

## Efectividad biológica de organofosforados y carbamatos en el control de nematodos en banano

Organophosphorine and carbamate effectiveness in the control of nematodes in banana

García-Munguía C. A.<sup>1</sup>, García-Munguía A. M.<sup>2</sup>, Acosta-Ramos, M.<sup>3</sup>✉, Pérez-Sato M.<sup>1</sup>, Vázquez-Sánchez E.<sup>3</sup>,  
García-Munguía A.<sup>4</sup>, González-De Jesús H.<sup>5</sup>, y Franco-Sánchez, M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Agronómica y Zootecnia, Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. Universidad S/N, San Juan Acateno, Teziutlán Puebla. C.P. 73965, <sup>2</sup>Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad, #940, Cd. Universitaria, Aguascalientes, Aguascalientes, C.P. 20131., <sup>3</sup>Protección Vegetal, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carr. México Texcoco. Chapingo, Estado de México. CP. 56230. <sup>4</sup>CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carr. México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. CP. 56230., <sup>5</sup>Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán, Instituto Politécnico Nacional, Justo Sierra No. 28, 59510, Jiquilpan, Michoacán, México.

✉ Autor para correspondencia: [acosta14@gmail.com](mailto:acosta14@gmail.com)

**Recibido:** 19/01/2016

**Aceptado:** 22/07/2016

### RESUMEN

En México el banano es el segundo frutal de mayor importancia económica, con una producción de 2.2 millones de toneladas anuales; los nematodos son las plagas más importantes del banano afectando el crecimiento y desarrollo debido al daño ocasionado en raíces y rizoma, los más reportados han sido: *Radopholus similis* (nematodo barrenador), *Helicotylenchus multicinctus* (nematodo del espiral) y *Meloidogyne* spp. (nematodo agallador). El principal método de control se ha basado en productos químicos con resultados muy variados. En este estudio se evaluaron la eficacia biológica de nematicidas organofosforados y carbamatos para el control de estas tres especies mediante las variables densidad de nematodos en suelo cercano a raíz y en raíz, porcentaje de daño causado (severidad), peso de raíces muertas, peso de raíces sanas y vigor de hijuelos mediante el diámetro basal, altura y número de hojas. De acuerdo con los resultados obtenidos, el producto organoclorado (Terbufos) tuvo una eficacia por debajo del 80% a diferencia del carbamato (Oxamil) Oaxamil que en sus dosis de 2.7 ml/hijo mostró tener mayor eficacia en las especies de *Radhopolus similis* y *Pratylenchus* sp. en raíz, en tanto que para el control de *Meloidogyne* sp. fue mejor la dosis de 2.4 ml/hijo. Para el control de nematodos en suelo cerca de la raíz Oaxamil en dosis de 2.4 ml/hijo obtuvo

mejor resultado para el control de *Radhopolus similis* y *Meloidogyne* sp. en tanto que para el control de *Pratylenchus* sp. fue mejor en su dosis de 2.7 ml/hijo.

**Palabra clave:** banana, carbamatos, organofosforados.

## ABSTRACT

In Mexico bananas it is the second most economically important fruit, producing 2.2 million tons per year; Nematodes are the most important banana pests affecting the growth and development due to the damage caused in roots and rhizomes, the most reported were: *Radhopolus similis* (burrowing nematode) *Helicotylenchus* (spiral nematode) and *Meloidogyne* spp. (Root-knot nematode). The main control method is based on chemicals with very mixed results. In this study the biological effectiveness of organophosphate and carbamate nematicides to control these three species were assessed by the flux density close to root nematodes in soil and root, percentage of damage (severity), dead weight, healthy roots and suckers force by basal diameter, height and number of leaves. According to results organochlorine product (terbufos) had an efficiency below 80% as opposed to the carbamate (Oxamyl) Oaxamil in their dose of 2.7 ml/son showed to have greater effectiveness *Radhopolus* species and *Pratylenchus* sp *similis* in root, whereas for control of *Meloidogyne* sp best dose was 2.4 mL/child. To control nematodes in soil near the root Oaxamil dose of 2.4 mL/son got better result for the control *Radhopolus similis* and *Meloidogyne* sp while control *Pratylenchus* sp was better dosage of 2.7 ml/son.

**Keywords:** banana, carbamates, organophosphates

## INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa acuminata*) es la fruta más cultivada y consumida a nivel mundial (Marín *et al.*, 2002; Arias *et al.*, 2004; Castrejón *et al.*, 2005). En México es el segundo frutal de mayor importancia económica, con 78,130 ha sembradas y con una producción de 2.2 millones de toneladas; de éstas tan sólo el 47% corresponden a producciones con niveles tecnológicos altos y medios, el resto (53%) a producciones de temporal y niveles bajos de tecnificación (Castrejón *et al.*, 2005; SIAP, 2010).

El banano es el cuarto cultivo alimenticio más importante a nivel mundial (después del arroz, el trigo y el maíz siendo ésta la fruta más exportada del mundo (FAO, 2009).

Se cultiva en más de 100 países en todo el trópico y subtropical, con una producción anual de alrededor de 98 millones de toneladas, de las cuales alrededor de un tercio se produce en cada uno de los países de África, Asia-Pacífico y América Latina y las regiones del Caribe (Frison y Sharrock, 2000).

La producción mundial de plátanos y bananos se estima que alcanza los 62 millones de toneladas al año, de estos 9 millones se producen en América Central y el Caribe. Sin embargo se conoce que el cultivo en América Tropical es mucho más extensivo, pero no se contabiliza en el mercado internacional, porque la producción es consumida por los propios agricultores, quienes además venden sus cosechas en el mercado local.

Los nematodos son las plagas más importantes del banano, afectando el crecimiento y desarrollo debido al daño ocasionado en raíces y rizoma (Ploetz, 2004); los más reportados han sido: *Radopholus similis* (nematodo barrenador), *Helicotylenchus multicinctus* (nematodo del espiral) y *Meloidogyne* spp. (nematodo agallador) (Marín *et al.*, 2002; Nelson *et al.*, 2006; Torrado y Castaño, 2009; Robinson y Saúco, 2010; Guzmán, 2011).

El principal problema lo constituye el nematodo barrenador *Radopholus similis*, que se encuentra distribuido en casi todas las zonas productoras del mundo. Otras especies de importancia son *Pratylenchus coffeae*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Rotylenchulus*

*reniformis* y *Meloidogyne* spp. Se han señalado 146 especies pertenecientes a 43 géneros de nematodos asociados con *Musa spp*, pero no son considerados como patogénicos (Román, 1978; Volkens y Gamboa 1988; Gowen y Quénehervé, 1990; Bridge *et al.*, 1996; Araya y Cheves, 1997).

Los nematodos se reproducen muy rápidamente, de modo que un año después de una desinfección, un suelo puede estar nuevamente muy infestado y las plantas de los años siguientes serán las víctimas de esto (Carrillo, 2003).

Los fitonematodos más devastadores y ampliamente distribuidos son los endoparásitos migratorios *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae*, el ecto-endoparásito *Helicotylenchus multicinctus* y el endoparásito sedentario *Meloidogyne incognita*. Estos nematodos se convirtieron en el principal patógeno del sistema radical del banano, consecuencia del cambio en el período de los 1950 a 1970 de Gros Michel, susceptible a *Fusarium oxysporium* f. cubense (Mal de Panamá) por cultivares Cavendish, resistentes a

la enfermedad, pero susceptibles a dichos nematodos (Blake, 1972; López, 1976; Tarté y Pinochet, 1981).

Sundararaju *et al.* (1999), encontraron que los campos infestados con los nematodos barrenadores muestran raíces severamente podridas, lo que da como resultado, serias pérdidas económicas. El rendimiento se redujo hasta 25-35% en el campo infestado con el nematodo barrenador en comparación con las plantaciones libres de nematodos. En tanto las pérdidas de cultivos debido al nematodo lesionador de las raíces, *P. coffeae* fue de 25.4%.

De acuerdo a Rahendran *et al.* (1978), en donde encontraron que aplicaciones de aldicarb y carbofuran (carbamatos) en dosis de 2 y 0.6 g i.a.planta<sup>-1</sup>, respectivamente, disminuyeron las poblaciones de nematodos e incrementaron la producción en viñedos. Moreno *et al.* (1994), señalaron que, la eficacia del aldicarb (carbamato) para controlar *M. incognita* ha sido corroborada en la India y se ha visto la significativa disminución de la población de nematodos en raíces a los 45 días después del tratamiento y el aumento significativo de los rendimientos en más del 80% con respecto a las parcelas sin tratar. Contra distintas especies de *Meloidogyne* en Florida, el aldicarb también aumentó significativamente los rendimientos además de reducir el número de nematodos, aunque al final de la cosecha los índices de nódulos en raíz eran altos y no diferían entre tratamientos. Venegas (1999), menciona que el índice de agallamiento se redujo con aplicaciones de etoprop (organofosforado) a dosis de 60 g i.a. ha<sup>-1</sup> en el cultivo de sandía. En cambio Piedmag y Hernández (2007), mencionan que no hay diferencia significativa entre los nematicidas químicos carbofuran (carbamato) y cadusatos (organofosforado) en el control del nematodo *Meloidogyne* sp, motivo por el cual en este estudio tuvo como objetivo evaluar la

eficacia biológica de nematicidas organofosforados y carbamatos para el control de *Radopholus*, *Pratylenchus* y *Meloidogyne* sp en el cultivo de banano mediante las variables densidad de nematodos en suelo cercano a raíz y en raíz, porcentaje de daño causado (severidad), peso de raíces muertas, peso de raíces sanas y vigor de hijuelos mediante el diámetro basal, altura y número de hojas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en parcelas comerciales de banano en San Rafael, Veracruz, México.

Los ingredientes activos utilizados para los organofosforados fue Terbufos en dosis de 3, 10 y 20 g/hijo y para los carbamatos el ingrediente activo utilizado fue Oxacamil, en dosis de 2.0, 2.4 y 2.7 ml/hijo. Ambos recomendados para el control de nematos (*Radopholus*, *Pratylenchus* y *Meloidogyne* sp) en el cultivo de banano var. Enano Gigante, en hijos a 60 cm de altura.

**Diseño Experimental.** El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar con cinco repeticiones, debido a la escasa pendiente del terreno. La unidad experimental quedó constituida por una cama de 5 m de ancho y 6 m de largo, sembradas a doble hilera (tres bolillo) a una distancia de 1.5 m entre hilera y a 2 m entre plantas, dando en total 12 plantas por unidad experimental. Es decir 30 m<sup>2</sup> por unidad experimental, dando un total de 240 m<sup>2</sup> por tratamiento. En total para todo el estudio se utilizaron 1680 m<sup>2</sup>. La parcela útil quedó constituida por 3 plantas de la cama, es decir 12 plantas por tratamiento.

**Conducción del experimento.** Se realizó una selección de la parcela en donde esté presente al menos un nematodo de las especies antes indicadas por 100 gramos de suelo y en plantas hijas de 60 cm de altura.

**Diseño y distribución de los tratamientos.** En base al diseño, se procedió a marcar las unidades experimentales y se distribuyeron los tratamientos de cada una de las unidades experimentales con sus respectivas repeticiones.

**Aplicación de nematicidas.** Los dos productos se aplicaron en drench alrededor por la parte frontal de la planta en volumen de agua de 500 mL por planta, es decir 1300 L por ha considerado una población de 2600 plantas por ha y 800 L por ha considerado una población de 1600 plantas por ha, en función de la densidad de plantas por ha sobre los tratamientos correspondientes.

**Momento de las aplicaciones.** El momento de la aplicación se realizó cuando estuvo presente al menos un nematodo de las especies antes indicadas por 100 gramos de suelo en plantas hijas de 60 cm de altura.

**Parámetros evaluados.** Se determinaron las siguientes variables: **Vigor** (altura). Se determinó la altura de plantas hijas, para lo cual se usó una cinta métrica y se expresó en cm. Para el **vigor** se midió el diámetro de plantas hijas, con ayuda un vernier, se expresó en milímetros (mm). **Número de hojas.** Se contabilizó el número de hojas de cada planta hija. **Las variables peso de raíces muertas, sanas, totales y porcentaje de raíces sanas.** Se hizo un agujero de 20 cm de profundidad y 10 cm de diámetro en la parte frontal del hijo y se recolectaron todas las raíces que salieron. Los resultados se expresaron en g y %, respectivamente.

**Densidad poblacional Inicial, media y final.** Se realizó un muestreo al azar de suelo con la ayuda de un sacabocados de 10 cm de diámetro a una profundidad de 20 cm de tres plantas de cada parcela útil; de cada muestra se realizó una extracción y cuantificación de

nematodos (*Radopholus*, *Pratylenchus* y *Meloidogyne* sp). La evaluación inicial se realizó antes de la aplicación, la evaluación media a los 45 días después de la primera aplicación de los tratamientos (DD1a) y la final se llevó a cabo a los 90 DD1a.

**Índice de daño (Severidad).** Se evaluó a través de un muestreo destructivo al azar de tres plantas (se extrajeron) de cada parcela útil. La extracción se llevó a cabo con una pala recta. Posteriormente se lavaron las raíces de la plantas y se hizo la evaluación del índice de daño con la escala arbitraria indicada en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Escala arbitraria visual de severidad utilizada para evaluar el porcentaje de infección (índice de daño) causado por nematodos (*Radopholus*, *Pratylenchus* y *Meloidogyne* sp), en el cultivo de banano.

Índice	Descripción
0	Raíz sana (0% de agallas)
1	Raíz con 1 a 25% de agallas
2	Raíz con 26 a 50 % de agallas
3	Raíz con 51 a 75% de agallas
4	Raíz con 76 al 100 % de agallas

**Fitotoxicidad.** La fitotoxicidad se evaluó a los 7, 14, 30, 60 y 90 días después de la primera aplicación de los tratamientos, mediante la escala porcentual propuesta por la European Weed Research Society.

**Análisis de datos.** Los datos obtenidos del “índice de daño” causada por (*Radopholus*, *Pratylenchus* y *Meloidogyne* sp.) en banano, se transformaron a porcentaje de infección mediante la fórmula de Townsed y Heuberger. Con los datos obtenidos diámetro, altura y número de hojas, peso de raíces muertas, sanas, totales y porcentaje de raíces sanas, población inicial, intermedia y final, índice de agallamiento o daño (severidad) se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), mediante el paquete de análisis estadístico SAS®. Además, se calculó la efectividad biológica de los tratamientos mediante la prueba de eficacia de Abbott, 1925.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

**Densidad poblacional Inicial, media y final de nematos en suelo. *Radhopolus similis*.** Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) con los datos de la población inicial de *Radopholus similis*, el cual no mostró diferencias significativas, por lo que la población inicial de *Radopholus similis* fue estadísticamente igual en todos los tratamientos, seguido de ello se analizaron los datos de población intermedia de *Radopholus similis*, en donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. (Cuadro 2) Estas diferencias, se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05), de igual forma con los datos de la población final de *Radopholus similis*., en donde se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto, esto se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05). Asimismo, se detectó que el mejor

tratamiento fue Oxamil en su dosis 2.7 ml/hijo ya que permitió una menor población de juveniles, la dosis antes señalada fue estadísticamente diferente a las dosis 2.4 y 2.0 ml/hijo del mismo grupo, al testigo absoluto y al producto organofosforado (Terbufos), aunque con dosis de 20g/hijo obtuvo buen resultado en el control de *Radopholus*.

***Pratylenchus sp.*** La población inicial de *Pratylenchus sp.* no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, la población inicial de *Pratylenchus sp.* fue estadísticamente igual en todos los tratamientos al inicio del experimento; con los datos de población intermedia de *Pratylenchus sp.* se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo absoluto (cuadro 2). Dichas diferencias, se corroboraron con una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 2), en donde se observó que la población intermedia de *Pratylenchus sp.*, fue menor en donde se aplicaron los nematicidas con respecto al testigo absoluto. Asimismo, se detectó que el mejor tratamiento fue oxamil en su dosis 2.7 ml/hijo. De igual forma se realizó un ANOVA con los datos de población final de *Pratylenchus sp.* en donde se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. Esto se verificó con una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 2), apreciándose que la población final de *Pratylenchus sp.* en el cultivo de banano, fue menor en donde se aplicaron los nematicidas con respecto al testigo absoluto, en donde el mejor tratamiento fue Oxamil en su dosis 2.4 ml/hijo permitiendo una menor población de nematodos, y fue estadísticamente diferente a la dosis de 2.0 y

2.7 mL/hijo del mismo grupo y a Terbufos en sus tres dosis.

***Meloidogyne sp.*** Se efectuó un ANOVA con los datos de la población inicial de *Meloidogyne sp.*, el cual no mostró diferencias significativas en todos los tratamientos, con los datos de población intermedia de *Meloidogyne sp.* se realizó un ANOVA en donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. (Cuadro 2). Esto se verificó con una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 2), apreciándose que la población intermedia de *Meloidogyne sp.* fue menor en donde se aplicaron los productos con respecto al testigo absoluto. Asimismo, se observó que el mejor tratamiento fue Oxamil 2.7 ml/hijo, la dosis antes señalada fue estadísticamente diferente a las otras del mismo grupo, al nematicida organofosforado y el testigo absoluto, que conformaron el segundo grupo en el control de *Meloidogyne sp.* 45 días después de la primera aplicación tratamiento (Cuadro 2).

Los datos de población final de *Meloidogyne sp.* mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. Estas diferencias, se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 2), en donde se observó que la población final de *Meloidogyne sp.* fue menor en donde se aplicaron los nematicidas con respecto al testigo absoluto. Asimismo se apreció que el mejor tratamiento fue Oxamil 2.4 ml/hijo ya que permitió una población menor de juveniles *Meloidogyne sp.*

**Cuadro 2.** Comparación de medias de la población de *Radhopolus similis*, *Pratylenchus* sp y *Meloidogyne* sp obtenidos en la primera evaluación (22/08/14), segunda evaluación (6/10/2014) y tercera evaluación (20/11/2014) para evaluar la efectividad biológica de los nematicidas organofosforado y carbamatos para el control de nematodos en banano.

Tratamientos	<i>Radhopolus similis.</i>			<i>Pratylenchus</i> sp			<i>Meloidogyne</i> sp		
	Eval 1	Eval 2	Eval 3	Eval	Eval 2	Eval 3	Eval	Eval 2	Eval 3
Testigo									
Absoluto	9500A	27020A	42676A	540A	887 A	1192.4A	930A	2260A	3856A
Terbufos									
3g/hijo	9600A	7876B	13849.6B	574A	232.2B	335.2 B	914A	617.8B	1145.8B
Terbufos									
10g/hijo	9220A	4014C	7017C	568A	124 C	171.6 C	928A	328 C	654.6C
erbufos 20g/hijo	9140A	3030CD	5895.6CD	532A	84.6CDE	128 CD	896A	240.4CD	495.4CD
Oxamil									
2.7ml/hijo	9060A	1898D	4040.4E	582A	48.2 E	78.8 D	946A	147.2 D	338.8DE
Oxamil 2.4									
ml/hijo	9440A	2168D	5048DE	578A	64.4 E	111.2CD	936A	170.6CD	170.6 E
Oxamil 2.0									
ml/hijo	9340A	3264CD	6296.4 CD	538A	101.4CD	143.4 CD	948A	262.8CD	516.8CD

**Densidad poblacional Inicial, media y final de nematos en raíz. *Radopholus similis* en raíz.** Se realizó un ANOVA con los datos de la población inicial de *Radopholus similis* en un gramo de raíz obtenidos en la evaluación primera evaluación el cual no mostró diferencias significativas estadísticamente, con los datos de la segunda evaluación a los 45 días después de la aplicación se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. (Cuadro 3). Dichas diferencias se verificaron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 3), observándose que la población intermedia de *Radopholus similis* en el cultivo de banano, fue menor en donde se aplicaron los nematicidas con respecto al testigo absoluto. Asimismo, se detectó que el mejor tratamiento fue Oxamil en sus dosis 2.4 y 2.7ml/hijo.

Con los datos de población final de *Radopholus similis*. se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. Estas diferencias, se corroboraron al llevar a cabo una

comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 3), donde se detectó que la población final de *Radopholus similis* fue menor en donde se aplicaron los nematicidas con respecto al testigo absoluto. Asimismo, se verifico que el mejor tratamiento fue Oxamil en su dosis de 2.7ml/permitiendo una menor población en raíz de juveniles. (Cuadro 3).

***Pratylenchus* sp en raíz.** Se realizó un ANOVA con los datos de la población inicial de *Pratylenchus* sp en un gramo de raíz en el cultivo de banano, el cual no mostró diferencias significativas estadísticamente. Con los datos a los 45 días después de la aplicación, se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. (Cuadro 3). Dichas diferencias se verificaron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 3), observándose que la población intermedia de *Pratylenchus* sp en el cultivo de banano, fue menor en donde se aplicaron los nematicidas con respecto al testigo absoluto, en donde el mejor tratamiento fue Oxamil en sus dosis 2.7

y 2.4ml/hijo, seguido de ello Terbufos en su dosis de 20 y 10 g/hijo respectivamente.

Con los datos de población final de *Pratylenchus sp.* se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. Estas diferencias, se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 3), donde se detectó que la población final de *Pratylenchus sp.* en raíz de banano, fue menor en donde se aplicaron los nematicidas con respecto al testigo absoluto. Asimismo, se verifico que los mejores tratamientos estadísticamente fueron Oxamil en su dosis de 2.0, 2.4, 2.7ml/ hijo y terbufos en su dosis de 20 g/ hijo. Permitiendo una menor población en raíz. (Cuadro 3).

***Meloidogyne sp.* en raíz.** Se realizó un ANOVA con los datos de la población inicial de *Meloidogyne sp.* en un gramo de raíz en el cultivo de banano, el cual no mostró diferencias significativas, por lo que la población inicial de *Meloidogyne sp.* fue estadísticamente igual en todos los tratamientos lo anterior se corroboró al realizar la comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 3).

Se efectuó un ANOVA con los datos de población intermedia en donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. (Cuadro 3). Dichas diferencias, se verificaron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 3), observándose que la población intermedia de *Meloidogyne sp.* en el cultivo de banano, fue menor en donde se aplicaron los nematicidas con respecto al testigo absoluto. Asimismo, se detectó que los mejores tratamientos fueron Oxamil en sus dosis 2.7 ml/hijo y terbufos en su dosis de 20g/hijo respectivamente. Se realizó un ANOVA con los datos de población final de *Meloidogyne sp.* En donde se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo absoluto. Estas diferencias, se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 3), donde se detectó que la población final de *Meloidogyne sp.* en raíz de banano, fue menor en donde se aplicaron los nematicidas con respecto al testigo absoluto. Asimismo, se verifico que el mejor tratamiento fue Oxamil en su dosis de 2.4 ml/ hijo (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Comparación de medias de la población en raíz de *Radopholus similis*, *Pratylenchus sp.* y *Meloidogyne sp.* obtenidos en la primera evaluación (22/08/14), segunda evaluación (6/10/2014) y tercera evaluación (20/11/2014) para evaluar la efectividad biológica de los nematicidas organofosforado y carbamatos para el control de *Radopholus* en banano.

Tratamientos	<i>Radhopolus similis.</i>			<i>Pratylenchus sp</i>			<i>Meloidogyne sp</i>		
	Eval 1	Eval 2	Eval 3	Eval	Eval 2	Eval 3	Eval	Eval 2	Eval 3
Testigo Absoluto	102.6A	161.8A	540.4 A	380.8A	669.4A	926.4A	548.8A	1563A	3114.2A
Terbufos 3g/hijo	99.8A	44B	162 B	376.8A	116.8B	265.2B	544A	421.8B	860.8B
Terbufos 10g/hijo	96.2A	26.2BC	97.4 C	372.4A	94.8B	128.6BC	565.4A	241.8BC	505.4C
Terbufos 20g/hijo	101.8A	20.6BC	80.8 CD	402.6A	92.8B	96.2C	551A	155C	402C
Oxamil 2.7ml/hijo	97.2A	13.2C	58.6D	371A	74.6B	59.4C	574.8A	96C	274.4CD
Oxamil 2.4 ml/hijo	105.6A	16.4C	70.4CD	397A	84.2B	85.4C	538.4A	114.6C	131.2D
Oxamil 2.0 ml/hijo	102.6A	21.4BC	83.8 CD	389.6A	110.6B	59.4C	5892A	160.8C	426.8C

**Diámetro, altura y número de hojas en hijuelos de banano.** Se llevó a cabo un análisis de varianza con los datos de las variables diámetro, altura y número de hojas en hijuelos de banano en la evaluación inicial, el cual no mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto lo anterior se corroboró al realizar la comparación de medias de Tukey (0.05). (Cuadro 4)

#### A los 45 días después de la aplicación.

Se realizó un ANOVA con los datos de las variables diámetro (cm), altura (cm) y número de hojas en hijuelos de banano, el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. Estas diferencias, se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 4), en donde se observó que el diámetro, altura y número de hojas de hijuelos de banano fue mayor en donde se aplicaron los productos con respecto al testigo absoluto. El mayor diámetro y número de hojas en hijuelos de banano se observó con Oaxamil 2.4 ml/hijo ya que permitió un diámetro y número de hojas de (35.6 cm y 4.6 respectivamente), así mismo, fue estadísticamente igual a terbufos en sus

dosis 3, 10 y 20 g/hijo para la variable diámetro y número de hojas, pero si diferente significativamente al testigo absoluto.

#### A los 90 días después de la aplicación.

Los datos mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. Esto se corroboró al realizar una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 4), en donde se observó que estas variables fueron mayor en donde se aplicaron los productos con respecto al testigo absoluto. El mayor diámetro y número de hojas en hijuelos de banano se observó en Oaxamil 2.4 ml/hijo ya que permitió un diámetro y número de hojas de (39.7 cm y 5.1 respectivamente), así mismo fue estadísticamente igual a las dosis 2.7 y a Terbufos en la dosis de 20g/hijo para la variable diámetro. Para el caso de la variable altura, el mejor tratamiento fue Oaxamil 2.7ml/hijo y Oaxamil 2.0 ml/hijo permitiendo un número de hojas de (66.0 y 66.0 respectivamente), así mismo la dosis antes señalada fue estadísticamente igual a Terbufos en sus dosis de 3, 10 y 20 g/hijo., pero si diferente significativamente al testigo absoluto (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Comparación de medias de las variables (diámetro, altura y número de hojas) en hijuelos de banano en la primera, segunda y tercera evaluación, para evaluar la efectividad biológica de los nematicidas organofosforado y carbamatos para el control de (*Radopholus*, *Pratylenchus* y *Helicotylenchus*), en banano.

Tratamientos	EVAL 1			EVAL 2			EVAL 3		
	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Nº de hojas	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Nº de hojas	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Nº de hojas
Testigo Absoluto	31.2 A	55.2A	3.5 A	32.6 B	57.8A B	3.6B	34.1C	59.1BC	3.8 B
Terbufos 3g/hijo	32.9A	55.2A	3.6 A	35.1AB	58.7A B	3.9A B	36.6BC	60.8AB C	4.1B
Terbufos 10g/hijo	31.2A	58.5A	3.7 A	34.0AB	62.4 A	3.9A B	36.1BC	65.3 A	4.2B
Terbufos 20g/hijo	31.6A	56.9A	3.6 A	35.0AB	61.4A B	3.9 AB	37.8 AB	64.8AB	4.1B

Oaxamil 2.7ml/hijo	30.7 A	56.7A	3.4 A	34.8AB	61.8A B	3.4B	38.2AB	66.0A	3.9B
Oaxamil 2.4 ml/hijo	30.7A	55.0A	3.6 A	35.6 A	60.9A B	4.6A	39.7A	66.0A	5.1A
Oaxamil 2.0 ml/hijo	31.2A	54.5A	3.5 A	32.5B	56.4 B	3.8B	34.2C	58.3C	3.9B

**Peso de raíces muertas, sanas y totales.** Se llevó a cabo un análisis de varianza con los datos de las variables peso de raíces muertas, sanas y totales en hijuelos de banano, en la primera evaluación el cual no mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. Con los datos obtenidos a los 45 días después de la aplicación mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto para el caso del peso de raíces muertas y sanas. Esto se corrobora al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 5), en donde se observó que el menor número de raíces muertas y mayor número de raíces sanas en hijuelos de banano fue en donde se aplicaron los productos con respecto al testigo absoluto. El menor número de raíces muertas se observó en Oaxamil 2.4 ml/hijo ya que permitió 6.0 de raíces muertas, así mismo la dosis antes señalada fue estadísticamente igual a Terbufos en sus dosis de 3, 10 y 20 g/hijo. Para el caso del peso de raíces sanas, el mejor tratamiento se observó en Oaxamil 2.4 ml/hijo permitiendo un mayor número de raíces sanas (12.0), así mismo la dosis antes señalada fue estadísticamente igual a Terbufos en sus dosis de 3, 10 y 20 g/hijo y Oaxamil en la dosis 2.7 ml/hijo, pero si diferente significativamente al testigo absoluto (cuadro 5).

Se realizó un ANOVA con los datos evaluación a los 90 días después de aplicación, el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. Esto se corrobora al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05) (Cuadro 5), en donde se observó que el menor número de raíces muertas y mayor número de raíces sanas en hijuelos de banano en donde se aplicaron los productos con respecto al testigo absoluto. El menor número de raíces muertas se observó con la dosis de Oaxmil en su dosis de 2.4 ml/hijo permitiendo (5.3) de raíces muertas, así mismo la dosis antes señalada fue estadísticamente igual a Terbufos 20g/hijo y oaxamil en la dosis de 2.7 ml/hijo. Para el caso del peso de raíces sanas, el mejor tratamiento se observó en Oaxamil en su dosis de 2.4 ml/hijo permitiendo un mayor número de raíces sanas (13.3), así mismo la dosis antes señalada fue estadísticamente igual terbufos en sus dosis de 3, 10 y 20 g/hijo, pero si diferente significativamente al testigo absoluto. Para la variable: peso de raíces totales no mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto, a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Comparación de medias de las variables (peso de raíces muertas, sanas y totales) a los 45 y 90 días después de la aplicación, para evaluar la efectividad biológica de los nematicidas

organofosforado y carbamatos para el control de (*Radopholus*, *Pratylenchus* y *Helicotylenchus*), en banano.

Tratamientos	Segunda evaluación			Tercera evaluación		
	Raíces muertas	Raíces sanas	Raíces totales	Raíces muertas	Raíces sanas	Raíces totales
Testigo Absoluto	12.0A	5.0B	17.0A	12.0A	3.3C	15.3A
Terbufos 3 g/hijo	9.5AB	9.3A	18.8A	9.0 ABC	9.3AB	18.3A
Terbufos 10 g/hijo	8.0BC	9.8A	17.8A	8.5 ABC	10.5AB	19.0A
Terbufos 20 g/hijo	6.8C	10.5A	17.3A	7.5 BC	11.0AB	18.5A
Oxamil 2.7 ml/hijo	6.5C	11.5A	18.0A	5.8BC	11.8AB	17.5A
Oxamil 2.4 ml/hijo	6.0C	12.0 A	18.0A	5.3C	13.3AB	18.5A
Oxamil 2.0 ml/hijo	9.5AB	5.0B	14.5 A	9.3AB	8.5 B	17.8A

**Evaluación del índice de daño ocasionada por el nematodo (*Radopholus*) en hijuelos de banano.** Se llevó a cabo un ANOVA con los datos del índice de daño ocasionada por nematodos en hijuelos de banano, en la primera evaluación en donde no se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. Seguido de ello se realizó el análisis con los datos del índice de daño del nematodo obtenidos a los 45 días después de la aplicación el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto (Cuadro 6).

Estas diferencias, se corroboraron al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05), en donde se observó que el menor índice de daño fue en donde se aplicaron los productos con respecto al testigo absoluto. El menor índice de daño se observó en la aplicación de Oxamil a 2.4 ml/hijo con la dosis de 6 mL/Hijo mostrando una eficacia de control

de (88.3%), la dosis antes mencionada fue estadísticamente igual a Oxamil a 2.7 ml/hijo y Terbufos a 20 g/hijo, pero diferente estadísticamente a Terbufos a 3 y 10 g/hijo y al testigo absoluto, a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 6).

Con los datos colectados a los 90 días después de la aplicación se realizó un ANOVA del daño por nematodo el cual mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y el testigo absoluto. Esto se corroboró al llevar a cabo una comparación de medias de Tukey (0.05), en donde se observó que el menor índice de daño fue en donde se aplicaron los productos con respecto al testigo absoluto. El menor índice de daño se observó en Oxamil a 2.4 ml/hijo, permitiendo un índice de (9.0), mostrando una eficacia de control de (84.5%), la dosis antes mencionada fue estadísticamente igual a Oxamil a 2.7 ml/hijo y a Terbufos a 20g/hijo, pero diferente estadísticamente a terbufos en sus dosis de 3 y

10 g/hijo y al testigo absoluto, a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Comparación de medias del índice de daño por a los 90 días, para evaluar la efectividad biológica de los nematicidas organofosforado y carbamatos para el control de (*Radopholus*, *Pratylenchus* y *Helicotylenchus*), en banano.

Tratamientos	Segunda evaluación			Tercera evaluación		
	%Severidad	Significancia	Eficacia Abbott.	%severidad	Significancia	Eficacia Abbott.
1-5 Testigo Absoluto	30.0	A		58.0	A	
6-10 Terbufos 3g/hijo	11.5	B	61.7	19.5	B	66.4
11-15 Terbufos 10g/hijo	9.0	BC	70.0	16.0	BCD	72.4
16-20 Terbufos 20g/hijo	7.0	CDE	76.7	12.5	CDE	78.4
21-25 Oxamil 2.7ml/hijo	5.0	DE	83.3	11.0	DE	81.0
26-30 Oxamil 2.4 ml/hijo	3.5	E	88.3	9.0	E	84.5
31-35 Oxamil 2.0 ml/hijo	8.5	BCD	71.7	17.0	BC	70.7

**Fitotoxicidad.** En la evaluación realizada a los 45 y 90 días después la aplicación de los tratamientos, se hicieron apreciaciones visuales de efectos posibles de fitotoxicidad, sin detectarse efectos negativos de los productos aplicados.

**Discusión.** Piedmag y Hernández, 2007 no encontraron diferencia significativa entre los carbamatos y organofosforado en el control del nematodo *Meloidogyne* sp. En este experimento se encontraron diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos a base de carbamatos y organofosforados para el control de *Radhopolus similis*, *Pratylenchus* sp y *Meloidogyne* sp. en banano como lo mencionan Rahendran *et al.* (1978), en el cultivo de viñedo y Moreno *et al.* (1994), en la disminución de nematodos en raíz y eficacia de carbamatos en disminución de

población de nematodos y un aumento de rendimiento respecto al testigo sin tratar.

## CONCLUSIONES

El producto del grupo de los carbamatos (Oxamil 2.4 ml/hijo), mostro un buen desempeño en el aumento del diámetro, altura y el número de hojas en hijuelos de banano a los 45 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos.

El tratamiento Oxamil (2.4 ml/hijo), fue el mejor ya que mostro el mayor peso de raíces sanas en hijuelos de banano a los 45 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos. El tratamiento Oxamil (2.4 ml/hijo), fue el mejor ya que mostro el menor peso de raíces muertas en hijuelos de banano a

los 45 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos.

Oxamil en sus dosis de 2.7 ml/hijo mostro tener mayor eficacia en las especies de *Radhopolus similis* y *Pratylenchus* sp en raíz, en tanto que para el control de *Meloidogyne* sp fue mejor la dosis de 2.4 ml/hijo. Para el control de nematodos en suelo cerca de la raíz Oxamil en dosis de 2.4 ml/hijo obtuvo mejor resultado para el control de *Radhopolus similis* y *Meloidogyne* sp en tanto que para el control de *Pratylenchus* sp fue mejor en su dosis de 2.7 ml/hijo.

#### LITERATURA CITADA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol.;18:265-267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Agrios, G. 2005. Plant pathology. 5th Edition. New York. Elsevier Academic Press. 922 p.
- Araya, M. 2003. Situación actual del manejo de Nematodos en banano (*Musa AAA*) y plátano (*AAB*) en el trópico americano. In: Taller Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de las Musáceas. (2003, Guayaquil, Ecuador). Programa y resúmenes. MUSALAC/INIBAP/FONTAGRO. Pp183-184.
- Arias, P.; Dankers, C.; Liu, P. y Pilkauskas, P. 2004. La economía mundial del banano. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 90 –104 pp.
- Brady, N.C.; Weil R.R. 1999. The Nature and Properties of Soils. 12th ed. Macmillan Publishing Co. New York, NY.
- Bridge, J., R.; Speijer P. 1997. The root lesion nematodes of banana. *Musa* Fact Sheet No. 2, INIBAP.
- Carrillo F. C. 2003. Nematología Agrícola. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 116p.
- Castrejón, R.; Romero, A. y Figueroa, J. 2005. Paquete tecnológico para el cultivo del plátano. Gobierno del Estado de Colima. 4 – 72 pp.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2009. Principales enfermedades del banano y plátano: información actualizada sobre su propagación, efectos y estrategias de repuestas. 9-11 de diciembre. FAO: Roma.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2004. La economía mundial del banano 1985-2002. Eds. Arias, P; Dankers, C; Lui, P; Pilkauskas. Roma. 104 p.
- Frison, E. A.; Sharrock S. L. 2000. Biodiversidad y producción sostenible del banano. [www.Bananafair.de/publ/report/spa/5.htm](http://www.Bananafair.de/publ/report/spa/5.htm).
- Gowen S.; P. Quénehervé. 1990. Nematode parasite of banana, plantains and abaca. In Plant parasitic nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. M. Luc, R.A. Sikora & J B. Bridge (eds.) CAB International, Wallingford, UK. 431-460 p.
- Gowen S.; P. Quénehervé. 1990. Nematode parasite of banana, plantains and abaca. In Plant parasitic nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. M. Luc, R.A. Sikora & J B. Bridge (eds.) CAB International, Wallingford, UK. 431-460 p.
- Guzmán, O. 2011. El nematodo barrenador (*Radopholus similis*) del banano y plátano. Universidad de Caldas. Revista Científica Luna Azul. No. 33. 137 – 153 pp.

- Marín, D.; Sutton, T. y Barker, K. 2002. Diseminación del banano en Latinoamérica y el Caribe y su relación con la presencia de *Radopholus similis*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Costa Rica. No. 66. 62 – 75 pp.
- Moreno, J. J., Verdejo, M. E., Pérez, J. A., Arias, A., Martínez de Velasco, D., y Balvin, M. D. 1994. Comparación de nematocidas en el cultivo de tabaco durante tres años. Bol. San. Veg. Plagas. 20:941-954.
- Nelson, S.; Ploetz, R. y Kay, A. 2006. Musa species (banana and plantain). Species profiles for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR). 10 – 33 pp.
- Ploetz, R. 2004. Enfermedades y plagas: Un análisis de su importancia y manejo. Infomusa. Vol. 13 No. 2. 11 – 16 pp.
- Pocasangre, L.E.; Pérez, L. 2009. Impacto potencial de la entrada de la raza tropical 4 del mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* sp. *cubense*) en la industria bananera y platanera de América Latina y el Caribe. 29 al 31 de julio. OIRSA, San Salvador, El Salvador. 25 p.
- Puedmag y Hernández, 2007. Eficiencia de nematocidas biológicos en el control de *Meloidogyne incognita* en tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero, en Socapamba Imbabura. Universidad Técnica del Norte. tesis de licenciatura. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ecuador.
- Rahendran, G., and Nagathan, T. G. 1978. Control of root knot nematode in grapes. Vitis. 17: 271-273.
- Robinson, J. y Saúco, V. 2010. Bananas and plantains. Segunda edición. Cab International. 280 – 320 pp. <https://doi.org/10.1079/9781845936587.0000>
- Roman, J. 1978. Fitonematología Tropical. Univ. Pto. Rico. Agric. Exp. Sta. Río Piedras. 256 p.
- Sundararaju, P.; Uma S. 1999. Evaluation of promising hybrids and cultivars of banana against Major Nematode pathogens. Pp.122-125 in Proceedings of Third International Symposium of Afro-Asian Society of Nematologist, (TISAASN) (U.K.Mehata,ed.), Sugarcane Breeding Institute, Coimbatore.
- Sundararaju, P. 2002. Fluctuaciones estacionales de *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae* en ciertos cultivares de banano. Infomusa. Vol. 11 No. 1. 16 – 18 pp.
- Tarte, R.; Pinochet, J. 1981. Problemas nematológicos del banano. Contribuciones recientes a su conocimiento y combate. Unión Países Exportadores Banano (UPEB), Panamá, 32 p.
- Torrado, M. y Castaño, J. 2009. Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos. Agronomía Colombiana. Vol. 27 No. 2. 237 – 244 pp.
- Venegas, B. A. 1999. Evaluación de tácticas para el combate de nematodos agalladores del género *Meloidogyne* spp. asociados al cultivo de sandía (*Citrullus vulgaris* Sharad) en la Región Mixteca del Estado de Puebla. Tesis de maestría. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. 93p.
- Volkers, E.E.L. y A. Gamboa. 1988. Nematodos en plátano. Boletín informativo, Manejo Integrado de Plagas 7 : 3-4.

Copyright (c) 2016 C. A García Munguía, A. M García Munguía, M. Acosta Ramos, M. Pérez Sato, E. Vázquez-Sánchez, A. García Munguía, H. González De Jesús, y M. Franco-Sánchez



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#).

Usted es libre para **Compartir** —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y **Adaptar** el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

**Atribución:** Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)