

Evaluación de un producto nematicida sobre nematodos fitoparásitos del plátano Dominico Hartón (*Musa AAB*)

Evaluation of a nematicide product on parasitic nematodes of the plantain Dominico Harton (*Musa AAB*)

Carolina González Cardona y Manuel Aristizábal Loaiza*

Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Agropecuaria, Colombia.
Autor para correspondencia: manuel.aristizabal@ucaldas.edu.co

Rec.: 23.08.2012 Acept.: 22.10.2014

Resumen

En el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Caldas, Colombia, se evaluó el efecto de las concentraciones 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 16, 32, 64, 96 y 240 ppm de la molécula MCW-2 sobre la mortalidad de poblaciones de nematodos de los géneros *Radopholus*, *Pratylenchus*, *Meloidogyne* y *Helicotylenchus* durante 24, 48 y 72 h de exposición. Como testigo relativo se empleó Carbofurán y como testigo absoluto se utilizó agua. Se usó un diseño al azar, en un arreglo factorial de dos productos, doce concentraciones y tres tiempos de exposición. Los resultados indicaron que los niveles de mortalidad en las concentraciones superiores a 16 ppm fueron mayores con MCW-2 que con Carbofurán; en todas las concentraciones la mortalidad aumentó a medida que el tiempo de exposición fue mayor; *Meloidogyne* fue el género más sensible a MCW-2, mientras que *Pratylenchus* lo fue a Carbofurán; la concentración letal media de MCW-2 para los cuatro géneros de nematodos fue < de 125 ppm y la de Carbofurán varió entre 415 y 715 ppm. Se concluye que MCW-2 constituye una buena opción para el control de nematodos en plátano, aunque es necesario evaluarlo en plántulas en condiciones de campo.

Palabras clave: Dosis-respuesta, *Meloidogyne*, mortalidad, *Radopholus*.

Abstract

To establish the effectiveness of a molecule with nematicida action against parasitic nematode of the plantain, experiments were conducted at the Phytopathology laboratory of the University of Caldas. The effect of concentrations of 0.0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 16.0, 32.0, 64.0, 96.0 y 240.0 ppm of MCW-2 was evaluated on the mortality of populations of nematodes of the genera *Radopholus*, *Pratylenchus*, *Meloidogyne* y *Helicotylenchus* during 24, 48 and 72 h of exposition. As the relative control Carbofuran was used. The absolute control was the treatment with water. A randomized experimental design was used in a factorial arrangement of two products, 12 concentrations and three times of exposure. The levels of mortality at concentrations above 16 ppm were higher with MCW-2 than with Carbofuran and vice versa; that in all of the concentrations mortality increased with the time of exposition; that *Meloidogyne* was the genus most sensitive to MCW-2 while *Pratylenchus* so was to Carbofuran and that the 50% lethal concentration for MCW-2 for the four genera of nematodes was below 115 ppm and to Carbofuran was between 415 and 715 ppm. It was concluded that MCW-2 constitutes a good option to the control of nematodes in plantain, although it necessary to evaluate it on plants growing in plastic bags.

Key words: Dose-response, *Meloidogyne*, mortality, *Radopholus*.

Introducción

En Colombia el cultivo de plátano Dominico Hartón (*Musa AAB*) tiene gran importancia social y económica, por ser un sector tradicional de la economía campesina, con un total de 368392 ha cultivadas, una producción de 2970435 t y un rendimiento de 8.1 t/ha. Además, es uno de los productos fundamentales de la canasta familiar, con amplia distribución geográfica y fuente de trabajo que genera 0.51 empleos/ha por año, equivalentes a 177,853 empleos permanentes para el año 2011 (Belalcázar *et al.*, 1991; Sánchez y Aranzazu, 2000; Martínez *et al.*, 2006; Agronet, 2011). Este cultivo ha sido utilizado fundamentalmente como sombrío del café, pero participa con el 8.1% del total de la producción agrícola nacional y ocupa el quinto lugar en producción después del café, caña de azúcar, banano y flores (Martínez *et al.*, 2006; Agronet, 2011).

Los problemas fitosanitarios más importantes en el cultivo del plátano son las sigatocas negra y amarilla (*Mycosphaerella* spp.) que afectan el follaje, el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) que afecta el cormo y los nematodos fitoparásitos que afectan las raíces y el cormo. Estos últimos han obligado al desarrollo de varios métodos de manejo, desde químicos hasta biológicos, que permiten disminuir los daños que ocasionan (Montiel *et al.*, 1997; Buriticá, 1999; Guzmán y Castaño-Zapata, 2004). La problemática con los nematodos se agrava por la falta de prácticas de cultivo adecuadas, por la siembra de variedades susceptibles y por el desconocimiento técnico sobre el manejo agronómico de éstas; pero principalmente por la utilización de materiales de siembra de baja calidad, la cual propicia la propagación y generalización de los nematodos fitoparásitos (Guzmán, 2011; Palencia *et al.*, 2006).

Los nematodos más frecuentes en plantaciones de plátano son: *Radopholus similis*, *Pratylenchus* sp., *Meloidogyne* sp. y *Helicotylenchus multicinctus*, que son comunes y destructores y se encuentran ampliamente distribuidos en zonas de cultivo a nivel mundial (Guzmán y Castaño-Zapata, 2004). Por lo general, el manejo agronómico de los nematodos se realiza con productos químicos y biológicos,

no obstante algunos estudios indican que este último no es eficaz ni suficiente para reducir sustancialmente las poblaciones de nematodos fitoparásitos en suelo o raíces (González *et al.*, 2009). El manejo químico de los nematodos es más efectivo que el biológico, aunque productos químicos como Aldicarb han sido eliminados del mercado por su alta toxicidad, y otros como Carbofurán son altamente tóxicos para el hombre y el medio ambiente y no son específicos contra dichos patógenos (RDS, 2007; EPA, 2010; Wildlife Direct, 2010).

Recientemente se reportó la existencia de una molécula con acción nematicida sobre el género *Meloidogyne*, conocida como MCW-2 (thiosulfene), un producto sistémico no fumigante que actúa por contacto y causa reducción de la locomoción o parálisis de los nematodos, suprime el consumo de alimentos una hora después del contacto, reduce la capacidad del nematodo para infestar, los huevos no se desarrollan, disminuye la oviposición y la eclosión o impide la sobrevivencia de los juveniles (Schiller *et al.*, 2007). Este producto, sin embargo, aún no ha sido estudiado contra nematodos parásitos del cultivo del plátano, por tanto, es necesario evaluarlo como una nueva molécula con acción nematicida. En este sentido, el presente estudio tiene como objeto evaluar *in vitro* el efecto nematicida de MCW-2 y Carbofurán sobre *Radopholus similis*, *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus multicinctus* y *Meloidogyne* spp., y determinar la concentración letal media (DL50) de cada uno de ellos para estos nematodos.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Caldas, Colombia, y en él se incluyeron los géneros de nematodos fitoparásitos: *Radopholus*, que fue extraído de raíces de plátano Dominico Hartón; *Meloidogyne*, que lo fue de raíces de tomate de aliño; *Pratylenchus*, extraído de raíces de piña; y *Helicotylenchus*, de muestras de suelo donde existían cultivos de plátano.

Extracción de nematodos de las raíces afectadas.

Las raíces extraídas del cultivo fueron lavadas con agua corriente y después de secadas a

temperatura ambiente se procedió a tomar una muestra de 30 g en una balanza analítica (Analytical Plus, Ohaus), seccionada transversalmente en trozos de 1 cm para su homogenización antes de licuarlos con 100 ml de agua para licuarlas tres veces a la revolución más baja durante 10 seg, con intervalos igualmente de 10 seg. La mezcla resultante se pasó en secuencia a través de una columna de tamices con mallas de 710, 250, 106 y 25 μm . La muestra resultante en cada tamiz fue lavada con agua a presión para facilitar el desprendimiento de los nematodos, con excepción del tamiz de 25 μm ya que el material final en éste fue recolectado en tubos de centrifugación con capacidad para 28 ml. Posteriormente, fueron sometidos a 3800 r.p.m. en una centrífuga (Clay Adams) durante 5 min. Como resultado de la centrifugación ocurrió una sedimentación de partículas pesadas en el fondo del tubo y sobrenadante en la parte superior, que fue eliminado. A continuación, los tubos fueron completados con una solución de sacarosa (50%) y nuevamente centrifugados a 3.800 r.p.m. durante 5 min para favorecer la flotación de los nematodos en la solución de sacarosa y separarlos de las partículas más densas. El sobrenadante fue colocado en tamiz de 25 μm y lavado con agua corriente a baja presión para eliminar la sacarosa y evitar el deterioro físico de los nematodos. Finalmente se recogieron 20 ml de agua con nematodos y se colocaron en una caja Petri. La extracción de nematodos de suelo se realizó de manera similar, con omisión del procedimiento de licuado (Araya *et al.*, 1995;). Para el conteo e identificación de los individuos se utilizó un microscopio (Revelation III LW Scientific) y la ayuda de las claves de Mai *et al.* (1996).

Evaluación in vitro de los productos nematicidas.

Para las pruebas de toxicidad se usaron nematodos activos. Las suspensiones de cada género de estos se ajustaron a 50 nematodos/ml de agua destilada (Pinkerton y Kitner, 2006). En cada caja Petri (60 x 15 mm) se colocó 1 ml de cada suspensión de nematodos y se agregaron inmediatamente 10 ml de la concentración correspondiente de MCW-2 ó

de carbofuran, en concentraciones de 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 16, 32, 64, 96 y 240 ppm de cada producto.

Las cajas Petri con los nematodos se incubaron a 28 °C en condiciones de oscuridad. La evaluación de la movilidad de los nematodos se hizo según los tiempos de exposición al producto, los cuales fueron 24, 48 y 72 horas. Para ello, antes de cada evaluación, las cajas Petri fueron agitadas de manera suave para dispersar los individuos; posteriormente se hicieron observaciones en estereoscopio (Leica Zoom 2000), con aumento entre 25 y 30x, colocando las cajas sobre un círculo de papel del mismo diámetro (60 mm), dividido en sectores triangulares. En cada sector se registró el número de nematodos que exhibían movimiento propio; los que no mostraban movimiento se tocaron suavemente con un filamento y si reaccionaban se registraban como nematodos activos; aquellos que no mostraron movilidad fueron individualmente extraídos de esta solución y dejados en agua destilada estéril en cajas Petri por 24 h en condiciones de oscuridad. Una vez transcurrido este tiempo, se realizó nuevamente la evaluación de movilidad como se describió antes, los nematodos que finalmente no mostraron movilidad se registraron como individuos muertos (Pinkerton y Kitner, 2006).

Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental completamente al azar, en un arreglo factorial de dos productos nematicidas, 11 concentraciones para cada uno y tres tiempos de exposición de los nematodos a cada concentración, más un testigo absoluto, para un total de 69 tratamientos, con cuatro repeticiones y cincuenta nematodos por repetición (Cuadro 1). Cada género de nematodo fue evaluado separadamente y en los cuatro géneros estudiados se hicieron registros de porcentaje de mortalidad y de movilidad. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y para la separación de efectos principales se realizaron pruebas de comparación de Tukey a un nivel de probabilidad del 5%, mediante el empleo del programa Statistical Analysis System (SAS, 2009). Con los datos de mortalidad promedio en cada una de las concentraciones

de ambos productos y mediante la técnica de regresión simple, se calculó la concentración letal media para cada género de nematodo estudiado.

Resultados y discusión

El análisis de varianza para el efecto nematocida (número de individuos muertos) mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los productos evaluados, las concentraciones y los tiempos de exposición en cada uno de los géneros de nematodos estudiados. Las interacciones producto x concentración, producto x tiempo de exposición y concentración x tiempo de exposición mostraron igualmente efectos significativos, lo cual indica que la acción nematocida de los productos empleados depende de la concentración y del tiempo de exposición (Cuadro 1), lo que se confirma por los altos coeficientes de determinación ($R^2 > 0.9$) encontrados.

Efecto nematocida de MCW-2 y Carbofurán

En concentraciones > 64 ppm la acción de MCW-2 fue mayor que la de Carbofurán ($P < 0.05$); por el contrario, en concentraciones de 32 ppm o menores la respuesta fue inversa, excepto en *Meloidogyne*, ya que en este género la mortalidad con MCW-2 fue igual o mayor que la obtenida con Carbofurán (Figura 1B).

La concentración más alta de MCW-2 (240 ppm) causó mortalidades del 100% (Figuras 1A, C y D), excepto en *Meloidogyne* que experimentó el mismo nivel de mortalidad con una concentración de 64 ppm. Esto indica que dicho grupo de nematodos es más sensible a la acción del producto. Para alcanzar porcentajes de mortalidad superiores a 50% en los géneros de nematodos *Radopholus*, *Pratylenchus* y *Helicotylenchus* fue necesario emplear concentraciones superiores a 64 ppm.

Las concentraciones de Carbofurán causaron bajos niveles de mortalidad en los géneros de nematodos evaluados, alcanzando valores máximos de 30% de mortalidad con la concentración más alta del producto (240 ppm), cuando fue aplicado a los géneros *Pratylenchus* y *Helicotylenchus* (Figura 1C y D). No obstante, cuando el producto se utilizó en altas concentraciones incrementó su acción nematocida pero, como se sabe, también aumenta su acción tóxica para los humanos y el medio ambiente. Este producto tiene una de las más altas toxicidades agudas para los seres humanos, sólo Aldicarb y Paration son más tóxicos. Una cantidad mínima (1 ml) de Carbofurán puede ser fatal, ya que sus efectos tóxicos se deben a su actividad como inhibidor de la colinesterasa por lo cual es

Cuadro 1. Análisis de varianza (cuadrados medios) para el efecto nematocida (individuos muertos) de dos productos químicos en diferentes concentraciones y tiempos de exposición en cuatro géneros de nematodos fitoparásitos.

Fuente de variación	G.L	Géneros			
		<i>Radopholus</i>	<i>Meloidogyne</i> ^a	<i>Pratylenchus</i>	<i>Helicotylenchus</i>
Modelo	44	653.1**	328.2**	653.1**	615.7**
Producto (P)	2	1225.7**	635.5**	896.3**	841.9**
Concentración (C)	9	1734.1**	74.4**	1950.3**	1815.9**
Tiempo (T)	2	275.8**	130.3**	130.6**	190.2**
P x C	9	1041.9**	519.7**	962.2**	908.2**
P x T	4	42.9**	106.4**	15.6*	24.6**
C x T	18	32.2**	72.2**	22.6**	22.8**
Error	21	6.7	6.9	4.9	5.0
R2		0.951	0.905	0.9	0.961
C.V. (5%)		31.2	95.9	27.9	30.7

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

a. Los grados de libertad (G.L.) para este género son siete ya que se emplearon ocho concentraciones de los productos.

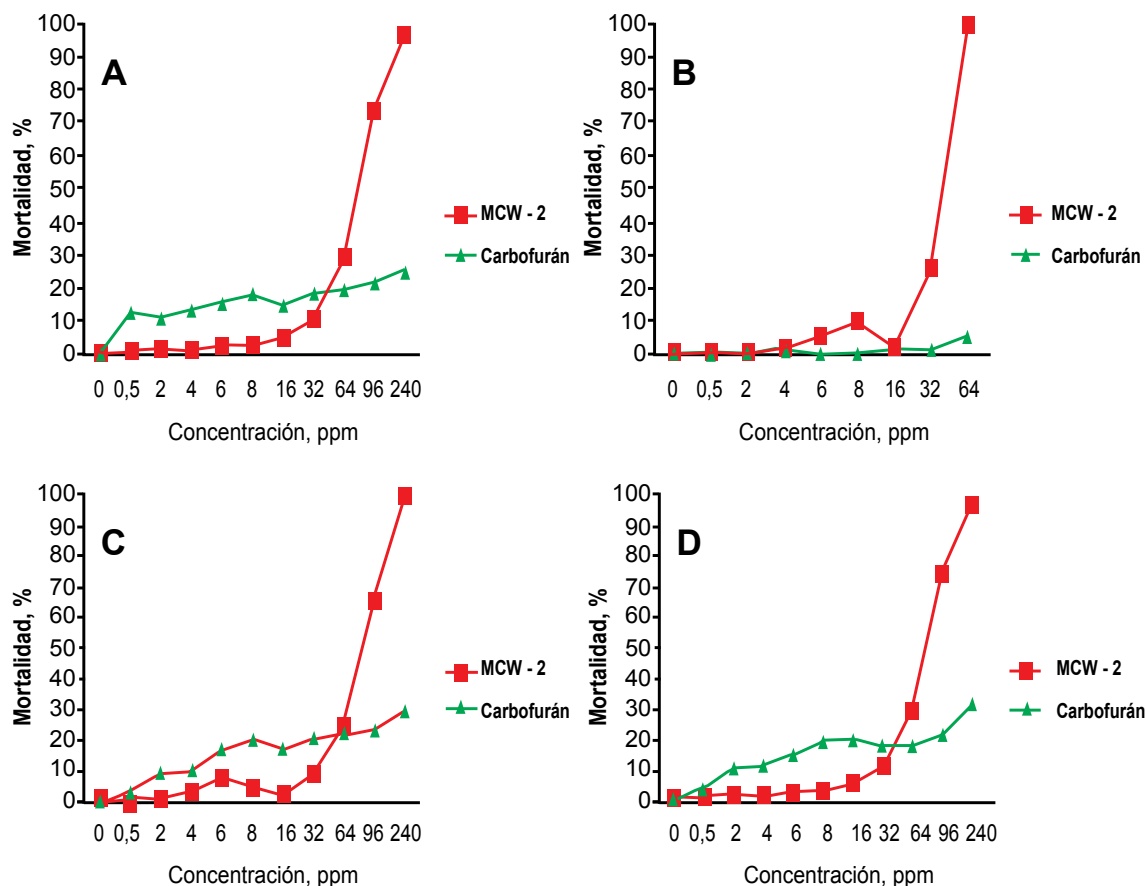


Figura 1. Efecto in vitro de diferentes concentraciones de MCW-2 y Carbofurán sobre la mortalidad de poblaciones de nematodos fitoparásitos. (A) *Radopholus*, (B) *Meloïdogyne*, (C) *Pratylenchus* y (D) *Helicotylenchus*.

considerado un plaguicida neurotóxico (Bayer, 2003; FMC, 1995).

Arboleda *et al.* (2010) al evaluar el efecto in vitro de extractos acuosos de raíces, tallos, hojas y frutos de higuera (*Ricinus communis* L.) en concentraciones de 25%, 50% y 100% vs. Carbofurán en dosis de 330 ppm sobre el nematodo barrenador *R. similis*, encontraron después de 48 h, un mejor efecto de los primeros en concentración de 100% con valores de control que variaron entre 67% y 73%.

Los resultados en este estudio muestran que MCW-2 es más eficiente que Carbofurán para reducir las poblaciones de nematodos fitoparásitos, especialmente cuando es empleado a relativas altas concentraciones; por otra parte, su uso en concentraciones < 240 ppm no es eficiente como nematocida y en dosis más altas es tóxico para los humanos y contaminante del medio ambiente.

Efectos sobre *Radopholus*

Tanto para Carbofurán como para MCW-2, el aumento en el tiempo de exposición en cada concentración del producto significó incrementos en el porcentaje de mortalidad de *Radopholus*. Esa tendencia fue particularmente sostenida cuando la concentración de ambos productos fue de 16 ppm o mayor. En ningún tiempo de exposición la mortalidad con Carbofurán fue > 30% en las concentraciones empleadas. Con MCW-2 se alcanzó una mortalidad mayor que 50% cuando los nematodos fueron expuestos durante 48 h a una concentración de 96 ppm. La máxima mortalidad alcanzada con este producto fue de 99% con una exposición de 72 h a una concentración de 240 ppm, mientras que con Carbofurán la mortalidad máxima fue de 28% con la misma concentración y tiempo de exposición (Figura 2A).

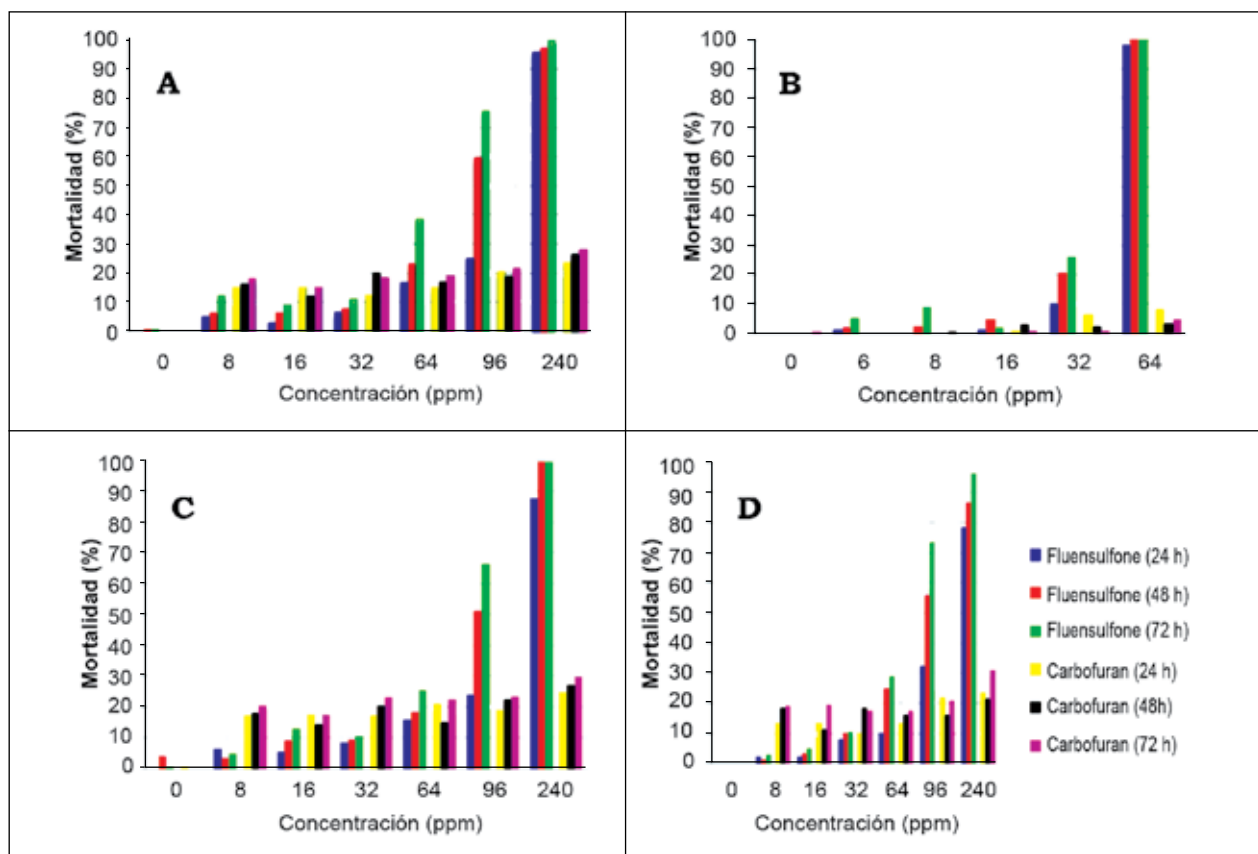


Figura 2. Efecto del tiempo de exposición a distintas concentraciones de nematicidas sobre la mortalidad de nematodos de los géneros *Radopholus* (A), *Meloidogyne* (B), *Pratylenchus* (C) y *Helicotylenchus* (D).

Efectos sobre *Meloidogyne*

A diferencia de los demás géneros de nematodos, en este género se alcanzó una mortalidad de 100% cuando los nematodos fueron expuestos a una concentración de 64 ppm durante 48 ó 72 h. En las demás concentraciones y en los mismos tiempos de exposición, la mortalidad fue siempre menor que 30%. Cuando los nematodos fueron tratados con Carbofurán, la mortalidad no superó 5%, incluso con la concentración más alta del producto. Para ambos productos, el aumento en el tiempo de exposición de los nematodos a las distintas concentraciones no causó incrementos sostenidos en el porcentaje de mortalidad de las poblaciones (Figura 2B).

Oka *et al.*, (2009) encontraron actividad nematicida irreversible de MCW-2 contra juveniles de segundo estadio de *M. javanica* en condiciones in vitro, después de la exposición durante 48 h a concentraciones tan bajas como 0.5 mg/lit, en contraste con Fenamifos o Cadusafos. Cuando el nematodo se expuso a

MCW-2 por períodos más cortos, los juveniles móviles se paralizaron, pero con el tiempo recuperaron su movimiento, después de ser lavados con agua destilada estéril. Igualmente, Driver y Louws (2003) hallaron que MCW-2 proporciona niveles similares de control de *Meloidogyne* sp., en calabaza, comparado con Vydate y Telone.

Efectos sobre *Pratylenchus*

A partir de la concentración de 64 ppm y 48 h de exposición, la mortalidad causada por MCW-2 fue consistentemente mayor que la producida por Carbofurán. El aumento en el porcentaje de mortalidad como consecuencia de mayores tiempos de exposición al producto fue sostenido a partir de la concentración de 16 ppm para MCW-2 y de 32 ppm para Carbofurán. Para alcanzar como mínimo una mortalidad de 50% con MCW-2 fue necesaria una exposición de 48 h a una concentración de 96 ppm; sin embargo, esto no ocurrió con Carbofurán, cuya máxima mortalidad (30%)

se alcanzó con la concentración más alta y el mayor tiempo de exposición (Figura 2C).

Pinkerton y Kitner (2006) evaluaron el efecto de productos biológicos en la movilidad *in vitro* y la reproducción en plantas de fresa Totem de individuos de *P. penetrans*, expuestos a un rango de concentraciones de los productos durante 24, 48, y 72 h y encontraron que la exposición durante 72 h al producto DiTera a una concentración de 1380 mg/lit, causó la inmovilización de 90% de los nematodos, sin recuperación de movilidad; mientras que con Fenamifos en solución de 70 µl/lit se inmovilizó aproximadamente el 75% de los nematodos, aunque 17% de ellos recuperó su movilidad durante la posterior incubación en agua.

Efectos sobre *Helicotylenchus*

Como en los géneros de nematodos anteriores, el aumento en el tiempo de exposición a ambos productos causó un incremento en la mortalidad de las poblaciones de *Helicotylenchus*; sin embargo, esta tendencia solamente fue sostenida a partir de la concentración de 16 ppm para MCW-2 y de 32 ppm para Carbofurán. A partir de la concentración de 64 ppm y en todos los tiempos de exposición, la mortalidad causada por MCW-2 fue consistentemente superior a la producida por Carbofurán. Con MCW-2 la mortalidad fue mayor que 50%, cuando los nematodos fueron tratados con una solución de 64 ppm durante 48 h de exposición, alcanzando la mortalidad más alta con la solución más concentrada del producto y el máximo tiempo de exposición. Con Carbofurán la máxima mortalidad lograda no superó 31% (Figura 2D).

Relación concentración - mortalidad

Para establecer la relación existente entre las concentraciones de los productos y la mortalidad causada por cada uno de ellos después de 72 h de exposición en las poblaciones de los cuatro géneros de nematodos fitoparásitos, se realizaron análisis de regresión lineal simple, cuyos resultados se incluyen en el Cuadro 2. En la Figura 2 aparecen los resultados para MCW-2. En los cuatro géneros de nematodos estudiados, el efecto de las concentraciones del producto MCW-2 fue más marcado que el producido por Carbofurán, ya que las pendientes de las ecuaciones fueron siempre mayores con el primero que con el segundo. En general, el género *Meloidogyne* fue el más sensible a MCW-2 cuando se le comparó con los demás géneros estudiados; a su vez, estos mostraron sensibilidad igual a dicho producto, ya que las pendientes de las ecuaciones de regresión fueron similares (Figura 2). Wirtano *et al.* (2009) encontraron una CL50% de 25.3 y 19 ppm para los nematocidas Carbofuran y Clorpyrifos, respectivamente, después de 24 h de exposición de individuos de *Meloidogyne* a dichos productos.

Los resultados indican que un incremento de 10 ppm en la concentración de MCW-2, como mínimo, causaría un aumento de 4% en la mortalidad en las poblaciones de *Radopholus*, *Pratylenchus* y *Helicotylenchus*, mientras que en las poblaciones de *Meloidogyne* ese incremento en la mortalidad sería del 14.7%. *Helicotylenchus* fue el género que presentó una CL50% más alta con MCW.2. Para el caso de Carbofurán, el mismo análisis permitió establecer que es necesario aumentar

Cuadro 2. Componentes de regresión para las variables concentración - mortalidad y concentración letal media (CL50%) para cuatro géneros de nematodos tratados con dos productos nematocidas.

Producto	Género de nematodo	Intercepto	Pendiente	R ²	CL _{50%} (ppm)
MCW - 2	<i>Radopholus</i>	1.6	0.44	0.906	110.0
	<i>Meloidogyne</i>	5.5	1.47	0.916	31.8
	<i>Pratylenchus</i>	1.8	0.43	0.940	112.1
	<i>Helicotylenchus</i>	1.5	0.40	0.906	121.5
Carbofuran	<i>Radopholus</i>	12.8	0.06	0.460	620.0
	<i>Meloidogyne</i>	0.17	0.07	0.87	711.8
	<i>Pratylenchus</i>	12.3	0.09	0.508	418.9
	<i>Helicotylenchus</i>	11.0	0.09	0.582	433.3

en 100 ppm su concentración para elevar la mortalidad de *Radopholus* en 6%, la de *Meloidogyne* en 7% y la de *Pratylenchus* y *Helicotylenchus* en 9% (Cuadro 2). Las mismas ecuaciones de regresión se utilizaron para calcular la concentración de cada producto que produce una mortalidad del 50% (CL_{50%}) en las poblaciones de los cuatro géneros de nematodos estudiados. Los resultados indican que *Meloidogyne* es el género más susceptible a MCW-2 ya que presentó la CL_{50%} más baja; mientras que los otros géneros de nematodos mostraron una sensibilidad similar a dicho producto. En los géneros de nematodos estudiados la CL_{50%} fue más alta con Carbofurán, siendo el género *Pratylenchus* el más sensible a dicho producto, ya que su CL_{50%} fue la más baja, aunque ligeramente inferior a la mostrada por *Helicotylenchus* (Cuadro 2). Es importante señalar que los coeficientes de determinación para las ecuaciones de regresión obtenidas cuando los nematodos fueron tratados con MCW-2 son notablemente mayores que los alcanzados con Carbofurán; lo cual les da mayor confiabilidad probabilística a los resultados obtenidos con el primero.

Conclusiones

- En este estudio, MCW-2 fue un producto más eficiente que Carbofurán en su acción nematicida.
 - El nematicida no fumigante MCW-2 debe ser empleado a relativas altas concentraciones (> 110 ppm) para causar mortalidades superiores a 50%, excepto con nematodos del género *Meloidogyne*, con los cuales su acción nematicida se logra a relativas más bajas concentraciones.
 - Carbofurán presentó una mayor acción nematicida que MCW-2 a bajas concentraciones de ambos productos, pero sus efectos sobre la mortalidad fueron notablemente bajos. A relativas altas concentraciones, la acción nematicida de MCW-2 es superior a la obtenida con Carbofurán.
 - El aumento en el tiempo de exposición de los nematodos a ambos productos determina un incremento en los valores de mortalidad; particularmente en concentraciones relativamente altas.
- *Meloidogyne* fue el género más sensible a MCW-2 mientras que *Pratylenchus* lo fue a Carbofurán. La concentración letal media del primero MCW-2 para los cuatro géneros de nematodos es menor que la del segundo.
 - MCW-2 tiene acción nematicida y se constituye en una buena opción para el control de nematodos en plátano, aunque es necesario evaluarlo en condiciones de campo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados de la Universidad de Caldas por el apoyo financiero para realizar la presente investigación. A la compañía Proficol S.A. por el suministro del compuesto MCW-2.

Referencias

- Agronet, 2011. Reportes estadísticos. Disponible en : [http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/Estad%20C3%20ADsticos/Reportes Estad%20C3%20ADsticos.asp](http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/Estad%20C3%20ADsticos/Reportes%20Estad%20C3%20ADsticos.asp) x 30-09-2011
- Araya, M.; Centeno, M.; y Carrillo, W. 1995. Densidad poblacional y frecuencia de los nematodos parásitos de banano (*Musa AAA*) en nueve cantones de Costa Rica. Costa Rica. Corbana 20(43):6 - 11.
- Arboleda, R. F.; Guzmán, P. O.; y Restrepo, H. J. 2010. Efecto in vitro de extractos acuosos de higuera (*Ricinus communis* Linneo) sobre el nematodo barrenador [*Radopholus similis* (Cobb) Thorne]. Manizales. Agron. 18(2):25 - 36.
- Bayer. 2003. Furadan 3 SC. Tarjeta de emergencia. Disponible en : http://www.bam.com.co/admin_internas/hojas/BAYER/E.%20F/FURADAN%203%20SC.pdf 30-09-2011
- Belalcázar, C.; Cayón, S. G.; y Lozada, Z. E. 1991. Ecofisiología del cultivo. En: El cultivo de plátano en el trópico. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Manual de Asistencia Técnica 50:93 -109.
- Buriticá, C. P. 1999. Directorio de patógenos y enfermedades de las plantas de importancia económica en Colombia. Medellín Colombia: ICA y Universidad de Nacional de Colombia. P. 58 - 61.
- Driver, J. G.; Louws, F. J.; Imbriani, J. L.; y Little, W. E. 2003. Evaluation of nematicides applied through the drip tape to manage root-knot nematodes on squash. Fungicide and Nematicide Tests 58:17 p. EPA, U.S. Environmental Protection Agency 2010. Agreement to Terminate All

- Uses of Aldicarb. Disponible en: <http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDS/factsheets/aldicarb fs.html> 30-09-2011 .
- FMC. 1995. Referencia de hoja de seguridad: Furdan[®] Insecticide/Nematicide: Material Safety Data Sheet. FMC Corporation, Agricultural Product Group, Philadelphia, Estados Unidos.
- González, C. C.; Aristizábal, H. J. C.; y Aristizábal, L. M. 2009. Evaluación biológica del manejo de picudos y nematodos fitopatógenos en plátano (*Musa AAB*). *Acta Agron.* 58(4):260 - 269.
- Guzmán, P. O. 2011. El nematodo Barrenador (*Radopholus similis* {Cobb} Thorne) del banano y plátano. *Manizales. Rev. Luna Azul* 32:137 - 153.
- Guzmán, O. A. y Castaño-Zapata, J. 2004. Reconocimiento de nematodos fitopatógenos en plátanos Dominico-Hartón (*Musa AAB* Simmonds), África, FHIA-20 y FHIA-21 en la granja Montelindo, municipio de Palestina (Caldas). *Rev. Acad. Col. Cien. Ex. Fis. Nat.* 28(107):205 - 232.
- Mai, W. F.; Mullin, P. G.; Lyon, H.H.; y Loeffler, K. 1996. Plant-parasitic nematodes. A Pictorial Key to Genera. Cornell University Press. Nueva York. 277p.
- Martínez, C. H.; Peña, M. Y.; y Espinal, G. C. 2006. La cadena del plátano en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Observatorio Agrocadenas Colombia. Documento de Trabajo No. 61. En línea: http://www.catie.ac.cr/econegociosagricolas/.../caracterizacion_platano.pdf 30-09-2011
- Montiel, C.; Sosa, L.; Medrano, C.; y Romero, D. 1997. Nematodos fitoparásitos en plantaciones de plátano (*Musa AAB*) de la margen izquierda del río Chana. Facultad de Agronomía, Departamento Fitosanitario, Universidad de Zulia, Estado de Zulia, Venezuela. p. 245 - 251.
- Oka, Y.; Shuker, S.; y Tkachi, N. 2009. Nematicidal efficacy of MCW-2, a new nematicide of the fluoroalkenyl group, against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Pest Man. Sci.* 65(10):1082 - 1089.
- Palencia, G.; Gómez, R.; y Martín, S. J. 2006. Manejo sostenible del cultivo del plátano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Pinkerton, J. N.; y Kitner, M. L. 2006. Effects of biologically-derived products on mobility and reproduction of the root-lesion nematode, *Pratylenchus penetrans*, on strawberry. *Nematrop.* 36(2):181 - 196. RDS (Red de Desarrollo Sostenible de Colombia). 2007. El Carbofuran, otro insecticida prohibido. En línea: http://www.rds.org.co/gestion/papers.htm?AA_SL_Session=4102761e9fc1c68a10fdd58d74ff9f5c &x=1057133 (Septiembre 30 de 2011).
- Sánchez, M. A.; y Aranzazu, F., 2000. El cultivo del plátano en el Magdalena Medio. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). *Manizales.* 78 p.
- SAS. Statistic Analysis System. 2009. Versión 9.0. Institute of Statistic Analysis System. North Carolina University. North Caroline, EE.UU.
- Schiller, C. T.; Everich, R. T.; y Whitehead, J.R. 2007. (Fluensolfone) MCW-2 480 EC. A new systemic nonfumigant nematicide for the control of nematodes in agricultural and horticultural crops. Makhteshim Agan of North America (MANA). Crop Protection. Raleigh, North Caroline. EE.UU.
- Wildlife Direct, 2010. Stop Wildlife Poisoning. A Campaign Against Wildlife Poisoning. Bayer stops producing Aldicarb –FMC should do same with Carbofuran. Bayer Agrees to Terminate All Uses of Aldicarb. En línea: <http://stopwildlifepoisoning.wildlifedirect.org/2010/08/18/bayer-stops-producing-aldicarb-fmc-should-do-same-with-carbofuran/> 30-09-2011
- Wirtano, D. T.; Taniwiryono, D.; Van Der Berg, H.; Riksen, Y. A. G.; Rietjens, I. M.; Djwanti, S. R.; Kammenga, J. E.; y Murg, A. J. 2009. Nematicidal activity of plant extracts against the root-knot nematodes, *Meloidogyne incongnita*. *The Open Nat. Prod. J.* 2:77 – 85.