

APLICACIÓN DE CEPAS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN LA FASE DE SEMILLERO DEL CV. 'INIVIT-T-2007' *Solanum lycopersicum* L.

Jaime E. Simó González^{1*}, Ramón Rivera Espinosa² y Luis Ruiz Martínez¹

1. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apartado 6, Santo Domingo, CP: 53 000, Villa Clara, Cuba.

2. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

*Autor para la correspondencia: micorrizas@inivit.cu

RESUMEN

Se evaluó la respuesta del cv. 'INIVIT-T-2007' de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación de cuatro cepas de hongos micorrízicos arbusculares en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales durante dos campañas (2014 y 2015) en la fase de semillero en microparcels de cemento con un suelo Pardo mullido carbonatado sin esterilizar y sin aplicación de fertilizantes. Se estudiaron las cepas INCAM-2 (*Funneliformis mosseae*), INCAM-4 (*Glomus cubense*) e INCAM-11 (*Rhizoglyphus intraradices*) que pertenecen a la colección del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) de Cuba y un control sin inocular. Se utilizó un diseño Completamente Aleatorizado con cuatro tratamientos y 10 repeticiones. Se evaluaron indicadores del desarrollo vegetativo (altura, diámetro y biomasa) y del funcionamiento fúngico. Los resultados mostraron una respuesta beneficiosa de las plantas a la inoculación con cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en la fase de semillero en suelo Pardo mullido carbonatado, con una conducta diferenciada entre las cepas y con los mayores efectos obtenidos, tanto en el crecimiento, biomasa y porcentajes de colonización micorrízica total con las cepas INCAM-2 e INCAM-11.

Palabras clave: inoculación, recubrimiento, tomate.

ABSTRACT

The response of cv. 'INIVIT-T-2007' of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) to the application of four strains of arbuscular mycorrhizal fungi at the Research Institute of Tropical Root and Tuber Crops during two campaigns (2014 and 2015) in the seedling phase in cement microparcels with a carbonated soft Brown soil without sterilization and without application of fertilizers. Strains INCAM-2 (*Funneliformis mosseae*), INCAM-4 (*Glomus cubense*) and INCAM-11 (*Rhizoglyphus intraradices*) belonging to the collection of the National Institute of Agricultural Sciences (INCA) of Cuba and a control without inoculation were studied. A completely randomized design with four treatments and 10 repetitions was used. Indicators of vegetative development (height, diameter and biomass) and fungal functioning were evaluated. The results showed a beneficial response of the plants to the inoculation with strains of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the seedling stage in soft carbonated Brown Soil, with a differentiated behavior between the strains and with the greater effects obtained, in both the growth, biomass and percentages of total mycorrhizal colonization with the INCAM-2 and INCAM-11 strains.

Keywords: inoculation, coating, tomato.

INTRODUCCIÓN

El tomate se considera como la hortaliza que más se cultiva en el mundo, la producción mundial en el 2013 alcanzó la cifra de 170 750 millones de kilogramos (FAO, 2014).

Su riqueza en licopeno le hace un producto muy útil para la salud, es muy eficaz contra los problemas del cáncer, protege de las enfermedades cardiovasculares y de la piel, previene las infecciones del tracto urinario y la diabetes, reduce el colesterol y los triglicéridos, su consumo aporta alrededor del 40 % de las necesidades diarias de vitamina C, contiene abundante potasio, así como hierro (FAO, 2017).

Según ONEI (2015), en Cuba, incluyendo los diferentes sistemas de producción de en la agricultura, en el año 2014 se cultivaron en 44 885 ha y la producción alcanzó las 454 112 t. Sin embargo los rendimientos a nivel de país en este cultivo no superaron las 10,11 t.ha⁻¹. Las principales limitantes que afectan los rendimientos y calidad de las cosechas en estos sistemas en Cuba son: los patógenos radicales y foliares, entre los que se encuentran los nematodos, seguido de insectos y fitopatógenos varios, así como la falta de disciplina tecnológica en lo referente a la baja calidad del material de siembra, la rotación de cultivos, la insuficiente fertilización y el riego, entre otros.

Los aspectos señalados demandan incrementar en los sistemas de producción la utilización de diferentes alternativas que contribuyan a obtener plantas con la calidad requerida para el trasplante, disminuyan la dependencia de los insumos agroquímicos externos, protejan al suelo y garanticen rendimientos altos.

Ante esta problemática, en Cuba, el manejo efectivo de la simbiosis a través de la aplicación de cepas eficientes de HMA por tipo de suelo (Rivera *et al.*, 2015), a partir de inoculantes micorrízicos que se aplican en cantidades bajas y se integran a las prácticas culturales, se convierte en una opción para lograr plantas con la calidad óptima para el trasplante con una menor afectación por determinadas plagas foliares y radicales (Pérez, 2010), además de una mayor tolerancia al déficit hídrico (Ruiz, 2015).

Por tal motivo este trabajo estuvo dirigido a estudiar la respuesta del cultivo a la inoculación con diferentes cepas de HMA en el crecimiento de las plantas en la fase de semillero en un suelo Pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.*, 2015) sin esterilizar y sin aplicación de fertilizantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se ejecutaron en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) ubicado a los 22°35' N, 80°18' W y a 40 msnm, localizado en el municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara, Cuba. Se realizaron los experimentos siempre en el mes de noviembre, durante dos campañas (2014 y 2015).

Se evaluaron tres cepas de HMA y un control sin inoculación. El trabajo se realizó en canteros (microparcels) de cemento de un área de 1 m² por 0,60 m de profundidad. Se emplearon 10 microparcels por tratamiento. Se utilizó un diseño Completamente Aleatorizado con cuatro tratamientos y 10 repeticiones.

Principales características edafoclimáticas.

Cada microparcels se rellenó con suelo del campo-2 del INIVIT y proveniente de la capa arable de 0-0,2 m de profundidad, cuyas principales características se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características agroquímicas y contenido de esporas iniciales en el suelo Pardo mullido carbonatado (0-20 cm de profundidad).

Campaña	pH	MO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Contenido de esporas por 50 g de suelo
	H ₂ O	(%)	(mg.kg ⁻¹)		(cmolc.kg ⁻¹)			
2014	7,5	1,55	3,18	21,80	42,25	3,96	0,42	46,0
2015	7,9	1,85	3,21	30,43	45,11	4,10	0,53	59,0

Cada valor es promedio de ocho muestras compuestas. pH en H₂O en relación suelo: solución (1:2,5) por el método potenciométrico. Determinación de la materia orgánica por el método de Walkley-Black. Determinación del P y el K por el método de Machiguín. Determinación de Ca⁺², Mg⁺² y k⁺ con NH₄Ac 1 M y pH 7 en relación suelo: solución de 1:5 y agitando durante 5 minutos.

Cada valor es promedio de ocho muestras compuestas. pH en H₂O en relación suelo: solución (1:2,5) por el método potenciométrico. Determinación de la materia orgánica por el método de Walkley-Black. Determinación del P y el K por el método de Machiguín. Determinación de Ca⁺², Mg⁺² y k⁺ con NH₄Ac 1 M y pH 7 en relación suelo:solución de 1:5 y agitando durante 5 minutos.

Para la caracterización agroquímica del suelo se utilizaron las metodologías descritas en las normas cubanas establecidas y el contenido de esporas se determinó por el método decantado-húmedo.

Los suelos presentaron una reacción ligeramente alcalina, con valores de materia orgánica bajos y contenidos medios de fósforo disponible. En relación con los cationes intercambiables, el Ca⁺² mostró valores altos, mientras que el Mg⁺² y el K⁺ presentaron contenidos medios.

Las variables climáticas (precipitación acumulada, humedad relativa y temperatura media mensual) en el período experimental (Tabla 2) fueron adecuadas para el crecimiento de las plantas (MINAG, 1983).

Tabla 2. Características climáticas del período experimental en el INIVIT.

Año	2014			2015			Promedio histórico 1978-2015		
Mes	(mm)	(%)	(°C)	(mm)	(°C)	(%)	(mm)	(%)	(°C)
Noviembre	74,5	81	22,4	71,4	24,2	81	62,33	83	23,3

Fuente: Los datos de las variables climatológicas correspondientes al período experimental y los históricos de 37 años se tomaron de la Estación Agrometeorológica No. 326 (INSMET, 2016) y ubicada en el propio INIVIT.

Leyenda: mm = precipitación caída; °C = temperatura media.

Material vegetal

Se utilizó el cv. 'INIVIT-T-2007' (MINAG, 2017) como cultivo modelo con un 95 % de germinación. La siembra en cada microparcela se realizó de forma manual a chorrillo con una distancia entre surco de 0,15 m y se utilizaron 4 g de semillas por m² (Moya, 2000).

Inoculante micorrízico

Se estudiaron las cepas INCAM-2, INCAM-4 e INCAM-11 que pertenecen a la colección

del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) de Cuba y se correspondieron con las siguientes especies: *Funnelformis mosseae* (Schüßler y Walker, 2011); *Glomus cubense* (Rodríguez *et al.*, 2011) y *Rhizoglosum intraradices* (Sieverding, *et al.*, 2014), respectivamente. En todos los casos, el contenido de esporas de los inóculos estaba entre 25 y 30 esporas por gramo de producto.

La inoculación micorrízica se realizó 16 h antes de establecer el semillero mediante el recubrimiento de la semilla, con cantidades de inoculante micorrízico equivalentes al 8 % de su peso (80 g de inóculo por kg de semilla) y utilizando 600 mL de agua por cada kilogramo de inoculante (Ruiz, 2015).

En cuanto al número inicial de esporas de HMA residentes en el suelo (Tabla 1), si bien fueron bajas, se corresponden con los valores obtenidos anteriormente por Ruiz *et al.* (2001) y Simó *et al.* (2017) en este tipo de suelo y en esta misma localidad y posiblemente asociado al historial de manejo y cultivos de estos.

Metodologías utilizadas en las diferentes determinaciones y evaluaciones.

Análisis de suelo. Las técnicas analíticas para las determinaciones de las características agroquímicas del suelo aparecen descritas en el pie de la Tabla 1.

Análisis de esporas. Las esporas fueron contadas con el uso del microscopio estéreo (Carl Zeiss, Stemi 2000-C/50x) y se expresaron en esporas.50 g⁻¹ de suelo.

Porcentajes de colonización micorrízica total. Se determinó en la floración en cada muestra a partir de 200 mg de raíces, las cuales fueron secadas en estufa controlada termostáticamente, con ventilación forzada a 70 °C hasta masa constante. Las raíces fueron teñidas según la metodología descrita por Rodríguez *et al.* (2015). La evaluación se realizó en microscopio estéreo (Carl Zeiss, Stemi 2000-C/50x). Para la cuantificación se utilizó el método de los interceptos de Giovanetti y Mosse (1980).

Altura de la planta. Se determinó a los 21 días de germinadas las semillas (ddg) con una regla graduada desde la base del cuello hasta el ápice y se expresó en cm.

Diámetro del tallo. Se determinó a los 21 ddg con un pie de rey a 1 cm de la base del tallo y se expresó cm.

Biomasa. La masa fresca del tejido aéreo (MF) de cada planta se determinó por pesada en balanza técnica ($\pm 0,01$ g). La masa seca (MS) en cada muestra se determinó a los 25 días de germinadas las semillas a partir del porcentaje de masa seca del tejido aéreo fresco secado en estufa controlada termostáticamente, con ventilación forzada a 70 °C hasta masa constante y de los valores de masa fresca y se expresó en g.

Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS, (2017). Todas las variables cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza y la información se procesó como un diseño Completamente Aleatorizado. Se utilizó como criterio de comparación entre medias la Prueba de Tukey. ($p \leq 0,05$).

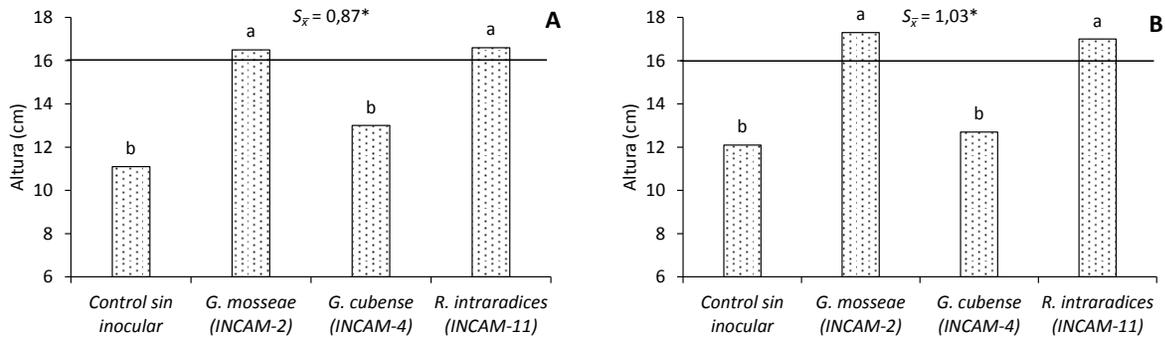
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las dos campañas (2014 y 2015) estudiadas las variables evaluadas mantuvieron una respuesta similar, resultados que indicaron una reproducibilidad alta de los resultados.

Se encontró un efecto significativo ($p \leq 0,05$) de la inoculación con *G. mosseae* y *R. intraradices* en la altura de la planta a los 21 ddg (Figura 1 A, B) en ambas campañas

con respecto al tratamiento inoculado con *G. cubense* y al control sin inocular, con incrementos respecto a este último entre un 40 y 48 %.

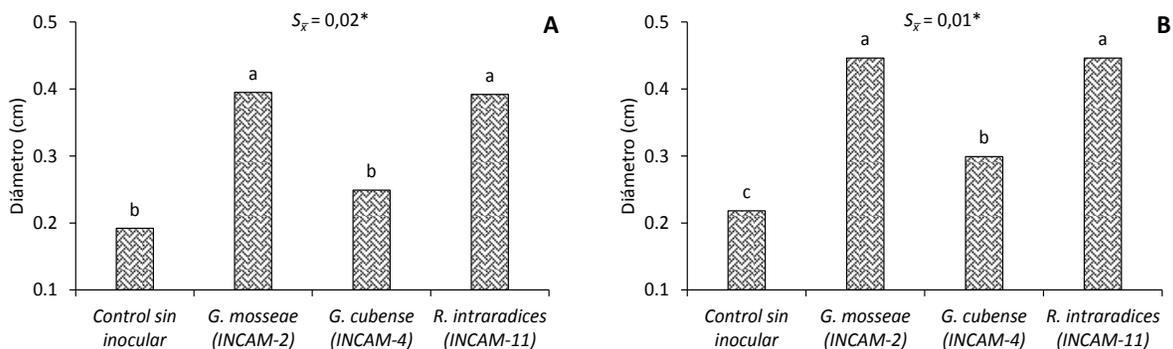
Los mejores tratamientos proporcionaron plantas con la calidad requerida para el trasplante en cuanto a la variable altura, al alcanzar valores superiores al valor mínimo del rango óptimo del indicador (MINAG, 1983), el cual se señala con la línea horizontal en cada figura.



Letras diferentes en cada barra expresan diferencias ($p \leq 0,05$) de acuerdo con Prueba de Tukey.

Figura 1. Efectividad de la inoculación con cepas de HMA en la fase de semillero en la altura del cv. de plantas de tomate 'INIVIT-T-2007' en un suelo Pardo mullido carbonatado. A = campaña 2014 y B = campaña 2015.

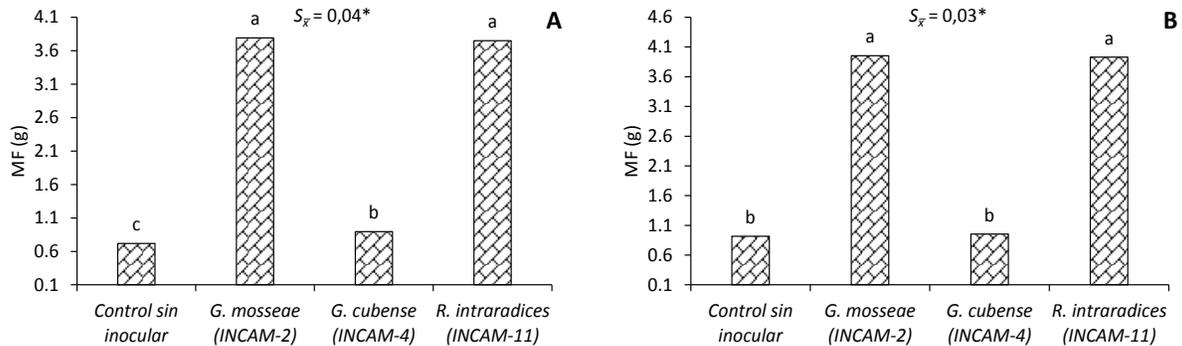
Asimismo, con relación al diámetro del tallo (Figura 2 A, B), se encontró un efecto significativo ($p \leq 0,05$) de la inoculación con *G. mosseae* y *R. intraradices* en esta variable a los 21 ddg en ambas campañas con respecto al tratamiento inoculado con *G. cubense* y al control sin inocular, con incrementos respecto a este último entre un 135 y 142 %.



Letras diferentes en cada barra expresan diferencias ($p \leq 0,05$) de acuerdo con Prueba de Tukey.

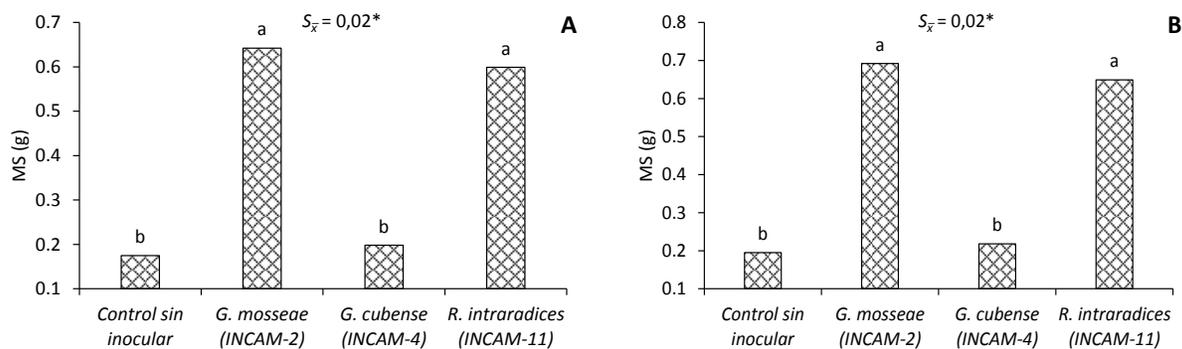
Figura 2. Efectividad de la inoculación con cepas de HMA en la fase de semillero en el diámetro del cv. de plantas de tomate 'INIVIT-T-2007' en un suelo Pardo mullido carbonatado. A = campaña 2014 y B = campaña 2015.

Con relación a la biomasa área de la planta se encontró un efecto significativo ($p \leq 0,05$) de la inoculación con *G. mosseae* y *R. intraradices* en la MF (Figura 3 A, B) y en la MS (Figura 4 A, B) de la parte área de la planta a los 21 ddg en ambas campañas con respecto al tratamiento inoculado con *G. cubense* y al control sin inocular.



Letras diferentes en cada barra expresan diferencias ($p \leq 0,05$) de acuerdo con Prueba de Tukey.

Figura 3. Efectividad de la inoculación con cepas de HMA en la fase de semillero en la masa fresca de plantas del cv. de tomate 'INIVIT-T-2007' en un suelo Pardo mullido carbonatado. A = campaña 2014 y B = campaña 2015.



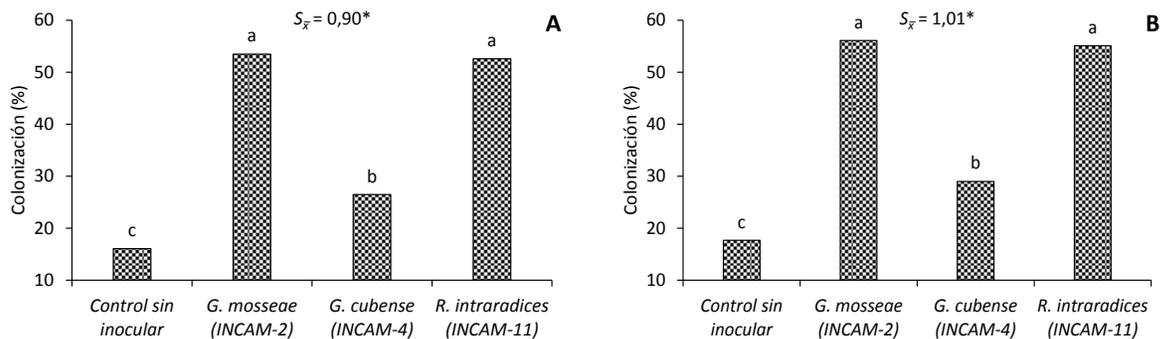
Letras diferentes en cada barra expresan diferencias ($p \leq 0,05$) de acuerdo con Prueba de Tukey.

Figura 4. Efectividad de la inoculación con cepas de HMA en la fase de semillero en la masa seca de plantas del cv. de tomate 'INIVIT-T-2007' en un suelo Pardo mullido carbonatado. A = campaña 2014 y B = campaña 2015.

Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en el porcentaje de colonización micorrízica total (Figura 5 A, B) en las raíces del cv. de tomate 'INIVIT-T-2007' con la inoculación de las cepas *G. mosseae* y *R. intraradices* respecto al resto de los tratamientos. Además, señalar que con la inoculación con *G. cubense* se encontraron valores superiores al control sin inocular.

A partir de la necesidad de obtener plantas de tomate con la calidad requerida para el trasplante (MINAG, 1983) y la de incrementar el conocimiento público sobre la importancia de las micorrizas en la sostenibilidad de los agroecosistemas (Yang *et al.*, 2014; Priyadharsini y Muthukumar, 2015) los resultados mostraron que la inoculación micorrízica originó efectos mayores en: crecimiento, producción de biomasa y los

porcentajes de colonización micorrízica total de las plantas del cv. de tomate 'INIVIT-T-2007' en la fase de semillero, de manera que la mayoría de los trabajos publicados sobre esta temática indican una mejor respuesta de las plantas micorrizadas respecto a las no micorrizadas (Rodríguez, 2003).



Letras diferentes en cada barra expresan diferencias ($p \leq 0,05$) de acuerdo con Prueba de Tukey.

Figura 5. Efectividad de la inoculación con cepas de HMA en la fase de semillero en la colonización micorrízica total en las raíces de plantas del cv. de tomate 'INIVIT-T-2007' en un suelo Pardo mullido carbonatado. A = campaña 2014 y B = campaña 2015.

El efecto positivo de la inclusión de los HMA en los sistemas agrícolas de producción se comprobó en varias investigaciones donde se alcanzaron incrementos en los indicadores de crecimiento en cultivos como: *Vitis vinifera* L. (Aguin *et al.*, 2006), diferentes especies forestales (Falcón *et al.*, 2013) y en la aclimatización de plantas obtenidas *in vitro* de *Musa* spp. (Usuga *et al.*, 2008)

Es de destacar que la inoculación con *G. mosseae* y *R. intraradices* concuerdan con los resultados informados en tomate por (Rodríguez, 2003), asimismo se confirmó la influencia de las condiciones edáficas en la eficacia diferenciada de las cepas en los efectos positivos de la simbiosis micorrízica arbuscular, en este caso con la cepa de *R. intraradices*, la cual ha sido evidenciada como cepa eficiente para esta misma condición edáfica en un trabajo resumen de 35 experimentos en que se compararon las mismas cepas de HMA que aquí se estudiaron, pero en diversos cultivos y suelos y se obtuvieron relaciones altas ($R^2 = 0,97$) entre la efectividad de las cepas de HMA inoculadas y el pH del suelo (Rivera *et al.*, 2015).

Estos autores informaron que el pH parece ser una de las propiedades fundamentales que determinan el cambio de efectividad de las cepas inoculadas al pasar de un ambiente edáfico a otro. Los resultados en el caso de la cepa *G. mosseae* no son frecuentes al evaluar la influencia de la efectividad de esta cepa en condiciones de suelo Pardo y no concuerdan con los criterios generales en cuanto al comportamiento de las cepas eficientes respecto a una alta especificidad por tipo de suelo antes que especificidad cepa de HMA por cultivo informados por Rivera *et al.* (2015).

Presumiblemente, la respuesta de *G. mosseae* en esta condición de suelo Pardo ($pH > 7$), reportada como cepa eficiente para condiciones edáficas con pH ácidos (Rivera *et al.*, 2015), parece tener una respuesta similar al de la cepa *G. manihotis* cuando es

inoculada en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) la cual no difiere en efectividad con las mejores cepas evaluadas para la condición edáfica estudiada, lo que indica gran compatibilidad con el cultivo.

Otro aspecto importante, con relación a la efectividad de la inoculación lo es el hecho de conocer según Rodríguez *et al.* (2003) la compatibilidad entre un determinado hospedero y las especies de HMA.

Los valores altos de los porcentajes de colonización micorrízica (mayor de 50 %) obtenidos de los tratamientos, han sido considerados propios de una micorrización efectiva en diferentes cultivos (Ruiz, 2001; González, 2014 y Tamayo, 2014), los cuales evidenciaron la efectividad de las cepas en colonizar las raíces de la planta en la fase de semillero, en estas condiciones edáficas.

El tratamiento no inoculado presentó valores inferiores en los porcentajes de colonización micorrízica, en relación con los tratamientos inoculados. Este comportamiento indicó que el nivel de funcionamiento de las cepas de HMA residentes fue bajo, y debió estar relacionado con las cantidades bajas de esporas de HMA iniciales e indicó la necesidad de inocular en estas condiciones para obtener los beneficios de la simbiosis micorrízica arbuscular.

La cepa de HMA eficiente es aquella con cuya inoculación se logran los mayores efectos sobre el crecimiento y rendimiento de las plantas (generalmente incrementos entre 30 y 40 % en la masa seca o rendimiento) y a su vez presentan los mayores porcentajes de colonización micorrízica, densidad visual y producción de esporas; para una condición edáfica puede haber más de una cepa eficiente (Rivera *et al.*, 2007).

El hecho de mostrarse el mismo efecto diferenciado entre las cepas de HMA en los tratamientos en condiciones de no aplicación de fertilizantes en la fase de semillero, explica por qué algunos protocolos de comparación de cepas de HMA con cultivos no fertilizados en suelos Pardo mullido carbonatado y Ferralítico Rojos (Ruiz, 2001) fueron exitosos y por tanto no es imprescindible garantizar las aplicaciones adecuadas de nutrimentos para estos estudios de selección y comparación de cepas de HMA.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de este trabajo, puede plantearse, de forma general que el tomate respondió a la aplicación de la inoculación micorrízica, destacándose las cepas INCAM-4 e INCAM-11, al influir evidentemente en el desarrollo de las plantas y con los mayores efectos obtenidos, tanto en el crecimiento, biomasa como en el porcentaje de colonización micorrízica total.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIN, O.; D. MONTENEGRO y J. MANSILLA. 2006. Protección de la vid frente a *Armillaria mellea* mediante la aplicación de hongos micorrízicos. *NutriFitos*, (163):27-33.
- FALCÓN, E.; M. RIERA y O. RODRÍGUEZ. 2013. Efecto de la inoculación de hongos micorrizógenos sobre la producción de posturas forestales en dos tipos de suelos. *Cultivos Tropicales*, 34(3):32-39. ISSN 0258-5936.
- FAO. Anuario Estadístico de la FAO. 2014. Consultado: enero de 2017. Disponible en:

- faostat.fao.org/.
- FAO. 2017. Soilless culture for horticultural crop production. Consultado: enero de 2017. Disponible en: faostat.fao.org/.
- GONZÁLEZ, P.J. 2014. Manejo efectivo de la simbiosis micorrízica arbuscular, vía inoculación y la fertilización mineral en pastos del género *Brachiaria*. Tesis de Doctorado. Universidad Agraria de La Habana. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba. Consultado: abril de 2016. Disponible en: www.inca.edu.cu/redmicorrizas/docs/posgrados/resumen/2.pdf. 100 p.
- HERNÁNDEZ, A.; J.M. PÉREZ; D. BOSCH y N. CASTRO. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 93 p. ISBN 978-959-7023-77-7.
- SPSS STATISTICAL, [Windows]. 2017. Editorial IBM Corporation, U.S. Consultado: abril de 2016. Disponibles en: www.ibm.com.
- INSMET. Instituto de Meteorología. 2016. Hojas de asentamiento de las variables meteorológicas diarias. Estación meteorológica No. 326, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.
- MINAG. MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. 1983. Instructivo Técnico del cultivo de los semilleros. La Habana. 1983. 47 p.
- MINAG. MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. 2017. Lista Oficial de Variedades Comerciales. 2017. GOC-2017-406-018. Resolución No. 169/2017. Disponible en: <http://www.gacetaoficial.cu>. 45 p.
- MOYA, C. 2010. Producción de semillas de tomate. Manual para productores. Ediciones INCA, La Habana. 17 p. ISBN 959-7023-21-0.
- ONEI. 2015. Oficina Nacional de Estadística e Información. Anuario Estadístico de Cuba 2014. Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. Edición 2015 Consultado: octubre de 2015. Disponible en: www.onei.cu.
- PÉREZ, E. 2010. Hongos micorrízicos arbusculares (HMA) para la bioprotección de patógenos en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Tesis de Doctorado. Universidad de La Habana, Facultad de Biología. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba. 100 p.
- PRİYADHARSINI, P and T. MUTHUKUMAR. 2015. Insight into the Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Sustainable Agriculture. En: P. Thangavel and G. Sridevi (eds.), *Environmental Sustainability*, 3. DOI 10.1007/978-81-322-2056-5_1, ©Springer India. p. 3-37
- RIVERA, R.; P.J. GONZÁLEZ; A. HERNÁNDEZ; G. MARTÍN, L. RUIZ; K. FERNÁNDEZ; J. SIMÓ; M. GARCÍA; A. PÉREZ; M. RIERA; C. BUSTAMANTE; J.P. JOAO y M. RUIZ. 2015. La importancia del ambiente edáfico y del pH sobre la efectividad y la recomendación de cepas eficientes de HMA para la inoculación de los cultivos. En: *VIII Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo*. (2 al 5 de junio de 2015). CD-R Memorias. La Habana, Cuba. ISBN 978-959-296-039-8.
- RODRÍGUEZ, Y. 2003. Caracterización bioquímica de la interacción entre hongos micorrízicos arbusculares y plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill var. "amalia"). Tesis de Maestría. Universidad Agraria de La Habana. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana. 89 p. Consultado: enero de 2018. Disponible en: www.inca.edu.cu/redmicorrizas/docs/posgrados/resumen/2.pdf.

- RODRÍGUEZ, Y., L. ARIAS; A. MEDINA; Y. MUJICA; L. MEDINA; K. FERNÁNDEZ y A. MENA. 2015. Alternativa de la técnica de tinción para determinar la colonización micorrízica. *Cultivos Tropicales*, 36(2):18-21. ISSN: 1819-4087.
- RODRÍGUEZ Y., DALPÉ, Y.; SÉGUIN, S.; FERNÁNDEZ K. and RIVERA, R. 2011. *Glomus cubense* sp. nov., an arbuscular mycorrhizal fungus from Cuba. *Micotaxon*, 118(1):337-347. ISSN 2154-8889.
- RUIZ, L. 2001. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en raíces y tubérculos en dos tipos de suelos. Tesis de Doctorado. Universidad Agraria de La Habana. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana. Consultado: abril de 2014. Disponible en: www.inca.edu.cu/redmicorrizas/docs/posgrados/resumen/2.pdf. 101 p.
- RUIZ, M. 2015. Comportamiento del arroz (*Oryza sativa* L.) inoculado con hongos micorrízicos arbusculares y expuesto a diferentes condiciones hídricas en el suelo. Tesis de Doctorado. Universidad Agraria de La Habana. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana. Consultado: enero de 2018. Disponible en: www.inca.edu.cu/redmicorrizas/docs/posgrados/resumen/2.pdf. 100 p.
- SCHÜBLER, A. and C. WALKER. 2011. Evolution of the 'Plant-Symbiotic' Fungal Phylum, *Glomeromycota*. *Evolution of fungi and fungal-like organisms*. Chapter 7. *The Mycota XIV*. Pöggeler, S. y Wöstemeyer, J. (Eds.) ©Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 163-185. ISBN 78-3-642-19973-8.
- SIEVERDING, E., G. ALVES DA SILVA; R. BERNDT and F. OEHL. 2014. *Rhizoglomus*, a new genus of the *Glomeraceae*. *Mycotaxon*, 129(2):373-386. ISSN 2154-8889.
- SIMÓ, J.; L. RUIZ y R. RIVERA. 2017. Inoculación de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y relaciones suelo Pardo-abonos orgánicos en la aclimatización de vitroplantas de banano. *Cultivos Tropicales*, 38(3):102-111. ISSN 0258-5936.
- TAMAYO, Y. 2014. Coinoculación de *Rhizobium* sp y hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en *Canavalia ensiformis* (L) D.C. cultivada sobre un suelo Pardo Sialítico Mullido Carbonatado. Tesis de Maestría. Universidad Agraria de La Habana. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana. 75 p. Consultado: abril de 2015. Disponible en: www.inca.edu.cu/redmicorrizas/docs/posgrados/resumen/2.pdf.
- USUGA, O.; S. CASTAÑEDA y M.A. FRANCO. 2008. Multiplicación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y efecto de la micorrización en plantas micropropagadas de banano (*Musa* AAA cv. 'Gran Enano') (*Musaceae*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 61(1):4279-4290. Medellín, ISSN 0304-2847.
- YANG, W.; A. ELLOUZE; A. NAVARRO-BORRELL; T. ESMAEILI; M. KLABI; Z.K. DAI and C. HAMEL. 2014. Management of the Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis. Sustainable Crop Production. En: Solaiman Z. M. (ed.). *Mycorrhizal Fungi: Use in Sustainable Agriculture and Land Restoration*. ©Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p. 89-118. DOI: 10.1007/978-3-662-45370-4-7.