

Control químico de nemátodos en plantas de banano (*Musa AAA*) cultivadas en macetas

Chemical control of nematodes on banana (*Musa AAA*) plants cultivated in pots

César Chávez Velazco¹, Eduardo Salas Alvarado² y Mario Araya Vargas³

¹ Laboratorio de Análisis Agrícola (Nemalab), Machala Ecuador

² Catedrático Universidad Nacional, Escuela Ciencias Agrarias, Costa Rica

³ AMVAC Chemical Corporation, Grecia, Alajuela, Costa Rica

RESUMEN

En dos experimentos en condiciones de invernadero con un diseño completamente al azar con seis repeticiones se evaluó el fenamiphos, ethoprophos y oxamyl en el control de nemátodos en banano (*Musa AAA* cv. Grande Naine) desarrollado en macetas con suelo sin esterilizar de una plantación comercial de banano infestada de nemátodos. A los 25 días de la siembra, las plantas in vitro fueron inoculadas con 509 ± 47 *Radopholus similis* (Cobb, 1893, Thorne, 1949). Los nematicidas se aplicaron en drench a una concentración de 100 mg L^{-1} (ppm) usando 100 mL de solución por maceta a los 48 días de inoculado el nemátodo. A los 38 días de aplicados los nematicidas se realizó la cosecha y se registró variables vegetativas y número de nemátodos. No se encontró interacción ($p > 0,1534$) en la población de ninguno de los nemátodos entre experimentos, de manera que se juntaron los datos y se analizaron en conjunto. Con excepción de *Meloidogyne* spp. $p = 0,7257$ donde sus poblaciones fueron muy bajas en todos los tratamientos, los tres nematicidas redujeron las poblaciones de *Pratylenchus* spp. entre 86 y 87 % ($p = 0,0258$), *Helicotylenchus* spp. entre 76 y 85 % ($p < 0,0001$), *R. similis* entre 43 y 61 % ($p < 0,0001$) y nemátodos totales entre 58 y 66 % ($p < 0,0001$). En congruencia con el control de nemátodos, ethoprophos y fenamiphos incrementaron ($p = 0,0027$) el peso de raíces en 44 y 54 %, respectivamente, el ethoprophos aumentó ($p = 0,0003$) el peso de follaje en 26 % y los tres nematicidas aumentaron el número de hojas por planta ($p = 0,0026$) entre 13 y 19 % y el diámetro del tallo ($p = 0,0004$) entre 13 y 20 %. Para el control de nemátodos los tres nematicidas evaluados fueron igualmente efectivos y podrían aplicarse indistintamente.

Palabras claves: control de nemátodos, *Meloidogyne* spp., *Musa AAA*, nematicidas, *Pratylenchus* spp., *Radopholus similis*, *Helicotylenchus* spp.

ABSTRACT

In two experiments in greenhouse conditions using a complete randomized design with 6 replicates was evaluated fenamiphos, ethoprophos and oxamyl on banana (*Musa AAA* cv. Grande Naine) root nematode control in plants cultivated in pots filled with un-sterilized soil from a commercial banana plantation infested with nematodes. Twenty-five days after plant sowing, the in vitro plants were inoculated with 509 ± 47 *Radopholus similis* (Cobb 1893, Thorne 1949). Nematicides were applied in drench with a 100 mg L^{-1} (ppm) concentration using 100 mL of solution per pot at 48 days after nematode inoculation. Thirty eighty days after treatment application, plants were harvested, and vegetative variables and nematode numbers recorded. No interaction in the population of any nematode ($p > 0.1534$) was observed between experiments, then data was gathered and analyzed together. With exception of *Meloidogyne* spp. ($p = 0.7257$), where its population was very low in all treatments, all three nematicides reduced *Pratylenchus* spp. between 86 to 87 % ($p = 0.0258$), *Helicotylenchus* spp. from 76 to 85 % ($p < 0.0001$), *R. similis* by 43 to 61 % ($p < 0.0001$) and total nematodes between 58 to 66 % ($p < 0.0001$). Consistent with the nematode control, ethoprophos and fenamiphos increased ($p = 0.0027$) root weight by 44 and 54 %, respectively, ethoprophos increased ($p = 0.0003$) foliage weight by 26 % and the three nematicides increased the number of leaves per plant ($p = 0.0026$) between 13 to 19 % and pseudostem diameter ($p = 0.0004$) from 13 to 20 %. For nematode control, the three nematicides were equally effective and could be applied irrespectively.

Key words: *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Musa AAA*, nematicides, nematode control, *Pratylenchus* spp., *Radopholus similis*.

INTRODUCCIÓN

El control de nemátodos en banano se realiza en forma integrada y racional incluyendo el uso de nematicidas no fumigantes. El uso racional conlleva la rotación técnica de las moléculas para prevenir su biodegradación (Araya y Moens 2005; Araya 2004a). De los nematicidas disponibles y aprobados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y el Codex Alimentarius Commission (CODEX)

de la Unión Europea para uso en banano, el oxamyl 24 SL-DuPont está disponible en forma líquida. En condiciones de campo se aplica de tres formas: sobre la superficie del suelo (Moens *et al.*, 2004; Araya y Lakhi 2004), depositado en las yaguas (Robalino *et al.*, 1983) de los hijos de sucesión de menos de 1 m de altura o depositado en el tallo (Araya 2004b, 1999) a unos 15-30 cm de altura del suelo, en hijos de sucesión de más

de 1 m de altura que tengan en la base de su tallo más de 10 cm de diámetro. En condiciones controladas (experimentos de invernadero) se aplica sobre la superficie del suelo en drench a las macetas. Actualmente también se encuentra en forma líquida el fenamiphos y el ethoprophos también aprobados por la EPA y el CODEX para uso en banano. El fenamiphos tiene registro para aplicación en banano, mientras el ethoprophos tiene registro en piña para control de nemátodos y sinflidos. Por tanto, el objetivo del experimento fue comparar la eficacia biológica de dichos productos en el control de nemátodos y el crecimiento de las plantas a través de una aplicación sobre la superficie del suelo, en drench, en plantas de banano cultivadas en macetas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Plantas de banano (*Musa AAA cv. Grande Naine*) provenientes de material *in vitro* fueron trasplantadas a maceteros plásticos de 1,8 L de capacidad con cinco hoyos de 1 cm-d en el fondo para facilitar el drenaje. En ambos experimentos se usó suelo sin esterilizar que fue extraído de una plantación comercial de banano infestada de nemátodos que realiza para su control tres aplicaciones anuales de nematicida. El suelo es de textura franco arenoso (68 % arena, 11 % de arcilla y 22 % de limo) con 2,05 % de materia orgánica, pH 5,18 y un contenido en bases de Ca 9,48; Mg 3,91 y K 0,57 cmol (+) L⁻¹ y P 74, Fe 164, Cu 5, Zn 18,3 y Mn 43 mg L⁻¹. La fertilización al suelo se realizó una vez a la semana con 125 mL de la solución de Hoagland (Resh 1995) por maceta y dos veces por semana se aplicó 100 mL de agua fresca por maceta.

A los 25 días del trasplante, cada planta individual fue inoculada con una mezcla de hembras, machos y juveniles de *R. similis*. *Radopholus similis* se aisló originalmente de raíces de banano y se cultivó *in vitro* en discos de zanahoria. La población inicial de nematodos se estimó a partir de cinco alícuotas de 4 mL con 2 mL efectivos para los conteos. Previo a la inoculación, la superficie del suelo fue remojada con 50 mL de agua fresca por maceta. Luego cinco hoyos de 1 cm de diámetro y 2 cm de profundidad fueron realizados a 2 cm de la base del tallo. La suspensión de *Radopholus similis* fue pipeteada de forma uniforme en los cinco hoyos en cada maceta. Los hoyos fueron cubiertos con el suelo removido y de nuevo se aplicó 50 mL de agua potable por maceta. Durante la inoculación 12 conteos adicionales fueron realizados para confirmar el número de nemátodos deseado. El número inicial de *R. similis* en cada maceta fue en promedio de 509 ± 47 nemátodos.

Los tratamientos evaluados fueron fenamiphos (Nemacur 40EC-AMVAC), ethoprophos (Mocap 72EC-AMVAC), oxamyl (Vydate 24 % SL-DuPont) y un testigo sin producto. Los tres nematicidas se aplicaron a 100 mg L⁻¹ (ppm) usando 100 mL de solución por maceta a los 48 días después de la inoculación del nemátodo. El testigo se aplicó con 100 mL de agua fresca. El diseño fue irrestricto al azar con seis repeticiones. Dicho experimento se repitió una vez usando suelo de la misma plantación y área, y siguiendo la misma metodología.

Ambos experimentos se desarrollaron bajo condiciones de invernadero a temperatura ambiente de 24-26 °C y una humedad relativa de aproximadamente 80-90 %. A los 86 días después de inoculadas las plantas con el nemátodo y 38 días después de aplicados los nematicidas se registró la altura (cm) de las plantas, número de hojas por planta y diámetro (mm) del tallo medido en la base de la planta. De seguido las plantas fueron removidas de las macetas. Para ello, cada maceta fue presionada en el centro para aflojar el suelo y con la aplicación de agua a baja presión se extrajo la planta. Se lavó las raíces y se separaron del cormo. En una romana electrónica con capacidad de 6 kg ± 1 g se registró el peso individual del follaje y raíces por planta. Las raíces de cada planta fueron cortadas en segmentos de 2-3 cm de largo, se homogeneizaron y 25 g o la cantidad disponible, fueron seleccionados para la extracción de los nemátodos. La extracción se hizo siguiendo el método de licuado y tamizado de Taylor y Loegering (1953) modificado por Araya (2002). Después del licuado de las raíces en una licuadora Osterizer por 10 s en baja y 10 s en alta velocidad, los nemátodos fueron recuperados en un juego de cribas de 250/160/25 mm (No. 60/140/500 mesh). Las poblaciones de nematodos se expresan por 100 g de raíces. A través de un ANOVA se determinó la interacción entre experimentos de las poblaciones de nemátodos. Los datos de raíces follaje, altura diámetro y número de hojas se sometieron a un ANOVA y separación de medias por LSD en PC-SAS. El número de nemátodos se sometió a un análisis con modelo lineal generalizado que utilizó la transformación logarítmica y la distribución binomial negativa de los residuos. Las medias de tratamientos se compararon con LSD-test.

RESULTADOS

No se encontró interacción en el número de *R. similis* ($p = 0,8676$), *Helicotylenchus* spp. ($p = 0,1534$), *Pratylenchus* spp. ($P = 0,2987$), *Meloidogyne* spp. ($p = 0,8256$) y nemátodos totales ($p = 0,8434$) entre ambos experi-

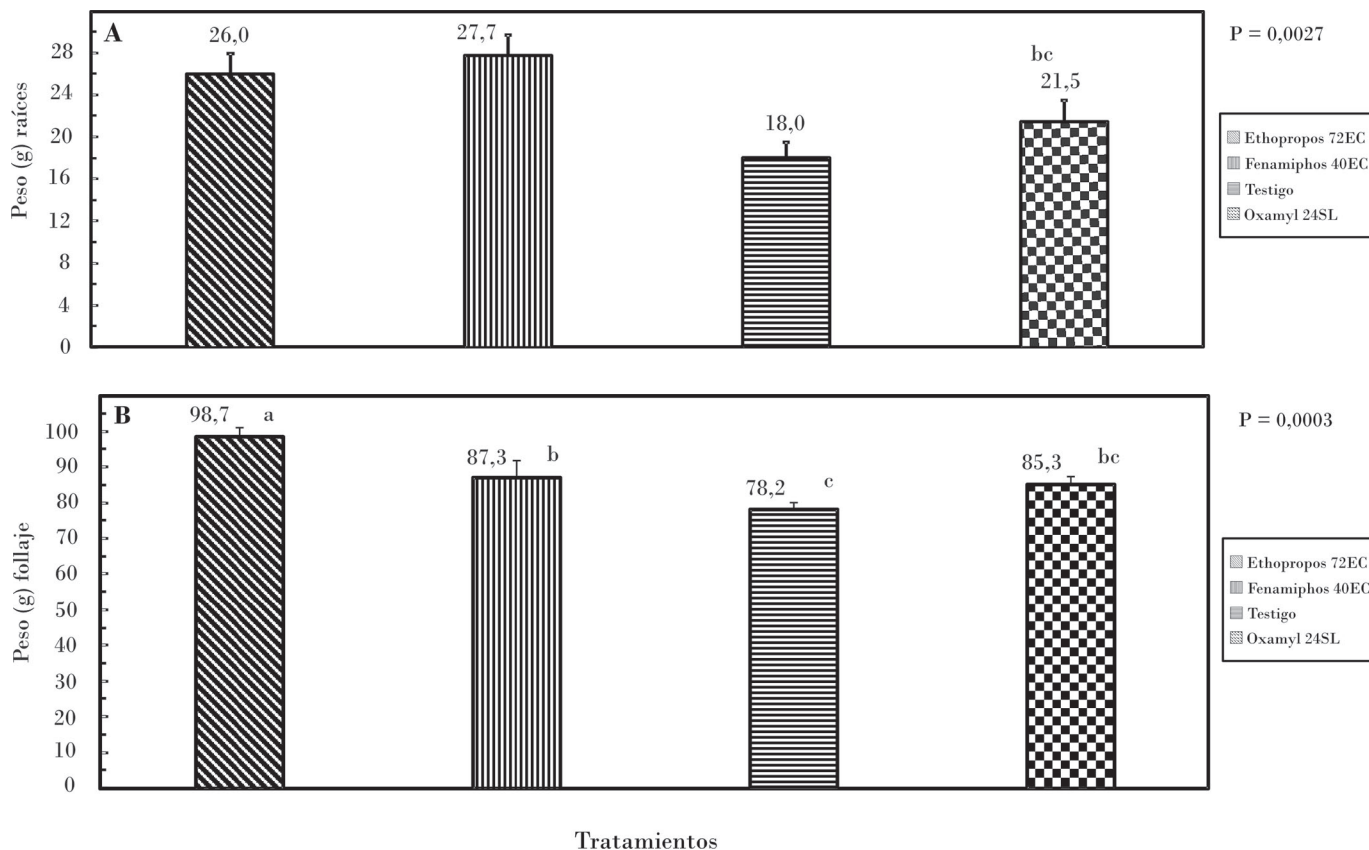
mentos. Por consiguiente, el análisis estadístico se hizo juntando ambos conjuntos de datos lo que resultó en 12 repeticiones.

El mayor ($p = 0,0027$) peso de raíces por planta se encontró en aquellas tratadas con fenamiphos (27,7 g) sin diferir de las tratadas con ethoprophos (26 g) y superando ambos tratamientos el contenido de raíces de las plantas testigo (18 g) y aquellas tratadas con oxamyl (21,5 g) (Fig. 1A). Con respecto al testigo, el fenamiphos y ethoprophos aumentaron el peso de raíces en 44 y 54 %, respectivamente.

El peso del follaje fue mayor ($p = 0,0003$) en las plantas aplicadas con ethoprophos con 98,7 g por planta difiriendo de los otros tratamientos (Fig. 1B). El aumento respecto al testigo fue de un 26 %. La altura de planta fue similar ($p = 0,0563$) entre tratamientos y varió de 21,8 a 24 cm (Fig. 1C). El número de hojas por planta fue mayor ($p = 0,0026$) en aquellas tratadas con cualquiera de los nematicidas variando de 7,3 a 7,6 hojas (13-19 % más) por planta contra 6,4 del testigo (Fig. 1D). Similarmente, el diámetro del tallo siempre fue mayor ($p = 0,0004$) en las plantas que recibieron cualquiera de los nematicidas variando de 21,8 a 23,2 mm (13-20 % más) vs. 19,3 mm en el testigo (Fig. 1E).

Como el suelo utilizado en ambos experimentos procedió de una plantación comercial de banana infestada

de nemátodos el cual no fue esterilizado, se detectaron los cuatro géneros de nemátodos que comúnmente se reportan en el cultivo. Las menores poblaciones fueron las de *Meloidogyne* spp. que variaron de 109 en las plantas tratadas con ethoprophos a 845 por 100 g de raíces en las plantas testigo, pero sin diferir ($p = 0,7257$) entre tratamientos (Fig. 2A). La población de *Pratylenchus* spp. fue menor ($p = 0,0258$) en las aplicadas con cualquiera de los nematicidas donde varió de 488 a 542 vs. 3890 por 100 g de raíces en el testigo (Fig. 2B). Con respecto al testigo, los nematicidas redujeron la población entre un 86 y 87 %. Similarmente, las menores ($p < 0,0001$) poblaciones de *Helicotylenchus* spp. se encontraron en las plantas que recibieron nematicida cuya población osciló de 1391 a 2125 vs. 9016 por 100 g de raíces en el testigo (Fig. 2C). Los nematicidas redujeron la población entre un 76 y 85 % respecto al testigo. Las menores poblaciones de *R. similis* ($p < 0,0001$) y la suma de los cuatro géneros llamado nemátodos totales ($p < 0,0001$) nuevamente se encontraron en las plantas aplicadas con cualquiera de los nematicidas (Fig. 2D-E). Las poblaciones entre nematicidas oscilaron de 9041 a 13116 y de 12361 a 15291 vs. 23128 y 36879 por 100 g de raíces en el testigo, para *R. similis* y nemátodos totales, respectivamente. Referente al testigo, la reducción en la población fue de 43 a 61 % en *R. similis* y de 58 a 66 % en nemátodos totales.



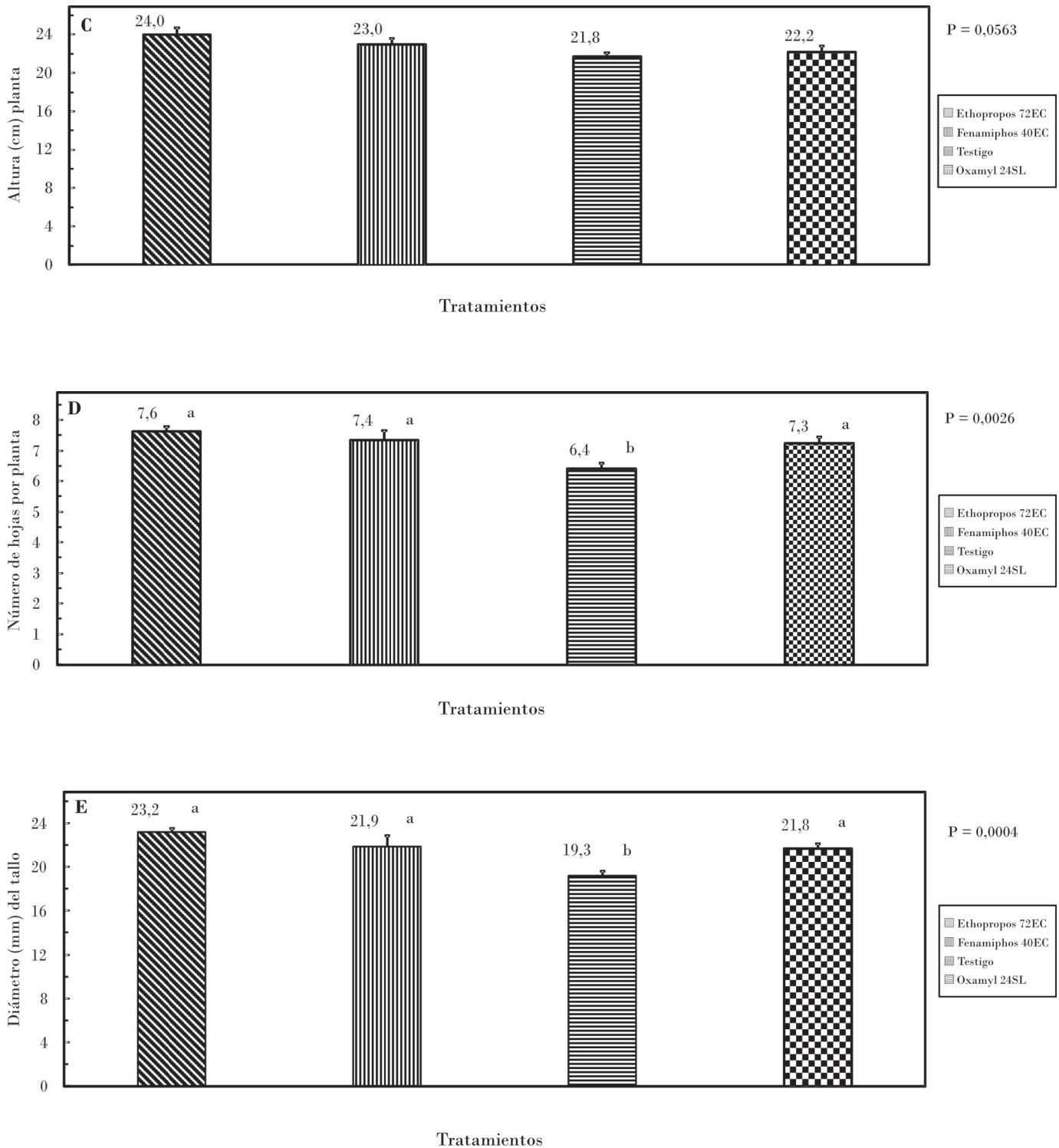
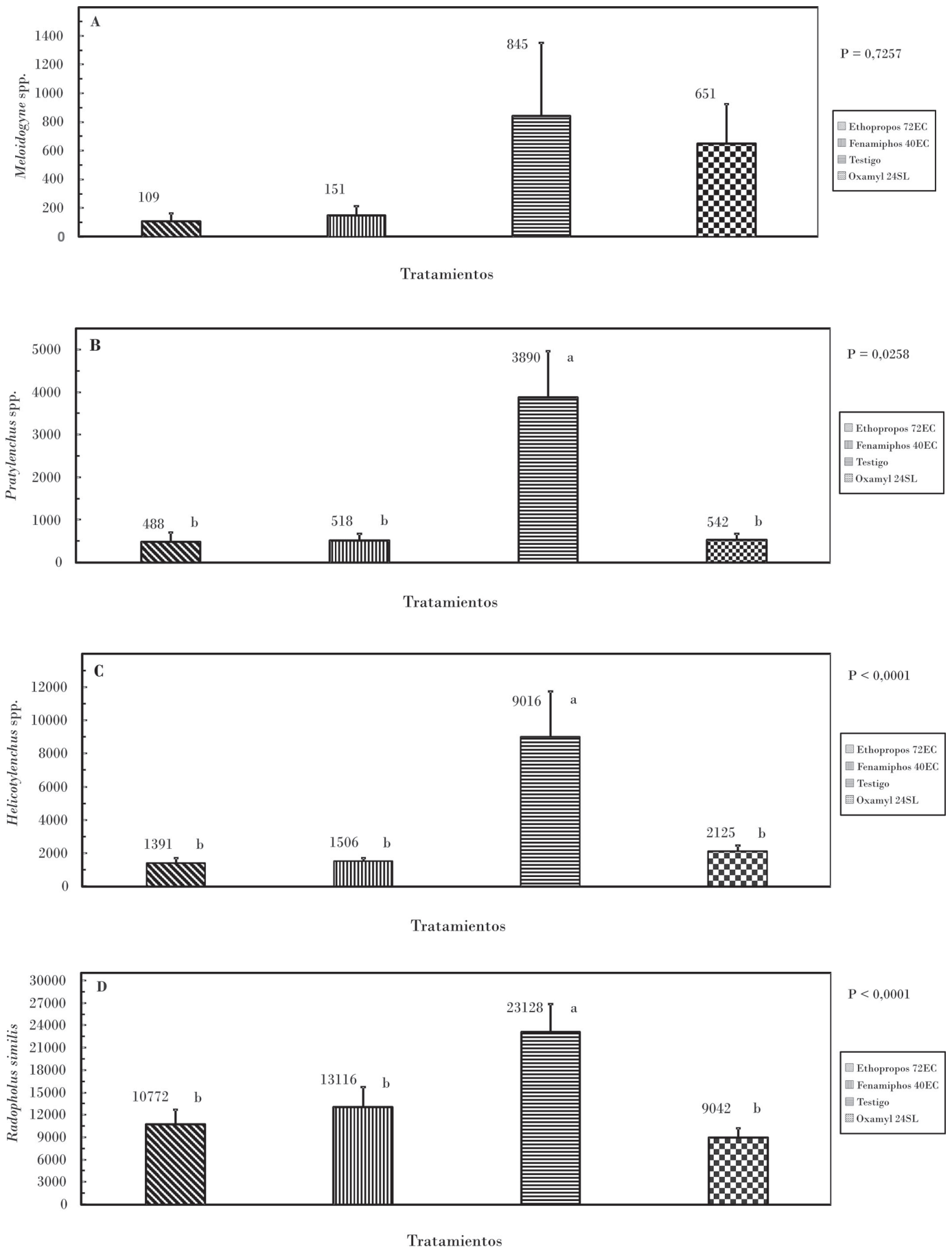


Figura 1A-E. Medias \pm error estándar de peso de raíces y follaje, altura de planta, número de hojas por planta y diámetro del tallo en plantas de banana *in vitro* (*Musa* AAA cv. Grande Naine) cultivadas en macetas en un suelo franco arenoso sin esterilizar de una plantación bananera infestada de nematodos. Cada maceta fue inoculada con 509 ± 47 *Radopholus similis* y tratadas con 100 mL de solución de diferentes nematicidas a 100 ppm. Cada barra es la media \pm error estándar de 12 repeticiones.

Figure 1A-E. Means \pm standard error of roots and foliage weigh, plant height, number of leaves per plant and stem diameter in *in vitro* banana plants (*Musa* AAA cv. Grande Naine) grown in pots on an unsterilized sandy loam of a banana plantation infested with nematodes, which were inoculated with 509 ± 47 *Radopholus similis*, and treated with 100 ml of solution of different nematicides at 100 ppm. Each bar is the mean \pm standard error of 12 repetitions.



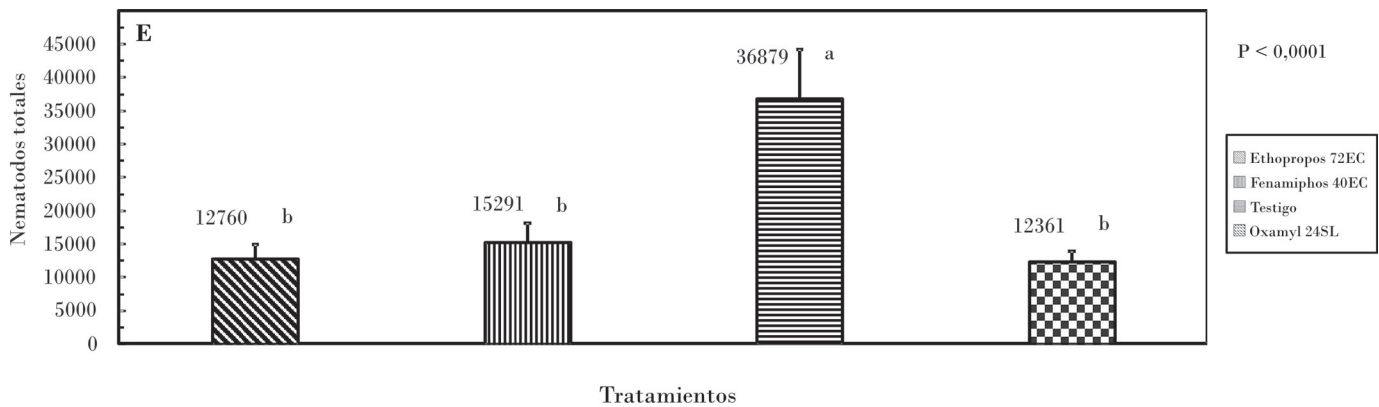


Figura 2A-D. Número de nematodos por 100 g de raíces en plantas de banano *in vitro* (*Musa* AAA cv. Grande Naine) cultivadas en macetas en un suelo franco arenoso sin esterilizar de una plantación bananera infestada de nemátodos. Cada maceta fue inoculada con 509 ± 47 *Radopholus similis* y tratadas con 100 mL de solución de diferentes nematicidas a 100 ppm. Cada barra es la media \pm error estándar de 12 repeticiones.

Figure 2A-D. Number of nematodes per 100 g of roots in *in vitro* banana plants (*Musa* AAA cv. Grande Naine) grown in pots on an unsterilized sandy loam of a banana plantation infested with nematodes. Each pots was inoculated with 509 ± 47 *Radopholus similis* and treated with 100 ml of solution of different nematicides at 100 ppm. Bars are the mean \pm standard error of 12 repetitions.

DISCUSIÓN

Como ambos experimentos se realizaron en suelo sin esterilizar de una plantación comercial de banano infestada con nemátodos, al final del experimento se detectaron los géneros *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp. y *Radopholus similis*, todos ellos anteriormente reportados en el cultivo en Costa Rica (Araya y Moens, 2005) y patógenos comunes de las raíces del banano a nivel mundial (Quénéhervé 2008, Gowen *et al.*, 2005).

Con excepción de la altura de planta, que fue similar para todos los tratamientos, las otras variables vegetativas se vieron restringidas por la presencia de nemátodos en las plantas testigo, que no fueron tratadas con nematicida. Dichas plantas, siempre presentaron la mayor población de cualquiera de los géneros de nemátodos identificados. Los nemátodos identificados, *Helicotylenchus* spp. (Orion y Bar-Eyal, 1995), *Meloidogyne* spp. (De Waele y Davide, 1998), *Pratylenchus* spp. (Bridge *et al.*, 1997) y *R. similis* (Orton y Siddiqi, 1973) se comportan como endoparásitos migratorios en la raíz del cultivo, alterando su tejido, crecimiento y funcionamiento, lo que limita la absorción de agua (Wilcox-Lee y Loria, 1987) y nutrientes (Agrios, 2005; Vaast *et al.*, 1998) y consecuentemente la fotosíntesis en los cultivos (Schans, 1991; Melakeberhan y Ferris, 1989; Loveys y Bird, 1973).

La aplicación de cualquiera de los nematicidas evaluados redujo de forma significativa las poblaciones

de *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *R. similis* y nemátodos totales. Estos resultados concuerdan con el efecto nematicida reportado para estas moléculas en banano (Salguero *et al.*, 2016; Bartholomew *et al.*, 2014, Castillo *et al.*, 2010) y para el fenamiphos (Farahat *et al.* 2012, Interián 2010; Walker 2007), ethoprophos (Greco, 2000) y oxamyl (Abo-Elyousr *et al.*, 2010; Olthof, 1989) en otros cultivos. A pesar de que las plantas tratadas con nematicida presentaron menor población de *Meloidogyne* spp. que el testigo, la diferencia no alcanzó a ser significativa, probablemente debido a su reducida población en la comunidad de nemátodos en las unidades experimentales.

Estadísticamente, los tres nematicidas resultaron iguales en el control de cualquiera de los nemátodos detectados. Sin embargo, el fenamiphos y ethoprophos presentaron mayor peso de raíces que las plantas tratadas con oxamyl, y las tratadas con ethoprophos mayor peso de follaje que las tratadas con los otros nematicidas.

Para el control de nemátodos, los tres nematicidas evaluados fueron igualmente efectivos y podrían aplicarse indistintamente. Sin embargo, para su elección debe considerarse que los tres están expuestos al fenómeno de biodegradación (Chin-Pampillo *et al.*, 2015, Hugo *et al.*, 2014, Araya, 2004a; Moens *et al.*, 2004). Por tanto, para decidir es necesario conocer el historial del uso de nematicidas en el área a tratar

para rotar los ingredientes activos de manera que se prevenga su biodegradación. La aplicación se hizo en drench y concuerda con la eficacia reportada de estos productos cuando se han usado en sistemas de riego por goteo en piña en Hawaii (Sipes, 1997; Sipes y Schmitt, 1995; Schneider *et al.*, 1992; Apt y Caswell, 1988; Rohrbach y Apt, 1986) y que hoy día también se práctica en muchos cultivos con riego por goteo en campo abierto y en invernadero. Los resultados sugieren que los tres nematicidas podrían emplearse para el control de nemátodos tanto en aplicaciones en drench como en riego por goteo.

CONCLUSIONES

- Los tres nematicidas evaluados fueron igualmente efectivos en el control de nemátodos, sin embargo, para su elección debe considerarse el historial del uso de nematicidas en el área a tratar para rotar los ingredientes activos de manera que se prevenga su biodegradación.

REFERENCIAS

- Abo-Elyousr, K.A.; Khan, Z, El-Morsi AM, Abedel-Moneim MF. 2010. Evaluation of plant extracts and *Pseudomonas* spp. for control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomato. *Nematropica* 40: 289-299.
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. Fifth edition. Elsevier Academic Press. 948p.
- Apt, W.J., Caswell EP. 1988. Application of nematicides via drip irrigation. *Annals of Applied Nematology* 2: 1-10.
- Araya, M, Moens T. 2005. Parasitic nematodes on *Musa* AAA (Cavendish subgroup, cvs Grande Naine, Valery and Williams), en Banana root system: towards a better understanding for its productive management, proceedings of an international symposium, p. 201-223. INIBAP, Montpellier, France.
- Araya, M. 2004a. La biodegradación acelerada de nematicidas no fumigantes en plantaciones comerciales de banano (*Musa* AAA), en XVI Reunión ACORBAT, p. 113-125, Oaxaca, México.
- Araya, M. 2004b. Inyección de Vydate y Nema-cur en el pseudotallo de los hijos de sucesión de banano (*Musa* AAA) para el control de nemátodos. *CORBANA* 30(57): 59-75.
- Araya, M, Lakhi A. 2004. Response to consecutive nematicide applications using the same product in *Musa* AAA, cv. Grande Naine originated from *in vitro* propagative material and cultivated on a virgin soil. *Nematologia Brasileira* 28(1): 55-61.
- Araya, M. 2002. Metodología utilizada en el laboratorio de nematología de CORBANA S.A. para la extracción de nemátodos de las raíces de banano (*Musa* AAA) y plátano (*Musa* AAB). *CORBANA* 28(55): 97-110.
- Araya M. 1999. Efecto del Furadan 4F y Vydate 24 % L. aplicados en el pseudotallo de la planta de banano (*Musa* AAA) sobre el rendimiento y las poblaciones de nemátodos. *CORBANA* 24(51): 1-10.
- Bartholomew, E.S., Bratwaite RAI, Isaac WAP. 2014. Control of root-burrowing nematode (*Radopholus similis*) in banana using extracts of *Azadirachta indica* and *Allium sativum*. *Journal of Organic Systems* 9(2): 49-55.
- Bridge, J, Fogain R, Speijer P. 1997. The root lesion nematodes of banana. *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) Filip. y Schu. Stek., 1941. *Pratylenchus goodeyi* Sher y Allen, 1953. *Musa Pest Fact Sheet* No. 2. 4p.
- Castillo, R.J.D., Araya VM, Patiño HLF. 2010. Respuesta a la aplicación de nematicida en banano en la zona de Urabá, Colombia. *Agronomía Mesoamericana* 21(2): 1-11.
- Chin-Pampillo, JS, Carazo-Rojas E, Pérez-Rojas G, Castro Gutiérrez V, Rodríguez-Rodríguez CE. 2015. Accelerated biodegradation of selected nematicides in tropical crop soils from Costa Rica. *Environ Sci Pollut Res* 22: 1240-1249.
- De Waele, D, Davide RG. 1998. The root-knot nematodes of banana. *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949. *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. *Musa pest factsheet* No. 2, 4 p.
- Farahat, A.A., Alsayed AA, El-Beltagi HS, Mahfoud NM. 2012. Impact of organic and inorganic fertilizers on nematode reproduction and biochemical alterations on tomato. *Not Sci. Biol.* 4(1): 48-55.
- Gowen, S.R, Quénehervé P, Fogain R. 2005. Nematode parasites of bananas and plantains, en *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*, p. 611-643. CABI, Publishing. Greco, N, Brandonisio A, Dangelico A. 2000. Control of the potato cyst nematode, *Globoderastochiensis*, with soil solarization and nematicides. *Nematol. Medit.* 28: 93-99.
- Hugo, HJ, Mouton C, Malan AP. 2014. Accelerated microbial degradation of nematicides in vineyard and orchard soils. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 35(1):157-167.
- Interián, IGG. 2010. Evaluación de la efectividad biológica de los productos químicos sintéticos y alternativos para el control del nematodo dorado de la papa (*Globodera rostochiensis* Woll) en Perote, Veracruz. Tesis Ing. Agrónomo Universidad Autónoma de Chapingo, México, 65p.
- Loveys, BR, Bird AF. 1973. The influence of nematodes on photosynthesis in tomato plants. *Physiological Plant Pathology* 3: 525-529.
- Melakeberhan, H, Ferris H. 1989. Impact of *Meloidogyne incognita* on physiological efficiency of *Vitis vinifera*. *Journal of Nematology* 21(1): 74-80.
- Moens, T, Araya M, Swennen R, De Waele D. 2004. Enhanced biodegradation of nematicides after repetitive applications and its effect on root and yield parameters in commercial banana plantations. *Biology and Fertility of Soils* 39(6): 407-414.
- Olthof, Th HA. 1989. Effects of fumigant and nonfumigant nematicides on *Pratylenchus penetrans* and yield of potato. *Supplement to Journal of Nematology* 21(4S): 645-649.
- Orion, D, Bar-Eyal M. 1995. Observations on the life cycle and behavior of *Helicotylenchus multicinctus* in monoxenic culture of *Arabidopsis thaliana*. *Nematropica* 25(1): 67-70.
- Orton, WKJ, Siddiqi MR. 1973. *Radopholus similis*. C.I.H. Description of plant-parasitic-nematodes. Commonwealth Institute of Helminthology, England, No 27, 4p.
- Quénehervé, P. 2008. Integrated management of banana nematodes. En: *Integrated Management of Fruit Crops and Forest Nematodes*, Springer, Pp: 3-61.
- Resh, HM. 1995. Hydroponic food production. A definitive guidebook of soilless food growing methods. Woodbridge Press Publishing Company, California, 527p.
- Robalino, G, Román J, Cordero M. 1983. Efecto del nematicida-insecticida oxamil aplicado al suelo y a las axilas de las hojas del bananero. *Nematropica* 13(2): 135-143.
- Rohrbach, KR, Apt WJ. 1986. Nematode and disease problems of pineapple. *Plant Disease*. 70: 81-87.

- Salguero, D, Rudon G, Blanco R, Moya C, Ramclam W, Medina L, Azoifeifa D, Araya M. 2016. Effect of different nematicide applications per year on banana (*Musa AAA*) root nematode control and crop yield. *Journal of Applied Biosciences* 101: 9598-9609.
- Schans, J. 1991. Reduction of leaf photosynthesis and transpiration rates of potato plants by second-stage juveniles of *Globodera pallida*. *Plant Cell and Environment* 14: 707-712.
- Schneider, RC, Zhang J, Anders MM, Bartholomew DP, Caswell CEP. 1992. Nematicide efficacy, root growth, and fruit yield in drip-irrigated pineapple parasitized by *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Nematology* 24(4): 540-547.
- Sipes, BS. 1997. Pre-plant and post-plant pesticides for nematode control in pineapple. Proc. 2nd Internat. Pineapple Symposium. *Acta Horticulturae* 425: 457-464.
- Sipes, BS, Schmitt DP. 1995. Evaluation of ethoprop and tetrathiocarbonate for reniform nematode control in pineapple. *Supplement to the Journal of Nematology* 27(4S): 639-644.
- Taylor, AL, Loegering WQ. 1953. Nematodes associated with root lesions in Abaca. *Turrialba* 3: 8-13.
- Vaast, Ph, Caswell-Chen EP, Zasoski RJ. 1998. Effects of two endoparasitic nematodes (*Pratylenchus coffeae* and *Meloidogyne konaensis*) on ammonium and nitrate uptake by arabica coffee (*Coffea arabica* L.). *Applied Soil Ecology* 10(1-2): 171-178.
- Walker, GE. 2007. Effects of organic amendments, fertilisers and fenamiphos on parasitic and free-living nematodes, tomato growth and yield. *Nematol. Medit.* 35: 131-136.
- Wilcox-Lee, D, Loria R. 1987. Effects of nematode parasitism on plant-water relations. *Vistas on Nematology*. Society of Nematologists, Inc. p. 260-266.