

## INVESTIGACIÓN

# Efectos de la interacción de hongos micorrizo arbusculares (HMA) y *Meloidogyne javanica* en plántulas de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss).

Effects of interaction between arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) and nematode *Meloidogyne javanica* in plants of passion fruit (*Passiflora ligularis*).

Jorge A. Sierra-Escobar<sup>1</sup>, Rafael A. Navarro Alzate<sup>2</sup> y Gabriel J. Yepes<sup>3</sup>

DOI. 10.21931/RB/2017.02.03.4

### RESUMEN

Se realizó un experimento bajo invernadero que tuvo como objetivo determinar los efectos de la interacción de hongos micorrizo arbusculares (HMA) y el nematodo *Meloidogyne javanica* en plántulas de granadilla (*Passiflora ligularis*). Para esta evaluación se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y siete unidades experimentales por tratamiento; los cuales consistieron en la combinación de dos inóculos de HMA una comercial y *Glomus mosseae*; con inóculo de cinco mil huevos de *M. javanica*, y sus respectivos controles. Las variables respuesta utilizada para el experimento fueron: la masa fresca y seca aérea y fresca de raíces, colonización micorrizal y el índice de nudosidad por *M. javanica* y. Los resultados indican diferencias significativas en la biomasa área fresca y seca de las plántulas de granadilla cuando se compararon los tratamientos inoculados con HMA contra los demás; igual tendencia se evidenció en la colonización micorrizal. Se encontró nodulación en las raíces de los tratamientos inoculados con *M. javanica*. En esta investigación se observó una respuesta en cuanto al desarrollo de las plántulas con la inoculación de *G. mosseae*, además, una disminución del efecto negativo que pudo haber tenido el nematodo en la producción de biomasa. Los resultados de esta investigación sugieren la importancia de los HMA en la fase de vivero para el cultivo de granadilla lo que permitiría el incremento de la biomasa, la toma de P, y la tolerancia de las plántulas a los nematodos del género *Meloidogyne*.

**Palabras clave:** Hongos micorrizico arbusculares (HMA), Nematodos, Granadilla

### ABSTRACT

Greenhouse bioassays were carried out to determine the effects of interaction between arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) and nematode *Meloidogyne javanica* in plants of passion fruit (*Passiflora ligularis*). To this end, we using a randomized complete design, with five treatments and seven experimental units by treatment. Which they consisted of the combination of two inoculums from HMA one commercial and *Glomus mosseae*, with inoculum of 5,000 eggs from *M. javanica*, and their controls. As a response variable, shoot dry matter, mycorrhizal colonization of roots, reproduction factor of *M. javanica* and gall index were measured at harvesting time. The results indicate that exits significant differences in the mass of passion fruit between treatments inoculated with AMF against other treatments; the same trend was evident in the mycorrhizal colonization. Nodulation was observed in root from treatments with *M. javanica*. In this research, we found that Passion fruit seedlings respond better to *Glomus mosseae* inoculation, reducing the negative effect of the nematode on biomass production. The data suggest the importance of the AMF in the nursery phase passion fruit, which would allow increased biomass, uptake P, and seedling tolerance to nematodes from *Meloidogyne* genera's.

**Keywords:** arbuscular mycorrhizal fungus (AMF), nematode, passion fruit

## Introducción

La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) es una especie nativa de América que, además de ser cultivada en Colombia y Venezuela, se encuentran cultivos en Suráfrica, Kenia, Australia y en Hawaii. En Colombia es una fruta en de alto consumo; el área sembrada en los últimos cinco años oscila entre 4.000 y 4.300 ha, con un rendimiento promedio de 10 a 12 toneladas por ha. La producción total nacional está alrededor de las 50.000 toneladas, la mayoría de las cuales surte el mercado nacional y, en menor proporción, las exportaciones, principalmente a Ecuador, Países Bajos y Alemania<sup>1</sup>. El Huila es el departamento más producción con aproximadamente 1.835 ha, seguido por Antioquia con 1.452 ha. Estos dos departamentos producen más del 60% de la granadilla del país<sup>2</sup>. Los cultivos de

la granadilla en Colombia se siembran entre los 1.500 a 2.200 msnm, esto genera gran variación microclimática que da como resultados una marcada diferenciación en la producción y en los problemas fitosanitarios del cultivo<sup>3,4</sup>.

Dentro de los problemas fitosanitarios más frecuentes que afectan negativamente la producción en cultivos de granadilla, son la "secadera" (*Fusarium solani* = *Haematonectria hematoccca*) y los nematodos; de éstos últimos, son de importancia las especies de los géneros *Pratylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp y *Meloidogyne* sp, prevaleciendo por su amplia diseminación *M. incógnita* y *M. javanica*<sup>5</sup>. Los nematodos atacan en todo el ciclo de vida de las plantas hospederas, aunque sus daños más severos se observan en almacigos y plántulas de viveros; estos fitoparásitos formadores de nudosidades y engrosamiento de las raíces afectan la

<sup>1</sup> Grupo de estudios Florísticos. Universidad Católica de Oriente. Colombia.

<sup>2</sup> Grupo de Sanidad Vegetal. Universidad Católica de Oriente. Colombia.

<sup>3</sup> Estudiante egresado. Universidad Católica de Oriente. Colombia.

**Correspondencia:** jsierra@uco.edu.co

producción y favorecen la presencia de “secadera” en granadilla<sup>6</sup>. Esta enfermedad es endémica y se reporta que ha devastado más de 400 ha en el municipio de Urao, Antioquia<sup>7</sup>. La relación de la secadera con los nematodos consiste en que estos últimos producen heridas y predisponen las afecciones por *Fusarium*, y otros patógenos como *Alternaria*, *Phytophthora*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium*, entre otras<sup>8, 9, 10</sup>.

Para el manejo de los fitonematodos en cultivos de granadilla, generalmente se emplean productos de síntesis química como carbamatos, fosforados y fumigantes del suelo<sup>10</sup> que en algunos casos afectan el buen desarrollo del cultivo, son contaminantes ambientales e incrementa los costos de producción. Desafortunadamente, en general en Colombia, el control de plagas y enfermedades se basa principalmente en productos químicos de categoría toxicológica variable, desde la categoría I a IV, además, el uso de éstos no garantiza el control de una plaga o una enfermedad y atenta frecuentemente contra la salud humana y el ambiente. Es por esto que, en los últimos años se ha incrementado el estudio de microorganismos benéficos, que disminuyen o en algunos casos evitan el uso de plaguicidas<sup>11, 12, 13</sup>; los nematodos patógenos no son la excepción; también se han intentado diferentes opciones para controlarlos, la literatura menciona que los nematodos predadores, saprófitos o de vida libre como *Mononchides*, *Dorylaimides*, *Aphelenchides* y otros pueden jugar un papel importante en la disminución de hongos y nematodos fitoparásitos<sup>13</sup>.

Como se mencionó anteriormente, la granadilla es altamente susceptible a los fitonematodos, en Colombia *M. incognita*, está ampliamente distribuida en los departamentos productores de Granadilla; este nematodo produce engrosamiento de raíz éste y afecta las plantas en las fases de vivero, almácigo y campo; predisponiéndolas a la afección por *Phytophthora*, *Verticillium*, *Pseudomonas*, *Rhizoctonia*, *Agrobacterium*, entre otras<sup>9</sup>. En los últimos años se ha encontrado que cuando se inoculan las raíces de las plantas con hongos micorrizos arbusculares (HMA), se disminuye significativamente la incidencia de nematodos patógenos<sup>14</sup>. Existen ejemplos en especies frutales como el kiwi<sup>15</sup>, papaya<sup>16</sup>, y tomate<sup>17</sup> donde los HMA han disminuido el efecto negativo de los nematodos patógenos. Debido a esto, sería de gran utilidad conocer si los HMA disminuyen estos efectos en plántulas de granadilla. Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue evaluar la interacción de HMA y el nematodo nodulador *M. javanica* en plántulas de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss).

## OBJETIVOS:

### GENERAL

Establecer la interacción de los hongos micorrizos arbusculares (HMA) y el nematodo nodulador *Meloidogyne javanica* en plántulas de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss)

### ESPECÍFICOS

- Determinar la respuesta de las plantas de granadilla a la inoculación con HMA, bajo condiciones de vivero.
- Analizar el efecto del nematodo nodulador *M. javanica* en plántulas de granadilla inoculadas con HMA bajo condiciones controladas

## Métodos

**Localización.** El trabajo se realizó en el invernadero de Sanidad vegetal ubicado en las instalaciones de la Universidad Católica de Oriente (UCO), localizada en el municipio de Rionegro, Antioquia, a 6° 9' 15.2" N, 75° 22' 10.4" W y altitud de 2112 m, con una temperatura promedio de 17 °C, humedad relativa del 78% y precipitación promedio de 1800 mm/año correspondiente a la zona de vida de bosque húmedo montano bajo (bh-MB), de acuerdo a la clasificación de Holdridge<sup>18</sup>.

**Material vegetal.** Para la consecución del material vegetal se debe aclarar que en Colombia no existen empresas que produz-

can semilla certificada de granadilla, por lo cual se tuvo que recurrir a sólo una procedencia. Para esta investigación se emplearon plántulas con veinte días de germinadas procedentes de una planuladora comercial, las cuales fueron llevadas al invernadero de Sanidad Vegetal, ubicado en las instalaciones de la Universidad Católica de Oriente, donde se sembraron en recipiente plásticos que contenían 2.000 cc de suelo doblemente esterilizado al vapor.

Consecución de suelos o sustratos y análisis físico químico de suelos. Para la realización de esta investigación se utilizó sustrato compuesto por suelo orgánico procedente del horizonte A de un Andisol, esterilizado en caldera y en autoclave a 120 °C y 0.1 MPa durante 1 hora, con el fin de realizar un mejor vacío biológico del sustrato. Previa a la siembra de las plántulas se realizó un análisis de suelo (tabla 1).

Parámetro	Resultados	
pH	5,22	Fuertemente ácido
Acidez intercambiable	0,25 me/100 g	
Potasio	0,88 me/100 g	Medio
Calcio	3,75 me/100 g	Medio
Magnesio	2,27 me/100 g	Medio
Fósforo	8 ppm	Deficiente
Azufre	21 ppm	Bajo

**Tabla 1:** Análisis de la fertilidad del sustrato previo a la siembra de las plántulas de Granadilla.

Al suelo se le ajustó el pH a 5,72, con una enmienda a base de carbonato de calcio líquido al 43,5% y una dosis de 1 ml L<sup>-1</sup> de agua; a cada uno de los recipientes plásticos se aplicó 100 ml de la solución. Así mismo, se adicionó P en forma de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> para obtener una concentración de P al 0,02 mg L<sup>-1</sup> según lo propuesto por Habte & Manjunath<sup>19</sup>. Para este fin se realizó una isoterma de adsorción de P de acuerdo al método de Fox & Kamprath<sup>20</sup>. Cada unidad experimental recibió semanalmente 10 cc de la solución Hoagland con todos los nutrientes a excepción del P.

Trasplante del material vegetal a recipientes plásticos. En el invernadero de Sanidad Vegetal de la UCO, las plántulas de granadilla se trasplantaron a recipientes plásticos con un volumen de 2.000 cc de sustrato esterilizado, en cada uno de los cuales se colocó una sola plántula de granadilla para componer la unidad experimental con su respectivo tratamiento.

**Inóculos de HMA.** Se utilizaron como controles positivos dos inóculos de HMA crudos, uno monoesporico (*Glomus mosseae*) y otro multiesporico (inóculo comercial) compuesto por los géneros *Glomus spp*, *Acaulospora spp*, y *Entrophospora spp*. Para controlar la calidad de cada inóculo, se realizaron conteos de esporas, utilizando para su separación la técnica de tamices propuesta por Habte & Osorio<sup>21</sup>. Después del proceso de separación, se transfirieron las esporas procedentes de los tubos de ensayo a embudos que contenían papel filtro rayado (separado cada 4 mm), posteriormente se realizó el conteo de las esporas colocando el papel rayado en un estereoscopio siguiendo la metodología propuesta por Sieverding<sup>22</sup>. Finalmente se encontró que el inóculo multiesporico (comercial) contenía aproximadamente 123 esporas/gramo de sustrato y el inóculo monoesporico 115 esporas/gramo de sustrato.

## NEMATODOS

### Multiplicación de *M. javanica* en plantas de tomate variedades Rutgers

Para obtener las poblaciones de *M. javanica*, se purificó y multiplicó la especie utilizando masas de huevo únicas en plántulas tomate *L. esculentum* var Rutgers sembradas en recipientes plásticos con suelo esterilizado al vapor, bajo el protocolo empleado en la Unidad de Sanidad Vegetal de la UCO. Para la confirmación de la especie *M. javanica*, se utilizó la metodología de la huella perineal<sup>23</sup>.

## Extracción de huevos *M. javanica*.

El inóculo de huevos de *M. javanica* se obtuvo a partir de las raíces de las plantas de tomate var Rutgers infectadas, llevadas al laboratorio y bajo el protocolo de la Unidad de Sanidad Vegetal, UCO. Para la extracción de huevos se empleó el método de Taylor y Sasser<sup>24</sup>.

## Inoculación de *M. javanica* en plántulas de granadilla (*P. ligularis*).

La inoculación de *M. javanica* se realizó a los 30 días después del trasplante de las plántulas de granadilla; a cada unidad experimental de los tratamientos con nematodos se le inocularon 5000 huevos. Las plantas se mantuvieron en el invernadero de Sanidad Vegetal de la UCO durante ocho semanas.

## Diseño experimental.

En esta investigación se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con cinco tratamientos, siete repeticiones y como unidad experimental un recipiente plástico con 2.000 cc suelo esterilizado y una plántula de granadilla con su respectivo tratamiento, para un total de 35 unidades experimentales (Tabla 2)

Tratamiento	Descripción
T1	Suelo Inoculado con 5000 huevos de <i>M. javanica</i>
T2	Suelo inoculado solo con HMA comercial, dosis de 35 g/kg de suelo
T3	Suelo inoculado solo con HMA comercial y 5000 huevos de <i>M. javanica</i> (Micorriza comercial + nematodos)
T4	Suelo inoculado solo con HMA <i>G. mosseae</i> y 5000 huevos de <i>M. javanica</i> (Micorriza + nematodos)
T5	Solo sustrato esterilizado

Tabla 2: Tratamientos evaluados.

## VARIABLES RESPUESTA

### Masa fresca y seca aérea y masa fresca de raíces.

La cosecha se realizó a los 90 días después del trasplante a recipientes plásticos. Para la cosecha se cortó cada plántula en el cuello de la raíz, y se pesó, inmediatamente, la masa fresca aérea de cada unidad experimental, posteriormente se llevó tanto la parte aérea como la raíz, a 110 °C por 72 horas, o hasta obtener un peso constante.

### Colonización micorrizal.

Para el efecto se tomaron muestras de raíces de cada unidad experimental de mínimo 0,6 g realizando cortes de la parte apical de aproximadamente 1 cm de longitud, las cuales fueron depositadas en un recipiente de vidrio en una solución de KOH al 10%<sup>25</sup>; para limpiar el contenido citoplasmático, se acidificaron con HCl y luego se tiñeron con fucsina ácida al 0.15 % en ácido láctico de acuerdo a la metodología propuesta por Kormanik y otros<sup>26</sup>. La colonización micorrizal se determinó por el método de placas<sup>27</sup>.

### Índice de nudosidad de *M. javanica* en plántulas de granadilla (*P. ligularis*).

Sesenta días después de la inoculación con huevos de *M. javanica*, se tomó las raíces y se llevaron al laboratorio de la Universidad Católica de Oriente, para determinar el porcentaje de nudosidad según la escala establecida de Taylor & Sasser<sup>24</sup>, modifica, de 0 a 10, así: 0 (Ausencia de nudosidad) y 10 (Ciento por ciento de raíces afectadas).

### Análisis estadístico.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza simple y a la prueba de medias Tukey, se empleó un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ . Se realizó para Normalidad los test de Shapiro-Wilk y Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) y para homogeneidad de varianza el test de Levene; todas estas pruebas se ajusta-

ron a la distribución normal. Para el procesamiento estadístico de utilizó el programa STATGRAPHICS Plus. Versión 5.0 de 2000.

## Resultados

El beneficio generado por la inoculación en el suelo de HMA en plántulas de granadilla fue persistente, incluso en los tratamientos combinados. *Meloidogyne javanica* afectó negativamente el desarrollo de las plántulas de granadilla, lo cual ocasionó una reducción en la masa aérea (fresca y seca), y masa radical con valores de 5.22, 3.72 y 3.01 g respectivamente, en comparación con los tratamientos inoculados con HMA (Tabla 3). De otro lado, en la Tabla 3 puede observarse que el efecto de *M. javanica* fue disminuido significativamente con la inoculación de HMA en los tratamientos T3 (comercial) y T4 (*G. mosseae*). Es de resaltar que existen dos tendencias claramente definidas, los tratamientos con presencia de HMA fueron estadísticamente superiores a los tratamientos en ausencia de HMA (Tabla 3).

Tratamiento	Masa fresca aéreo (g)	Masa seca aéreo (g)	Masa radical (g)
<i>Meloidogyne javanica</i>	5.22 b	3.72 b	3.01 b
Micorriza comercial	6.9 a	4.38 a	3.9 ab
Micorriza comercial + <i>M. javanica</i>	6.29 a	4.34 a	3.44 b
<i>Glomus mosseae</i> + <i>M. javanica</i>	6.99 a	4.39 a	4.64 a
Sustrato estéril	4.95 b	3.66 b	3.03 b

Tabla 3: Efecto de la inoculación con HMA sobre la masa en plantas de granadilla (*Passiflora ligularis*). Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

De acuerdo con Berrio y Viví<sup>28</sup> y Tamayo<sup>5</sup>, los nematodos del género *Meloidogyne* ocasionan reducción foliar y radicular en granadilla; resultados que concuerdan con los obtenidos en esta investigación; lo que demuestra la gran susceptibilidad del cultivo a este problema (Tabla 3, figura 1)

De otro lado, la incorporación de micorrizas aumenta el crecimiento y favorece muchos cambios a nivel morfológico en el sistema radicular, estimulando la proliferación de raíces, lo que hace que las plantas sean más tolerantes al ataque de los nematodos<sup>16, 29, 30</sup>.

En cuanto al porcentaje de colonización por HMA, existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Al igual que la biomasa, esta diferencia se establece entre los tratamientos inoculados con HMA (T2, T3, T4) y los no inoculados (T1, T5). El mayor porcentaje de colonización se dió en las plantas inoculadas con *G. mosseae* presentando un 93.6%. de raíces colonizada. Curiosamente, el tratamiento con micorriza comercial fue el que obtuvo menor porcentaje de colonización con un 38.4%. Como era de esperarse en los tratamientos sin HMA no se evidenciaron estructuras de HMA en sus raíces (Figura 2).

Diferencias en el porcentaje de colonización también se ha evidenciado en otros estudios, por ejemplo, Gañán et al.<sup>30</sup>, encontraron 41 y 40% de colonización micorrizal sin y con nematodos en el sustrato respectivamente, utilizando un inóculo micorrizal comercial en plántulas de banano. Además, *M. javanica* no afectó la colonización micorrizal, incluso su presencia al parecer favoreció la colonización, esto fue evidenciado también por Habte et al.<sup>29</sup> en plántulas de trébol blanco inoculados con *Meloidogyne incognita* y el hongo formador de micorrizas *Glomus intraradices*.

Aunque en el suelo de ningún tratamiento se evidenciaron estadios de nematodos  $J_2$  de *M. javanica*, si se apreciaron nódulos en las raíces de los tratamientos inóculados. La nodulación estadísticamente más alta la presentó T1 (*M. javanica*), seguida de los tratamientos T3 y T4. En el tratamiento T5 no se observaron nudos (Figura 3 y 4).

Además del incremento en la biomasa vegetal, la inoculación del suelo con HMA ha sido ampliamente probada como un efecto benéfico en el desarrollo de las plantas, al propiciar la absorción



Fig. 1. Efecto como clorosis, desarrollo y volumen radical en las plántulas de granadilla con los diferentes tratamientos evaluados.

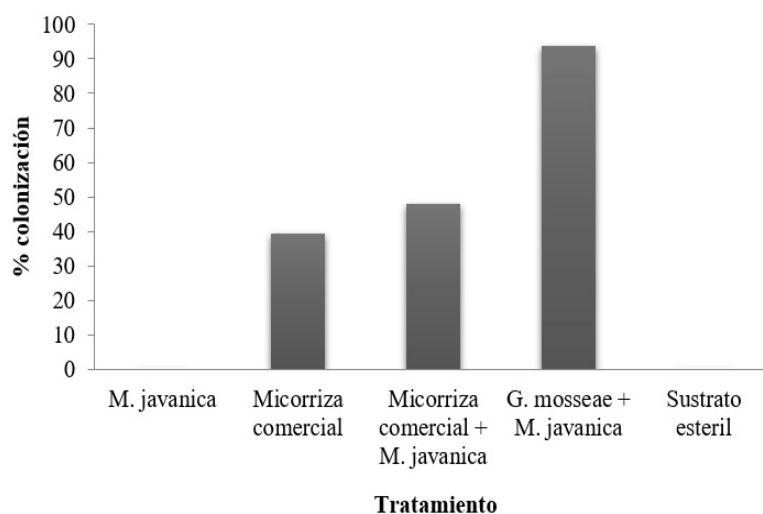


Fig. 2. Efecto de la inoculación con HMA en el porcentaje de colonización de raíces en plantas de granadilla (*P. ligularis*). T1 (*M. javanica*) T2 (HMA comercial) T3 (HMA comercial + *M. javanica*), T4 (*G. mosseae* + *M. javanica*) y T5 (Suelo estéril). Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

de nutrientes<sup>31</sup>, ocupar espacios intracelulares y favorecer la síntesis de enzimas como peroxidasas, glucanasas, fenilalanina, quitinasas y polifenol oxidada, que son defensa contra patógenos que afectan las plantas<sup>32</sup>.

Aunque se esperaba que la inoculación del suelo con HMA (*G. mosseae* e inóculo comercial) incrementaran la resistencia o tolerancia a *M. javanica* en plántulas de granadilla, se evidenció que tanto el simbionte como el patógeno cohabitaron (Figura 3). Esto no significa que el efecto del HMA haya sido negativo, por el contrario, a pesar de que el patógeno estuvo presente, no se vió afectada la biomasa de las plántulas, las cuales fueron vigorizadas por el efecto micorrízico. Similar resultado fue evidenciado por Camprubi et al.<sup>33</sup> en plántulas de ciruelo (*Prunus insititia* L.) con raíces infectadas con *Pratylenchus vulnus* e inoculadas con *G. mosseae*. De otro lado, cuando se utilizó *G. mosseae* en plántulas banano, los HMA disminuyeron el daño en raíces causado por nematodos<sup>34</sup> (Elsen et al., 2003). Como lo sugieren los datos, el uso de los HMA en etapa de viveros para el cultivo de granadilla, es una opción sostenible para mejorar el rendimiento y salud de esta planta en el proceso de producción en campo.

## Conclusiones

Los hongos micorrizales comerciales y *G. mosseae* disminuyeron el efecto negativo de *M. javanica*, aumentando el sistema radical y favoreciendo las biomasa en las plántulas de granadilla. El nematodo *M. javanica* ocasiona un daño en las raíces de

Granadilla cuando hay ausencia de las micorrizas en los suelos o sustratos. Las plántulas en sustrato esterilizado sin micorriza presentaron un desarrollo deficiente, contrario a las que recibieron la micorriza comercial o *G. mosseae*, aún en presencia de *M. javanica*. *Glomus mosseae* fue el inóculo de HMA más efectivo con incrementos significativos (93%) en la colonización micorrizal en plántulas de Granadilla en la etapa de vivero.

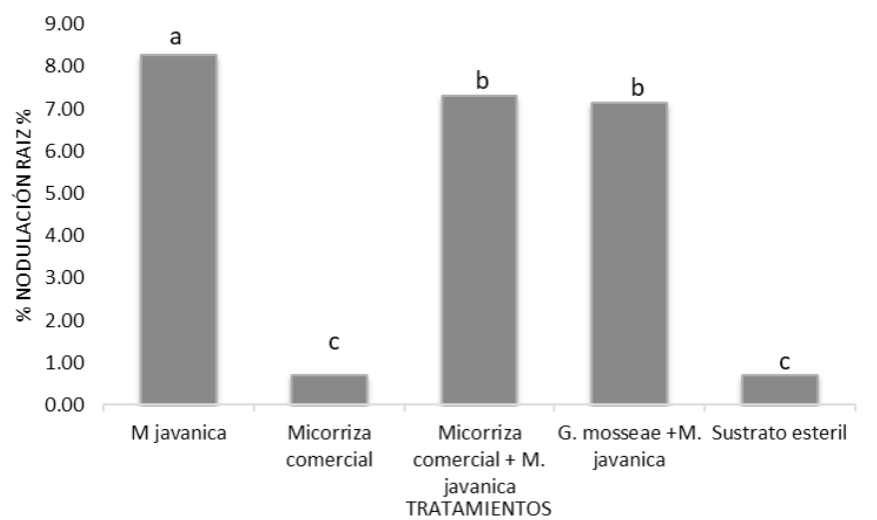
## Recomendaciones

-*Glomus mosseae*, quién mostró un efecto superior a la Micorriza comercial sobre el efecto de los nematodos nodulares y el desarrollo de las plántulas, podría promocionarse como inóculo comercial para que sea asequible a los cultivadores de Granadilla.

-Los resultados de esta investigación deberían ser acogidos por las empresas plantuladoras, inoculando los sustratos con HMA con el fin de fortalecer las plántulas en esta fase de crecimiento.

## Agradecimientos

Agradecemos a la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Católica de Oriente, por la financiación del presente proyecto. También agradecemos a todo el apoyo técnico y locativo de la Unidad de Sanidad Vegetal y del grupo de Estudios Florísticos de la Universidad Católica de Oriente. Por último, agradecemos a la empresa Agrodiscar SAS por el suministro de los inóculos micorrizales. Los cuales fueron de gran utilidad para el montaje del experimento.



**Fig. 3.** Porcentaje de nodulación de *M. javanica* en raíces de granadilla. Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).



**Fig. 4.** Efecto de la inoculación de HMA en el porcentaje de nudos de la raíz de plantas de granadilla (*Passiflora ligularis*).

## Referencias bibliográficas

- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Manejo fitosanitario del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis*). Medidas para la temporada invernal. Ministerio de Agricultura - ICA. Bogotá. 2011; 31 p.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Resultados de la encuesta nacional agropecuaria (ENA). Dirección de metodología y producción estadística (DIMPE) Bogotá. 2011; 181 p.
- Fischer G, Casierri-Posada F, Piedrahita W. Ecofisiología de las especies Pasifloráceas cultivadas en Colombia. En: Cultivo, postcosecha y comercialización de las Pasifloráceas en Colombia. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. Bogotá. 2009.
- Miranda DG, Fischer G, Carranza C, Magnitskiy S, Casierri-Posada F, Piedrahita W, Flórez LE (eds.). Cultivo, postcosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá. 2009.
- Tamayo PJ. *Meloidogyne* incógnita en granadilla. En *Ascolfi Informa*. 2001; 27 (3): 18-19 p.
- Ocampo J, Arias J, Urrea R. Colecta e identificación de genotipos élite de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 2015; 9 (1): 9-23. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3742>
- Tamayo PJ, Varon F. Manejo de problemas patológicos en los cultivos de frijo y granadilla en el municipio de Urao. *Boletín de Sanidad Vegetal* 14. ICA. 1996; 4 p.
- Múnera G, Navarro R. Nematodos asociados con la colección colombiana de pasifloras. En *Memorias XXI congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines -ASCOLFI*. Medellín: Universidad Nacional, p. 36. de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines -ASCOLFI. Medellín: Universidad Nacional. 2001; 36 p.
- Bernal JA. Plagas y enfermedades de la granadilla (*Passiflora ligularis*). *Revista ICA. División de sanidad vegetal*. 1999; 29-36 p.
- Lozano-García J, Chamorro LE, Florian JA, Segura JD. Enfermedades y plagas en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) en el departamento del Huila. 2007. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/195390582/Cartilla-Plagas-y-Enfermedades-Granadilla-corpoica#>.
- Arias MM. Guía de insumos biológicos para el Manejo Integrado de Plagas. Corporación para el Desarrollo de Insumos y Servicios Agroecológicos Harmonía. Cali, Colombia. 2004; 49-58 p.
- Agrios NG. *Plant Pathology*. 5ta ed. Elsevier Academic Press 2005.
- Stirling, GR. *Biological control of plant-parasitic nematodes* 2nd Edition: soil ecosystem management in sustainable agriculture. 2014; 157-192 p.
- Ahmed SH, Abdelgani ME, Yassim AM. Effects of interaction between Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (VAM) fungi and Root-Knot Nematodes on Dolichos Bean (*Lablab niger* Medik.) plants. *Am. - Eurasian J. Sustain. Agric*. 2009; 3 (4): 678-683.
- Verdejo S, Calvet C, Pinochet J. Efecto de la Micorrización en Kiwi infestado por los Nematodos *Meloidogyne hapla* y *M. javanica*. *Bol. San. Veg. Plagas*. 1990; (16): 619-624.
- Jaizme-Vega M, Rodríguez-Romero AS, Barroso-Núñez LA. Effect of the combined inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant-growth promoting rhizobacteria on papaya (*Carica papaya* L.) infected with the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Fruits*. 2006; 1-61.
- Gómez L, Rodríguez MG, de la Noval B, Miranda I, Hernández MA. Interacción entre el Ecomic y una población cubana de *Meloidogyne incognita* en tomate. *Rev. Protección Veg*. 2008; 23 (2): 90-98.
- Holdridge, LR. *Life zone ecology*. Tropical Science Center 1967; 149 p.

19. Habte, M, Manjunath A. Categories of vesicular-arbuscular mycorrhizal dependency of host species. *Mycorrhiza*. 1991; 1: 3-12.
20. Fox, R. Kamprath E. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soils. *Soil Science Society of America Proceedings*. 1970; 34: 902-907.
21. Habte M, Osorio NW. *Arbuscular Mycorrhizas: Producing and applying Arbuscular Mycorrhizal Inoculum*. University of Hawaii, Honolulu. 2001; 47 p.
22. Sieverding E. Vesicular-Arbuscular mycorrhiza management. Editorial GTZ, Eschbor. 1991; 57-72 p.
23. Eisenback JD. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Pp. 95-112 in J. N. Sasser and C. C. Carter, Eds. *An advanced treatise on Meloidogyne. Biology and control*. Raleigh, USA: North Carolina State University. 1985.
24. Taylor AL, Sasser JN. *Biología, Identificación y control de los nematodos de nudos de la raíz (especies de Meloidogyne)*. Proyecto internacional de Meloidogyne. North Carolina State University U.S.A. 1983; 111 p.
25. Phillips JM, Hayman DS. Improved procedures for clearing and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*. 1970; 55: 158-161.
26. Kormanik PP, Mcgraw AC, Schultz RC. Procedure and equipment for staining a large number of plant samples for endomycorrhizal assay. *Can. J. Microbiol*. 1980; 26: 536-538.
27. Sánchez M, Posada R, Velásquez D, Narváez M. *Metodologías básicas para el trabajo con micorriza arbuscular y hongos formadores de micorriza arbuscular*. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 2010; 140 p.
28. Berrio AM, JI Viví. Monografía sobre aspectos de postcosecha, pre-cosecha, y mercadeo del cultivo de granadilla en el departamento del Quindío. 1997; 58-102 p.
29. Habte M, Zhang YC, Schmitt DP. Effectiveness of *Glomus* species in protecting white clover against nematode damage. *Can J. Bot*. 1999; (77): 135-139.
30. Gañán L, Bolaños-Benavides MM, Asakawa N. Efecto de la micorrización sobre el crecimiento de plántulas de plátano en sustrato con y sin la presencia de nematodos. *ACTA AGRONÓMICA*. 2011; 60 (4): 297-305
31. Marschner H, Dell B. La absorción de nutrientes en simbiosis micorriza. *Plant and Soil*. 1994; 159-89. Disponible en doi:10.1007/BF00000098. <http://link.springer.com/article/>
32. Solórzano E, Meneses AR, Rodríguez Y, Pérez E, Fernández A, Peteira B, et al. Inducción de cinco sistemas enzimáticos en la simbiosis tomate \_ micorriza arbuscular (MA). *Rev. Protección Veg*. 2001; 16 (1): 30-39. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CÚ2004101452>
33. Camprubi A, Pinochet J, Calvet C, Estaun V. Effects of root-lesion nematode *Pratylenchus vulnus* and the vesicular arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* on the growth of three plum rootstocks. *Plant Soil*. 1993; (153): 223-229.
34. Elsen A, Baimey H, Swennen R, De Waele D. Relative mycorrhizal dependency and mycorrhiza-nematode interaction in banana cultivars (*Musa* spp.) differing in nematode susceptibility. *Plant and Soil*. 2003; 256: 303-313.

**Recibido:** 24 de mayo de 2017

**Aprobado:** 16 de junio de 2017



PARA  
INVESTIGADORES

PARA  
ORGANIZACIONES

QUIÉNES  
SOMOS

AYUDA

## DISTÍNGASE EN TRES SENCILLOS PASOS

ORCID proporciona un identificador digital persistente que lo distingue a usted de todos los otros investigadores y, por medio de la integración en flujos de trabajo de investigación clave, como presentación de manuscritos y subvenciones, acepta enlaces automatizados entre usted y sus actividades profesionales, garantizando que su trabajo sea reconocido.



REGÍSTRESE

Obtenga su identificador único ORCID ¡Regístrese ahora!

Registrarse lleva 30 segundos.

<https://orcid.org/>