

**Efectividad del nematodo entomopatógeno  
*Heterorhabditis bacteriophora* y plan de  
manejo químico para el control de larvas de  
*Phyllophaga* sp. (Coleóptera: Scarabaeidae)  
en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas*)**

**Mario Alejandro Nuñez Flores**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2011

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efectividad del nematodo entomopatógeno  
*Heterorhabditis bacteriophora* y plan de  
manejo químico para el control de larvas de  
*Phyllophaga* sp. (Coleóptera: Scarabaeidae)  
en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas*)**

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

Presentado por

**Mario Alejandro Nuñez Flores**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2011

**Efectividad del nematodo entomopatógeno  
*Heterorhabditis bacteriophora* y plan de manejo  
químico para el control de larvas de *Phyllophaga*  
sp. (Coleóptera: Scarabaeidae) en el cultivo de  
camote (*Ipomoea batatas*)**

Presentado por

Mario Alejandro Nuñez Flores

Aprobado:

---

Rogelio Trabanino, M.Sc.  
Asesor principal

---

Abel Gernat, Ph.D.  
Director  
Carrera Ingeniería Agronómica

---

Alfredo Rueda, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Miguel Cocom, Ing.  
Asesor

## RESUMEN

Núñez Flores, M.A. 2011. Efectividad del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* y plan de manejo químico para el control de larvas de *Phyllophaga* sp. (Coleóptera: Scarabaeidae) en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas*). Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 11 p.

Las larvas de *Phyllophaga* sp., comúnmente conocida como gallina ciega, es una de las plagas que más afecta a los productores centroamericanos de camote (*Ipomoea batatas*) causando pérdidas de hasta 94% en camote por mordeduras en la madurez del tubérculo que no cicatrizan. Su control se basa en agroquímicos que, en su mayoría son costosos, poco eficientes y cada vez más restringidos. Una alternativa para su control es el uso del nematodo entomopatógeno (*Heterorhabditis bacteriophora*) parásito de larvas de *Phyllophaga* sp. El ensayo se realizó en la comunidad de Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras. Se evaluaron tres tratamientos: 1. Control biológico (nematodo entomopatógeno), 2. Control químico del productor (Ethoprop, carbofurán, fipronil, imidacloprid, bifentrina, clorpirifos) y 3. Testigo (agua). Se establecieron cinco repeticiones de cada tratamiento, cada repetición constó de 125 m<sup>2</sup> del cultivo (1.25 m × 100 m), su distribución en la parcela fue un diseño de bloques completamente al azar. La aplicación de los tratamientos se realizó por el sistema de riego por goteo. Se realizaron muestreos semanales durante seis semanas para observar la presencia del gallina ciega, estos se realizaron en 0.50 m<sup>2</sup> (1 m × 0.5 m) con profundidad de 50 cm, revisando la presencia de larvas y daño en los tubérculos. El muestreo final se realizó un día previo a la cosecha, se midió rendimiento, daño e incidencia de la plaga. La incidencia de plagas fue similar en los tratamientos, se determinó que no existió una distribución uniforme de los nematodos al momento de su aplicación. El tratamiento biológico fue igual de efectivo que el químico, obteniendo rendimientos similares. Se debe evaluar el nematodo en otro sistema de riego.

**Palabras clave:** Control biológico, gallina ciega, rendimientos, tubérculos.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>2</b>
<b>3. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>8</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>10</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>11</b>

## INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Tratamientos evaluados para comparar la efectividad de aplicaciones de <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y plan de manejo químico sobre larvas de <i>Phyllophaga</i> sp. en Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011. ....	3
2. Insecto día, población final de <i>Phyllophaga</i> sp., daño a tubérculos de <i>Ipomoea batatas</i> y porcentaje de cada tratamiento en Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011. ....	5
3. Número de nematodos recolectados y cantidad aplicada en porcentaje en el tratamiento <i>H. bacteriophora</i> en tre distancias de la válvula de entrada de inyección de las cintas de goteo en Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011 .....	7
Figuras	Página
1. Distribución de los tratamientos en campo: químico, biológico y testigo en Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011. ....	4
2. Dinámica poblacional de <i>Phyllophaga</i> sp en los tratamientos biológico, químico y testigo en Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011. ....	6
3. Porcentaje de daño de gallina ciega los tratamientos biológico, químico y testigo Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011. Valores con la misma letra no son diferentes según $P \geq 0.05$ .....	6
Anexos	Página
1. Tubo para centrífuga .....	11

## 1. INTRODUCCIÓN

En Honduras, durante la última década, la producción del cultivo de camote (*Ipomoea batatas*) (Convolvulacea) ha incrementado, debido a su alto valor económico en mercados de exportación (Lardizabal y Medlicott 2010). Las exportaciones han incrementado hasta L. 25, 346,690 en el año 2010 (Comisión Europea de comercio exterior 2010); Sin embargo la demanda está insatisfecha (BCH 2010).

Una de las principales plagas de camote *Ipomoea batatas* es la gallina ciega *Phyllophaga* sp. (Coleóptera: Scarabaeidae). La larva provoca daño al alimentarse del tubérculo de la planta y con un pequeño daño (mordedura) se descarta como producto exportable (Lardizabal y Medlicott 2010). La larva provoca grandes orificios, que al ser realizados en las etapas tempranas de formación del tubérculo cicatrizan antes de la cosecha; en cambio cuando el daño es ocasionado en la madurez del tubérculo los orificios no cierran (Lardizabal y Medlicott 2010) reduciendo la calidad de los mismos. Las pérdidas por daño de gallina ciega se estiman hasta en un 94% (Toledo 2002).

Una de las alternativas que existe para el control de plagas y para reducir el daño al ambiente son los controladores biológicos, los cuales son organismos que controlan otros organismos, alimentándose o utilizando el cuerpo del huésped para reproducirse (Perrera Viamil 2009). Un organismo que ha demostrado su eficiencia como controlador de gallina ciega es el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora*, el cual tiene una simbiosis con la bacteria *Photorhabdus luminescens* la cual mata a los huéspedes de los nematodos. Los insectos son infestados comúnmente en estados larvales *Heterorhabditis bacteriophora* penetra las larvas a través de los orificios del cuerpo ya sean estos boca, ano, espiráculos o hasta por la cutícula del insecto, utilizando la larva del insecto para reproducirse y alimentarse (Avila 2010).

El objetivo del experimento fue evaluar la efectividad del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para el control de *Phyllophaga* sp. en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas*).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** La investigación se realizó de mayo a julio de 2011 en la comunidad de Río Hondo, ubicada en el departamento de Francisco Morazán, Honduras, el sitio está a 800 msnm, con una temperatura promedio de 25°C y una precipitación media anual de 1200 mm.

**Ensayo y material biológico.** Este ensayo se realizó en un cultivo de camote *Ipomoea batatas* a 60 días de trasplante con dimensiones de 100 × 100 m con un espaciamiento entre camas de 80 cm, entre planta de 15 cm a doble hilera a los 60 días de trasplante. El ensayo se estableció en un lote de 100 m × 100 m, con los tratamientos químico del productor: Ethoprop, carbofurán, fipronil, imidacloprid, bifentrina, clorpirifos. El tratamiento biológico consistió en la aplicación del nematodo entomopatógeno *H. bacteriophora* y el testigo: que consistió en aplicar agua. La unidad experimental fue de 6.25 × 100 m cada una. Los tratamientos fueron replicados cinco veces cada uno. Los nematodos, juveniles infectivos (JI's) de *H. bacteriophora* se obtuvieron del laboratorio de control biológico de la Escuela Agrícola Panamericana. Los nematodos son producidos *in vivo* en *Galleria mellonella* (Lepidóptera: Pyralidae) como hospedero (Poinar 1979).

**Aplicación de los tratamientos.** La aplicación del tratamiento químico, se realizó a través del sistema de riego por goteo, desde la bomba primaria del sistema con ayuda de un inyector tipo venturi. La aplicación del tratamiento biológico se inyectó utilizando una bomba de motor presurizada (Arimitsu de 30 L), la cual se acopló a la válvula de alivio del sistema de riego después de los filtros. Los tratamientos fueron liberados en cada repetición durante 60 minutos de riego. Estas aplicaciones se realizaron semanalmente durante un periodo de 6 semanas, empezando el día 60 después de la siembra del cultivo.

**Variables medidas, muestreos y tratamientos.** Se evaluó la población de gallina ciega, realizando muestreos semanales con el objetivo de determinar densidad poblacional de *Phyllophaga* sp., determinar porcentaje de tubérculos dañados y rendimiento. El tamaño de la muestra fue de 1.0 m de largo de la cama por 0.50 m de profundidad y 0.50 m de ancho de la cama. Se muestreó utilizando una pala y palín removiendo cuidadosamente el suelo alrededor de los tubérculos buscando larvas de gallina ciega hasta llegar al tubérculo. Los tubérculos fueron examinados de igual forma. Para analizar la densidad poblacional de la gallina ciega se utilizó el índice: Insecto día. Este muestra la cantidad de insectos promedio por día encontrados en todo el ensayo.

$$\text{Insecto día} = \frac{\sum \left( \left( \frac{P_{ty} - P_{tx}}{2} \right) \times (F_y - F_x) \right)}{\text{Fecha final} - \text{Fecha inicial}}$$

Donde:

Pty= numero de insectos primer muestreo.

Ptx= numero de insectos segundo muestreo.

Fy= primer día de muestreo.

Fx= días a segundo muestreo.

Fecha inicial= fecha de primer muestreo.

Fecha final= fecha del último muestreo.

El muestreo para determinar rendimiento se realizó un día antes de la cosecha realizada por el agricultor y para ello se cosecharon tubérculos de 1.0 m lineal del surco en dos sitios al azar por unidad experimental para un total de 10 m lineales por tratamiento. Se extrajeron los tubérculos sin golpearlos o dañarlos, luego fueron lavados, pesados y revisados para encontrar daño por insecto (mordeduras no cicatrizadas).

Se evaluó la distribución y cantidad de *H. bacteriophora* liberada a través del sistema de riego por goteo. Con el objetivo de verificar la distribución uniforme de la aplicación de *H. bacteriophora* por parcela (nematodos/gotero) se tomaron muestras de agua de la aplicación de riego a lo largo de tres cintas de goteo para el tratamiento biológico. Se colocaron tres recipientes plásticos (tubos para centrífuga) (Anexo 1) por cinta, para un total de nueve, los cuales fueron colocados al azar, al inicio de la cama (10-20 m), al final (90-100 m) y en el medio de la misma (50-60 m). Las muestras de agua se rotularon para identificar su procedencia y se trasladaron al laboratorio en los mismos recipientes que fueron colectados, transportados (en una hielera para mantener la viabilidad de los nematodos) después de cada aplicación para el conteo de nematodos. La muestra se diluyo tres veces antes de realizar el conteo del mismo en 1.0 ml (conteo por dilución). Este proceso se realizó en tres de las aplicaciones de *Heterorhabditis bacteriophora*. Los tratamientos evaluados se muestran en el Cuadro 1 y la distribución de los tratamientos en la Figura 1.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para comparar la efectividad de aplicaciones de *Heterorhabditis bacteriophora* y plan de manejo químico sobre larvas de *Phyllophaga* sp. en Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011.

Tratamiento	Producto	Ingrediente activo	Dosis/ha	Frecuencia/fecha
Químico	Mocap <sup>®</sup>	Ethoprop	2.6 L	17-Mar
	Furadan <sup>®</sup>	Carbofurán	2.6 L	02-Abr
	Tripzell <sup>®</sup>	Fipronil	200 ml	10-May
	Kohinor <sup>®</sup>	Imidacloprid	200 ml	20-May
	Talstar <sup>®</sup>	Bifentrina	300 ml	30-May
	Furadan <sup>®</sup>	Carbofurán	1.5 L	11-Jun
	Lorsban <sup>®</sup>	Clorpirifos	1.5 L	24-Jun
Biológico	<i>H. bacteriophora</i>		2 × 10 <sup>8</sup> (JI's)	Semanalmente/ 6 semanas
Testigo	Agua		SR <sup>€</sup>	SR <sup>€</sup>

JI's, Juveniles Infeccivos del nematodo entomopatogeno.

<sup>€</sup> Según requerimientos de la planta.

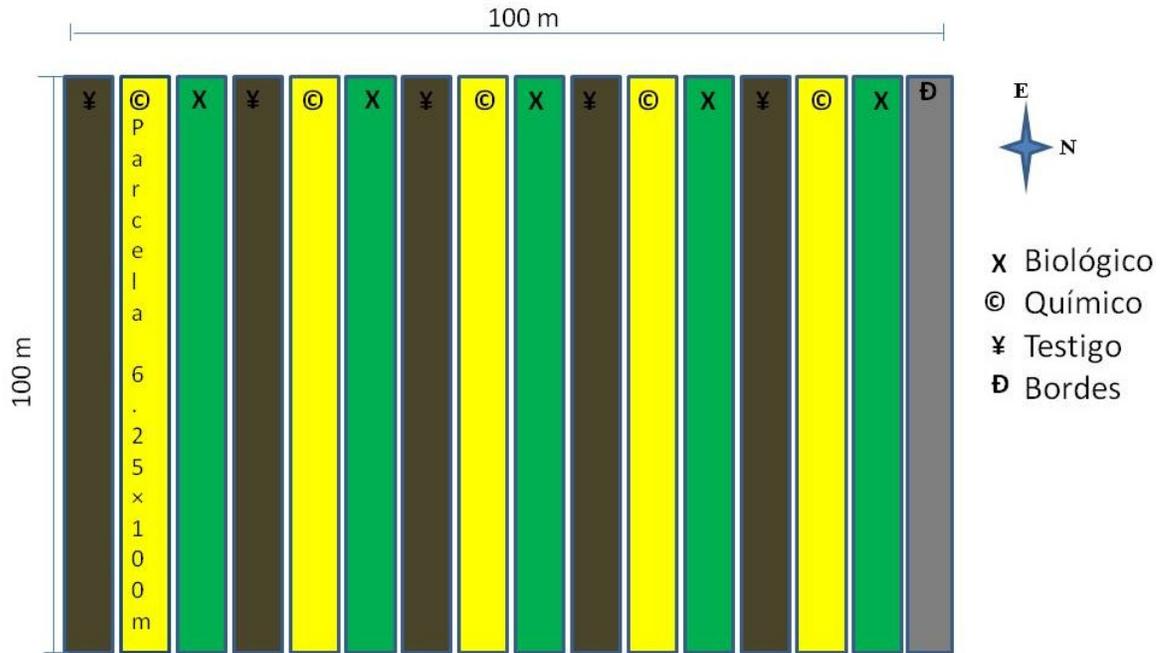


Figura 1. Distribución de los tratamientos en campo: testigo, biológico y químico, en Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011.

**Diseño experimental y análisis estadístico.** Se evaluaron los tres tratamientos (testigo, biológico y químico) en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con repeticiones, para un total de 15 unidades experimentales. Cada unidad experimental se constituyó de cinco camas de camote, cada cama de 125 m<sup>2</sup> (1.25 m de ancho × 100 m de largo) para un total de 625 m<sup>2</sup> (6.25 m de ancho × 100 m de largo).

Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico MINITAB®. Se realizó un ANDEVA (Análisis de Varianza) con una separación de medias mediante la prueba de Tukey Test con un nivel de significancia de ( $P \leq 0.05$ ) para evaluar el daño por gallina ciega por kilogramo, porcentaje de camote afectado en cada tratamiento y la distribución de los nematodos en el campo.

### 3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Estadísticamente los tratamientos no presentaron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en el daño causado por las larvas de *Phyllophaga* sp. representado en kilogramos de camote dañado y porcentaje de daño por tratamiento, coincidiendo con lo reportado por: Perrera Viamill (2009) quien comparó Clorpirifos (5 L/ha) con  $2 \times 10^8$  (JI's) en un cultivo de lechuga para control de gallina ciega y no encontró diferencias significativas entre tratamientos: químico y biológico (Cuadro 2). No se encontraron diferencias significativas en la incidencia de larvas presentes en los tres tratamientos (Figura 2). Una alta desviación estándar (Cuadro 2) en los tratamientos respalda la alta variabilidad en los datos recolectados en el campo debido a una distribución agregada, lo que dificulta poder observar tendencias claras del control y daño ocasionado por el insecto a los tubérculos.

Cuadro 2. Insecto día, población final de *Phyllophaga* sp., daño a tubérculos de *Ipomoea batatas* y porcentaje de cada tratamiento en Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011.

Tratamientos	Daño a tubérculos			Población final
	kg/ha	%	Insecto día/m <sup>2</sup>	
Testigo	16272 ± 13376 <sup>ae</sup>	42.7 ± 36.7 <sup>a</sup>	5.2 ± 5.5 <sup>a</sup>	16.4 <sup>a</sup>
Químico	21184 ± 9576 <sup>a</sup>	41.9 ± 18.5 <sup>a</sup>	7.3 ± 5.5 <sup>a</sup>	21.6 <sup>a</sup>
Biológico	12464 ± 9080 <sup>a</sup>	37.2 ± 18.1 <sup>a</sup>	5.2 ± 4.0 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>

€ Datos con la misma letra en la columna no presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey Test a un ( $P \geq 0.05$ ).

Las poblaciones de gallina ciega en todos los tratamientos presentan el mismo comportamiento (Figura 2), se observó que la incidencia del insecto en el campo es menor en los primeros días del ensayo (Mayo 2011), tiempo donde los adultos comenzaron a eclosionar y ovipositar por las primeras lluvias. Mientras avanzaba el ensayo (Julio 29), las poblaciones de gallinas ciegas mantuvieron un comportamiento similar para todos los tratamientos debido al establecimiento o eclosión final de los adultos durante la temporada de lluvia (King y Saunders 1984).

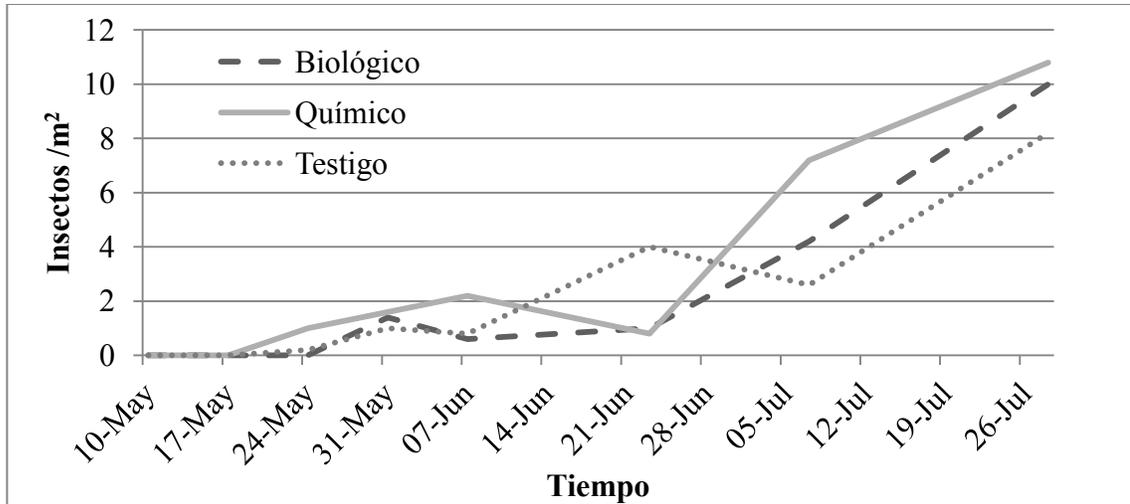


Figura 2. Dinámica poblacional de *Phyllophaga* sp en los tratamientos biológico, químico y testigo en Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011.

No se pudo establecer una relación o correlación entre la cantidad de insectos (Figura 2) y el daño en los tubérculos para los tratamientos (Figura 3). Como se observa en las fechas 7 y 26 de julio (Figura 3) el daño es mayor en el tratamiento testigo pero la cantidad de insectos encontrados es menor para este mismo tratamiento (Figura 3). Se cree que el patrón de distribución agregada del insecto y la poca cantidad de muestras impidió obtener datos más precisos y ayuda a explicar por qué no se encontró una relación entre la densidad poblacional del insecto y el daño causado.

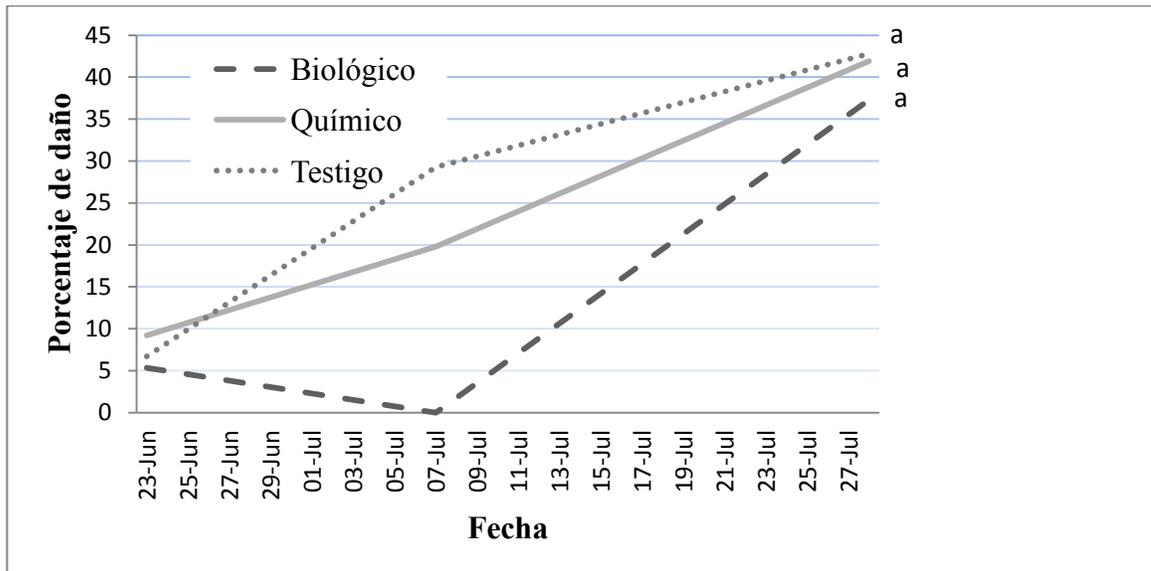


Figura 3. Porcentaje de daño de gallina ciega los tratamientos biológico, químico y testigo Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011. Valores con la misma letra no son diferentes según  $P \geq 0.05$

La cantidad de nematodos recuperados en cada tratamientos es diferente significativamente ( $P>0.05$ ) (cuadro 3). En la muestra recolectada a 50-60 m se obtuvo un mayor número de nematodos que en las muestras recolectadas a 90-100 m significativamente  $P>0.05$ ) como se aprecia en el cuadro 3, no se obtuvo un diferencia significativa para el total de nematodos recolectados a los 10-20 m y 90-100 m (Cuadro 3.), mostrando que la distribución de los nematodos en el lote no fue uniforme, esto debido a problemas en las cintas de goteo y diseño del riego. El porcentaje de nematodos recolectados fue bastante bajo debido a que los muestreos para el conteo se realizaron 24 horas después de la recolección, pudiendo incidir en la alta mortalidad de los nematodos. Aunque la mortalidad del nematodo fue elevada al momento del conteo, se puede inferir que las dosis usadas del nematodo necesitan ser aumentadas.

Cuadro 3. Número de nematodos recolectados y cantidad aplicada en porcentaje en el tratamiento *H. bacteriophora* en tres distancias de la válvula de entrada de inyección de las cintas de goteo en Río Hondo, Francisco Morazán, Honduras, 2011

Distancias (m)	Media			% aplicación vivos
	Vivos	Muertos	Total	
10-20	84	48	132 <sup>ab€</sup>	24
50-60	102	63	165 <sup>a</sup>	31
90-100	63	39	102 <sup>b</sup>	20

€ Datos con diferente letra en columna presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey Test a un ( $P\leq 0.05$ ).

#### 4. CONCLUSIONES

- El nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* presentó igual efectividad que el tratamiento químico para el control de *Phyllophaga* sp. en *Ipomoea batatas*.
- Las poblaciones de nematodos no fueron distribuidas uniformemente en el lote.

## 5. RECOMENDACIONES

- Realizar aplicaciones de *Heterorhabditis bacteriophora* en el campo antes de la siembra del cultivo para mantener poblaciones estables.
- Utilizar el nematodo como una herramienta de prevención y no de curación.
- Evaluar la liberación de los nematodos en otros tipos de sistemas de riego.
- Hacer más muestreos a lo largo del experimento.
- Evaluar dosis más elevadas de nematodos.
- Realizar un estudio económico del experimento.

## 6. LITERATURA CITADA

Avila Sosa, O. 2010. Control de broca del café (*Hypothenemus hampei*) utilizando once cepas del hongo *Beauveria bassiana* y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora*. Tesis Ing. Agr., Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 14 p.

BCH (Banco central de Honduras) 2010. Estadísticas de Comercio Exterior (Exp/Imp) e Inversión Extranjera Directa. (en línea) consultado 1 octubre de 2011. Disponible en: <https://see.bch.hn/sice-ied>

CECE (Comisión europea de comercio exterior) 2010. Estadísticas de comercio. Escritorio de ayuda de exportaciones. (en línea) consultado 1 octubre de 2011. Disponible en: [http://exporthelp.europa.eu/thdapp/comext/ComextServlet?action=output&viewName=partners\\_ms&simDate=20100101&languageId=en&list\\_years=2010&measureList=iv&measureList=ev&cb\\_reporters=all&cb\\_partners=0424&ahscode1=071420](http://exporthelp.europa.eu/thdapp/comext/ComextServlet?action=output&viewName=partners_ms&simDate=20100101&languageId=en&list_years=2010&measureList=iv&measureList=ev&cb_reporters=all&cb_partners=0424&ahscode1=071420)

King, A.B.S., Saunders, J.L.1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres, Inglaterra. Administración de Desarrollo Extranjero. 182 p.

Lardizabal, R.D., Medlicott, A.P. 2010. Compendio de manuales de producción de frutas y hortalizas. 460 p.

Perrera Viamill, A.A. 2009. Efectividad del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae) para el control de larvas de *Phyllophaga* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae). Tesis Ing. Agr., Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 13 p.

Poinar, G. O. JR. 1979. Nematodes for biological control of insects. Boca Raton, Florida CRC Press. 227 p.

Toledo, M. 2002. Uso de barreras físicas para evitar la oviposición de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) en fresa. Agronomía Mesoamericana 13(1): 55-58.

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Tubo para centrífuga

