

EFECTO DE PESTICIDAS BOTÁNICOS Y BIOLÓGICOS SOBRE LA FLOR DE TERCIOPELO INOCULADO CON *Meloidogyne incognita*

EFFECT OF BOTANICAL AND BIOLOGICAL PESTICIDES ON VELVET FLOWER INOCULATED WITH *Meloidogyne incognita*

Díaz-Villanueva, G.E.; Ayvar-Serna, S.*; Díaz-Nájera, J.F.; Apáez-Barrios, M.

Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CEP-CSAEGRO). Cocula, Guerrero, México

* E-mail: sergio.ayvar@csaegro.edu.mx

Fecha de envío: 30, mayo, 2025

Fecha de publicación: 10, diciembre, 2025

Resumen:

Los nematodos fitopatógenos son catalogados como causantes de elevadas pérdidas a nivel mundial en la agricultura, su control se basa en producto químicos los cuales presentan desventajas ambientales. Existen alternativas de manejo fitosanitario contra nematodos, donde encontramos el control biológico y orgánico. Esta investigación tuvo como objetivo determinar la efectividad de productos orgánicos y biológicos sobre el desarrollo de *Meloidogyne incognita* en el crecimiento del cultivo de flor de terciopelo, se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cinco repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: Extracto de ajo (*Allium sativum*), una mezcla biológica y extracto botánico (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma* spp. + *Paecilomyces* spp + *Tagetes erecta*, una mezcla de extracto botánico (*Larrea tridentata* + *Flourensia cernua*+ *Lepidium latifolium*+ *Tagetes erecta*+ *Jatropha dioica* + *Lippia graveolens*, en plantas con y sin inoculo de nematodos y un testigo absoluto. La unidad experimental fue una bolsa de polietileno, con capacidad de 2.5 kg (20×15 cm), 25 días después de la siembra (dds) se inocularon 4500 huevos maceta⁻¹, la aplicación de tratamientos se realizó 45,59 ,73 y 87 dds. Finalmente se evaluó altura de la planta, peso fresco y seco (parte aérea, flor y de la raíz), diámetro del tallo, número de agallas y número de huevos en raíz. Las plantas tratadas con extractos de ajo presentaron menor número de agallas y huevecillos en contraste con el resto de tratamientos, el resto de variables evaluadas no presentaron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, exhibieron un mejor desarrollo, en altura (>15.97%), diámetro de tallo (>23.7%), peso fresco de follaje y raíz (>31.2% y 48.3%), peso seco (26.5% y 64.8%) peso de flor (> 50) por lo que se concluye que el uso de extracto de ajo es una herramienta viable para el manejo de nematodos en el cultivo de flor de terciopelo.

Palabras clave: *Celosia cristata*, biofumigación, nematicidas, floricultura.

Abstract:

Plant pathogenic nematodes are classified as the cause of significant losses worldwide in agriculture. Their control relies on chemical products, which present environmental disadvantages. Alternative phytosanitary management options for nematodes include biological and organic control. This research aimed to determine the effectiveness of organic and biological products on the development of *Meloidogyne incognita* in velvet flower crops. A completely randomized experimental design with five replications was used. The treatments evaluated were: Garlic extract (*Allium sativum*), a biological mixture and botanical extract (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma* spp + *Paecilomyces* spp + *Tagetes erecta*, a mixture of botanical extract (*Larrea tridentata* + *Flourensia cernua* + *Lepidium latifolium* + *Tagetes erecta* + *Jatropha dioica* + *Lippia graveolens*, in plants with and without nematode inoculum and a control. The experimental unit was an absolute polyethylene bag, with a capacity of 2.5 kg (20 × 15 cm), 25 days after sowing (dds) 4500 eggs were inoculated in plantpot¹, treatments were applied at 45, 59, 73 and 87 dds. Finally, plant height, fresh and dry weight (biomass of aerial plantsl, flower and root), stem diameter, number of galls and number of eggs in roots were evaluated. Plants treated with garlic extracts had fewer galls and eggs in contrast to the rest of the treatments, the rest of the variables evaluated did not present statistically significant differences, however, they exhibited better development in height (> 15.97%), stem diameter (> 23.7%), fresh weight of foliage and root (> 31.2% and 48.3%), dry weight (26.5% and 64.8%) flower weight (> 50) so it is concluded that the use of garlic extract is a viable tool for the management of nematodes in the cultivation of velvet flower.

Keywords: *Celosia cristata*, biofumigación, nematicides, floriculture.

INTRODUCCIÓN

En México, principalmente en la región centro y sur del país, se ha adoptado el uso de la flor de terciopelo (*Celosia cristata*) por su llamativo color y textura, sirve de ornamento a la tradición del día de muertos. Actualmente la planta se cultiva en diferentes lugares del mundo y es considera de origen asiático (SIAP, 2018).

Este cultivo es atacado por el nematodo agallador *Meloidogyne incognita* considerado el de mayor importancia económica a nivel mundial, genera pérdidas de 20-50% de la producción, afecta la raíz causando agallas que deforman y obstruyen los haces vasculares disminuyendo el desarrollo productivo y rentabilidad del cultivo (Zeng et al., 2018). El manejo de los nematodos agalladores se ha realizado tradicionalmente mediante el control químico, este enfoque generalmente mantiene la población de nematodos por debajo del umbral económico ya que la erradicación de estas plagas se considera imposible (Khalil et al., 2012).

Sin embargo, el desarrollo de resistencia frente a los diferentes compuestos químicos y la progresiva retirada de nematicidas sintéticos limita su uso, debido a esta problemática se llevan a cabo numerosos estudios a nivel mundial para la búsqueda de alternativas que ayuden a su sustitución a mediano y largo plazo de plaguicidas sintéticos (Pakeerathan et al., 2009). Entre estas tácticas se destacan la aplicación de materia orgánica, abono verde, la biofumigación, la solarización del suelo, aplicación de control biológico y extractos orgánicos (Avelar-Mejía et al., 2018). En las últimas décadas, se ha intensificado los estudios sobre los productos de origen vegetal, algunas plantas son capaces sintetizar una gran variedad de metabolitos secundarios, con propiedades insecticidas, acaricidas y nematicidas. De las cuales se usan extractos de semillas, hojas y raíces, las propiedades nematicidas de algunas plantas, se relacionan directamente con el contenido de ciertos compuestos que resultan tóxicos a los nematodos como fenoles, taninos, azadiractinas, alcaloides y glicósidos (Cepeda et al., 2018).

Por otro lado, el manejo biológico es un componente esencial tanto en el control integrado de plagas como en la agricultura ecológica sostenible, el uso de bacterias, y hongos promotores del crecimiento vegetal mejora la salud de los suelos y la productividad de las plantas, induce la resistencia sistémica y contribuye a minimizar los efectos de fitopatógenos (Poveda et al., 2020).

El uso de microorganismos antagonistas es una de las alternativas que más atención ha recibido en los últimos años. Así, el control biológico surge como respuesta a la búsqueda de formas de control de patógenos; En los últimos años, por su distribución en diferentes ambientes se ha intensificado el empleo de especies de bacterias, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, *Pasteuria penetrans*, y *Pseudomonas fluorescens*, así como hongos *Trichoderma* spp y *Paecilomyces*. *Bacillus subtilis* es antagonista de los nematodos formadores de agallas y se puede utilizar en el manejo de cultivos, con el objetivo de reducir los efectos (Oliveira et al., 2019). Además, especies de *Trichoderma* poseen propiedades parasíticas y antibióticas (Villareal-Delgado et al., 2018). El objetivo de esta investigación fue determinar la efectividad de productos orgánicos y biológicos sobre el desarrollo de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de flor de terciopelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fitopatología e invernadero del Centro de Estudios Profesionales (CEP) del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO).

Material biológico.

Se utilizó flor de terciopelo (*Celosia cristata*) var. cristata este presenta un color morado oscuro.

Preparación del sustrato y siembra.

Como sustrato se utilizó tierra de monte previamente desinfectada con Anibac (cuaternario de amonio 46.5% + sulfato de amonio 4.9%) a dosis de 5 ml/L de agua. La siembra se realizó en otoño, se colocó tres semillas a 0.5 cm de profundidad, finalmente se cubrió con una cubierta negra durante 3 días. La fertilización se realizó 25 días después de la siembra con la fórmula 18-46-00 y el riego a punto de goteo cada dos días durante todo el experimento.

Inicio de tratamientos

Plantas de flor de terciopelo (*Celosia cristata*) var. cristata fueron expuestas a los tratamientos (T1= Testigo absoluto, T2= Nemaxxon biol® (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma* spp. + *Paecilomyces* spp. + Extracto de *Tagetes erecta*), T3= Biofumigate-or-n® (mezcla de diversos extractos de especies vegetales), T4= *Allium*® (Extracto de ajo *Allium sativum*). T5= Testigo, T6= Nemaxxon biol®, T7= Biofumigate-or-n®, T8= *Allium*®) a dosis de 0.32 ml/L, 45, 59, 73 y 87 días después de la emergencia de la plántula.

Manejo de nematodo

Extracción e inoculación de huevecillos de *Meloidogyne incognita*

Se colectó muestra de raíces de jitomate de la variedad bulsey con síntomas de agallas provocadas por *Meloidogyne* el cual se trasladó al laboratorio de fitopatología para extraer huevecillos de acuerdo a (Ayvar,2018), se lavaron las raíces, se cortó pedazo de 1 cm del tejido agallado y se colocó 20 g en un vaso de aluminio donde se agregaron 5 mL de hipoclorito de sodio al 6% y 195 ml de agua destilada, se batió durante 30 segundos y luego se trasladó a una cubeta con 1 L de agua, después se tamizó con malla 100, 200,400 en este último quedaron retenidos los huevecillos, que luego se trasladaron a un vaso de precipitado de 150

ml y se aforo en una probeta a 1 L (2.47×10^5 huevecillos/L). De los huevecillos obtenidos se inocularon 4500 por maceta al momento de la siembra.

Tinción de raíces agalladas

La tinción se realizó mediante la técnica de Sweelam (2024).

Identificación de *Meloidogyne*

Se tomaron raíces teñidas, en el microscopio estereoscópico se localizaron las hembras adultas dentro de la agalla (Eisenback *et al.*, 1983).

Variables de estudio

La altura de la planta se midió desde el cuello de la planta hasta la yema apical. Se contabilizó el número de hojas y ramas; Además, se registró peso del follaje fresco de la planta, peso de la flor primaria, peso de la flor secundaria, peso de la raíz fresca, longitud de la raíz y número de agallas. Las variables evaluadas se registraron 70 días después de la siembra. Finalmente, el número de huevos juveniles J2 en la raíz de la planta se realizó con la técnica descrita por Ayvar (2018).

Análisis estadístico

El diseño fue completamente al azar con 8 tratamientos y 5 repeticiones (40 unidades experimentales). La unidad experimental fue una bolsa de polietileno negro con dimensiones de 20x15 cm y una capacidad de 2.5 kg. Los datos obtenidos se analizaron con Statistical Analysis System (SAS, 2009) y Tukey (< 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación morfológica de *Meloidogyne incognita*

La identificación se basó en las características que se identificaron del modelo perineal donde se determinó que fue *Meloidogyne incognita* de acuerdo con Eisenback *et al.* (1983), las cuales son las siguientes: presenta un modelo perineal típico, con arco dorsal alto de forma trapezoidal; con estrías gruesas, lisas a onduladas que se curvan hacia la vulva y algunas se interrumpen en la parte del campo lateral (Figuras 1A y 1B).

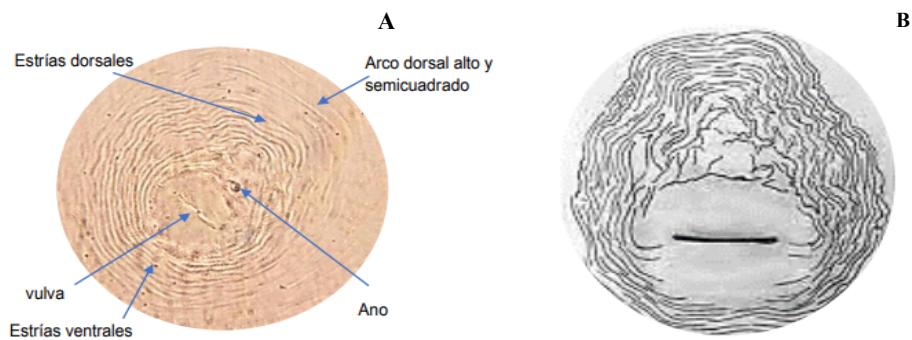


Figura 1. A) Corte perineal de la hembra *M. incognita* visto al microscopio (100 X) y B) Características del modelo perineal de *M. incognita* (Eisenback *et al.* 1983).

Figure 1. A) Perineal section of the female *M. incognita* seen under a microscope (100 X) and B) Characteristics of the perineal model of *M. incognita* (Eisenback *et al.* 1983).

Los tratamientos evaluados no mostraron efecto estadísticamente significativo en altura y diámetro de la planta (Figura 2A y 2AB). Sin embargo, en la altura de las plantas sin la inoculación de *M. incognita* (tratamientos T1 a T4), indican que la aplicación de todos los productos naturales incrementó hasta el 15.97 % el crecimiento vegetal, en comparación con testigo absoluto; Por otro lado, en las plantas inoculadas con *M. incognita* (tratamientos T5 a T8), se encontró que tratamiento Nemaxxon biol® (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma* spp. + *Paecilomyces* spp. + extracto de *Tagetes erecta*), incrementó 39.2% la altura de las plantas respecto al testigo infestadas con *M. incognita* (Figura 2A).

El diámetro del tallo incremento 23.7% en las plantas inoculadas con el nematodo (T5), en comparación con las del tratamiento testigo (T1); En las plantas sin inoculación de *M. incognita* los tratamientos evaluados, no tuvieron efecto sobre esta característica vegetal. Sin embargo, en las plantas inoculadas con el nematodo y tratadas con Nemaxxon biol® (*Bacillus subtilis*, *Trichoderma* spp., *Paecilomyces* spp., extracto de *Tagetes erecta*) incremento el diámetro del tallo 5% (Figura 2B).

En cambio, se registró variación estadísticamente significativa en el peso del follaje fresco y seco (Figura 2C y 2D), la inoculación de *M. incognita* en plantas sanas (T5) promovió incremento 10.0 % del peso fresco, con respecto a las plantas del testigo absoluto (T1) (Figura 2C). En las plantas sin nematodo, se encontró que la aplicación del tratamiento extracto de ajo *Allium sativum* disminuyó la biomasa fresca (<20.4%) y seca (<18.9%) en contraste con el resto de los tratamientos (Figura 2C y 2D).

En las plantas inoculadas con huevos de *M. incognita*, se determinó que el tratamiento Nemaxxon biol® (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma* spp. + *Paecilomyces* spp. + Extracto de *Tagetes erecta*), fue el que promovió el mayor peso fresco (>31.2 %) y seco (>26.5%) respecto al tratamiento testigo (Figura 2C y 2D). Sin embargo, la aplicación del extracto de ajo *Allium sativum* redujo 5.3 % el peso fresco. Los resultados obtenidos se atribuyen a la aplicación combinada de *Bacillus* y *Trichoderma*, biocontroladores de fitonematodos y a las enzimas producidas por estos microorganismos, que funcionan como activadores de la flora microbiana en el suelo y promueven un desarrollo óptimo de los cultivos (Silva *et al.*, 2017).

Los resultados coinciden con reportado por Herrera *et al.* (2017), quienes evaluaron el efecto de *Trichoderma* y oxamil contra *M. incognita* en plantas de chile (*C. annuum*) y encontraron que, con respecto al testigo, *T. atroviride* promovió mayor altura. *Bacillus* y *Trichoderma* producen metabolitos secundarios que inhiben los procesos de eclosión de huevos, penetración de juveniles y la reproducción del nematodo (Rocha y Souza, 2015; Zhang *et al.*, 2017).

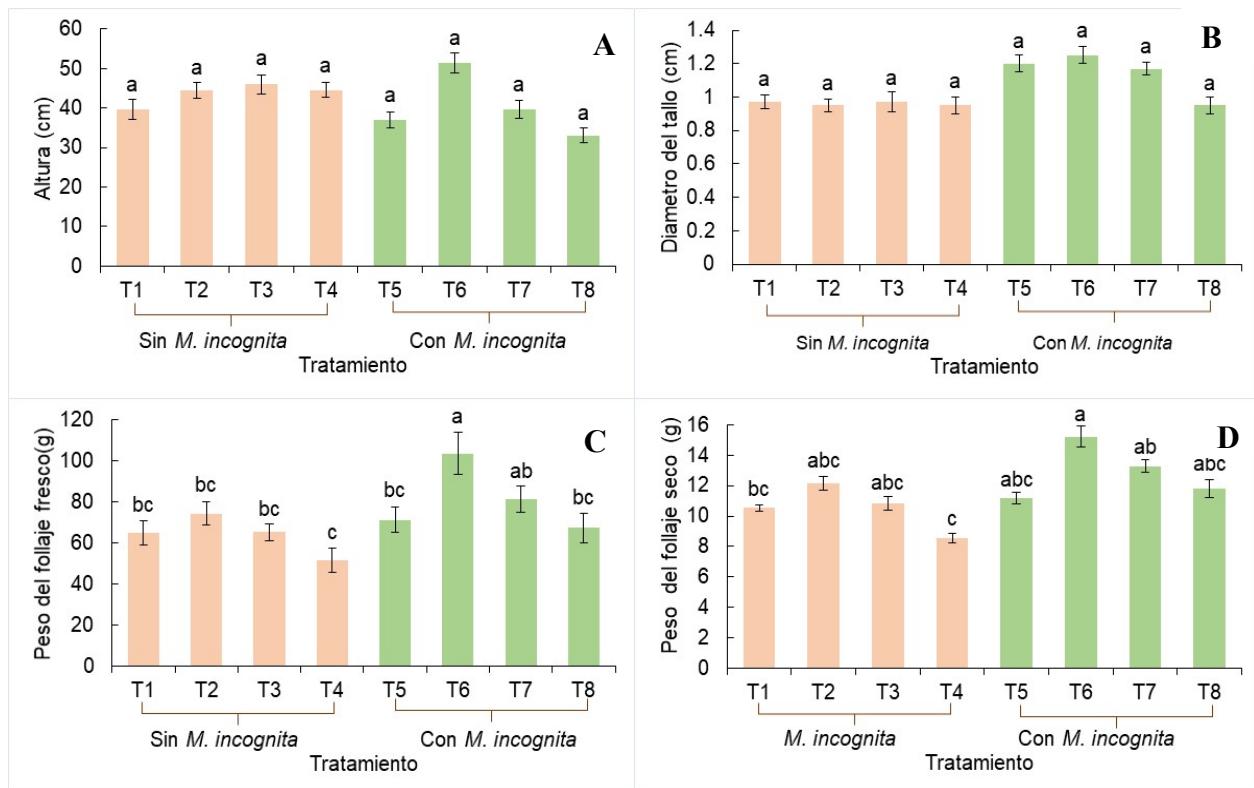


Figura 2. Efecto de *Meloidogyne incognita* y productos naturales en A) altura; B) Diametro del tallo; C) Peso del follaje fresco y D) Peso del follaje seco de la planta de flor de terciopelo. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Figure 2. Effect of *Meloidogyne incognita* and natural products on A) height; B) stem diameter; C) fresh foliage weight and D) dry foliage weight of velvet flower plant. Values with the same letters are not statistically different (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Raíz

Las aplicaciones de Nemaxxion biol® (T6), Biofumigate-or-n® (T7) y Allium® (T8) en las plantas sanas sin inoculación de *M. incognita*, provocaron decrementos de en el peso de raíz fresca (<27.9, 33.3 y 48.3 %,) y seca (<70.2, 64.8 y 45.9 %) con respecto al testigo absoluto (T1). El incremento en peso fresco y seco del sistema radical se atribuye a la reducción significativamente el grado de infección de *Meloidogyne* spp. debido a la aplicación de los microorganismos nematófago en el cultivo de flor de terciopelo (Baños et al., 2010).

En el experimento de Federic et al. (2020), se encontró que la aplicación en la superficie de la rizósfera, de la mezcla de metabolitos de *Bacillus* sp. y *Trichoderma* sp. (10 g L^{-1}), favoreció más la acumulación de biomasa en el sistema radicular. Ademas, Fernández et al. (2016), determinaron que el tratamiento con 40 kg ha^{-1} de *Paecilomyces lilacinus* en chile (*Capsicum annuum*) inoculado con 10,000 huevos de *Meloidogyne incognita*, en invernadero, incrementaron el peso promedio de raíz fresca en comparación con el tratamiento testigo.

El peso fresco de raíz no fue afectado por la aplicación de los tratamientos evaluados. Sin embargo, las plantas sanas inoculadas con el nematodo agallador (T5), tuvieron acumulación de biomasa fresca en el sistema radical, similar a la presentada por aquellas del tratamiento testigo absoluto (T1) (Figura 3A).

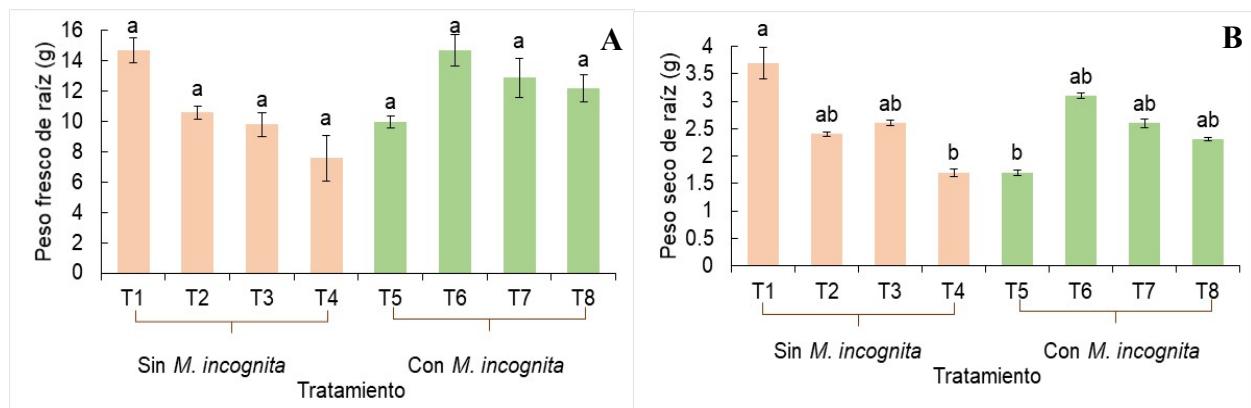


Figura 3. Efecto de *M. incognita* y productos naturales en A) Peso fresco; B) Peso seco. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Figure 3. Effect of *M. incognita* and natural products on A) Fresh weight; B) Dry weight. Values with the same letters are not statistically different (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Flor

Esta variable no fue afectada significativamente por la aplicación de los tratamientos (Figura 4A y 4B). Los valores promedios obtenidos por tratamiento, indican que la inoculación de *M. incognita* en las plantas sanas (T5) promovió el incremento ($>46.3\%$) del peso de la flor primaria y ($>71.4\%$) en las flores secundarias, respecto tratamiento testigo (T1); aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa (Tukey $\alpha=0.05$).

El aumento del crecimiento, rendimiento y otros parámetros de las plantas observados se atribuyen a la liberación de sustancias promotoras del crecimiento por agentes biológicos (Wang *et al.*, 2007).

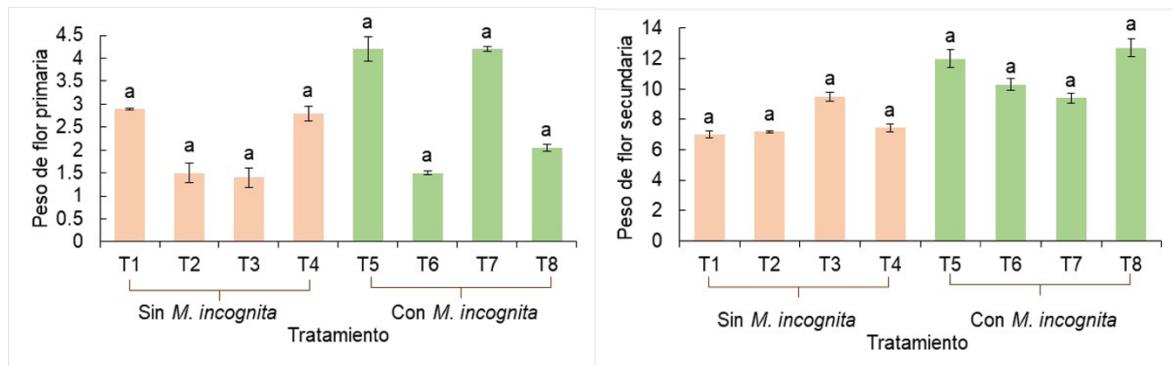


Figura 4. Efecto de *M. incognita* y productos naturales en A) Peso fresco; B) Peso de flor primaria. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Figure 4. Effect of *M. incognita* and natural products on A) Fresh weight; B) Primary flower weight. Values with the same letters are not statistically different (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Número de agallas en la raíz de la planta

La aplicación de *Allium sativum* inhibió 74.7 % la cantidad de agallas y 48.4% la cantidad de huevos respecto a las plantas tratadas con Nemaxxon biol®, Biofumigate-or-n® y el tratamiento testigo (Figura 5A y 5B). Estos resultados coinciden con los encontrados por Martinotti *et al.* (2016) quien menciona que con extracto de ajo disminuyó 73 y 80 % los índices de agallamiento y producción de huevos y juveniles J2 (de *M. incognita*), en plantas de vid.

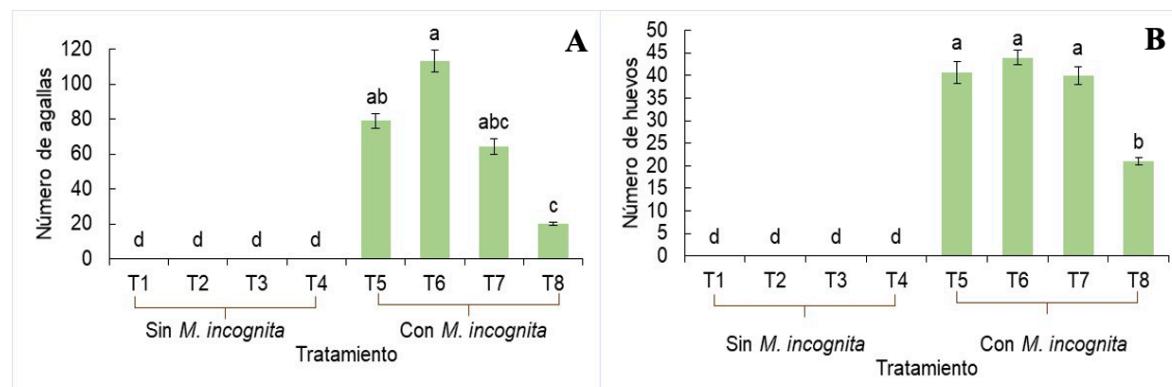


Figura 5. Efecto de *M. incognita* y productos naturales en A) Número de agallas y B) Número de huevos. Los valores con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Figure 5. Effect of *M. incognita* and natural products on A) Number of galls and B) Number of eggs. Values with the same letters are not statistically different (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

CONCLUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación el uso de la mezcla de organismos antagonistas de nematodos (*Bacillus subtilis*, *Trichoderma* spp., *Paecilomyces* spp.), es una herramienta viable para el manejo de *Meloidogyne incognita*. Ademas, el extracto de plantas como *Allium sativum*, disminuyó el número de agallas y huevecillos en planta de terciopelo.

LITERATURA CITADA

- Ayvar S. S., Díaz N. J.F., Alvarado G.O.G., Velázquez M. I., Peláez A. A., Tejeda R.M.A. (2018). Actividad nematicida de extractos botánicos contra *Meloidogyne incognita* (kofoid y White) en okra (*hibiscus esculentus* L. Moench). *Bioteecnia*. 20(1):13-19. doi:10.18633/bioteecnia.v20i1.524.
- Avelar-Mejía, J. J., Lara-Herrera, A., & Llamas-Llamas, J. J. (2018). Alternativas física, química y natural para controlar *Meloidogyne* spp. en tomate de invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 9(SPE20), 4115-4125.
- Baños S. Y., Concepción, B. A., Lazo, Cruz. R., González, Aguiar. I., Morejón, P. L. (2010). Efecto de enmiendas orgánicas y *Trichoderma* spp. en el manejo de *Meloidogyne* spp. *Revista Brasileira de Agroecología*, 5(2), 224-233.
- Cepeda, S. M. D., Garrido, F., Hernández, D y Morales, D., Adame, M. 2018. Efectividad biológica de extractos de *Carya illinoensis*, para el control de *Meloidogyne incognita*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5 (7): 1317-1323.
- Eisenback, J.D, Hirschmann H., Sasser, J.N. and Triantaphyllou, A. C. (1983). Guía para la identificación de las cuatro especies más comunes del nematodo agallador *Meloidogyne* especies con una clave pictórica. Traducida por Carlos sosa-Moss. Publicación cooperativa entre departments of plant pathology and genetics, North Carolina state university. Departamento de fitopatología, colegio de postgraduados, Chapingo, México y agencia para

- el desarrollo internacional de los estados unidos. Raleigh, North carolina. 54 pp.
- Fernández – Santillán, G., Cerna – Rebaza, L., Chico – Ruíz, J. (2016). Eficacia de *Paecilomyces lilacinus* en el control de *Meloidogyne incognita* que ataca al cultivo de *Capsicum annuum*, “pimiento piquillo”. *Revista Fitosanidad*, 20(3), 109-119.
- Frederic, J. C., Frederic J. B., Rocha F. da S., Fernández M. F. G. (2020). Application forms and mode of action of biocontroller in the management of *Meloidogyne incognita* in tomato. *Horticultura Brasileña*, 38, 254-260 doi:10.1590/s0102-053620200303.
- Harman, G.E.; Howell, C.R.; Viterbo, A.; Chet, I. and Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2,43–56.
- Herrera P. E., Cristóbal A. J., Ramos Z. J. A. (2017). *Trichoderma* strains as growth promoters in *Capsicum annuum* and as biocontrol agents in *Meloidogyne incognita*. *Chilean journal of agricultural research*, 77(4),318-324. doi:10.4067/S0718-58392017000400318.
- Khalil, M.S.; Kenawy, A., Gohrab, M.A. and Mohammed, E.E. (2012). Impact of microbial agents on *Meloidogyne incognita* management and morphogenesis of tomato. *Journal of Biopesticides*, 5(1), 28-35. doi:10.57182/jbiopestic.5.1.28-35.
- Martinotti, M. D., Castellanos, S. J., González, R., Camargo, A., & Fanzone, M. (2016). *Efecto nematicida de extractos de ajo, orujo de uva y alperujo de aceituna sobre Meloidogyne incognita, en vid, cv Chardonnay*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 48(1), 211-224
- Oliveira, L.K.C., Araújo, V. D, Meneses, C. A., Silva, M.J., Tavares, C.R.L. (2019). Biological management of *Pratylenchus brachyurus* in soybean crops. *Revista caatinga*. 32(1), 41-51. doi:10.1590/1983-21252019v32n105rc.
- Pakeerathan, K., Mikunthan, G., & Tharsani, N. (2009). Effect of different animal manures on *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) on tomato. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(4), 432–435.
- Pinzón E. L., Candelero C. J., Tun S. J.M., Reyes O. V., Cristóbal A. J. (2015). Control de *Meloidogyne incognita* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con la aplicación de *Trichoderma harzianum*. *Fitosanidad*, 19(1), 5-11.
- Poveda, J., Abril-Urias, P., Escobar, C. (2020). Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes by Filamentous Fungi Inducers of Resistance: *Trichoderma*, Mycorrhizal and Endophytic Fungi. *Frontier in Microbiology*, (11) ,992. doi:10.3389/fmicb.2020.00992
- Rocha, F.S., Souza, J.T. (2015). Bacterias nematófagas: mecanismos de virulencia. En: ASKARY, TH; MARTINELLI, PRP (Eds). Agentes de biocontrol de fitonematodos, (pp.244-255). Wallingford, Reino Unido: CAB International.
- SAS, Institute Inc. (2009). SAS Users guide. Release 8.1. (ed.). SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2018). Cierre de la producción agrícola por estado. Secretaría de agricultura y desarrollo rural. Avance de siembra y cosecha. Año agrícola 2018. Riego+temporal. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: 04/03/22.

Silva, De O. S. J., Vinícius S. M., Levorato F. L., da Silva F. B., Rubia R. M. (2017). Biocontrol agents in the management of *Meloidogyne incognita* in tomato. *Ciencia rural*, 47(10), 1-7. doi:10.1590/0103-8478cr20161053

Sweelam, M.E.; Abo-Taka, S.M.; Abo-Korah, M.S; Abo-Elela, Dalia M. (2024). Evaluating the possibility of using inorganic, organic and biofertilizers in the control of root-knot nematode, *meloidogyne incognita* infecting sweet pepper plants under semi-field conditions. *Menoufia Journal of Plant Protection*, 9(10), 271-281. doi: 10.21608/mjapam.2024.325013.1043

Villarreal, D. M.F., Villa R. E.D., Cira C. L.E., Estrada A. M.I., Parra-Cota F.I. Santos-Villalobos S. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1), 95-130. doi:10.18781/R.MEX.FIT.1706-5.

Wang, K. H.; Hooks, C. R. and Ploeg, A. (2007). Protecting crops from nematode pests: using Marigold as an alternative to chemical nematicides. *Plant Disease*, 35(6), 1-6.

Zeng, J., Zhang Z., Li M., Wu X., Zeng Y., Li Y. (2018). Distribution and molecular identification of *Meloidogyne* spp. parasitising flue-cured tobacco in Yunnan, China. *Plant Protect Science*, 54(3), 183-189. doi: 10.17221/82/2017-PPS.

Zhang, S; Gan, Y; Ji, W; Xu, B; Hou, B; Liu, J. (2017). Mechanisms and Characterization of *Trichoderma longibrachiatum* T6 in Suppressing Nematodes (*Heterodera avenae*) in Wheat. *Frontiers in Plant Science*, 8:1491. doi:10.3389/fpls.2017.01491.