

**Evaluación de *Heterorhabditis bacteriophora* y  
*Steinernema carpocapsae* mediante dos  
métodos de aplicación para el control de  
*Cosmopolites sordidus* (German) en plátano**

**Armando Alexis Chicas Nolasco  
Kevin Royneld Mojica Espinoza**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación de *Heterorhabditis bacteriophora* y  
*Steinernema carpocapsae* mediante dos  
métodos de aplicación para el control de  
*Cosmopolites sordidus* (German) en plátano**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingenieros Agrónomos en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Armando Alexis Chicas Nolasco  
Kevin Royneld Mojica Espinoza**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2016

## **Evaluación de *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema carpocapsae* mediante dos métodos de aplicación para el control de *Cosmopolites sordidus* (German) en plátano**

**Armando Alexis Chicas Nolasco  
Kevin Royneld Mojica Espinoza**

**Resumen.** El picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) causa galerías en los cormos del plátano, reduciendo su capacidad de desarrollar raíces y de absorber nutrientes. El objetivo de esta investigación fue determinar la eficacia de dos nematodos entomopatógenos y el método más efectivo de aplicación para control de *Cosmopolites sordidus* en plátano. El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Los nematodos utilizados fueron *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema carpocapsae*. Se realizó un conteo poblacional de picudos adultos antes, durante y al finalizar el ensayo por cada parcela, colocando tres trampas de pseudotallo por unidad experimental. Los métodos implementados fueron nematodos aplicados con bomba de mochila a la base de la planta y trampas de pseudotallo impregnadas de nematodos. Se utilizaron 1.9 millones de nematodos infectivos por cada tratamiento. Se realizaron tres aplicaciones de nematodos a los 0, 15 y 30 días de iniciado el ensayo. Se realizó un análisis factorial para evaluar nematodos utilizados y métodos de aplicación. Las aplicaciones con bomba de mochila disminuyeron la población de picudos en un 67% y las trampas impregnadas con nematodos redujeron las poblaciones un 19%. No hubo diferencia significativa entre nematodos en cuanto a control de picudos ( $P \leq 0.05$ ). Se concluyó que, independientemente del nematodo utilizado, el método de aplicación con bomba de mochila en la base del pseudotallo y alrededor del mismo fue más eficiente en relación al método aplicando los nematodos en trampas de pseudotallo.

**Palabras clave.** Control biológico, nematodos entomopatógenos, picudo del plátano.

**Abstract.** *Cosmopolites sordidus* cause galleries in banana corms, reducing its capacity to produce roots and absorb nutrients properly. The objective of this investigation was determine the efficacy of two nematodes and the most effective application method to control *Cosmopolites sordidus* in banana. The research was made in the Zamorano Pan-American Agricultural School, Honduras. The nematodes used were *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema carpocapsae*. A population count of *Cosmopolites sordidus* adults was made before, during and after the research in each experimental unit. The application methods were applied with knapsack in the base of the plants and impregnated nematodes in pseudostem traps. A total of 1.9 million infective nematodes were used per experimental unit. Three applications were made with nematodes at 0, 15 and 30 days after first application in each treatment. A factorial analysis was performed to evaluate nematodes used and methods of application. Methods using knapsack showed a control of 67% of adult's population, meanwhile the pseudostem traps with nematodes made a control of 19% of adult's population. No differences were found between nematodes used ( $P \leq 0.05$ ). In conclusion, doesn't matter the nematode used, the application method using knapsack in the base of the plant was more effective in comparison of the pseudostem traps method.

**Key word.** Banana root borer, biologic control, nematodes.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de cuadros.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>2</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>6</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>7</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>8</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Eficacia del control de picudos adultos entre nematodos utilizados.....	4
2. Eficacia del control de picudos adultos entre métodos de aplicación.....	5

# 1. INTRODUCCIÓN

El plátano es un alimento importante que contribuye a la seguridad alimentaria mundial y brinda ingresos para pueblos pobres. Este cultivo es producido en zonas tropicales con un alto valor económico para países en desarrollo (FAO 2004). El picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* (German) (Coleóptera: Curculionidae) es el insecto plaga con mayor importancia en plátano y banano (Gold y Messiaen 2000) ya que hace galería en los cormos, reduciendo su capacidad de producir raíces y de absorber nutrientes de forma eficiente, como también volviéndola susceptible a caer cuando hay vientos. Este insecto se encuentra en regiones tropicales y subtropicales (Carballo 2001).

En América Central, los daños ocasionados por este insecto reducen la producción de un 30% a un 90% (Aguilera Lladó 2002). Las plantas que presentan alguna anomalía son más vulnerables al ataque del picudo, porque presentan disminución del crecimiento, pérdida de raíces y caída de pseudotallos (Amador *et al.* 2015). Los daños causados en las raíces son focos de infección de microorganismos, lo cual apresura la muerte de la planta, las yemas vegetativas no crecen, no hay brotes y se disminuye la vida del cultivo (Carballo 2001).

El uso de insecticidas es la primera opción para el control de *Cosmopolites sordidus*, pero existe la posibilidad de generar resistencias, plagas alternas, disminución de insectos benéficos, contaminación ambiental y altos costos de producción por los elevados precios de los agroquímicos. Si los insectos expuestos a estas aplicaciones se vuelven resistentes, se podría obtener un bajo control (Carballo 2001). Los nematodos entomopatógenos son una alternativa biológica para controlar *Cosmopolites sordidus* (Amador *et al.* 2015). *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae* son las dos familias de nematodos más estudiadas por su uso entomopatógeno. Ambas familias de nematodos realizan una asociación mutualista con dos géneros de bacterias: Los *Steinernematidae* con las *Xenorhabdus* y los *Heterorhabditidae* con las *Photorhabdus* (Vashisth *et al.* 2013).

Se ha estudiado que *Heterorhabditis bacteriophora* controla adultos de picudos, mostrando una efectividad del 35% a los siete días, a una dosis de 1000 nematodos/picudo, todo esto bajo condiciones de laboratorio (Carvajal 2009). Estudios utilizando el nematodo *Heterorhabditis atacamensis*, no mostraron diferencia entre la inoculación en la población de insectos y la que sirvió de control (Amador *et al.* 2015).

El objetivo del estudio fue evaluar dos métodos de aplicación y dos especies de nematodos entomopatógenos en campo y determinar cuál método es más efectivo para reducir las poblaciones del picudo del plátano.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación del estudio.** El estudio se realizó de mayo a julio de 2016 en un cultivo de plátano, localizado en Monte Redondo, en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras. El sitio está a una altura de 810 msnm, con una temperatura promedio de 24°C y una precipitación anual de 1100 mm.

**Metodología de evaluación.** Las plantas evaluadas tenían 60 días de haber sido sembradas. Se contaron los picudos adultos para determinar la población inicial, colocando tres trampas de pseudotallo tipo “sándwich” antes de realizar la primera aplicación. Tres días después de colocadas las trampas se contaron los picudos. Las trampas de pseudotallo fueron colocadas a la base de las plantas.

Después del conteo poblacional inicial de picudos, se realizaron las primeras aplicaciones. Luego de 12 días, se colocaron nuevamente tres trampas por unidad experimental, esperando tres días (del día 12 al 15) para realizar el segundo conteo de picudos adultos. Esto se realizó de igual manera a los 30 y 45 días después de la primera aplicación, colocando trampas de pseudotallo a los días 27 y 42 después de la primera aplicación, sumando un total de cuatro conteos poblacionales de insectos.

Los nematodos entomopatógenos utilizados fueron *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema carpocapsae* a una concentración de 200 millones de juveniles infectivos por hectárea, aplicando 1.9 millones de nematodos por cada unidad experimental.

**Variables medidas.** Se realizó un conteo de insectos adultos presentes por trampa en cada unidad experimental.

**Tratamientos.** *Steinernema carpocapsae* impregnado en trampas de pseudotallo, *Steinernema carpocapsae* aplicado con bomba de mochila en la base del pseudotallo de la planta y alrededor del mismo, *Heterorhabditis bacteriophora* impregnado en trampas de pseudotallo, *Heterorhabditis bacteriophora* aplicado con bomba de mochila en la base del pseudotallo de la planta y alrededor del mismo.

Para los tratamientos impregnando nematodos en trampas de pseudotallo, se diluyeron los 1.9 millones de nematodos en 150 ml de agua, distribuyéndolos en 50 ml por cada trampa en cada unidad experimental. Para los tratamientos aplicados con bomba de mochila se diluyeron los 1.9 millones de nematodos en cinco litros de agua por cada unidad experimental (300 L/ha). Todos los tratamientos fueron aplicados tres veces durante el ensayo, siendo estos a los 0, 15 y 30 días después de la primera aplicación.

**Diseño experimental.** Se realizó un diseño de bloques completos al azar (BCA). Se utilizaron cuatro tratamientos y cuatro réplicas por cada tratamiento, con un área de 96 m<sup>2</sup> (8 × 12 m) por unidad experimental.

**Análisis estadístico.** Para el análisis estadístico se realizó un arreglo factorial 2 × 2, comparando las dos familias de nematodos, *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae*, y los dos métodos de aplicación implementados. Se evaluó con un nivel de significancia del 5% (P≤0.05). Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico “Statistic Analysis System” (SAS®) versión 9.4.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar la efectividad de *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema carpocapsae*, no se encontró diferencia significativa entre ellos a los 15, 30 y 45 días después de la primera aplicación. Esto indica que, independientemente de la especie de nematodo que utilizemos, obtendremos la misma efectividad en cuanto a control.

Cuadro 1. Eficacia del control de picudos adultos entre nematodos utilizados.

Nematodo	Efectividad (%)		
	Días después de la primera aplicación		
	15	30	45
<i>Steinernema carpocapsae</i>	20	34	50
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	17	30	40
Probabilidad	0.51	0.65	0.38
Coefficiente de variación	30.60	30.30	32.20
R <sup>2</sup>	0.73	0.77	0.80

Existe diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre métodos de aplicación utilizados desde el día 15 hasta el día 45 que duró el ensayo. Por lo cual el método de aplicación tiene un efecto directo sobre la efectividad de control del adulto de *Cosmopolites sordidus*. El porcentaje de efectividad se incrementó a los 15, 30 y 45 días después de la primera aplicación (Cuadro 2) cuando los nematodos fueron aplicados utilizando la bomba de mochila a la base del pseudotallo y alrededor del mismo, en comparación a las aplicaciones de los nematodos en las trampas de pseudotallo. La aplicación con bomba de mochila tuvo un porcentaje de efectividad de control hasta 67% a los 45 días, y en el método aplicado en trampas de pseudotallo se obtuvo un máximo de 19% de efectividad de picudo adulto (Cuadro 2).

Carvajal (2009) comparó el control químico y control con *Heterorhabditis bacteriophora*, los cuales no mostraron diferencia significativa, aplicando dicho nematodo con bomba de mochila (a la base del pseudotallo y alrededor del mismo). Este tratamiento tuvo un control del 68.8% de la población de picudos adultos, siendo muy similar al 67% de control obtenido en este estudio (Cuadro 2).

Las aplicaciones con bomba a la base del pseudotallo y alrededor del mismo se puede hacer con cualquier nematodo (*Steinernema carpocapsae* o *Heterorhabditis bacteriophora*) y siempre se tendrá el mismo control de *Cosmopolites sordidus*. Esto se atribuye a que los nematodos tienen mejor control en larvas de picudo que en adultos (Amador *et al.* 2015). El nematodo penetra por aberturas naturales que poseen los insectos, ya sea boca, ano,

espiráculos o a través de la piel (Gold y Messiaen 2000). En el caso de los picudos adultos, éstos poseen un fuerte exoesqueleto que dificulta la penetración de los nematodos, tienen una pequeña abertura bucal y mantienen su ano cerrado la mayoría del tiempo (Amador *et al.* 2015).

Cuadro 2. Eficacia del control de picudos adultos entre métodos de aplicación.

Método de aplicación	Efectividad (%)		
	Días después de la primera aplicación		
	15	30	45
Bomba de mochila	25 a <sup>&amp;</sup>	46 a	67 a
Trampas de pseudotallo	10 b	16 b	19 b
Probabilidad	<0.01	<0.01	<0.01
Coefficiente de variación	0.60	30.30	32.20
R <sup>2</sup>	0.73	0.77	0.80

<sup>&</sup>Diferentes letras en columna indican diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ )

Estudios previos corroboran el bajo control que poseen los nematodos sobre picudos adultos. Carvajal (2009) indicó un 35% de control de adultos. Amador *et al.* (2015) en su experimento no obtuvieron control alguno sobre los picudos adultos. En el presente estudio apenas se tuvo hasta un 19% de control de picudos adultos en los tratamientos usando trampas de pseudotallo (Cuadro 2).

#### 4. CONCLUSIONES

- La aplicación con bomba de mochila de los nematodos entomopatógenos *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema carpocapsae* fue más efectiva en reducir la población de adultos de *Cosmopolites sordidus*.
- No hubo diferencias significativas entre aplicar los nematodos entomopatógenos *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema carpocapsae* en la efectividad de control de adultos de *Cosmopolites sordidus*.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Probar aplicaciones con bomba de mochila con intervalos mayores de 15 días.
- Evaluar dosis más altas de nematodos para control de *Cosmopolites sordidus*.
- Realizar estudios con otros métodos de aplicación de nematodos, ya que la efectividad está ligada al método de aplicación de los nematodos.

## 6. LITERATURA CITADA

- Aguilera Lladó LR. 2002. Evaluación de seis tipos de trampas para el monitoreo y control del Picudo Negro (*Cosmopolites sordidus*) y Picudo Rayado (*Metamasius hemipteras*) en la plantación de plátano de Zamorano. Tesis Ing. Agr., Valle del Yeguaré, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 35 p.
- Amador M., J.D. Molina, C. Guillén, E. Parajeles, K. Jiménez, L. Uribe. 2015. Utilización del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis atacamensis* CIA-NE07 en el control del picudo del banano *Cosmopolites sordidus* en condiciones *in vitro*. Disponible en <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/21791>
- Carballo M. 2001. Opciones para el manejo del picudo negro del plátano. Disponible en <http://www.sidalc.net/repdoc/A1750E/A1750E.PDF>
- Carvajal Armijo O.A. 2009. Control del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* (German) (Coleóptera, Curculionidae) por el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* (Heterorhabditidae). Tesis Ing. Agr., Valle del Yeguaré, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 19 p.
- Food and Agriculture Organization. 2004. La economía mundial del banano. Disponible en <http://www.fao.org/documents/card/es/c/d6e109da-42e7-522e-a9b9-6d650845d34e/>
- Gold C.S., S. Messiaen. 2000. El picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*. Disponible en [www.musalit.org/viewPdf.php?file=IN010181\\_spa.pdf&id=14071](http://www.musalit.org/viewPdf.php?file=IN010181_spa.pdf&id=14071).
- Vashisth S., Y.S. Chandel, P.K. Sharma. 2013. Entomopathogenic nematodes - A review. Disponible en <http://www.arccjournals.com/uploads/articles/R3431.pdf>