, A. y De la Cruz Castillo, A. "Efecto del ácido giberélico en la propagación in vitro de *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni, «estevia»", *Arnaldoa*, vol. 24, no. 2, julio de 2017, pp. 599-608, ISSN 2413-3299, DOI [10.22497/arnaldoa.242.24211](https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24211).
- López Medina, E.; Gil Rivero, A.E. y López Zavaleta, A. "Enraizamiento de esquejes de *Stevia rebaudiana* Bertoni (*Asteraceae*) «estevia», aplicando dosis creciente de ácido indolbutírico", *Arnaldoa*, vol. 23, no. 2, 2016, pp. 569-576, ISSN 1815-8242.
- Turrini, A.; Avio, L.; Giovannetti, M. y Agnolucci, M. "Functional Complementarity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Associated Microbiota: The Challenge of Translational Research", *Frontiers in Plant Science*, vol. 9, 2018, ISSN 1664-462X, [Consultado: 19 de julio de 2023], Disponible en: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01407>>.
- Zhang, L.; Xu, M.; Liu, Y.; Zhang, F.; Hodge, A. y Feng, G. "Carbon and phosphorus exchange may enable cooperation between an arbuscular mycorrhizal fungus and a phosphate-solubilizing bacterium", *New Phytologist*, vol. 210, no. 3, 2016, pp. 1022-1032, ISSN 1469-8137, DOI [10.1111/nph.13838](https://doi.org/10.1111/nph.13838).
- Lenoir, I.; Fontaine, J. y Lounès-Hadj Sahraoui, A. "Arbuscular mycorrhizal fungal responses to abiotic stresses: A review", *Phytochemistry*, vol. 123, 1 de marzo de 2016, pp. 4-15, ISSN 0031-9422, DOI [10.1016/j.phytochem.2016.01.002](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2016.01.002).
- Bidabadi, S.S. y Masoumian, M. "Arbuscular mycorrhizal symbiosis improves growth and antioxidative response of *Stevia rebaudiana* (Bert.) under salt stress.", *Trends in Horticulture*, vol. 1, no. 1, 27 de agosto de 2018, ISSN 2578-1812, DOI [10.24294/th.v1i3.549](https://doi.org/10.24294/th.v1i3.549), [Consultado: 19 de julio de 2023], Disponible en: <<https://systems.enpress-publisher.com/index.php/TH/article/view/549>>.
- Kanwal, S.; Bano, A. y Malik, R.N. "Role of arbuscular mycorrhizal fungi in phytoremediation of heavy metals and effects on growth and biochemical activities of wheat (*Triticum aestivum* L.) plants in Zn contaminated soils", *African Journal of Biotechnology*, vol. 15, no. 20, 2016, pp. 872-883, ISSN 1684-5315, DOI [10.4314/ajb.v15i20](https://doi.org/10.4314/ajb.v15i20).
- Barbosa, M.V.; Pedroso, D. de F.; Curi, N. y Carneiro, M.A.C. "Do different arbuscular mycorrhizal fungi affect the formation and stability of soil aggregates?", *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 43, 1 de julio de 2019, p. e003519, ISSN 1413-7054, 1981-1829, DOI [10.1590/1413-7054201943003519](https://doi.org/10.1590/1413-7054201943003519).
- Quiñones-Aguilar, E.E.; Rincón-Enríquez, G.; López-Pérez, L.; Quiñones-Aguilar, E.E.; Rincón-Enríquez, G. y López-Pérez, L. "Hongos micorrízicos nativos como promotores de crecimiento en plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.)", *Terra Latinoamericana*, vol. 38, no. 3, septiembre de 2020, pp. 541-554, ISSN 0187-5779, DOI [10.28940/terra.v38i3.646](https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.646).
- Machineski, G.S.; Victola, C.A.G.; Honda, C.; Machineski, O.; Guimarães, M. de F. y Balota, E.L. "Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on early development of persimmon seedlings", *Folia Horticulturae*, vol. 30, no. 1, 31 de mayo de 2018, pp. 39-46, DOI [10.2478/fhort-2018-0004](https://doi.org/10.2478/fhort-2018-0004).
- Hernández, A.; Morales, M.; Cabrera, A. y Ascanio, M.O. *Degradación de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la llanura roja de la Habana y algunos resultados sobre su mejoramiento* [en línea], edit. Editorial INCA, Mayabeque, Cuba, 2014, p. 158, ISBN 978-959-7023-67-8, Disponible en: <<https://ediciones.inca.edu.cu/public/journals/1/files/libros/librodegradacion.pdf>>.

13. Hernández, J.A.; Pérez, J.J.; Bosch, I.D.; y Castro S.N. *Clasificación de los Suelos de Cuba. (2015)* [en línea], edit. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas e Instituto de Suelos, Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 2015, ISBN 978- 959-7023-77-7, Disponible en: <https://ediciones.inca.edu.cu/files/libros/clasificacionsueloscuba_%202015.pdf>.
14. World Soil Resources FAO *World Reference Base for Soil Resources 2014. Up date 2015. International soil classification system for naming soils y creating legends for soil maps.* [en línea], [106], FAO, Italia, roma, 2015, Disponible en: <<https://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>>.
15. Rodríguez, Y.; Dalpé, Y.; Séguin, S.; Fernández, K.; Fernández, F. y Rivera, R.A. "Glomus cubense sp. nov., an arbuscular mycorrhizal fungus from Cuba", *Mycotaxon*, vol. 118, no. 1, 5 de enero de 2012, pp. 337-347, DOI [10.5248/118.337](https://doi.org/10.5248/118.337).
16. Sánchez, A.; Muñoz, M. y Ibarra, E. *Colección Salud y vida natural Estevia* [en línea], edit. Ediciones Obelisco, S.L. 08005 Barcelona España, 2010, ISBN 978-84-9777-639-4, [Consultado: 19 de julio de 2023], Disponible en: <<https://www.agapea.com/libros/Estevia-9788497776394-i.htm>>.
17. Rodríguez Yon, Jy.; Arias Pérez, L.; Medina Carmona, A.; Mujica Pérez, Y.; Medina García, L.R.; Fernández Suárez, K. y Mena Echevarría, A. "Alternativa de la técnica de tinción para determinar la colonización micorrízica", *Cultivos Tropicales*, vol. 36, no. 2, junio de 2015, pp. 18-21, ISSN 0258-5936.
18. Berruti, A.; Lumini, E.; Balestrini, R. y Bianciotto, V. "Arbuscular Mycorrhizal Fungi as Natural Biofertilizers: Let's Benefit from Past Successes", *Frontiers in Microbiology*, vol. 6, 2016, ISSN 1664-302X, [Consultado: 19 de julio de 2023], Disponible en: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2015.01559>>.
19. Gottshall, C.B.; Cooper, M. y Emery, S.M. "Activity, diversity and function of arbuscular mycorrhizae vary with changes in agricultural management intensity", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 241, no. 142, 1 de abril de 2017, pp. 142-149, ISSN 0167-8809, DOI [10.1016/j.agee.2017.03.011](https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.011).
20. Bhandari, P. y Garg, N. "Dynamics of Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis and Its Role in Nutrient Acquisition: An Overview" [en línea], eds. Varma, A., Prasad, R., y Tuteja, N., *Mycorrhiza - Nutrient Uptake, Biocontrol, Ecorestoration*, edit. Springer International Publishing, Cham, 2017, pp. 21-43, ISBN 978-3-319-68867-1, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-68867-1_2, [Consultado: 19 de julio de 2023], Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68867-1_2>.
21. Jamiolkowska, A.; Książniak, A.; Gałązka, A.; Hetman, B.; Kopacki, M. y Skwaryło-Bednarz, B. "Impact of abiotic factors on development of the community of arbuscular mycorrhizal fungi in the soil: a Review", *International Agrophysics*, vol. 32, no. 1, 2018, pp. 133-140, ISSN 0236-8722, DOI [10.1515/intag-2016-0090](https://doi.org/10.1515/intag-2016-0090), [ADS Bibcode: 2018InAgr..32..133J].
22. Simó-González, J.E.; Ruiz-Martínez, L.A. y Rivera-Espinosa, R. "Inoculación de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y relaciones suelo pardo-abonos orgánicos en la aclimatización de vitroplantas de banano", *Cultivos Tropicales*, vol. 38, no. 3, septiembre de 2017, pp. 102-111, ISSN 0258-5936.
23. Lin, G.; McCormack, M.L. y Guo, D. "Arbuscular mycorrhizal fungal effects on plant competition and community structure", *Journal of Ecology*, vol. 103, no. 5, 2015, pp. 1224-1232, ISSN 1365-2745, DOI [10.1111/1365-2745.12429](https://doi.org/10.1111/1365-2745.12429).
24. Espinosa, R.; Felix, F.; Martínez, L.; González Cañizares, P.; Yakelín, R.; Ortega, E.; Suárez, K.; Martín Alonso, G.M.; Simo González, J.; Esmoris, C.; Nelson, M.; de la Noval Pons, B.; Ruiz Sánchez, M.; Zardón, A.F.; Jiménez, A.; Llerena, R.R.; Ramírez, J.; Bustamante, C.; Espinosa, A. y Franqui, D. *Manejo, integración y beneficios del biofertilizante micorrízico EcoMic® en la producción agrícola.* [en línea], edit. Ediciones INCA, San José de las Lajas, Cuba, 2020, ISBN 978-959-7258-05-6, Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/340223155_Manejo_integracion_y_beneficios_del_biofertilizante_micorrizico_EcoMicR_en_la_produccion_agricola>.
25. Aguirre-Medina, J.F.; Mina-Briones, F.O.; Cadena-Iñiguez, J.; Soto-Hernández, R.M.; Aguirre-Medina, J.F.; Mina-Briones, F.O.; Cadena-Iñiguez, J. y Soto-Hernández, R.M. "Efectividad de biofertilizantes y brasinoesteroide en *Stevia rebaudiana* Bert.", *Agrociencia*, vol. 52, no. 4, junio de 2018, pp. 609-621, ISSN 1405-3195.