

PROTECCIÓN BIOLÓGICA DE RAÍCES DE CAFÉ CONTRA EL COMPLEJO *Meloidogyne incognita* + *M. javanica* EN CONDICIONES DE ALMÁCIGO

Ángela María Castro-Toro*

Carlos Alberto Rivillas-Osorio**

* Bacterióloga, M.Sc en Fitopatología. Organización de Industrias Unidas S.A. Orius Biotecnología. Villavicencio. Meta., Colombia.

** Investigador Científico III. Fitopatología. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia.

INTRODUCCIÓN

Los nemátodos son de importancia económica en café, especialmente en condiciones de almácigo y en cafetales localizados en áreas cuyos suelos son arenosos. Los nemátodos de mayor presencia en el cafeto, pertenecen al género *Meloidogyne* (*M. exigua* y el complejo *M. incognita* y *M. javanica*). Estos organismos atacan las raíces jóvenes interfiriendo con la absorción de agua y de nutrimentos, y en consecuencia los cafetos afectados manifiestan clorosis en las hojas, defoliación, escaso desarrollo y disminución en la producción. En el sistema radical se presenta engrosamiento y nodulaciones (Figura 1). En casos de alta severidad, y después de un estrés por sequía, los cafetos infectados se marchitan y mueren. El manejo de los nematodos ha sido dirigido al empleo de medidas preventivas con la realización de almácigos de café empleando suelo y materia orgánica libres de nematodos y sembrando plantas libres de estos organismos. En cuanto al control químico la recomendación es aplicar nematicidas de acción sistémica, efecto residual y de baja contaminación. En relación con el manejo biológico, Cardona (1995), menciona que tanto los huevos, como juveniles o hembras del género *Meloidogyne*, pueden ser invadidos por organismos antagonistas, causando daños irreversibles, disminuyendo la población de estos patógenos en un cultivo. De esta manera, uno de los microorganismos más estudiados para la biorregulación de los nematodos noduladores es el hongo *Paecilomyces lilacinus*, considerado como un patógeno facultativo de nematodos, y reconocido como uno de los antagonistas más promisorios para el manejo de estos organismos (Rumbos et al, 2006).

Con base en lo anterior y en desarrollo de un convenio, se estableció un experimento con el propósito de evaluar los productos biológicos comerciales MicosPlag® (*Paecilomyces lilacinus*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*) y Tricho-D® (*Trichoderma harzianum*) en la protección de raíces de café frente al ataque del complejo *Meloidogyne incognita* + *M. javanica*.



Figura 1. Raíz de una planta de café afectada por el complejo *Meloidogyne incognita* + *M. javanica*.



MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en una casa de mallas (Planalto - Cenicafe, Chinchina, Colombia), empleando chapolas de café Var. Caturra, sembradas en un suelo sin la adición de materia orgánica. Las plantas se mantuvieron por un período de 6 meses luego de aplicados los tratamientos.

Para la evaluación del índice de nudosidad producido por los nematodos en las plantas de café, se utilizó la escala de calificación de daño por *Meloidogyne incognita* en raíces de *Coffea arabica*. Escala propuesta por la Universidad de North Carolina y modificada por Leguizamón (1995).

El análisis de los resultados, se realizó mediante un análisis de varianza para un diseño experimental completamente aleatorizado. Se utilizó la prueba de comparación de promedios de Duncan al nivel del 5%. El experimento tuvo 9 tratamientos con 16 repeticiones por tratamiento.

En la Tabla 1, se describen los Tratamientos evaluados en el experimento.

Tabla 1. Descripción de Tratamientos

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1	MicosPlag (8 DDS) + Nematodos (8 DDM)
2	Nematodos (8 DDS) + MicosPlag (8 DDN)
3	<i>Trichoderma</i> (8 DDS) + Nematodos (8 DDT)
4	Nematodos (8 DDS) + <i>Trichoderma</i> (8 DDN)
5	Nematodos (8 DDS) + Furadán (8 DDN)
6	Nematodos (8 DDS)
7	Testigo absoluto (Siembra sin nematodos)
8	Nematodos (8 DDS) (Suelo + lombricompuesto)
9	Testigo absoluto (Siembra sin nematodos) (Suelo + lombricompuesto)

DDS: Días después de la siembra

DDM: Días después del MicosPlag®

DDN: Días después de los nematodos

DDT: Días después de Tricho-D®

El producto biológico MicosPlag® se aplicó a una concentración de 2g/L de agua, empleando un volumen de 20ml/bolsa. El producto biológico Tricho-D® se aplicó a una concentración de 10g/L de agua, empleando un volumen de 20ml/bolsa. Como referente químico se utilizó Carbofuran (Furadan®), aplicando 1g/bolsa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación con la infección producida por los nematodos, en la Figura 2 se presentan las diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Los niveles más bajos de infección se registraron al aplicar MicosPlag® (*P. lilacinus*, *M. anisopliae* y *B. bassiana*) de forma preventiva (8 días antes de la inoculación de los nematodos), presentando una infección de 6% en comparación con el testigo referente en suelo solo (inoculación de los nematodos) que mostró 51% de infección. En este testigo, se observó una disminución de la masa radicular y una alta formación de nódulos a causa del ataque del nematodo (Figura 3). Con la aplicación del producto biológico de manera curativa (8 días después de la inoculación de los nematodos) se logró una disminución en el ataque de los nematodos, ya que el valor de la infección fue de 18% en comparación con el 51% obtenido con el testigo referente. La aplicación del producto biológico de manera preventiva presentó valores más bajos de infección en las plantas a los obtenidos con el producto químico (Furadán®) que presentó 17% de infección. Cepeda y Gallegos (2003), mencionan que *Paecilomyces lilacinus*, es considerado como un hongo endoparásito del nematodo agallador *Meloidogyne incognita*, debido a su gran adaptabilidad a diferentes tipos de suelo y a poseer un alto potencial parasítico de huevos y hembras de

nematodos, causando deformaciones, destrucción de ovarios y limitando la eclosión de huevos. Igualmente, se ha comprobado que en condiciones de pH ligeramente ácido, produce toxinas que afectan el sistema nervioso de los nematodos. Anastasiadis *et al*, (2008), en condiciones de invernadero, demostraron que la inoculación de *P. lilacinus* strain 251 y *Bacillus firmus*, solos o asociados, proporcionaron un efectivo control de J2, huevos o masas de huevos del nematodo *Meloidogyne* spp. Hashem y Abo-Elyousr (2011), demostraron que el nematocida biológico *P. lilacinus*, además de presentar un efecto letal sobre el nematodo *Meloidogyne incognita*, promueve el crecimiento de plantas de tomate.

La protección de raíces con *Trichoderma harzianum* (Tricho-D®), presentó diferencias estadísticas significativas con el testigo referente a favor del producto biológico. Con la aplicación de *T. harzianum* de manera preventiva (8 días antes de la inoculación de los nematodos) se obtuvo una infección de 12% en comparación con el testigo referente que mostró 51%. El hongo *Trichoderma*, ha demostrado tener un efecto biorregulador efectivo contra nematodos del género *Meloidogyne*, por medio de sus toxinas e hifas. *Trichoderma harzianum* y *T. viride*, son utilizados en plantaciones de café y viveros de ornamentales reduciendo la eclosión de los huevos y la movilidad de las larvas del género *Meloidogyne* (Stefanova 2007). El mismo autor menciona que la efectividad de *Trichoderma harzianum* contra el nematodo nodulador en el cultivo de tomate oscila entre 52 y 82%. Sahebani y Hadavi (2008), demostraron que *T. harzianum*, decreció significativamente la infección del nematodo *M. javanica* en el cultivo de tomate, debido al alto porcentaje de huevos parasitados por parte del biocontrolador.

En este experimento se tuvieron dos tratamientos referentes, uno donde se utilizó suelo solo y el otro con suelo más lombricompuesto. En el tratamiento donde se inocularon los nematodos en suelo + lombricompuesto, las plantas tuvieron una infección superior a la obtenida con el testigo referente en suelo solo, presentando niveles de infección de 76 y 51%, respectivamente. En este sentido, debe tenerse en cuenta que las raíces de las plantas de café con el compuesto orgánico registraron valores de infección por nematodos nativos de 4%, los cuales contribuyeron de alguna manera a incrementar este valor de infección en las plantas que se sembraron en este sustrato y que tuvieron la inoculación del complejo. Así mismo, se determinó que las plantas de café sembradas en el sustrato que tuvo la adición de lombricompuesto fueron afectadas en su desarrollo por una visible fitotoxicidad que redujo y afectó el crecimiento normal de las raíces y parte aérea de las plantas.

En el testigo absoluto, las plantas que se sembraron en suelo solo, sin la adición de los nematodos no presentaron infección (Figura 2).

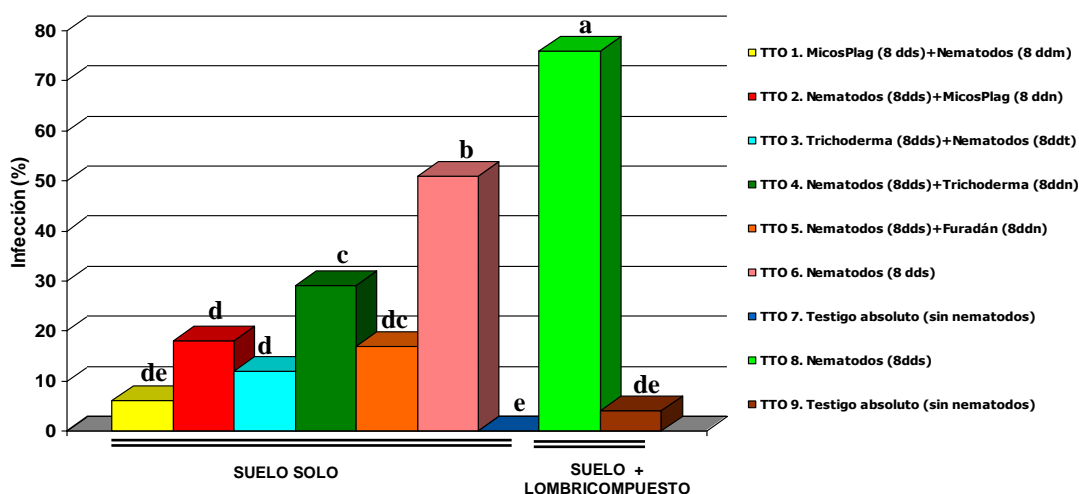


Figura 2. Infección producida por *Meloidogyne incognita* + *M. javanica* en plantas de café, seis meses después de aplicados los tratamientos.



Figura 3. Raíz de planta de café afectada (escasa y con nódulos) por *Meloidogyne incognita* + *M. javanica*.

En la Figura 4, se muestran las raíces de las plantas de café sanas tratadas con los productos biológicos y el producto químico, y las raíces afectadas que no fueron tratadas.

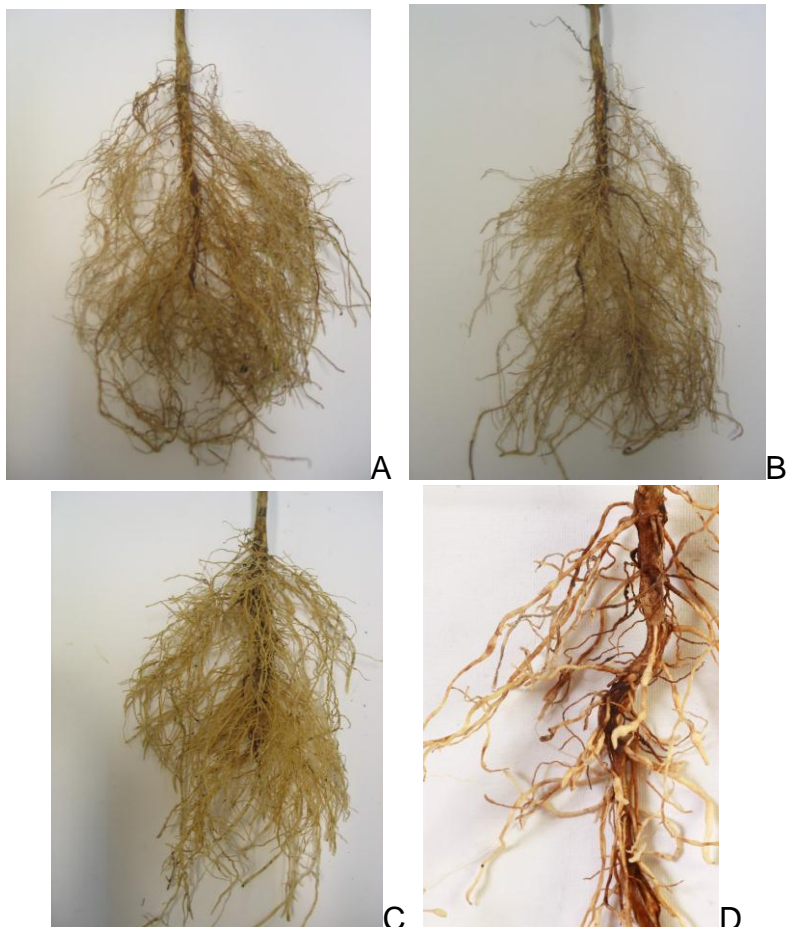


Figura 4. Raíces de plantas de café seis meses después de aplicados los tratamientos. A. Aplicación de MicosPlag®, ocho días antes de la inoculación de los nematodos. B. Aplicación

de Tricho-D®, ocho días antes de la inoculación de los nematodos. C. Aplicación de Furdán®, ocho días después de la inoculación de los nematodos. D. Inoculación de nematodos ocho días después de la siembra (raíces con presencia de nódulos).

En relación con la altura (Figura 5) y el área foliar de las plantas de café (Figura 6), no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Entre los testigos referentes, que tuvieron la inoculación de nematodos, y los demás tratamientos se presentaron diferencias estadísticas, siendo las plantas testigos las que presentaron los niveles más bajos de desarrollo en comparación con las plantas que fueron tratadas con los productos biológicos y el químico. En los testigos referentes sin la inoculación de nematodos solo se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos con el que tuvo la adición del lombricompuesto.

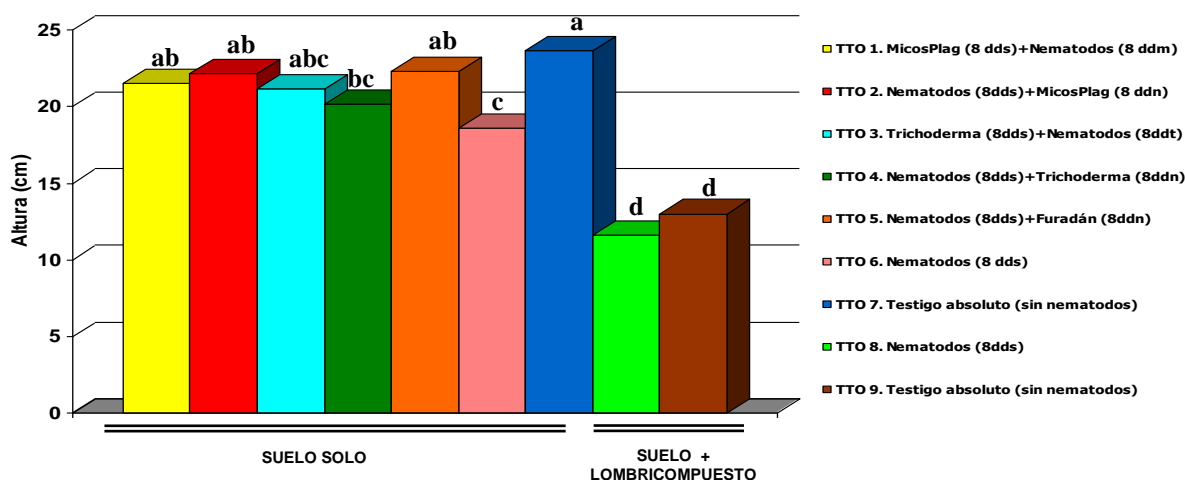


Figura 5. Altura de las plantas de café, seis meses después de aplicados los tratamientos.

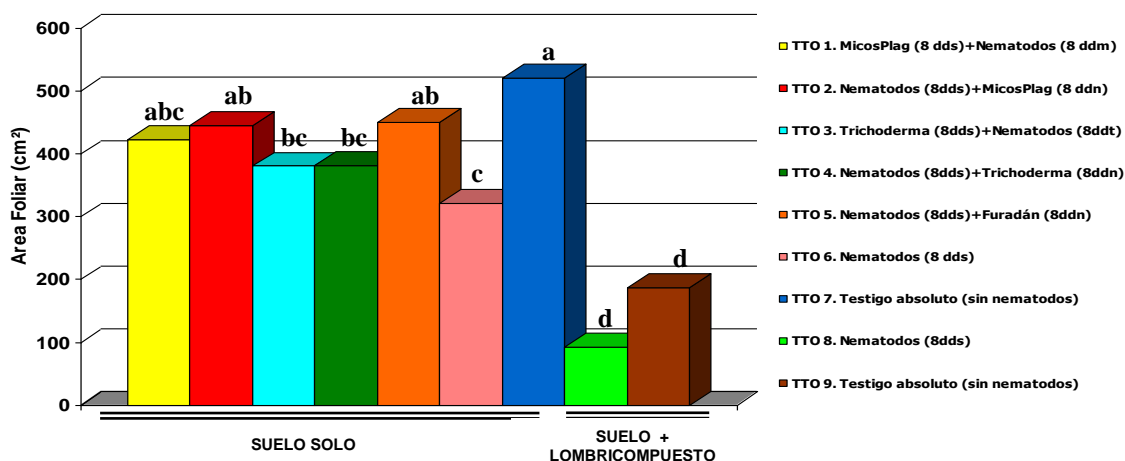


Figura 6. Área foliar de las plantas de café, seis meses después de aplicados los tratamientos.

Con respecto al peso seco de las plantas (Figuras 7 y 8), los testigos referentes con nematodos presentaron los pesos más bajos en comparación con los demás tratamientos evaluados, presentando diferencias estadísticas significativas entre ellos.

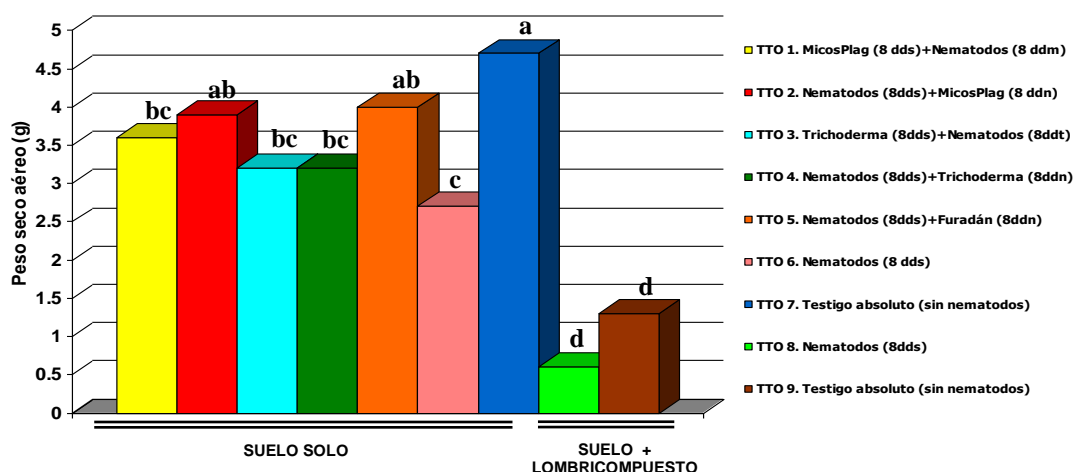


Figura 7. Peso seco aéreo de las plantas de café, seis meses después de aplicados los tratamientos.

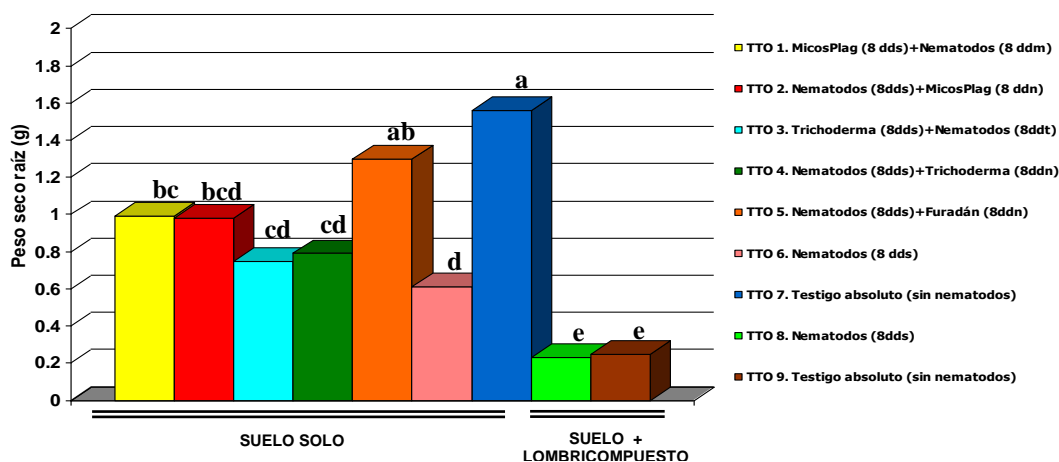


Figura 8. Peso seco de raíz en las plantas de café, seis meses después de aplicados los tratamientos.

En cuanto a la defoliación de las plantas, no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos en el suelo solo. En los testigos referentes en suelo + lombricompuuesto con o sin nematodos se registraron los niveles más altos de defoliación, presentando diferencias estadísticas significativas con los demás tratamientos (Figura 9).

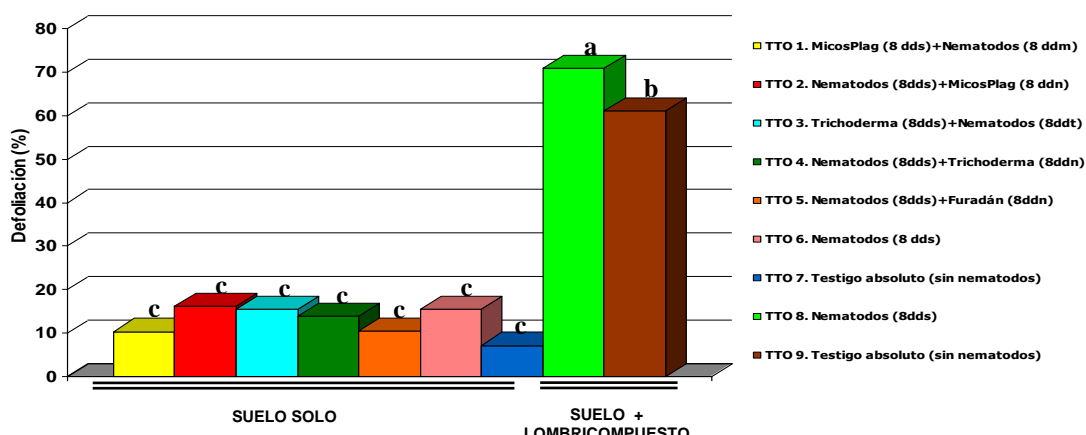


Figura 9. Defoliación de las plantas de café, seis meses después de aplicados los tratamientos.

La persistencia de *Paecilomyces lilacinus* fue alta, ya que seis meses después de aplicado al suelo, se logró aislar el hongo a una concentración de 5×10^3 UFC/g. En la Figura 10, se observan algunas colonias aisladas en el medio de cultivo Rosa de Bengala.

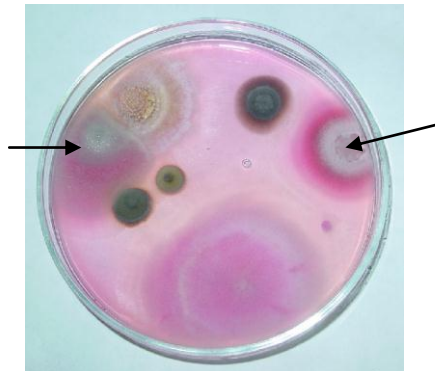


Figura 10. Colonias de *Paecilomyces lilacinus*, obtenidas seis meses después de aplicado el producto biológico al suelo.

CONCLUSIONES

- La aplicación preventiva del producto biológico MicosPlag® (*Paecilomyces lilacinus*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*) en suelo solo, presentó un efecto protector de las raíces de café al ataque de *Meloidogyne incognita* + *M. javanica* (6% de infección) en comparación con el testigo referente (adición del nematodo) que tuvo 51% de infección.
- El producto biológico MicosPlag®, tuvo un efecto protector en las raíces de café contra *Meloidogyne incognita* + *M. javanica*, superior al obtenido con el producto químico Furadan®.
- La aplicación de manera curativa del producto biológico MicosPlag®, produjo una reducción en la población del nematodo (18% de infección) en comparación con el testigo referente (51% de infección); sin embargo, la infección fue superior a la registrada cuando se aplicó de manera preventiva.
- La aplicación de manera preventiva del producto biológico Tricho-D® (*Trichoderma harzianum*) mostró un efecto protector frente al ataque de *Meloidogyne incognita* + *M. javanica*, al compararlo con el testigo referente. Sin embargo, este efecto protector no fue tan efectivo como el proporcionado por el producto biológico MicosPlag®.
- Las plantas de café inoculadas con el nematodo y que no fueron tratadas, presentaron una disminución significativa en su crecimiento y desarrollo, en comparación con las plantas tratadas con los productos biológicos y químico.
- La persistencia de *Paecilomyces lilacinus* fue alta, ya que se aisló seis meses después de aplicado al suelo.

LITERATURA CITADA

ANASTASIADIS I.A.; GIANNAKOU I.O.; PROPHETOU-ATHANASIADOU; GOWEN S.R. The combined effect of the application of a biocontrol agent *Paecilomyces lilacinus*, with various practices for the control of root-knot nematodes. Crop Protection 27: 352361. 2008.

CARDONA B., N.L. Aislamiento de hongos y bacterias y patogenicidad al nematodo del nudo radical del café *Meloidogyne* spp. Goeldi. (Tesis: Magister Science). Manizales (Colombia), Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía. 129 p. 1995.



CEPEDA S. M.; GALLEGOS M. G. Evaluación de la efectividad biológica, de biostat *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samsom, para el control de nematodos en papa (*Solanum tuberosum* L.) en Navidad, Galeana, Nuevo, León, México. [www. Uaaan.mx/dirlnv/rdos2003/papa/evalbiost.pdf](http://www.Uaaan.mx/dirlnv/rdos2003/papa/evalbiost.pdf). 2003.

HASHEM M.; ABO-ELYOUSR K.A. Management of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato with combinations of different biocontrol organisms. *Crop Protection* 30: 285-292. 2011.

RIVILLAS O., C.A. Nematodos. In: GIL V., L.F.; CASTRO C., B.L.; CADENA G., G. Enfermedades del cafeto en Colombia. Chinchiná (Colombia), Cenicafe, 2003. 224 p.

RUMBOS CH.; REIMANN S.; KIEWNICK S.; SIKORA R.A. Interactions of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 with the mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*: Implications for *Meloidogyne incognita* control on tomato. *Biocontrol Science and Technology* 16 (9/10): 981-986. 2006.

SAHEBANI, N.; HADAVI, N. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Soil Biology Biochemistry* (Inglaterra) 40(8):2016-2020. 2008.

STEFANOVA N., M. Introducción y eficacia técnica del biocontrol de fitopatógenos con *Trichoderma* spp. en Cuba. *Fitosanidad* (Cuba) 11(3):75-79. 2007.

TAYLOR A., L.; SASSER J., N. Biology identification and control of root nematodes (*Meloidogyne* species). *International Meloidogyne - Project - Department of Plant Pathology - North Caroline State. University and the United States Agency for International Development* 58 pp. 1978.

