

Control de *Radopholus similis* en banano (*Musa AAA*) en Chiapas, México

Alejandro Romero¹; Eulogio Ocampo¹; Juan Delgado²; Eduardo Salas³; César Guillen⁴; Mario Araya^{5*}

¹AMVAC México; ²LIFE-RID-AMVAC Costa Rica; ³Catedrático Escuela Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Costa Rica;

⁴profesor Universidad de Costa Rica; ⁵AMVAC Chemical Corporation.

***Autor de
Correspondencia:**
Mario Araya
marioa@amvac.com

Contribución:
Tecnológica

Sección:
Fitosanidad

Recibido:
15 Diciembre, 2023

Aceptado:
15 Enero, 2024

Publicado:
16 Abril, 2024

Cita:
Romero A, Ocampo E,
Delgado J, Salas E, Guillen
C y Araya M. 2024. Control
de *Radopholus similis* en
banano (*Musa AAA*) en
Chiapas, México. *Acorbat
Revista de Tecnología y
Ciencia* 1(1): 60
<https://doi.org/10.62498/AR>
TC.2460

RESUMEN

En un diseño de bloques al azar con 5 repeticiones, se evaluó el efecto de la aplicación de Counter® 15GR-tebufos, Mocap® 15GR-ethoprofos y un testigo sin aplicación en el control de *Radopholus similis* y la recuperación del sistema radical en dos plantaciones comerciales de banano (*Musa AAA*) en Chiapas, México. A los 60 días de su aplicación, ambos productos redujeron ($P < 0,0001$) el número de *R. similis* en ambos experimentos, difiriendo del testigo. El Counter® lo redujo ($P < 0,0001$) en 86 y 75% y el Mocap® en 93 y 96% en el Exp I y II, respectivamente, mientras en el testigo, en el Exp I, aumentó ($P = 0,0051$) la población en un 101% y en Exp II, hubo una reducción no significativa del 17%. En ambos experimentos, la aplicación de los productos aumentó el porcentaje de raíces sanas.

Palabras clave: control de nematodos, control químico, raíces sanas, raíces muertas, raíces necrosadas, Fitosanidad.

ABSTRACT

In a completely randomized block design with 5 repetitions, the effect of the application of Counter® 15GR-terbufos, Mocap® 15GR-ethoprophos and untreated control was evaluated for *Radopholus similis* control and the recovery of the root system in two commercial banana plantations (*Musa AAA*) at Chiapas, Mexico. At 60 days after application, both products reduced ($P < 0.0001$) the number of *R. similis* in both experiments, differing from the untreated. Counter® reduced it ($P < 0.0001$) by 86 and 75% and the Mocap® by 93 and 96% in Exp I and II, respectively, while in the untreated, in Exp I it increased ($P = 0.0051$) the population by 101% and in Exp II there was a non-significant reduction of 17%. In both experiments, the application of the products increased the percentage of healthy roots.



Control de *Radopholus similis* en banano (*Musa AAA*) en México

Alejandro Romero¹; Eulogio Ocampo¹; Juan Delgado²; Eduardo Salas³; César Guillen⁴; M

¹AMVAC México; ²LIFE-RID-AMVAC Costa Rica; ³Catedrático Escuela Ciencias Agrarias Universidad Nacio
⁴profesor Universidad de Costa Rica; ⁵AMVAC Chemical Corporation.

***Autor de
Correspondencia:**
Mario Araya
mariaa@amvac.com

Contribución:
Tecnológica

Sección:
Fitosanidad

Recibido:
15 Diciembre, 2023

Aceptado:
15 Enero, 2024

Publicado:
16 Abril, 2024

Cita:
Romero A, Ocampo E,
Delgado J, Salas E, Guillen
C y Araya M. 2024. Control
de *Radopholus similis* en
banano (*Musa AAA*) en
Chiapas, México. *Acorbat
Revista de Tecnología y
Ciencia* 1(1): 60
[https://doi.org/10.62498/AR
TC.2460](https://doi.org/10.62498/AR
TC.2460)



RESUMEN

En un diseño de bloques al azar con 5 repeticiones, se evaluó el efecto de Counter® 15GR-tebufos, Mocap® 15GR-ethoprofos y un testigo sin aplicación de *Radopholus similis* y la recuperación del sistema radical en dos plantaciones de banano (*Musa AAA*) en Chiapas, México. A los 60 días de su aplicación, ambos redujeron ($P < 0,0001$) el número de *R. similis* en ambos experimentos, difiriendo. El Counter® lo redujo ($P < 0,0001$) en 86 y 75% y el Mocap® en 93 y 96% en Chiapas, México, respectivamente, mientras en el testigo, en el Exp I, aumentó ($P = 0,0051$) la población de *R. similis* en 101% y en Exp II, hubo una reducción no significativa del 17%. En ambos experimentos la aplicación de los productos aumentó el porcentaje de raíces sanas.

Palabras clave: control de nematodos, control químico, raíces sanas, raíces necrosadas, Fitosanidad.

ABSTRACT

In a completely randomized block design with 5 repetitions, the effect of the Counter® 15GR-terbufos, Mocap® 15GR-ethoprophos and untreated control was evaluated for *Radopholus similis* control and the recovery of the root system in two commercial plantations (*Musa AAA*) at Chiapas, Mexico. At 60 days after application, both reduced ($P < 0.0001$) the number of *R. similis* in both experiments, differing from each other. Counter® reduced it ($P < 0.0001$) by 86 and 75% and the Mocap® by 93 and 96% in Chiapas, Mexico, respectively, while in the untreated, in Exp I it increased ($P = 0.0051$) the population of *R. similis* in 101% and in Exp II there was a non-significant reduction of 17%. In both experiments the application of the products increased the percentage of healthy roots.

Keywords: chemical control, nematode control, healthy roots, necrotic roots, phytosanity.

Keywords: chemical control, nematode control, healthy roots, necrotic roots, dead roots, phytosanitary.

INTRODUCCIÓN

El banano y plátano son un alimento básico y aportan carbohidratos para la mayor parte de la población. En México se cultivan más de 81000 hectáreas con musáceas (SIAP 2021). Su producción es parte de la seguridad alimentaria del país, proporciona ingresos para muchos agricultores y contribuye en la generación de empleo agrícola.

Dentro de los problemas que afronta su producción, los nematodos parásitos de las raíces, que se encuentran distribuidos en todos los países donde se cultiva, son su principal plaga en el sistema radical (Gowen, 1995; Volcy, 2011; Guzmán, 2011; Nega, 2015; Stirling, 2023). En México se reporta en *Musa* la presencia de *Radopholus similis*, *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Hoplolaimus*, *Xiphinema*, *Tylenchus*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne arenaria*, *Criconea* spp. y *Helicotylenchus multicinctus* (Adriano et al., 2008; Lara et al., 2016).

Lo frecuente es que *R. similis* sea el nematodo más abundante. Los daños de *Radopholus similis* sobre el sistema radical pueden reducir la absorción de agua y nutrientes lo cual puede retardar la emisión foliar, alargar el periodo vegetativo del cultivo, reducir el peso de los racimos y favorecer el volcamiento de las plantas lo que conlleva pérdidas en productividad (Guzmán, 2011; Jaramillo et al. 2019, Chávez et al. 2020, Medina et al., 2022). Por tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el control de dicho nematodo con dos nematicidas no fumigantes disponibles en el mercado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos en plantaciones comerciales de banano (*Musa* AAA cv. Grande Naine) infectadas de nematodos y localizadas una en el municipio de Tapachula y el otro en Huehuetán ambos del estado de Chiapas México. Los suelos fueron clasificados taxonómicamente como Luvisol de textura franco arcillosa (53% arena, 20% limo, 27% arcilla Exp I, 50% arena, 21% limo, 29% arcilla Exp II) con un pH de 5,3 y 5,4 y un 1,5% y 1,7% de materia orgánica, respectivamente. Las prácticas agrícolas normales de fertilización, control de Sigatoka negra, control de arvenses, deshija, protección de racimo y cosecha se realizaron de forma estandarizada en cada una de las fincas.

En cada finca se seleccionaron 1,5 hectáreas que fueron divididas en 15 parcelas cada una de 1000 m² con 120-150 unidades de producción. Se evaluaron tres

tratamientos; el testigo sin aplicación, la aplicación de Counter® 15GR (terbufos-biodac AMVAC) y el Mocap® 15GR (Ethoprop-biodac AMVAC) a razón de 30 g de producto comercial por hijo en un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. La aplicación del Counter® y Mocap® se hizo con la bomba de espalda granuladora manual Swissmex específica para dichos productos calibrada a la dosis evaluada por punto de aplicación, depositando los productos sobre la superficie del suelo húmedo, de la base del pseudotallo hasta 40 cm en semicírculo, dirigido al hijo de sucesión con la rodaja limpia.

Para estimar la población de *R. similis* y el daño causado a las raíces, se excavó un hoyo de 20 cm de longitud, 20 cm de ancho y 30 cm de profundidad (volumen total de 12 L de suelo) en la base del pseudotallo del hijo de sucesión de entre 1,5 y 2,5 m de altura de plantas recién florecidas o prontas a florecer. De cada hoyo, se colectaron todas las raíces presentes y se colocaron en bolsas plásticas marcadas con el tratamiento y repetición. Cada muestra se conformó por las raíces de cuatro hijos en cada una de las parcelas experimentales. Se realizó un monitoreo pre-aplicación y luego otro a los 60 días de aplicados los tratamientos. Para la evaluación de raíces, se lavó la muestra proveniente de campo y se separó en muertas (raíces podridas por exceso de humedad o por patógenos de suelo), sanas (raíces blancas, cremosas, sin síntomas de daño por nematodos) y necrosadas (raíces con coloraciones pardo-rojizas). Se dejó secar la humedad superficial de cada muestra y se pesó en una balanza Cas precisión 5 kg $\pm$ 1 g. Con dichos pesos se calculó el porcentaje de cada tipo de raíz por hijo.

Las raíces sanas y necrosadas se picaron en trozos de 1 a 1,5 cm se homogenizaron y 25 g fueron seleccionados al azar para la extracción de nematodos por el método de macerado y filtrado (Hooper et al. 2005). Los 25 g se colocaron en una licuadora con 200 ml de agua, se licuó por 30 segundos y la solución se filtró a través de tamices. Posteriormente, con la ayuda de una piseta los nematodos retenidos en el último tamiz (400 mesh) fueron transferidos a un beaker hasta completar 20 ml. Los nematodos se identificaron a nivel de género y especie, cuando fue posible, con base en las características morfológicas al microscopio óptico, siguiendo la clave de Siddiqi (2000). El nematodo predominante fue *R. similis* (> 96%) y se expresó su población en número de individuos por 100 g de raíces.

Los porcentajes de raíces antes de la aplicación del tratamiento y a los 60 días post aplicación se sometieron a un ANOVA mediante Proc GLM de SAS y separación de medias mediante la prueba LSD. El número de *R. similis* se analizó con modelos lineales generalizados, utilizando la transformación logarítmica como función de enlace y la distribución binomial negativa de los errores para cada muestreo. Luego por

ANOVA se comparó en cada tratamiento los porcentajes de raíces y la cantidad de *R. similis* pre-aplicación vs a los 60 días post aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al establecimiento del experimento los porcentajes de raíces muertas, sanas y necrosadas por hijo fueron similares ($P > 0,0578$) entre tratamientos en ambos experimentos. La cantidad de raíces muertas fluctuó entre 16,2 y 21,5 y entre 4,7 y 9,7%, las sanas entre 34,5 y 46,5 y entre 42,2 y 44,5% y las necrosadas entre 32,0 y 45,2% y entre 46,5 y 53,0% por hijo en el Exp I y Exp II, respectivamente (Figura 1A-C). El número de *R. similis* fue menor ($P = 0,0152$) en el testigo en el Exp I con 6200 vs 13200 y 15800 en los hijos que se iban aplicar con nematicida y similar ($P = 0,6159$) entre tratamientos en el Exp II (Figura 1D) donde fluctuó entre 13800 y 19000 por 100 g de raíces por hijo.

A los 60 días de aplicados los productos, se evidenció un aumento ($P = 0,0115$) en el porcentaje de raíces muertas por hijo en las plantas testigo en el Exp I con 24% vs 9,5% en los hijos aplicados con Counter® 15GR y 11,7% en los aplicados con Mocap® 15GR, mientras en el Exp II fue similar ($P = 0,2728$) entre tratamientos, variando entre 9,0 y 21,2%. El porcentaje de raíces sanas por hijo aumentó ($P < 0,0459$) en aquellos aplicados con nematicida en ambos experimentos, mientras en los hijos sin aplicación se mantuvo prácticamente igual. Dichos porcentajes variaron en el Exp I entre 41 y 69,7% y en el Exp II entre 40,5 y 66,8%. Los porcentajes de raíces necrosadas fueron similares ($P > 0,1828$) entre tratamientos en ambos experimentos y variaron entre 20,7 y 35,0% en el Exp I y entre 24,2 y 38,2% en el Exp II. Las poblaciones de *R. similis* disminuyeron ($P < 0,0001$) en los hijos aplicados con nematicida en ambos experimentos y sus poblaciones oscilaron entre 950 y 12600 y entre 750 y 11500 por 100 g de raíces por hijo en el Exp I y Exp II, respectivamente (Figura 1D).

Cuando se comparó el efecto en cada tratamiento (0 vs 60 días), en el Exp I se encontró que a los 60 días de aplicados los productos, el Counter® 15GR redujo ($P = 0,0380$) en 56% el porcentaje de raíces muertas, el Mocap® 15GR la disminuyó en 28%, pero sin alcanzar a ser significativa ($P = 0,3397$) y en el testigo se aumentó en un 18% sin alcanzar la diferencia a ser significativa (Figura 1A). En el Exp II, en todos los tratamientos aumentó el % de raíces muertas siendo significativo ($P = 0,0448$) en el testigo con un incremento del 348%. El porcentaje de raíces sanas aumento con la aplicación de nematicida en ambos experimentos. El Counter® 15GR la incrementó

($P=0,0152$) en 50% en el Exp I, y en el Exp II el incremento no significativo fue de un 21%. La aplicación de Mocap® 15GR resultó en un aumento del 39% ($P=0,0315$) en el Exp I y del 50% ($P=0,0791$) en el Exp II. El porcentaje de raíces necrosadas disminuyó en los tres tratamientos en ambos experimentos, siendo significativa en Mocap® 15GR con 51% ($P=0,0387$) en el Exp II. En ambos experimentos los nematicidas redujeron ($P<0,0001$) la población de *R. similis*. El Counter® 15GR la disminuyó en 86 y 75% y el Mocap® 15GR en 93 y 96% en el Exp I y II, respectivamente, mientras en el testigo aumentó en 103% ($P=0,0051$) en el Exp I y en el Exp II hubo una leve reducción del 17%.

El nematodo detectado *R. similis* es reconocido como la principal plaga de las raíces del banano (Gowen et al., 2005; Quénéhervé, 2008; Dubois y Coyne, 2011; Volcy, 2011; Guzmán 2011; Sikora et al., 2018) y coincide con lo reportado en México (Adriano et al., 2008; Lara et al., 2016). La alta población de *R. similis* se ve favorecida por el sistema de producción del banano, que, si bien es un cultivo anual, su producción es en monocultivo perenne. *Radopholus similis* es un endoparásito migratorio que causa lesiones necróticas a lo largo de toda la raíz; en la epidermis, parénquima cortical y cilindro vascular (Volcy 2011, Guzmán 2011, Sikora et al. 2018).

La reducción en la población de *R. similis* con la aplicación de nematicida de 75 a 96% coincide con resultados de Araya y Cheves (1997a, 1997b), quienes informaron reducciones del 22 al 63% para dicho nematodo. Dichos resultados también concuerdan con publicaciones de Ecuador, donde Jaramillo et al. (2019) reportaron reducciones entre 20 y 49% y Chávez et al. (2020), disminuciones de entre 22 y 49 % en *R. similis*. Dichas reducciones también son congruentes con resultados de Salguero et al. (2016) en Belize, quienes registraron disminuciones del 33 a 47% en *R. similis* y con Castillo et al. (2010) en Colombia, quienes encontraron disminuciones entre 24 y 37% para *R. similis*.

Paralelamente a la reducción significativa de *R. similis* en los tratamientos con nematicida, se registró menor porcentaje de raíces muertas y necrosadas, y un mayor porcentaje de raíces sanas. Las poblaciones iniciales de *R. similis* superaban los umbrales económicos establecidos en el cultivo. Esto se evidenció con la recuperación del sistema radical a los 60 días post aplicación. Los resultados sugieren que la aplicación de ambos nematicidas son una opción para el control de nematodos en banano para prevenir pérdidas en producción.

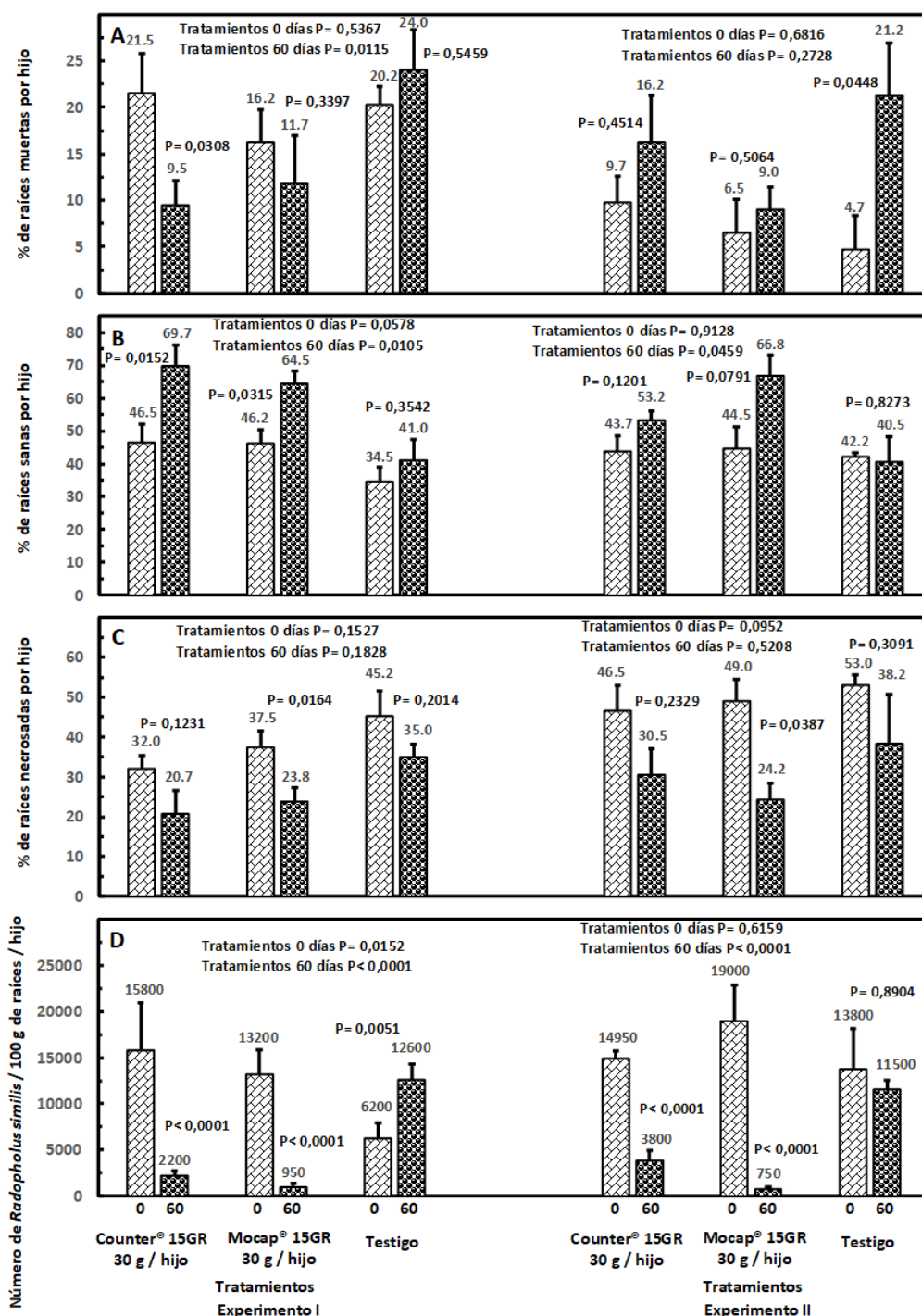


Figura 1. A-D. Porcentaje de raíces muertas (A), sanas (B) y necrosadas (C) por hijo y número de *Radopholus similis* por 100 g de raíces (D) por hijo en plantas de banano (*Musa* AAA cv. Grande Naine) tratadas o sin tratar (testigo) con nematocida. Cada barra es la media $\pm$ error estándar de 5 repeticiones y en cada repetición la muestra procedió de las raíces de 4 hijos de sucesión.

En Costa Rica se han encontrado aumentos en rendimiento con el control de nematodos que oscilaron entre 18 y 27% (Medina et al. 2022). Gowen y Quénéhervé (1990), mencionaron aumentos hasta del 267%, Gowen (1995) hasta del 275% y Stanton y Pattison (2000) del 46%. Quénéhervé et al. (1991), indicaron aumentos en producción entre 463 y 1328 cajas (8,4-24,1 tm) en Costa de Marfil, Pattison et al. (1999) reportaron incrementos entre 655 a 953 cajas de 13 kg (8.5 - 12.3 tm) en Australia, Salguero et al. (2016) encontraron incrementos entre 545 y 832 cajas de 18,14 kg (9,9-15,1 tm) en Belize, Jaramillo et al. (2019), mencionaron incrementos entre 545 y 1158 cajas de 18,14 kg (9,9 - 21 tm) en Ecuador, Chávez et al. (2020), reportaron aumentos entre 226 y 730 cajas de 18,14 kg (4,0 a 13,2 tm) también en Ecuador y Araya y Lakhi (2004) citaron aumentos de 1245 cajas de 18,14 kg (22,6 tm) por hectárea por año, controlando nematodos mediante la aplicación de nematicidas químicos en Costa Rica. Es decir que, si hay presencia de nematodos y su población supera el umbral económico, la aplicación de opciones de control que reduzcan la población y conlleven la recuperación del sistema radical, van a redundar en aumentos de producción.

CONCLUSIONES

La aplicación de ambos nematicidas redujo las poblaciones de *R. similis* y aumento el porcentaje de raíces sanas en ambos experimentos.

REFERENCIAS

1. Adriano AML, Herrera LD, Albores FV, Salvador FM, Velasco ZME. 2008. Nematodos endorrizosféricos del banano (*Musa* AAA. Subgrupo Cavendish) clon Grande Naine en el Socunusco, Chiapas, México. Revista Mexicana de Fitopatología. 26:147-152.
2. 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.
3. Araya M, Cheves A. 1997a. Efecto de cuatro nematicidas sobre el control de nematodos en banano (*Musa* AAA). CORBANA, 22:35-48.
4. Araya M, Cheves A. 1997b. Comparación de tres diferentes formulaciones comerciales de Terbufos en el combate de nematodos, la recuperación del sistema radicular y en el rendimiento del banano (*Musa* AAA). CORBANA, 22:9-22.
5. Castillo RJD, 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.

6. Chávez C, Rubio D, Tobar M, Salas E, Araya M. 2020. Number of nematicide cycles per year on banana (*Musa* AAA cv Valery) root nematode control and crop yield. *International Journal of Science and Research*, 9(7):1651-1663.
7. Dubois T, Coyne DL. 2011. Integrated pest management of banana. Pp:121-144. En: Pillay M, Tenkouano A. eds. *Banana breeding progress and challenges*. CRC Press Taylor & Francis Group.
8. Gowen S. 1995. Pests. En: Gowen, S. (eds). *Bananas and Plantains*. Chapman and Hall, London. Pp. 382-402.
9. Gowen SR, Quénéhervé P, Fogain R. 2005. Nematode parasites of bananas and plantains. En: Luc M, Sikora RA, Bridge J. eds. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, CAB International. Pp:617-643.
10. Gowen SR, Quénéhervé P. 1990. Nematode parasites of bananas, plantains, and abacá. En: Luc M, Sikora RA, Bridge J. (eds.). *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*, CAB International, UK. Pp. 431-460.
11. Guzmán POA. 2011. El nematodo barrenador (*Radopholus similis* (Cobb) Thorne) del banano y plátano. *Luna Azul* 33: 137-153.
12. Hooper DJ, Hallmann J, Subbotin SA. 2005. Methods for extraction, processing and detection of plant and soil nematodes. En Luc M, Sikora RA, Bridge J. eds. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. 2^{ed} CABI, UK. Pp: 53-86.
13. Jaramillo J, Vintimilla M, Rubio D, Soto G, Tobar M, Salas E, Araya M. 2019. Effect of nematicide rotation on banana (*Musa* AAA cv. Williams) root nematode control and crop yield. *Agronomía Colombiana* 37(2):184-196.
14. Lara PSV, Núñez SAE, López LD, Carrión G. 2016. Nematodos fitoparásitos asociados a raíces de plátano (*Musa acuminata* AA) en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 34:116-130.
15. Nega GG. 2015. A review on biology and management of *Radopholus similis*. *Advances in Life Science and Technology* 36:91-95.
16. Pattison T, Santon J, Versteeg C. 1999. Nematicides: are they worth it? *Bananatopics*, 27:11-13.
17. Quénéhervé P. 2008. Integrated management of banana nematodes. En: Ciancio A, Mukerji KG. eds. *Integrated Management of Plant Pest and Diseases. Integrated Management of Fruit Crops and Forest Nematodes*. Springer. Pp:3-61.
18. Quénéhervé P, Cadet P, Mateille T, Topart P. 1991. Population of nematodes in soil under bananas cv. Poyo, in the Ivory Coast. 5. Screening of nematicides and horticultural results. *Revue Nematol*, 14:231-249.
19. Salguero D, Rudon G, Blanco R, Moya C, Ramclam W, Medina L, Azofeifa 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. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v101i1.4>
20. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2021. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-autosuficiente-en-produccion-de-platano-agricultura-287794>. Consultado 25-11-2023.
21. Sikora R, Coyne D, Quénéhervé P. 2018. Nematode parasites of bananas and plantains. En: Sikora RA, Coyne D, Hallmann J, Timper P. eds. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. 3rd edition, CABI. Pp:617-657.

-
22. Stanton JM, Pattison AB. 2000. Implementing strategic control of nematodes on banana. Final report. Horticultural Research and Development Corporation, Queensland Department of Primary Industries, Queensland Government. March 2000. Project FR96016. Sidney, Australia.
 23. Stirling RG. 2023. Burrowing nematode (*Radopholus similis*), the most important nematode pest of banana in Australia. Plant and soil nematodes. Fact sheet PSN 036.
 24. Volcy C. 2011. Past and present of the nematode *Radopholus similis* (Cobb) Thorne with emphasis on *Musa*: a review. *Agronomía Colombiana* 29(3):433-440.