

INTERACCION ENTRE *Glomus manihotis* Y *Meloidogyne incognita* EN PITAYA AMARILLA Y ROJA BAJO CONDICIONES DE VIVERO¹

Jorge Hernán Palacino-Córdoba**

RESUMEN

PALACINO C., J.H. Interacción entre *Glomus manihotis* y *Meloidogyne incognita* en pitaya amarilla y roja bajo condiciones de vivero. *Cenicafé (Colombia)* 41(3): 80-90 . 1990.

En CENICAFE, Chinchiná, se evaluó el efecto del hongo formador de micorriza vesículo arbuscular *Glomus manihotis* sobre el daño de *Meloidogyne incognita* Chitwood y su reproducción en pitaya bajo condiciones de vivero, y la pitaya roja como posible fuente de resistencia al nemátodo. Los resultados muestran incrementos de peso fresco y seco de la parte aérea, incremento de altura y el peso fresco de la planta, disminución en la reproducción del nemátodo en un 14,23 y 23,50% para inoculaciones simultáneas y en 83,21 y 91,04% al inocular 4 semanas más tarde, comparado con 11.939,30 y 28.793,22 huevos/g de raíz al inocular pitaya amarilla y roja, respectivamente. El tratamiento con nemátodo redujo el peso fresco y seco lo mismo que la altura de las plantas de pitaya amarilla; no así las de pitaya roja, la cual expresó tolerancia manifestada como incrementos de peso fresco y seco y ninguna variación en altura de las plantas. La interacción *G. manihotis* y *M. incognita* en pitaya puede explicarse como de competencia por el sitio de penetración en las raíces de pitaya amarilla y roja. La pitaya roja no es resistente al daño de *M. incognita* en condiciones de vivero y su fenotipo confiere tolerancia al ataque del nemátodo.

Palabras claves: Colombia, micorrizas, nemátodos, *Selenicereus megalanthus*, *Acanthocereus* sp., *Glomus manihotis*, hongos.

ABSTRACT

In CENICAFE, Chinchiná, the effect of the fungus which forms MVA *Glomus manihotis* on damage to *Meloidogyne incognita* Chitwood was studied. Its reproduction in pitaya under nursery conditions, and on red pitaya as a possible source of resistance to the nematode, was also examined. The results showed increases in both fresh and dry weights for the aerial parts increase in height and fresh weight of the plants, reduction in the reproduction of the nematode by 14.23 and 25.50% for simultaneous inoculation and by 83.21 and 91.04% from inoculation 4 weeks later, compared with 11,939.30 and 28,793.22 eggs/g of root. The treatment with nematode reduced the fresh and dry weight, and also the height of the plants of yellow pitaya; however, red pitaya showed tolerance manifested by an increase in fresh and dry weights and no variation in the heights of the plants. The interaction of *G. manihotis* and *M. incognita* in pitaya can be explained by competition for sites of penetration in the roots of yellow and red pitaya. Red pitaya is not resistant to damage by *M. incognita* under nursery conditions, and its phenotype confers tolerance to attack by nematode.

Keywords: Colombia, nematodes, *Selenicereus megalanthus*, *Acanthocereus* sp., *Glomus manihotis*, fungi.

¹ Fragmento de la tesis "Interacción entre *Glomus manihotis* y *Meloidogyne incognita* en Pitaya amarilla y roja bajo condiciones de vivero" presentada por el autor como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Caldas. Manizales. Colombia.

** Ingeniero Agrónomo. Universidad de Caldas. Manizales. Colombia. 1990.

La pitaya amarilla pertenece a la Familia Cactaceae, Subtribu Hylocereanae, género *Selenicereus*. *S. megalanthus* se deriva de *Cereus megalanthus* y es en este momento la nueva posición taxonómica referida a la pitaya amarilla (18).

Según Romero (20) la pitaya roja pertenece al género *Acanthocereus* y/o su sinónimo *Cereus*. Así se tiene: *C. pitajaya* DC: *A. pentagonus* (L) Briti y Rose: *A. colombianus* Britt y Rose, cuya dispersión en Colombia no pasa de 500 metros sobre el nivel del mar, en suelos pedregosos y salinos; sus tallos tienen tres lados cóncavos y en sus vértices hay sendas hileras de espinas largas o cortas y punzantes.

Según Castaño *et al.* (5), los nemátodos constituyen el principal problema de la pitaya en zona cafetera y es necesario controlarlos en almácigos, al momento del trasplante y en cultivos establecidos. En Cundinamarca, se han reportado daños ocasionados por *Meloidogyne* en el 80% de los cultivos de pitaya, con una severidad de daño tan alta, que con aplicación de agroquímicos normales ya no es posible recuperar su sistema radical. El problema se inicia en los enraizadores. En cultivos establecidos, los síntomas son: pencas cloróticas con tonalidades amarillas, que han detenido su crecimiento y no responden a la fertilización (24). Así mismo, en el Valle del Cauca, la población más alta de nemátodos en raíces de pitaya, corresponde a *Meloidogyne* sp con un promedio de 877 y máximo de 11.086 nemátodos por gramo de raíces secas; lo anterior permite plantear la alta susceptibilidad del cultivo a este género (6).

Interacción micorriza MVA - nemátodos fitoparásitos. Las interacciones entre hongos MVA y los nemátodos fitoparásitos son variables. Las micorizas disminuyen la incidencia de enfermedades, limitan el desarrollo de los nemátodos y su actividad en raíces minimi-

zando el enanismo causado por nemátodos nodulares (8). La respuesta al ataque del nemátodo se puede alterar, induciendo tolerancia en el hospedante a su expresión de resistencia (9). Aumentos en el inóculo de la micorriza, se reflejan en incrementos significativos del peso del sistema radical e indican que la influencia adversa del simbionte sobre un sitio de penetración y formación de agallas por *Meloidogyne* spp está estrictamente limitada a raíces colonizadas por el hongo. Un inóculo que contenga diversos hongos MVA, produce en plantas de tomate de árbol tamarillo, máxima protección contra *M. incognita* (8). En durazno las inoculaciones con *Glomus margarita* o *G. etunicatum* confirieron algún grado de tolerancia a *M. incognita*, sugiriendo ésto que en cultivos perennes una micorriza puede ayudar a mantener bajas densidades de *M. incognita* y otros nemátodos patógenos (22). Observaciones en cebolla de bulbo permitieron concluir que si bien la presencia de la micorriza aumentó la reproducción de *M. hapla* en los tratamientos que incluyen el hongo, se promovió el crecimiento de las cebollas resultando éstas de mayor tamaño (14). Reducciones hasta del 75% en el número de larvas de *M. incognita* en tabaco se lograron por efecto de preinoculaciones con *Glomus mosseae* (21). Incrementos en los contenidos de algunas fitoalexinas en raíces micorizadas, favorecen la micorrizósfera de forma que la convierten en un medio menos propicio para el desarrollo de nemátodos (16).

Resistencia de las plantas a los nemátodos noduladores. Según Taylor *et al.* (23), la resistencia a especies de *Meloidogyne* es una característica de las plantas, la cual inhibe su reproducción. Para ser considerado de valor en el control práctico de nódulos radicales, un material con resistencia debe prevenir una gran proporción de la reproducción, usualmente 90% o más, comparado con un material susceptible de la misma especie. En plantas tole-

antes se reduce el daño causado en el crecimiento o la producción por infecciones de especies de *Meloidogyne*. Caveness (7), define resistencia como la habilidad de un organismo a permanecer relativamente no afectado por una enfermedad, debido a la posesión de ciertas propiedades inherentes. Así, un hospedante puede ser ligero, moderado o altamente resistente, reduciéndose en cualquier caso la tasa de reproducción del parásito en él. La resistencia puede operar dentro del ambiente del suelo (preinfeccional), de forma pasiva, preexistente o natural, o dentro del ambiente radical (postinfeccional), lo cual se establece por la relación planta-nemátodo y se manifiesta por la presencia del parásito en la raíz (10).

El estudio de la biología del suelo, el conocimiento de la rizósfera y la investigación de métodos de control biológico, permiten en la actualidad plantear nuevas alternativas para el manejo de problemas ocasionados por patógenos en los cultivos. La simbiosis hongo-raíz, denominada micorriza ejerce en las plantas susceptibles de ser hospedantes de éstas un efecto positivo, reflejado en una mayor habilidad en la toma de nutrimentos, así como en un mejor comportamiento y desarrollo satisfactorio del sistema radical, ante la presencia de enfermedades ocasionadas por hongos o nemátodos. Dado que los hongos formadores de micorriza comparten junto con los nemátodos fitoparásitos la raíz y la rizósfera de la misma planta, la micorriza puede afectar la severidad de la enfermedad causada por el nemátodo, reduciendo los síntomas, limitando su desarrollo y promoviendo el crecimiento de las plantas infectadas.

La inoculación de plantas de pitaya con endomicorrizas durante el período de vivero e incluso en el campo, podría convertirse en una práctica adecuada para el manejo de nemátodos que, asociada con otras medidas dirigidas

a la raíz y el suelo harían parte de un manejo integral a este problema reportado como limitativo actual del cultivo de la pitaya.

Los objetivos del presente trabajo fueron los siguientes:

- Evaluar el efecto del hongo MVA, *Glomus manihotis* sobre la reproducción y desarrollo del nemátodo del nudo radical (*M. incognita*) en pitaya amarilla y pitaya roja.
- Evaluar la pitaya roja como material promisorio resistente a *M. incognita*.
- Evaluar el efecto de la micorriza en pitaya dado por inoculaciones previas y simultáneas a la inoculación del nemátodo.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló en la Estación Experimental CENICAFE, Chinchiná, Caldas. Las plantas de pitaya se establecieron colocando esquejes de pitaya amarilla y roja en un sustrato de arena lavada de río + pulpa descompuesta de café en proporción 1:1 (vol/vol), medio de fácil enraizamiento, Cadena et al. (4). A los 45 días las plantas se pasaron a bolsas de polietileno de 3 kg de capacidad con suelo esterilizado en autoclave; se aplicó superfosfato triple al 3% al momento de llenado de las bolsas, Baeza (1). Se efectuó una siembra superficial, ubicando la zona radical en los primeros 10 cm.

Incremento, identificación e inoculación del nemátodo. En plantas de tomate *Lycopersicon esculentum* Var Rutgers, quince días después de trasplantado en suelo estéril más superfosfato triple al 3%, se efectuaron inocu-

laciones con 2 g de nudosidades maceradas de pitaya, ocasionadas por *Meloidogyne*, depositándolas 2 cm por debajo de la planta de tomate. Las plantas permanecieron inoculadas 5 días, y después se procedió a la extracción de huevos siguiendo el método del hipoclorito de sodio (13), como se indica en la Figura 1. Para determinar la concentración de huevos por mililitro, se tomaron tres alícuotas de 1 ml se hizo conteo y se calculó el promedio. El volumen de agua se ajustó para tener 1.000 huevos/ml. Se inocularon 10.000 huevos/planta depositándolos en pequeños huecos alrededor de la planta, próximos al sistema radical. Para identificar la especie de *Meloidogyne* que afectó las raíces de pitaya se tomó una muestra de plantas inoculadas y a partir de cortes de patrón perineal de las hembras se logró identificar el nemátodo como *M. incognita* Chitwood, lo cual fue confrontado en el CAB International Institute of Parasitology a partir de muestras de raíz y suelo que les fueron enviadas.

Inoculación del hongo formador de micorriza. Se aplicaron 100 g de Manihotina MVA T87, producto comercial de la cepa *Glomus manihotis*, el cual viene provisto de 60 esporas del hongo/g de sustrato; este sustrato se mezcló con el suelo que quedó en contacto con el sistema radical.

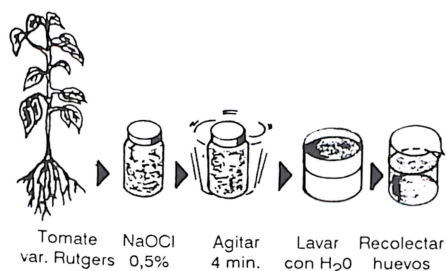


Figura 1. Obtención del inóculo de *Meloidogyne incognita* Chitwood aplicado en pitaya amarilla y roja, de acuerdo a la metodología propuesta por Hussey y Barker (13).

Tratamientos. Se aplicaron los siguientes:

1. Control, no inoculado
2. Inóculo de *Meloidogyne incognita* Chitwood al trasplante.
3. *Glomus manihotis*, aplicado al trasplante.
4. *Glomus manihotis* + inóculo de *Meloidogyne incognita* Chitwood, simultáneo al trasplante (a).
5. *Glomus manihotis* al trasplante + inóculo de *Meloidogyne incognita* Chitwood cuatro semanas más tarde (b).

Diseño experimental. En el presente estudio, realizado bajo condiciones de vivero, cada tratamiento fue repetido diez veces, tanto para pitaya amarilla como pitaya roja; las bolsas se arreglaron en un diseño completamente al azar, donde la unidad experimental la conformó una planta. Luego de 80 días a partir de la inoculación del nemátodo se removieron las plantas y se efectuaron las pruebas de laboratorio. Se realizaron análisis de varianza para las diferentes variables; las comparaciones entre los tratamientos se hicieron por medio de pruebas de Tukey y se estimó la D.M.S. al 5%

Variables. Se midió la altura inicial y final de las plantas, el peso fresco inicial y final, el peso seco y fresco de la parte aérea. La reproducción del nemátodo se midió calculando el número de huevos de *M. incognita* por gramo de raíz. Para la variable micorriza, se calculó el porcentaje de infección del hongo en raíces teñidas, siguiendo la técnica de intersección de cuadrantes (11). De igual forma, para medir la resistencia se compararon los resultados obtenidos en la reproducción del nemátodo con base en la escala propuesta por Taylor (10) (Tabla 1).

TABLA 1. Escala de evaluación de resistencia al ataque de nemátodos noduladores (*Meloidogyne* spp) de acuerdo con la clasificación propuesta por Taylor en 1971 (10).

Escala	Grado de resistencia	Reproducción del nemátodo
1.	Susceptible	Plantas en las cuales la reproducción del nemátodo es normal.
2.	Ligeramente resistente	La reproducción es aproximadamente entre el 25-50% de una planta susceptible.
3.	Moderadamente resistente	La reproducción es el 10-25% de una planta susceptible.
4.	Muy resistente	La reproducción es el 1-10% de una planta susceptible.
5.	Altamente resistente	La reproducción es el 1% de una planta susceptible.
6.	Inmunidad	Los nemátodos entran a la raíz pero no se reproducen.

RESULTADOS Y DISCUSION

Reproducción del nemátodo. Tanto en pitaya amarilla como en roja, la reproducción en el tratamiento nemátodo N°2 fue alta, lo cual evidenció la susceptibilidad del sistema radical de ambas especies al ataque de *M. incognita*. A su vez, se verificó la viabilidad del inóculo obtenido y aplicado, dado por validaciones preliminares; en pitaya amarilla los promedios obtenidos fueron de 11.939,30 huevos/g de raíz para el tratamiento nemátodo N°2, 10.239,75 huevos/g de raíz para los tratamientos micorriza + nemátodo simultáneo al trasplante N°4 y de 2.004,80 huevos/g de raíz para el tratamiento micorriza + nemátodo, 4 semanas más tarde N°5. Mientras que en pitaya roja los promedios obtenidos fueron de 28.793,22, de 21.895,88 y 2.578,60 huevos/g de raíz para los mismos tratamientos (Tabla 2). El nemátodo solo, afectó el comportamiento en pitaya amarilla, reduciendo el peso fresco y seco de la parte aérea y su altura, acompañado de síntomas necróticos así como cuarteo-

miento del tejido radical (nudosidades abiertas). Pero en pitaya roja éstas variables no se afectaron y no obstante la aparición de las nudosidades propias de la hipertrofia celular del cilindro central e hiperplasia del periciclo originando las células gigantes, los síntomas necróticos fueron leves y las plantas nunca perdieron su vigor. De igual forma, el efecto de la micorriza en la reproducción del nemátodo fue notorio para el caso de inoculaciones previas del hongo y no en inoculaciones simultáneas. En melón, si bien la micorriza no tiene efecto sobre el grado de formación de agallas de *M. incognita*, ni sobre su población, ésta logró reducir el porcentaje de enanismo en las plantas, comparadas con el testigo (12).

El beneficio de la micorriza en aplicaciones preventivas con respecto al nemátodo en pitaya, conduce a pensar que un microorganismo afectó el comportamiento del otro al presentarse, tanto para la micorriza como para el nemátodo el evento de penetrar, invadir y reproducirse en el mismo nicho ecológico, en este caso el tejido radical.

TABLA 2. Número de huevos de *Meloidogyne incognita* Chitwood por gramo de raíz en pitaya. Promedios y variación.

Tratamiento	Pitaya amarilla		Pitaya roja	
	$\bar{X}$ registrado	C.V. %	$\bar{X}$ registrado	C.V. %
<i>M. incognita</i> al trasplante (Nº2)	11.939,30 a	32,87	28.793,22 a	31,63
<i>G. manihotis</i> + <i>M. incognita</i> al trasplante (Nº4)	10.239,75 a	23,72	21.895,88 a	25,93
<i>G. manihotis</i> + <i>M. incognita</i> , 4 semanas más tarde (Nº5)	2.004,80 b	25,64	2.578,60 b	21,56
$\bar{X}$ general	7.905,67		16.499,57	
C.V. Experimental	34,16		47,96	

Para cada especie los valores promedios con la misma letra no presentan diferencia significativa (P = 0,05).

No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos Nº2 y Nº4 en pitaya amarilla y roja lo que permitió validar lo enunciado por varios autores en el sentido de que el sim-bionte requiere de una colonización o lento crecimiento antes que se propicie la infección por el nemátodo. Los estados infectivos del nemátodo no se vieron afectados por el desarrollo de la micorriza en pitaya; o sea que si bien la reproducción se disminuyó en los niveles antes mencionados, la presencia de estados juveniles L2, L3, hembras y hembras con huevos se registró tanto en el tratamiento Nº2 como en los tratamientos Nº4 y Nº5. No se presentó deformación de larvas ni de hembras.

Infección de la micorriza. Los resultados obtenidos permiten definir a las plantas de pitaya amarilla y roja como especies micotróficas, entendiéndose micotrofismo como el grado de dependencia de la planta a la condición de estar micorrizada para producir su máximo rendimiento y crecimiento, cuya obligatoriedad depende del hospedante, el hongo y las condi-

ciones del sustrato (3). En este sentido, el sustrato inoculado permitió la germinación exitosa y la colonización del hongo en el tejido radical de pitaya, el cual, medido como porcentaje de la longitud de la raíz infectada, presentó los siguientes valores: 58,93%, 33,00% y 62,01% en pitaya amarilla y 59,30%, 41,38% y 60,27% en pitaya roja para los tratamientos micorriza, (Nº3) micorriza + nemátodo simultáneo al trasplante (Nº4) y micorriza + nemátodo, 4 semanas más tarde, Nº5 (Tabla 3). Los tratamientos micorriza y micorriza + nemátodo 4 semanas más tarde, no presentaron diferencia significativa entre sí (D.M.S. al 5%), pero sí la presentaron con respecto al tratamiento micorriza + nemátodo simultáneo al trasplante. Nuevamente y asociando las variables mico-rriza y nemátodo, se presenta la situación donde a mayores valores de poblaciones de huevos de *Meloidogyne*, menores valores de infección del hongo formador de micorriza. De lo anterior se deduce entonces que la condición más propicia en pitaya para efectuar inoculaciones con endomicorrizas es

TABLA 3. Porcentaje de infección del hongo formador de micorriza *G. manihotis* en raíces de pitaya. Promedios y variación.

Tratamiento	Pitaya amarilla		Pitaya roja	
	$\bar{X}$ registrado	C.V. %	$\bar{X}$ registrado	C.V. %
<i>G. manihotis</i> al trasplante (Nº3)	58,93	12,96	59,30	13,92
<i>G. manihotis</i> + <i>M. incognita</i> al trasplante (Nº4)	33,00	21,57	41,38	8,85
<i>G. manihotis</i> + <i>M. incognita</i> 4 semanas más tarde (Nº5)	62,01	9,72	60,27	7,53
$\bar{X}$ general	51,32		53,64	
C.V. Experimental	13,57		10,85	
D.M.S. (P = 0,05)	6,39		5,35	

Para cada especie los valores promedios con la misma letra no presentan diferencia significativa (P = 0,05)

en el período de vivero. Esto permite el establecimiento del hongo y estimula el desarrollo de la planta. Este tipo de protección previa ya se ha verificado en otros cultivos (8).

Interacción Micorriza-Nemátodo. De las distintas maneras como opera la resistencia de las plantas a los nemátodos noduladores intercedida por las micorrizas, en pitaya amarilla y roja la inducción de esta resistencia parece involucrar en su naturaleza mecanismos de competencia debido al sitio de penetración de estos microorganismos en la raíz de la planta. Lo anterior toma sentido si se analiza el hecho de que a mayor reproducción del nemátodo menor colonización por la micorriza en la raíz y viceversa; las inoculaciones previas de *G. manihotis* funcionaron de tal forma que al momento de la inoculación del nemátodo, el tejido radical de la planta contaba al menos con un porcentaje de infección dada por la colonización del hongo que le permitió a la planta crecer bien a pesar de la infección por nemátodos y que en otros cultivos ha oscilado

entre el 26 y 32% en ese momento (8). La micorriza se vió afectada por la inoculación del nemátodo cuando concurrieron juntos (hongo-nemátodo), pero no cuando el hongo precedió la inoculación del nemátodo. El hecho por el cual las plantas de pitaya micorrizadas soportan la presencia del nemátodo comportándose como tolerantes o resistentes, se puede también explicar por el papel que cumplen las hifas del hongo al expandirse y mejorar el flujo de agua así como transportar solutos que fueron bloqueados por la infección del nemátodo en concordancia con lo expuesto por Cooper y Grandison (9).

Evaluación de resistencia. Tanto para pitaya amarilla como roja, la aplicación de la micorriza logró disminuir la producción de huevos de *M. incognita* en el caso de inoculaciones simultáneas al trasplante de la micorriza y el nemátodo. La reproducción de éste no presentó diferencias significativas con el tratamiento nemátodo (Nº2), como se observó anteriormente, pero sí hubo diferencia signifi-

cativa entre el tratamiento micorriza + nemátodo 4 semanas más tarde y el tratamiento nemátodo. Dado lo anterior y según la clasificación de Taylor se tiene la siguiente calificación: susceptible y moderadamente resistente en pitaya amarilla y susceptibles y muy resistentes en pitaya roja para los tratamientos micorriza + nemátodo al trasplante y micorriza + nemátodo 4 semanas más tarde respectivamente (Tablas 4 y 5). La inoculación

previa con micorriza disminuyó un 83,21% la reproducción del nemátodo en pitaya amarilla y un 91,04% en pitaya roja. Pero al relacionar lo encontrado en pitaya roja, asociando la reproducción de *M. incognita* con sus variables que no se vieron afectadas incluso para el tratamiento nemátodo, se concluye que su comportamiento responde al de una planta Tolerante. Para Rhode (19), una planta tolerante es aquella que exhibe poco daño, aún

TABLA 4. Evaluación de resistencia a *Meloidogyne incognita* Chitwood en pitaya amarilla.

Tratamiento	No. huevos	Reproducción	Grado de resistencia*
<i>M. incognita</i> al trasplante (Nº2)	11.939,30	Normal (100%)	Susceptible
<i>G. manihotis</i> + <i>M. incognita</i> al trasplante (Nº4)	10.239,75	85,77%	Susceptible
<i>G. manihotis</i> + <i>M. incognita</i> 4 semanas más tarde (Nº5)	2.004,80	16,79%	Moderadamente resistente

Los tratamientos que incluyen micorriza [Nº4, Nº5] se compararon con el tratamiento Nº2.

*Se empleó la clasificación de resistencia de Taylor (1971).

TABLA 5. Evaluación de resistencia a *Meloidogyne incognita* Chitwood en pitaya roja.

Tratamiento	No. huevos	Reproducción	Grado de resistencia*
<i>M. incognita</i> al trasplante (Nº2)	28.793,22	Normal (100%)	Susceptible
<i>G. manihotis</i> + <i>M. incognita</i> al trasplante (Nº4)	21.895,88	76,04%	Susceptible
<i>G. manihotis</i> + <i>M. incognita</i> 4 semanas más tarde (Nº5)	2.578,60	8,96%	Moderadamente resistente

Los tratamientos que incluyen micorriza [Nº4, Nº5] se compararon con el tratamiento Nº2.

*Se empleó la clasificación de resistencia de Taylor (1971).

bajo el ataque de una gran población de nemátodos. Esta tolerancia en pitaya roja puede estar regida por diversos mecanismos que explican el hecho de que poblaciones aún mayores que las encontradas en pitaya amarilla, alteren poco o no causen alteraciones en el crecimiento y peso de la planta; en este sentido es importante tener en cuenta la apariencia más vigorosa y presencia de capas más lignificadas en sus tallos y ramas, caracteres éstos que le atribuyen a esta especie mayor rusticidad si se compara con la pitaya amarilla. Adicionalmente, el sistema radical en pitaya roja es más exuberante que en pitaya amarilla lo que permite, bajo las mismas condiciones de manejo de pitaya amarilla, presentar un comportamiento más satisfactorio ante la presencia de nemátodos noduladores. Por tanto, la hipótesis de resistencia a *M. incognita* atribuida a pitaya roja, no es válida y su Tolerancia al nemátodo con base en su expresión fenotípica permite diferenciarla de una planta resistente.

Respuesta en altura y peso de las plantas. Las Figuras 2, 3, 4 y 5 muestran lo sucedido en pesos y altura para los cinco tratamientos. En pitaya amarilla el incremento de altura prome-

dio fue de 47,49; 31,32; 49,86; 31, 19 y 68,42 cm respectivamente; el tratamiento N°5 presentó diferencia significativa con los tratamientos N°2 y N°4, según la prueba de Tukey ($P = 0,05$). En pitaya roja los promedios correspondieron a 30,65; 31,24; 41,25; 26,52 y 43,27 cm para los mismos tratamientos, donde el tratamiento N°5 presentó diferencia significativa con el N°4 a niveles del 5% para la prueba de Tukey, notándose así cómo en pitaya roja ésta variable no se vió afectada por el nemátodo con referencia a pitaya amarilla, en donde los promedios aumentaron los tratamientos N°3 y N°4 y disminuyeron en los tratamientos N°2 y N°4, comparados todos con el testigo. Para las dos especies, independiente del control del nemátodo, la micorriza mejoró las condiciones de la planta quizá al mejorar su estado nutricional dado por incrementos en la toma de nutrimentos especialmente fósforo (17).

Los pesos fresco y seco de la parte aérea de la planta, presentaron una asociación positiva de sus promedios y la misma tendencia observada en pitaya amarilla y roja para incremento de altura, lo cual explica de igual forma el

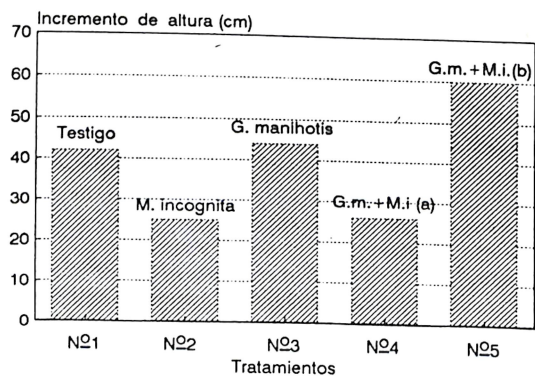


Figura 2. Incremento de altura de plantas expresado en cm para 5 tratamientos en pitaya amarilla tendientes a evaluar la interacción de *Glomus manihotis* - *Meloidogyne incognita* Chitwood en condiciones de vivero. Valores promedios tomados con referencia a 80 días después de inoculado el nemátodo.

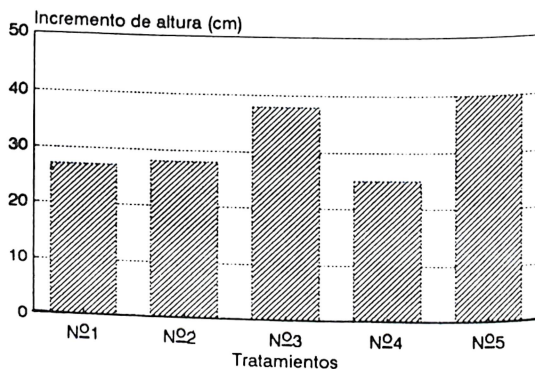


Figura 3. Incremento de altura de plantas expresado en cm para 5 tratamientos en pitaya roja tendientes a evaluar la interacción de *Glomus manihotis* - *Meloidogyne incognita* Chitwood en condiciones de vivero. Valores promedios tomados con referencia a 80 días después de inoculado el nemátodo.

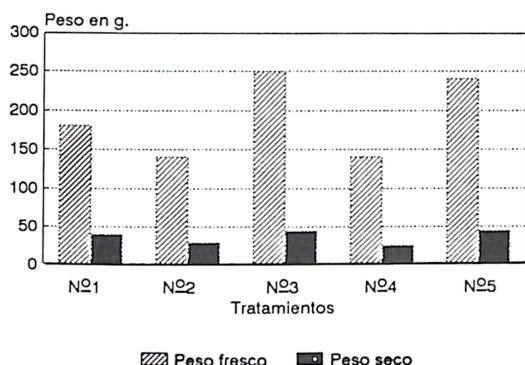


Figura 4. Incremento en peso fresco y seco de la parte aérea de la planta para 5 tratamientos en pitaya amarilla tendientes a evaluar la interacción de *Glomus manihotis* - *Meloidogyne incognita* Chitwood en condiciones de vivero. Valores promedios tomados con referencia a 80 días después de inoculado el nemátodo.

comportamiento tolerante en pitaya roja al ataque del nemátodo, el beneficio de la micorriza en pitaya amarilla y roja, y la susceptibilidad en pitaya amarilla al nemátodo. Los promedios en incremento del peso fresco y seco fueron para pitaya amarilla los siguientes: 198,49 y 35,58 g; 146,18 y 27,73 g; 267,04 y 51,02 g; 147,14 y 27,50 g; 262,23 y 51,01 g, respectivamente, en los cinco tratamientos. Los tratamientos 3 y 5 presentaron diferencia significativa de los tratamientos 2 y 4, la que no fue significativa entre ellos ni tampoco con el testigo. En pitaya roja los valores fueron: 148,87 y 31,78 g; 240,96 y 56,99 g; 229,52 y 59,78 g; 167,35 y 32,26 g; 211,84 y 49,75 g; en este caso el tratamiento 2 no presentó diferencia significativa con los tratamientos 3 y 5 pero sí con el testigo y el tratamiento 4 (Figuras 4 y 5).

AGRADECIMIENTOS

Al doctor Jairo Leguizamón Caycedo por presidir y dirigir el presente trabajo.

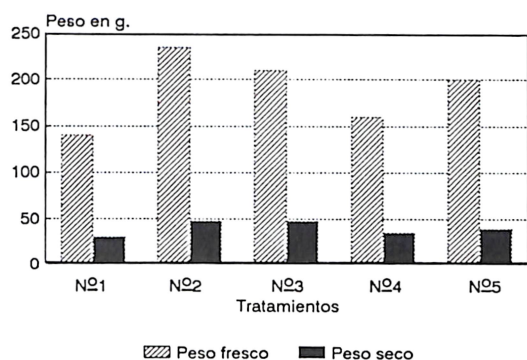


Figura 5. Incremento en peso fresco y seco de la parte aérea de la planta para 5 tratamientos en pitaya roja tendientes a evaluar la interacción de *Glomus manihotis* - *Meloidogyne incognita* Chitwood en condiciones de vivero. Valores promedios tomados con referencia a 80 días después de inoculado el nemátodo.

Al doctor Luis Fernando Gil Vallejo, por la asesoría prestada durante la ejecución del experimento.

Al señor Arcesio González Serna, por su colaboración y adiestramiento en técnicas de extracción y reconocimiento de nemátodos.

A la doctora Marina Sánchez de P., Profesora de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Seccional Palmira, por su asesoría en técnicas de tinción para observación de micorrizas.

A la Disciplina de Biometría de CENICAFE, por su asesoría en el manejo estadístico de la información.

LITERATURA CITADA

1. BAEZA, C.A. Ciclo de vida de especies de *Meloidogyne* que parasitan al café. Chinchiná (Colombia), CENICAFE, 1976. 15 p. (Mimeografiado).
2. BARBEAU, G. La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. Fruits (Francia) 45(2):141-147. 1990.

3. BENAVIDES N. Las micorrizas y su papel en la naturaleza. Revista Universidad del Tolima, Ciencia y Tecnología. (Colombia) 2(7):119-146. 1986.
4. CADENA G., G.; PACHECO DE P., M.; RODRIGUEZ, H. Adaptación a campo de la pitaya roja propagada in vitro. Bogotá (Colombia), LIQC, 1987. 18 P. (Mimeografiado).
5. CASTAÑO, P.O.; SALAZAR, P.H. Reconocimiento de problemas fitosanitarios de la pitaya en Colombia. Manizales (Colombia), Universidad de Caldas, 1987. 50 p. (Mimeografiado).
6. CASTAÑO R., S.P.; RINCON I., A. Identificación y reconocimiento de nemátodos fitoparásitos asociados con pitaya, *Acanthocereus pitahaya* Jaq Dugand. Palmira (Colombia), Universidad Nacional de Colombia, 1989. 81 p. (Tesis de Ingeniero Agrónomo).
7. CAVENESS, F.E. A glossary of nematological terms. IBADAN. 1964. 68 p.
8. COOPER, K.M.; GRANDISON, G.S. Effects of VAM Fungi on infection of tamarillo (*Cyphomandra betacea*) by *Meloidogyne incognita* in fumigated soil. Plant disease (Estados Unidos) 71:1101-1106, 1987.
9. COOPER, K.M.; GRANDISON, G.S. Interaction of VAM cultivars of alfalfa susceptible and resistant to *Meloidogyne hapla*. Journal of Nematology (Estados Unidos) 18(2):141-149. 1986.
10. FASSULIOTIS, G. Plant breeding for root-knot nematode resistance. In: LAMBERTI F. and TAYLOR, C.E. (eds). Root Knot nematodes (*Meloidogyne* species). Systematics, biology and control. New York (Estados Unidos), Academic Press, 1979. p. 425-453.
11. GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular micorrhizal infection in roots. New Phytologist (Estados Unidos) 84:489-500. 1988.
12. HEALD, C.M.; BRUTON B., D.; DAVIS, R.M. Influence of *Glomus introradices* and soil phosphorus on *Meloidogyne incognita* infecting Cucumis melo. Journal of nematology (Estados Unidos) 21(1):69-73. 1989.
13. HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp including a new technique. Plant disease reporter (Estados Unidos) 57(12):1025-1028. 1973.
14. KOTCON, J.B.; BIRD, G.W.; ROSE, L.M.; DIMOFF, K. Influence of *Glomus fasciculatum* and *Meloidogyne hapla* on *Allium cepa* in organic soils. Journal of nematology (Estados Unidos) 17(1):55-60. 1985.
15. MADSEN, J.E. Flora of Ecuador. Cactaceae. 45. 1989. s.p.
16. MORANDI, D. VA Mycorrhizae, nematodes, phosphorus and phytoalexins on soybean. In: MYCORRIZAE in the next decade. Practical applications and research priorities. Gainesville (Estados Unidos). Institute of Food and Agricultural Sciences, 1987. p. 212.
17. OCAMPO, J.A. Micorrizas VA. 1. Características generales. Anales de Edalogía y Agrobiología. (España) 39:351-365. 1980. 351-365.
18. PREUSS, P. Der pitaya-Anbau in Kolumbien. Teil. In: BOTANISCHE grundlagen. Diplomarbeit. Geisenheim (Alemania), 1989. p. 72-85.
19. ROHDE, R.A. Expression of resistance in plants to nematodes. Annual Review Phytopathology (Estados Unidos) 10:233-251. 1972.
20. ROMERO, R. Frutas silvestres de Colombia. Bogotá (Colombia), 1961. p. 186-187.
21. SIKORA, R.A. Predisposición a la infección de *Meloidogyne* por el hongo micorrízico endotrófico *Glomus mosseae*. In: LAMBERTI F. and TAYLOR, C.E. (eds). Root-Knot nematodes (*Meloidogyne* species), systematics, biology and control. New York (Estados Unidos), Academic Press, 1979. p. 399-404.
22. STROBEL, N.E.; HUSSEY, R.S.; RONCADORY, R.W. Interaction of VAM Fungi. *Meloidogyne incognita* on soil fertility on peach. Phytopathology (Estados Unidos) 72:690-694. 1982.
23. TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. Biology, identification and control of Root Knot nematodes (*Meloidogyne* species). International *Meloidogyne* Project. Raleigh (Estados Unidos). North Carolina State University, 1978. 111 p.
24. VIDAL, G.M.; NIETO, L.E. El nemátodo de la nudosidad radical (*Meloidogyne* spp); un limitante serio para la explotación de pitaya, (*Seres triangularis*). ASCOLFI INFORMA (Colombia) 15(2):15-16. 1989.