



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

manuela@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión
Tecnológica de Santiago de Cuba
Cuba

Bell-Mesa, Tatiana Dora; Osoria-Galan, Danelis; Montero-Limonta, Gerardo; Molina-Lores, Lilian Barbara

EFFECTO DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES SOBRE PIMIENTO
(CAPSICUM ANNUM L.) EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN CAMPO ANTENA,
SANTIAGO DE CUBA

Ciencia en su PC, núm. 4, 2017, pp. 53-67

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181353794003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

**EFFECTO DE HONGOS MICORRÍCICOS ARBUSCULARES SOBRE
PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUM* L.) EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS
EN CAMPO ANTENA, SANTIAGO DE CUBA**

**EFFECT OF ARBUSCULAR MYCORRHICAL FUNGI ON PEPPER
(*CAPSICUM ANNUM* L.) IN THE PRODUCTION OF PLANT TREES IN
CAMPO ANTENA, SANTIAGO DE CUBA**

Autores:

Tatiana Dora Bell-Mesa, tbell@uo.edu.cu¹

Danelis Osoria-Galan, cpc@megacen.ciges.inf.cu. Empresa Agropecuaria
de Guamá. Santiago de Cuba, Cuba.

Gerardo Montero-Limonta gmontero@uo.edu.cu¹

Lilian Bárbara Molina-Lores lbarbara@uo.edu.cu¹

¹Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

*La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de hongos formadores de micorrizas arbusculares en plántulas de pimiento, así como la adaptabilidad de posturas de pimiento. Se desarrolló en la casa de cultivo protegido de Campo Antena, en el municipio Santiago de Cuba, durante los meses de septiembre a octubre de 2014. El diseño experimental fue completamente al azar, con cuatro réplicas y cuatro tratamientos. Se evaluaron las siguientes variables: germinación, altura de las plantas, grosor del tallo, conteo de supervivencia, colonización y densidad visual e indicadores económicos. Los datos obtenidos fueron procesados en el paquete estadístico ANOVA mediante un análisis de varianza simple, con la aplicación de la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan. Los resultados obtenidos mostraron que el pimiento tuvo respuesta eficiente al nivel del factor inoculación de la cepa *Glomus cubense*.*

Palabras clave: micorrizas, inoculación, pimiento.

ABSTRACT

*With the objective of evaluating the effect of HMA on pepper seedlings, as well as the adaptability of pepper postures, this research was carried out in a protected culture house of Campo Antena, in the municipality of Santiago de Cuba, during the months of September to October 2014. The experimental design used was completely random, for which four replicates and four treatments. Following variables: germination, plant height, stem thickness, colonization, and visual density and economic indicators. The data obtained were processed in the statistical package ANOVA using a simple variance analysis, applying the multiple comparison test of Duncan's means. The results showed that the pepper had an efficient response to the factor of inoculation of the strain *Glomus cubense* taking into account the evaluated variables.*

Key words: mycorrhizae, inoculation, pepper.

INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annum* L.) es una planta de la familia de las solanáceas. Sus frutos son muy valiosos como fuentes de vitaminas, especialmente C, y se usan en distintas formas, tanto frescos como procesados. Es un cultivo de alta demanda popular debido a sus múltiples usos, por eso se siembran en el mundo alrededor de 80 000 ha anualmente. Junto a las demás hortalizas tiene un papel muy importante en la alimentación humana, principalmente por los minerales y vitaminas, indispensables para la dieta. Los vegetales se incorporaron a la dieta del hombre desde las primeras etapas de la evolución y representan una fuente muy importante de micronutrientes esenciales para la vida. Además, aportan sustancias que previenen algunas enfermedades, cuya incidencia en el ámbito mundial ha ido en aumento (Cabrera-Medina, Borrero-Reynaldo, Rodríguez-Fajardo, Angarica-Baró y Rojas-Martínez, 2011).

En Cuba la tendencia actual en la agricultura es encontrar alternativas que garanticen el incremento de los rendimientos y disminuyan o eliminen el uso de fertilizantes, plaguicidas y reguladores del crecimiento producidos por las industrias químicas; ya que estos compuestos poseen un elevado riesgo de contaminación para el medioambiente. La producción de hortalizas en nuestro país se ha incrementado a partir de los programas de la agricultura urbana y el auge del turismo. En estos momentos las instalaciones de cultivo protegido aseguran altos rendimientos y suministros estables. La utilización de productos que ejercen funciones biorreguladoras y bioestimuladoras en el crecimiento de los cultivos constituye la base de la fertilidad del suelo.

El componente microbiano del suelo es importante para el equilibrio de los ecosistemas. Los procesos agrícolas, así como el manejo de los recursos vegetales, inciden sobre este componente, pues afectan tanto la diversidad como la densidad de las poblaciones microbianas implicadas, lo que trae como resultado, tanto a mediano y largo plazo, la pérdida de fertilidad de los suelos y su progresiva degradación (Shankar, Chandra,Shinha, 2011). En condiciones controladas y con bajo nivel de disturbio en las especies nativas, se ha demostrado que la interdependencia plántula-microorganismo ha contribuido al

mantenimiento y la estabilidad de los ecosistemas durante el proceso productivo (Finlay, 2008).

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) son microorganismos del suelo que forman asociaciones con más del 90 % de las plantas superiores. Esta interacción planta-HMA modifica la arquitectura de la misma, debido a que la micorriza arbuscular actúa como biofertilizante, bioprotector y/o biodegradador de sustancias tóxicas o dañinas para la biota, en sentido general; lo que proporciona diversos beneficios en la producción de plántulas con fines productivos (Gosling, Hodge, Goodlass & Bending, 2006).

En estudios realizados en la casa de cultivos protegidos de Campo Antena, Santiago de Cuba, se demostró un deficiente crecimiento y desarrollo en las plántulas de pimiento, según datos referidos por el productor; así como la escasa adaptabilidad como posturas a las condiciones de campo, por lo que con la utilización de cepas eficientes de HMA sobre el pimiento se mejorará el crecimiento y desarrollo en plántulas y la adaptabilidad en condiciones de campo. De ahí que el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de HMA sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de pimiento y la adaptabilidad como posturas en condiciones de cultivo protegido.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el período comprendido de septiembre a octubre de 2014, en áreas productivas de la casa de cultivos protegidos Campo Antena, situada en el Km 3 ¹/₂ de la Autopista Nacional, municipio Santiago de Cuba. Se estableció un diseño completamente al azar con cuatro réplicas y cuatro tratamientos.

- T1: un nivel de testigo sin inocular, una proporción del 20 % de turba rubia y un 80 % de humus en el llenado de las bandejas o charolas.
- T2: un nivel del factor inoculación de la cepa *Rhizophagus intraradices*, una proporción del 20 % de turba rubia y un 80 % de humus en el llenado de las bandejas o charolas.

- T3: un nivel del factor inoculación de la cepa *Funneliformis mosseae*, una proporción del 20 % de turba rubia y un 80 % de humus en el llenado de las bandejas o charolas.
- T4: un nivel del factor inoculación de la cepa *Glomus cubense*, una proporción del 20 % de turba rubia y un 80 % de humus en el llenado de las bandejas o charolas.

Dentro de las características del cultivo y del área a sembrar se observó que es un cultivo de variedad híbrida Locumone, con tiempo de duración de 38 días. Presentó dos etapas de cultivos: una, plántulas, y la otra, posturas. Dentro del área experimental en las plántulas se utilizaron 56 bandejas de 150 alvéolos, desinfectadas, y para la etapa de posturas se utilizaron cuatro casas de 0,08 ha⁻¹, para un total de 0,32 ha⁻¹.

Como inoculantes micorrízicos se utilizaron cepas procedentes de la colección de HMA del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

- *Glomus intraradices*, actualmente reclasificada por Schüßler & Walker (2011) como *Rhizophagus intraradices*.
- *Glomus mosseae*, reclasificada por ambos autores como *Funneliformis mosseae*.
- *Glomus hoi-like*, renombrada actualmente como *Glomus cubense* según Rodríguez, Dalpé, Séguin, Fernández y Rivera (2011).

Estas cepas se encontraban conservadas en un sustrato desarrollado para estos fines por el laboratorio de micorrizas del INCA (Registro de patente No.2264) a 4°C. Los inóculos de HMA utilizados en el experimento poseían un título promedio de 50 esporas g⁻¹ de suelo fresco, certificado en el laboratorio de micorrizas del mismo instituto.

En las formas de inoculación de la semilla se aplicó el 10 % de las cepas de HMA en relación con el peso de la semilla sembrada, luego se realizó una pasta homogénea, se introdujo la semilla y se puso a la sombra a reposar de cinco a diez minutos. El momento de inoculación se realizó previo a la siembra de la semilla y se obtuvieron las siguientes evaluaciones generales:

- Germinación a los 7, 14 y 21 días después de la siembra (dds).

- Altura de la planta por fechas de emisión del 1^{er}, 2^{do} y 3^{er} par de hojas verdadero.
- Conteo de supervivencia a los 2, 4 y 6 días después del trasplante (ddt).
- Variables fúngicas (colonización y densidad visual en %) a los 21 días después del trasplante.

En las evaluaciones realizadas y metodologías empleadas se utilizó sustrato para la producción de plántula y la siembra.

En la siembra se empleó el llenado de las bandejas y el sustrato debidamente compactado mediante suaves golpes sobre el piso de la instalación con la ayuda de un rodillo especial para bandejas germinadoras; se marcan orificios de manera uniforme a una profundidad no mayor a un centímetro y se coloca una semilla por cavidad, luego se pueden tapar con el mismo sustrato utilizado o de preferencia con vermiculita exfoliada (Garza y Molina, 2008).

Por último, se estibarón 14 bandejas y se colocaron en un cuarto oscuro para mantener la humedad, conservar la temperatura y acelerar la germinación. Dependiendo de la temperatura, la germinación empezó a medirse en un rango de 2 a 21 días; por lo tanto, a partir del séptimo día se revisaron diariamente las bandejas. Con las primeras plántulas emergidas se retiraron del cuarto oscuro hacia la casa de plántulas. En el pimiento es importante que las charolas no queden en contacto con el suelo para evitar el desarrollo de raíces fuera de estas, según metodología de Garza y Molina, 2008.

Al momento del extendido se da un riego ligero. Se recomienda como mínimo un riego diario, pero en días muy calurosos se debe regar por la mañana y por la tarde, evitando regar en las horas más calurosas del día.

Es conveniente regar un día antes del trasplante para facilitar la extracción del cepellón. Las densidades óptimas rondan las 2,5-3 plantas m⁻², pero dependen principalmente del tipo de poda elegido y del vigor de la variedad. En casa-malla se recomienda plantar a tres bolillos, colocando dos hileras por cama.

Es recomendable realizar el trasplante por la tarde para evitar en lo posible el estrés hídrico de la plántula; al mismo tiempo, se propone hacer hoyos más grandes que el cepellón de la plántula y una vez colocada la plántula debe presionarse ligeramente el suelo a su alrededor con la finalidad de fijar su

sistema radicular. Una vez hecho el trasplante es recomendable dar un riego ligero, sin incorporación de nutrientes; el primero con solución nutritiva y se puede realizar tres días después del trasplante (Instituto Técnico y de Gestión Agrícola [ITGA], 2002).

Las raicillas muestreadas se lavaron con agua corriente, para eliminar todo el suelo, y se secaron al aire. Se tomaron las raicillas más finas y se desmenuzaron. Para las determinaciones se pesaron aproximadamente 200 mg de raicillas, que fueron secadas a 70°C, para ser teñidas según la metodología descrita por Phillips y Hayman (1970). La evaluación se realizó por el método de los interceptos, desarrollado por Giovanetti & Mosse (1980), mediante el cual se determinó el porcentaje de colonización micorrízica o frecuencia de colonización.

La determinación del porcentaje de densidad visual (% DV) se realizó por la metodología de Trouvelot, Kough, Gianinazzi-Pearson (1986), mediante la cual se evaluó la ocupación fúngica de cada intercepto y se le asignó un nivel. Posteriormente, se realizó el cálculo según la fórmula: $\% DV = \Sigma A / \Sigma Z$.

Donde: Z es la sumatoria del número de los interceptos contados en cada nivel y A es el resultado de la multiplicación del número de los interceptos contados en cada nivel (Z) por el porcentaje de ocupación observada.

Tabla 1 Transformación de los porcentajes de ocupación fúngica intrarradical en niveles, según (Trouvelot, *et. al.*, 1986).

% de ocupación observada	0	1	2.5	15.5	35.5	47.5
Nivel de inoculación	0	1	2	3	4	5
% de ocupación observada	0	1	2.5	15.5	35.5	47.5

El rendimiento agrícola se determinó teniendo en cuenta el peso en kg por casa de cultivo correspondiente a cada tratamiento. Después se convierte a $t\ ha^{-1}$ y este valor es el que se utiliza para iniciar todos los cálculos económicos.

RESULTADOS

Momentos de la germinación

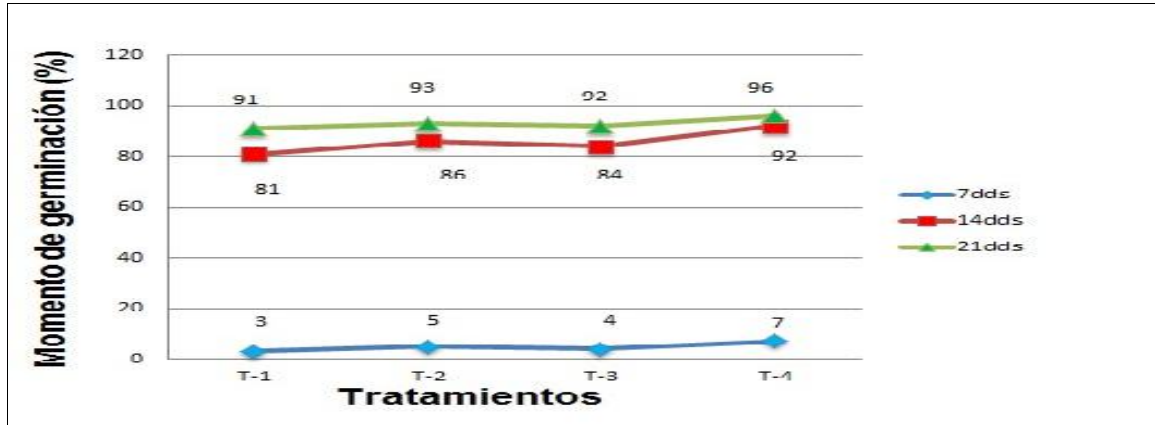
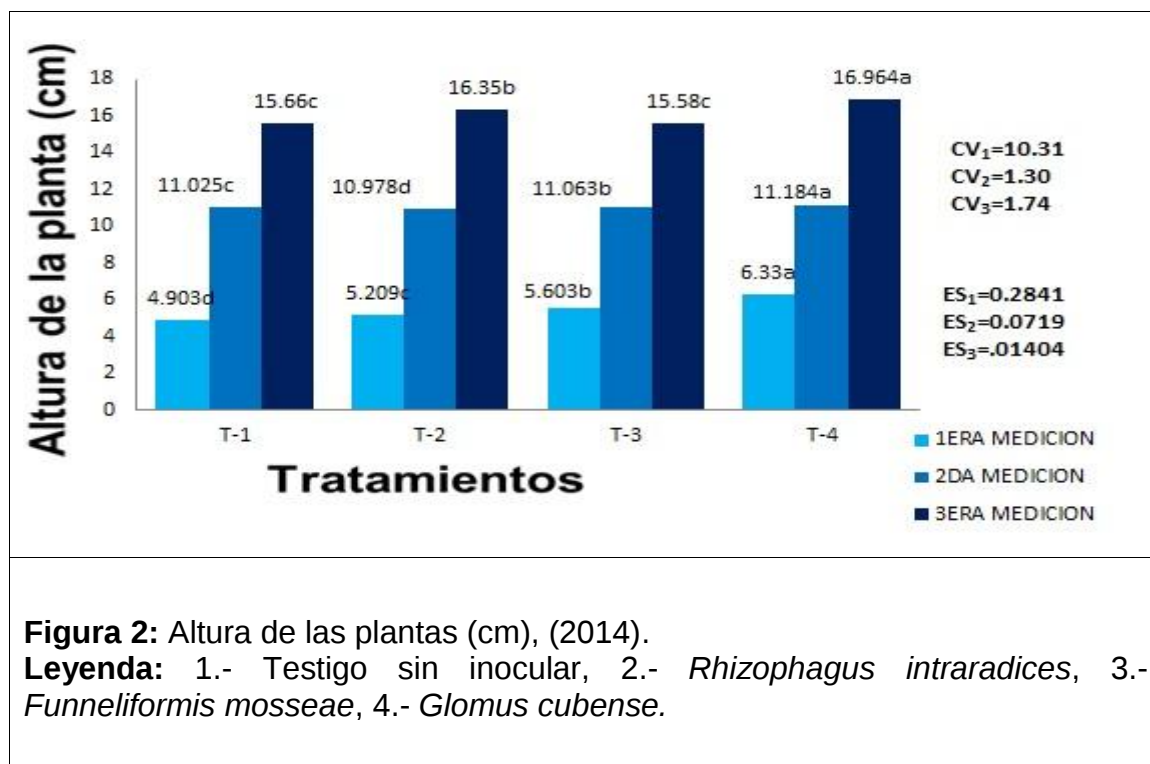


Figura 1: Momentos de la germinación (%), (2014).

Leyenda: 1.- Testigo sin inocular, 2.- *Rhizophagus intraradices*, 3.- *Funneliformis mosseae*, 4.- *Glomus cubense*. (dds: después de la siembra)

En la Figura 1, referente a la germinación, las tres cepas presentaron funcionamiento fúngico respecto al testigo sin inocular; se destaca el T-4 (inoculado con la cepa *Glomus cubense*), el cual se comportó con valores entre 7 y 96 % durante los tres momentos medidos.

Altura de las plantas



En la Figura 2, referente a la altura, en las dos primeras mediciones los tratamientos micorrizados poseen los mejores valores, excepto en la segunda medición, donde el T-1 supera estadísticamente al T-2.

Conteo de supervivencia

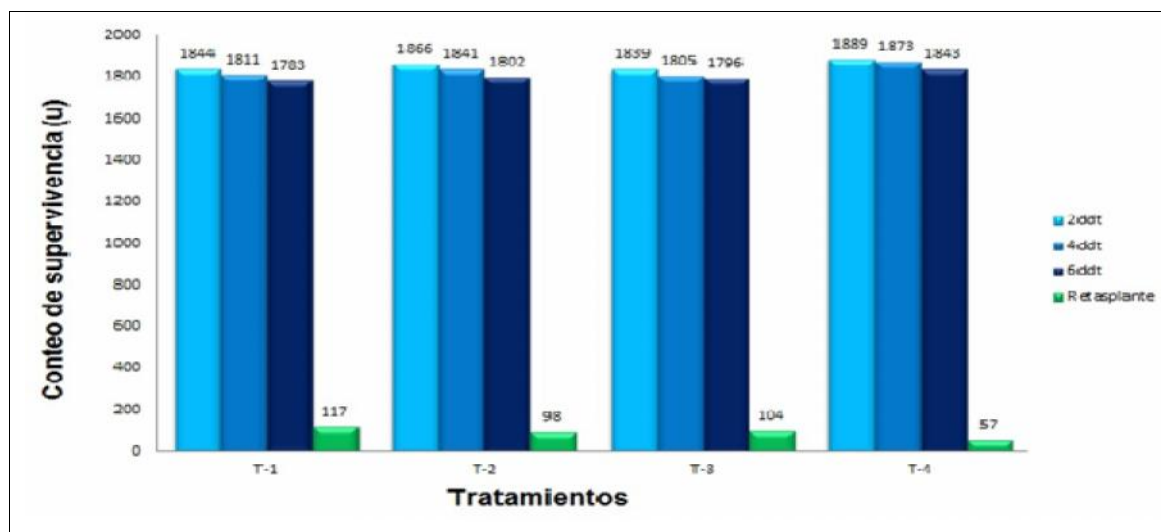


Figura 3: Conteo de supervivencia (u), (2014).

Leyenda: 1.- Testigo sin inocular, 2.- *Rhizophagus intraradices*, 3.- *Funneliformis mosseae*, 4.- *Glomus cubense*. (ddt: después del trasplante)

En la Figura 3 se muestra el conteo físico de las plántulas con 2, 4 y 6 días de diferencia.

% Conteo de supervivencia

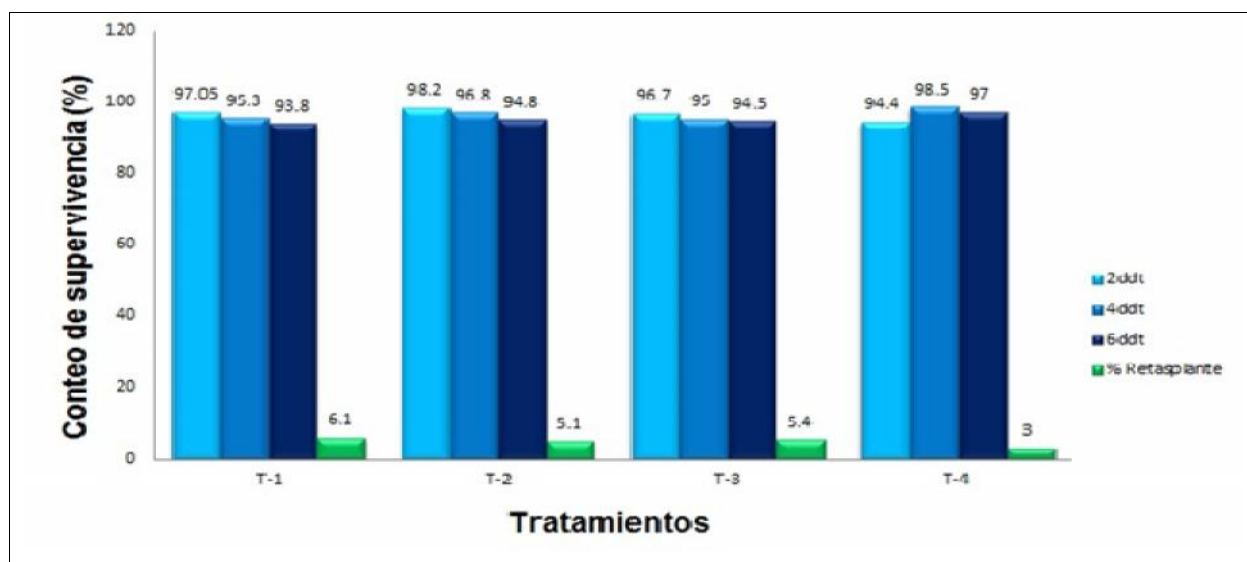


Figura 4: Conteo de supervivencia (%), (2014).

Leyenda: 1.- Testigo sin inocular, 2.- *Rhizophagus Intraradices*, 3.- *Funneliformis mosseae*, 4.- *Glomus cubense*. (ddt: después del trasplante)

En la Figura 4 se demuestran los niveles en el conteo de supervivencia, expresados en %, los cuales fueron altos en un principio para todos los tratamientos. En la medida en que las posturas comienzan a establecerse en el medio natural son influenciadas por los factores climáticos y la biota del suelo.

Variables fúngicas (Colonización y Densidad Visual)

Tabla 2 Variables fúngicas (% Colonización y Densidad Visual)

No	Tratamientos	Colonización (%)	Densidad visual (%)
1	Testigo	33, 213 d	1,09 d
2	<i>Rhizophagus intraradices</i>	46,381 b	3,49 b
3	<i>Funneliformis mosseae</i>	39,573 c	2,04 c
4	<i>Glomus. cubense</i>	61,623 a	4,36 a
CV		7,45	5,75
ES		0,6911	0,5580

Letras iguales para ($p \leq 0,05$) no difieren estadísticamente.

La Tabla 2 muestra la variables fúngicas que todos los tratamientos presentaron. El T-4 fue el de mejores resultados, con un 61,623 % de colonización y un 4,36 % de densidad visual. Es necesario resaltar que esta actividad requiere de niveles adecuados de nutrimentos, que no interfieran en la actividad micorrízica.

DISCUSIÓN

Momentos de la germinación

Este resultado pudo estar determinado por la capacidad que poseen los HMA de exudar compuestos que estimulan la actividad microbiana en el nicho ecológico; por consiguiente, todos influyen sobre el proceso germinativo, ya que al romper la latencia de las semillas favorecen todo el proceso (Rivera, Fernandez, F., Fernandez, K., Ruiz, Sánchez y Riera, 2012).

El pimiento exige humedad, aireación y temperaturas específicas para lograr una eficiente germinación de las semillas. Esta se da entre 20-30°C, con lo cual

aseguran un gran crecimiento vegetativo en los primeros estadios del desarrollo de la plántula, lo que proporciona un buen prendimiento de la planta después del trasplante. El desarrollo óptimo de la raíz con temperaturas del suelo que oscilen entre los 22 y 24⁰C favorece la capacidad que poseen los HMA de exudar compuestos que estimulan la actividad microbiana en el nicho ecológico y, por consiguiente, todos influyen sobre el proceso germinativo, rompiendo la dormancia o latencia de las semillas (Rivera, *et al.*, 2012).

La aparición de la radícula evidencia que la semilla se ve influenciada por factores como temperatura, agua, oxígeno y presencia de luz; el estado de plántula comprende el período desde la emergencia y alargamiento del hipocótilo hasta la caída de cotiledones (Marrero, 2010).

Campanioni, Paéz, Ojeda y Murphy (2005) refieren que los factores como clima y tiempo interactúan de una manera directa sobre el proceso germinativo de los pimientos morrones; estos no requieren luz para germinar, pero necesitan un suelo cálido. Las semillas germinan entre los 10 a 14 días mientras la temperatura del suelo permanezca entre 23 y 26°C, con una humedad relativa del 85-90 %. Estos factores pudieron influir en la actividad fúngica y germinativas de las semillas.

Altura de las plantas

Este comportamiento puede estar determinado por diferencias de la especificidad de la cepa de HMA con el sustrato y el macrosimbionte. Además, debe tenerse en cuenta la conductividad eléctrica ideal de la solución nutritiva para las plántulas a partir del primer par de hojas verdaderas, de 1,1 a 1,5 mS cm; pero a veces las aguas tienen una conductividad próxima a 1,3 mS cm, por lo que es necesario mantener conductividades aproximadas a 1,6-1,8 mS cm. En tal sentido, los HMA han tenido un papel fundamental en la disminución de los tenores de sales, facilitando la actividad microbiana en el nicho ecológico (Dibut y Rios, 2012).

Conteo de supervivencia

Se pudo constatar que los tratamientos tratados con hongos micorrízicos arbusculares presentaron los mejores indicadores de supervivencia con

respecto al testigo no micorrizado. Esto pudo estar relacionado con el papel que tienen los HMA en la absorción de nutrimentos, ya que ellos entran en las raíces sin dañarlas y ayudan a la planta a tomar alimentos y agua, a la misma vez que crecen más sanas. La planta ya micorrizada es capaz de resistir mejor las condiciones ambientales adversas (sequía, salinidad, plagas), por lo que es más rentable (Aguilera-Gómez, Olalde-Portugal, Arriaga y Contreras, 2008).

En general, el uso de los biofertilizantes microbianos en los sistemas productivos es una alternativa viable y de gran importancia para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sustentable, ya que permite una producción de bajo costo, no contamina el ambiente y mantiene la biodiversidad e inocuidad de los sustratos (Moreno-Gómez, 2012).

% Cuento de supervivencia

El T-1 se afectó en relación con los tratados con HMA, esto pudo estar relacionado con la capacidad que tienen las asociaciones micorrízicas, a las que se les han atribuido múltiples funciones; entre estas el mejoramiento de la superficie absorbente del sistema radicular a través de un aumento significativo del mismo, el aumento de la tolerancia a las toxinas, la solubilidad de ciertos elementos nutritivos, la resistencia a condiciones adversas (sequía, salinidad), la selectividad de la absorción y cierta protección contra los patógenos radicales (Rivera, Fernandez, F., Fernandez, K., Ruiz, Sánchez & Riera, 2011).

La cantidad de trasplante está determinada en gran medida por estos indicadores de supervivencia, por lo que autores como Garza y Molina (2008) describen las características específicas de cada material. Los productores pueden obtener aproximadamente 1,000 - 5,000 semillas, en dependencia de la empresa. Debido al elevado costo de la semilla es necesario establecer un sistema que asegure la producción de plántula al 100 %.

Variables fúngicas (Colonización y Densidad Visual)

La respuesta a la inoculación depende en gran medida del adecuado suministro de nutrientes para las plántulas, estos resultados se relacionan con los cambios morfológicos, la supervivencia en (u) y (%) de las mismas. Se demostró que la riqueza del sustrato influye sobre la eficiencia de la

micorrización, con una alta disponibilidad de nutrientes esta se inhibe. Por otra parte, al analizar los indicadores del comportamiento de la simbiosis micorrízica en el cultivo del pimiento, se observó un efecto positivo de la inoculación con micorrizas, además de la protección frente a hongos o nematodos parásitos (Ruth, Khalvati, Schmidhalter, 2011).

Según lo planteado por Sánchez, Gómez, Muñoz, Barrios, Prager y Bravo, (2007), en estos resultados quedó demostrado que las micorrizas arbusculares (MA) en simbiosis pueden proteger a las plantas contra los efectos perjudiciales del déficit de agua.

Los estudios realizados hasta la fecha han sugerido varios mecanismos por los que la simbiosis puede aliviar la sequía en las plantas hospederas. Los más importantes son la absorción directa y la transferencia de agua a través de las hifas fúngicas de la planta huésped, cambios en las propiedades de retención de agua del suelo, mejor ajuste osmótico de las plantas micorrizadas, mejora del intercambio de gases de la planta, uso eficiente del agua y la protección contra el daño oxidativo generado por la sequía.

CONCLUSIONES

Los tratamientos inoculados incidieron en el crecimiento y desarrollo, se destacó *Glomus cubense*; además, mostró los mejores indicadores fúngicos, evaluados en el orden de 61,623 % de colonización y 4,36 % de densidad visual con respecto al resto.

Los mejores resultados en la adaptabilidad de las posturas de pimiento se lograron para el tratamiento 4 con la cepa *Glomus cubense* en comparación con las demás.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera-Gómez, LI., Olalde-Portugal, V., Arriaga, M. R. y Contreras, A. R. (2008). Micorrizas Arbusculares. *Ciencia Ergo Sum*, 14, 300-306.
- Cabrera-Medina, M., Borrero-Reynaldo, Y., Rodríguez-Fajardo, A., Angarica-Baró, E. y Rojas-Martínez, O. (octubre-diciembre, 2011). Efecto de tres bioestimulantes en el

- cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*, L) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido. *Ciencia en su PC*, 4, 32-42. Recuperado de <http://cienciapc.idict.cu>
- Campanioni, N, Paéz, E., Ojeda, Y. y Murphy, C. (2005). *La agricultura urbana en Cuba. Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible*. La Habana: Edic. ACTAF.
- Finlay, R. D. (2008). Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis: with special emphasis on the functional diversity and of interaction involving the extraradical mycelium. *Journal Experimental of Botanic* 59, 1115–1126.
- Garza, A. M., Molina, V. M. (2008). *Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de Nuevo León* [Capítulo V. Manejo del cultivo].
- Giovanetti, M. & Mosse, B. (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 84, 489–500.
- Gosling P., Hodge, A., Goodlass, G. & Bending, G. D. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi and organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113, 17-35.
- Instituto Técnico y de Gestión Agrícola (ITGA). (2002). *Guía del pimiento para invernaderos*. Recuperado de [http://www.itga.com/docs/GUIA DEL PIMIENTO \(0\).pdf](http://www.itga.com/docs/GUIA DEL PIMIENTO (0).pdf)
- Marrero, Y. (2010). *Efecto de frecuencias de inoculación micorrízica y el laboreo sobre una secuencia de cultivos en un suelo Pardo Mullido Carbonatado* (Tesis de Maestría). INCA. La Habana.
- Moreno-Gómez, B. (2012). La Rizosfera y las Relaciones entre las Plantas y los Microorganismo. En G.A. Aguado-Santacruz (ed.) *Introducción al uso y manejo de biofertilizantes en la agricultura* (pp. 35-78). México: INIFAP/SAGRAPA.
- Phillips, D. M., Hayman, D. S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55, 158-161.
- Rivera, R., Fernandez, F., Fernandez, K., Ruiz, L., Sánchez, C. y Riera, M. (2012). *Manejo conjunto e impacto de biofertilizantes micorrízicos y otros bioproductos en la producción agrícola de diferentes cultivos*.
- Rivera, R., Fernandez, F., Fernandez, K., Ruiz L., Sánchez C. & Riera, M. (2011) Advances in the management of effective arbuscular mycorrhizas symbiosis in tropical ecosystems. In Chantal Hamel and Christian Plenchette (eds.) *Mycorrhizas in Crop Production* (pp. 151-196). Binghamton, NY: Haworth Press.
- Ruth, B., Khalvati, M., Schmidhalter, U. (2011). La cuantificación de la captación de agua a través de micorrizas por sensores en línea de alta resolución. *Planta y suelo*, 342, 459-468.

Sánchez de, P. M., Gómez, E., Muñoz, J. E., Barrios, E., Prager, M. y Bravo, O. (2007). *Las endomicorrizas, expresión bioedáfica de importancia en el trópico*. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira: Editorial Feriva.

Schüßler, A. & Walker, C. (2011). Evolution of the Plant-Symbiotic Fungal Phylum, Glomeromycota. In S. Pöggeler & J. Wöstemeyer, (Eds.) *Evolution of fungi and fungal-like organisms, The Mycota XIV* (pp. 163-185). Berlín Heidelberg: Springer Verlag.

Shankar S., Chandra P. & Shinha, D. P. (2011). Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 140, 339-353.

Trouvelot, A., Kough, J., Gianinazzi-Pearson, V. (1986). Mesure du taux de mycorhization VA d'un systeme racinaire. Recherche de methodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. Proc. 1st Eur. Symp. on Mycorrhizae: Physiological and genetical aspects of mycorrhizae, Dijón. INRA, Paris.

Recibido: abril de 2017

Aprobado: septiembre de 2017