

**CONTROL BIOLÓGICO DEL PICUDO NEGRO
(*Cosmopolites Sordidus*) CON EL NEMATODO
ENTOMOPATÓGENO *Heterorhabditis bacteriophora*
A NIVEL DE INVERNADERO EN EL CULTIVO DE
BANANO**

Reina Medina Litardo

Galo Salcedo Rosales

Erika Tapia Rosado



**Investigación
Tecnología e Innovación**

Revista de divulgación de la Dirección de Investigaciones y Proyectos Académicos



CONTROL BIOLÓGICO DEL PICUDO NEGRO (*Cosmopolites Sordidus*) CON EL NEMATODO ENTOMOPATÓGENO *Heterorhabditis bacteriophora* A NIVEL DE INVERNADERO EN EL CULTIVO DE BANANO

BIOLOGICAL CONTROL OF *Cosmopolites sordidus* using *heterorhabditis bacteriophora* ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES ON BANANA CROP IN GREENHOUSES

Reina Medina¹, Galo Salcedo¹, Erika Tapia¹

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del nematodo (*Heterorhabditis bacteriophora*) sobre larvas de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de invernadero. Se realizó un bioensayo que consistió en la inoculación directa del nematodo sobre el área que ocupa el rizoma de las plantas de banano infestadas con larvas de picudo negro. Las dosis utilizadas fueron 0, 75 000, 100 000 y 125 000 nematodos/m², en un diseño de bloques completos al azar. Se registró el número de larvas muertas por planta a los seis y diez días después de la aplicación de los nematodos. Las variables evaluadas fueron mortalidad de larvas de picudo, multiplicación de nematodos y eficiencia de las dosis. La dosis de nematodos que causó mayor mortalidad en las larvas de picudo negro fue de 125 000 nematodos/m² con un porcentaje de 91.67 de larvas muertas a los 10 días después de la aplicación de los nematodos. Analizando la eficiencia de las concentraciones, a los diez días se obtuvo que todas las dosis fueron eficientes, siendo la de 125 000 nematodos/m² la que presentó el mayor valor con 93.33% de larvas muertas frente al testigo que no registró larvas muertas.

Palabras claves: control biológico, nematodos, *Heterorhabditis bacteriophora*, *Cosmopolites sordidus*, mortalidad, eficiencia.

¹ Universidad de Guayaquil, Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces, Km 1 1/2 vía a Palestina, Vinces - Ecuador, Teléfono: 05 2790197. e-mail: recomely@yahoo.com

SUMMARY

The objective was to evaluate the effect of the nematode (*Heterorhabditis bacteriophora*) on black weevil larvae (*sordidus*) in greenhouse conditions. Bioassay was conducted which consisted of direct inoculation of the nematode on the area occupied by the rhizome of banana plants infested with larvae of the black weevil. The doses used were 0, 75 000, 100 000 and 125 000 nematodes/m² in a complete block design at random. We recorded the number of dead larvae per plant at six and ten days after the application of nematodes. The variables evaluated were mortality of weevil larvae, nematode multiplication and efficiency of the dose. The dose of nematodes caused greater mortality in black weevil larvae was 125 000 nematodes/m² with a 91.67 percentage of dead larvae at 10 days after application of nematodes. Analyzing the efficiency of concentrations, on the tenth day it was found that all doses were effective, being the nematodes/m² 125 000 which had the highest value with 93.33% of dead larvae against the witness who reported no dead larvae.

Key words: biological control, nematodes, *Heterorhabditis bacteriophora*, *Cosmopolites sordidus*, mortality, efficiency.

1. INTRODUCCIÓN

La tendencia de la producción agrícola a nivel mundial debe ser reemplazar la agricultura convencional por una orgánica que tenga el carácter de sustentable. En nuestro país la producción bananera es importante desde el punto de vista económico y social. El cultivo del banano es el principal producto agrícola de exportación desde hace 52 años, la superficie dedicada a este rubro en el Ecuador es de 209 027 hectáreas y en la provincia de Los Ríos es de 24% con 50419 hectáreas (SICA, 2008).

Uno de los problemas que afecta a la producción de banano lo constituye el picudo negro *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleóptera: Curculionidae) debido al daño que causa, ya sea por su acción directa o por sus asociaciones con microorganismos (Fernández, 1994). Este insecto, a bajos niveles de población confina su actividad casi exclusivamente a los rizomas que quedan al cosechar la planta. Sin embargo, cuando la población aumenta se incrementa el ataque a los rizomas y pseudotallos de las plantas en crecimiento o justamente después de la floración, llegando a causar grandes pérdidas (Gold & Messiaen, 2000).

El ataque de este insecto a las plantaciones hace que se incrementen los costos de producción por los gastos que implican los insecticidas. Actualmente su control

se realiza principalmente mediante la aplicación de productos químicos, bien sea tratando el suelo antes de la siembra o aplicando los insecticidas al suelo que rodea las plantas (INRA, 1996). Al perjuicio económico, se une el severo desequilibrio ecológico causado por el uso indiscriminado de los productos químicos y los problemas de residualidad en el fruto (Gaugler, 2004).

El agricultor enseñado a ver resultados inmediatos y de fácil aplicación sigue recurriendo a los pesticidas químicos, esta situación no aceptable pero si explicable mantiene vigente el problema de la contaminación, residualidad química en los alimentos y la resurgencia de plagas por la resistencia que van adquiriendo.

Actualmente dentro del control biológico de plagas se han obtenido resultados aceptables pero que tienen sus limitaciones, por lo que resulta necesario seguir realizando investigaciones para conocer otras alternativas. Por lo general, las características predominantes de los actuales controladores biológicos son de lenta acción.

El Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces (ITAV) de la Universidad de Guayaquil considerando la necesidad de buscar otras alternativas para el sistema de manejo integrado del picudo negro, propone la investigación sobre el control biológico con el nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora*, el cual se perfila como un valioso aporte que permitirá regular la población de la plaga sin efectos nocivos al medio ambiente y al hombre. Este nematodo del género *Heterorhabditis* ha surgido como una excelente alternativa en el biocontrol, posee una habilidad para buscar e introducir sus bacterias simbióticas del género *Phthorabodus*, dentro del cuerpo del insecto, matándolo por septicemia dentro de las 24-48 horas (Barrios, 2004). Este doble carácter y único del complejo nematodo-bacteria, los distingue de otros organismos usados para control biológico e incorporarlo al manejo integrado de plagas del cultivo de banano. Para lo que esta investigación se realizó con los objetivos siguientes:

1.1. Objetivo general:

Evaluar el efecto del nematodo (*Heterorhabditis bacteriophora*) sobre el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de invernadero

1.2. Objetivos Específicos:

- Determinar en qué dosis el nematodo entomopatógeno (*Heterorhabditis bacteriophora*) controla el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) a nivel de invernadero.
- Evaluar el porcentaje de eficiencia de las dosis del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para el control del picudo negro (*Cosmopolites*

- sordidus*) a nivel de invernadero.
- Transferir los resultados de la investigación a los estudiantes, técnicos y agricultores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Sitio de estudio

El estudio se realizó en el ITAV, localizado en el kilómetro 1,5 de la vía Vines – Palestina, cuyas coordenadas geográficas son: 01° 34' de latitud Sur y 75° 44' de longitud Oeste, a una altura de 41msnm, con una temperatura promedio de 25.4°C y una precipitación anual de 1400 mm de lluvia y humedad relativa de 84% (INAMHI, 2008). La duración del estudio fue de 9 meses, inició en Septiembre del 2008 y finalizó en Mayo del 2009.

2.2. Material Biológico: nematodos y *Galleria mellonella*

2.2.1. Nematodos

Los nematodos entomopatógenos *Heterorhabditis bacteriophora* se adquirieron del pie de cría del laboratorio de nemátodos de la Unidad de los Centros de Clases de Prácticas Integradas (UCCPI) del ITAV de la Universidad de Guayaquil.

2.2.2. Reproducción de polilla de cera (*Galleria mellonella*)

Se utilizaron larvas del último estadio de *Galleria mellonella* como medio para la reproducción del nematodo, las que fueron criadas usando dieta artificial que consistió en una mezcla de suplementos alimenticios (comida para cachorros) molida con miel de abeja (2:1).

A los adultos de *Galleria mellonella* se los mantuvieron en recipientes plásticos con tela tul y para facilitar la ovoposición se colocaba papel periódico recortado en círculos para una mayor oviposición.

Los huevos ovipositados en el papel una vez cosechados se colocaron en vasos plásticos que contenían granos de polen.

2.2.3. Reproducción del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora*

Para la reproducción del nematodo *H. bacteriophora* se dispuso 50 larvas del último estadio de *Galleria mellonella*. Se dividieron en grupos de 10 y se colocaron en caja petri. Se preparó un inóculo de nematodos con juveniles infectivos (JI) recién emergidos y obtenidos según la técnica de cultivo de nematodos sobre *G.*

mellonella, descrita por Kaya y Stock (1997). Se añadió 10 ml del volumen de líquido a la caja con una pipeta. Posteriormente, se adicionó agua destilada hasta humedecer uniformemente ambas superficies de las cajas, las que se cerraron y mantuvieron a una temperatura de 28°C.

Después de cuatro días los cadáveres de larvas se separaron y fueron lavadas con agua destilada, luego fueron colocadas en la trampa White ver figura 1.

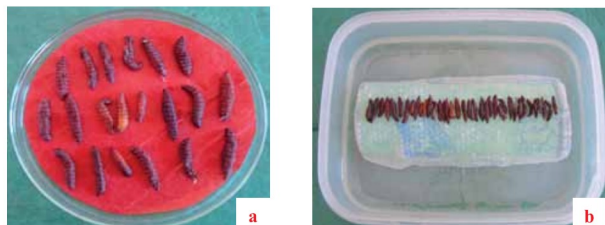


Figura 1. Larvas de *Galleria mellonella* infectadas con *Heterorhabditis bacteriophora* (a) y trampa White (b). UCCPL ITAV. UG, 2009

Una vez que se obtuvo los nematodos de la cámara White se procedió a pasar por un tamiz número 500 mesh con el propósito de separar a los protozoarios que quedan retenidos en el tamiz. De esa manera queda el agua solo con nematodo (cosecha).

En esta agua hay una gran población de nematodo por lo que se cogió 1 ml de esta agua y se le agregó 100 ml agua destilada pura. Posteriormente con una jeringa se tomó una muestra de 10 ml y se la colocó en una caja contadora de nematodo y se procedió a realizar el conteo mediante el estéreo microscopio.

2.2.4. Recolección de larvas de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*)

En cambio para realizar las pruebas de infección en el invernadero se usaron las larvas de picudo negro. Éstas fueron colectadas extrayéndolas del cormo de las plantaciones de banano infestadas.

Las larvas fueron llevadas al laboratorio donde se las sometieron a un período de cuarentena para asegurarse que no vinieran enfermas del campo. Se alimentaron con pseudotallos de banano en tarrinas plásticas.



2.3. Establecimiento del ensayo con *Heterorhabditis bacteriophora* a nivel de invernadero

2.3.1. Determinación de dosis del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para controlar el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) a nivel de invernadero

a) Preparación del terreno para la siembra de las plantas en el invernadero

Primero se limpió el terreno y luego se procedió a realizar la conformación de los sitios de siembra con dimensiones de 1m² para cada unidad experimental.

b) Obtención del material de siembra

Para el material de siembra se emplearon hijos de banano de 1 a 1.20 metros, los que se colocaron en sacos de polietileno.

El proceso de la siembra de este material se realizó de la siguiente manera:

- Se preparó un sustrato con suelo de textura franco limosa, humus de vermi compost, arena y tamo de arroz en proporciones de 4.5:0.25:0.50: 0.50.
- Luego se llenaron los sacos de polietileno con 50 kg de este sustrato.
- Se desinfectaron los hijos de banano con hipoclorito de sodio al 0.2 % de concentración; y enseguida se procedió a sembrarlos.

A éste sustrato utilizado se le determinó el pH, textura y capacidad de campo; esto para obtener una lámina de riego suficiente para mantener al suelo húmedo.

2.3.2. Manejo del ensayo

El manejo técnico del ensayo consistió en realizar riego para mantener el suelo en capacidad de campo. Las malezas fueron controladas manualmente y para la fertilización se utilizó urea más muriato en dosis de 20 y 25 gramos por planta (de acuerdo al análisis de suelo). No hubo presencia de patógenos.

2.3.3. Infestación de plantas de banano con larvas de picudo negro

A los noventa días de haberse sembrado las plantas de banano fueron infestadas con cinco larvas de picudo negro en el interior del cormo para realizar las futuras pruebas.

2.3.3.1. Monitoreo de plantas de banano infestadas con las larvas de picudo negro

Después de 3 días se verificó si las larvas habían colonizado el corno de banano, ver figura 2.



Figura 2. Verificación de plantas de banano infestadas con las larvas de picudo negro (a) larvas de picudo negro (b). UCCPI. ITAV. UG, 2009.

2.3.3.2. Aplicación de nematodos en larvas de picudo negro.

a) Contabilización de nematodos

Para el conteo de los nematodos se utilizó el método de dilución volumétrica (Kaya y Stock, 1997) el que consiste en colocar 100 ul de la suspensión inicial de nematodos en una caja petri rayada ó dividida. Este procedimiento se repitió cinco veces. La concentración de nematodos se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{N \times l \times (X + 1)}{M}$$

N = número promedio de nematodos registrados en cada muestra; M = número de ml de cada muestra tomada; X + 1 = dilución; S = concentración (nematodos/ml) en la suspensión.

Sobre la base en esta concentración se procedió a la preparación de las dosis requeridas para las pruebas.

b) Aplicación de nematodos en los tratamientos

b.1. Técnica dilución

Se aplicaron suspensiones de nematodos en las concentraciones de 75 000, 100 000 y 125 000 nematodos/planta diluidos en cinco litros de agua, obtenidas

en trampa White a partir de larvas de *Galleria mellonella* de 10 días de inoculadas, aplicándose sobre el área que ocupa el rizoma de las plantas de banano de tres meses de edad.

c) Infección del picudo negro por el nemátodo en el cormo de la planta de banano.

Se extrajeron las larvas de picudo negro empleando machete, donde se cortaron los cormos de las plantas de banano en estudio y se verificó la presencia de las larvas de picudo infestadas y no infestadas por el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora*.

Posteriormente, fueron llevadas al laboratorio donde fueron lavadas con agua destilada y colocadas sobre papel filtro humedecido en cajas petri para luego realizar la trampa White y verificar la comprobación del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* a través del estero microscopio, ver figura 3.



Figura 3. Larvas de picudo negro infestado con el nematodo entomopatógeno. UCCPI ITAV. UG, 2009.

Para determinar la mortalidad de los picudos en las distintas concentraciones, se hicieron observaciones a los seis y diez días después de la aplicación de los nemátodos. El experimento se repitió dos veces.

2.4. Evaluación del porcentaje de la eficiencia de la dosis del nematodo entomopatógeno *H. bacteriophora* para el control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano.

Para cumplir con este objetivo se empleó la fórmula de ABBOTT (Bleiholder, 1996).

$$Mc = (Mo - Mt) / (100 - Mt) * 100$$

Mc= porcentaje de eficiencia; Mo = número de insectos (total); Mt = número de insectos muertos.

2.5. Transferencia de los resultados de la investigación

Este proceso se realizó empleando el método de comunicación por grupo que consistió en charlas, conferencias con visitas al invernadero experimental y al laboratorio. Las personas que recibieron las explicaciones pertenecían a colegios agropecuarios de la localidad, ITAV y Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil, miembros del Consejo Provincial de Los Ríos, Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) y Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior del Ecuador (CONEA). Se emplearon registros de asistencia, papelógrafos ilustrativos, trípticos informativos, materiales para la reproducción y aplicación del nematodo.

2.6. Variables registradas

Las variables evaluadas fueron mortalidad de larvas de picudo, multiplicación de nematodos y eficiencia de las dosis.

Para verificar la muerte de las larvas de picudo negro por acción del nematodo, se disecaron, luego fueron observadas en el microscopio y también se pasaron por cámara seca (desarrollo del nematodo dentro del insecto) y posteriormente a cámara “White” (emergencia de nematodo).

2.7. Análisis estadístico

Se empleó un diseño de bloques completos al azar, con 4 tratamientos (tres dosis más el testigo absoluto) y 3 repeticiones, con 12 unidades experimentales de la variedad Valery del grupo “Cavendish”.

Debido a que los datos son muy variados y bajos y estos siguen una distribución de POISSON, la estadística aconseja que en este caso se transforme a arco - seno (Gonzales, 1976) y se realizó la comparación de medias utilizando Tukey al 0.05 de probabilidad.

3. RESULTADOS ALCANZADOS

3.1. Establecimiento del ensayo con *Heterorhabditis bacteriophora* a nivel de invernadero

3.1.1. Determinación de dosis del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para controlar el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) a nivel de invernadero a los 6 días después de la aplicación de los nematodos.

Al realizar el análisis de varianza a los seis días después de instalado el ensayo, se detectaron diferencias significativas entre las dosis (tratamientos) no así para las repeticiones donde su resultado fue no significativo. El coeficiente de variación fue de 30.93%.

Comparando los promedios de los tratamientos con la prueba de Tukey al 5%, se evidenció que existieron diferencias estadísticas entre los promedios; la dosis (tratamiento) de 125 000 nematodos/m² (por planta) fue la que presentó el mayor promedio de 6.52 larvas de picudo negro muertas, que representa un porcentaje de 41.67 (cuadro 1) seguido de las dosis (tratamientos) de 75 000 y 100 000 nematodos/m² (planta) con promedios de 4.47 y 1.42 de larvas muertas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de medias de determinación de dosis del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para controlar el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) a nivel de invernaderos 6 días. UCCPI. ITAV. UG, 2009.

Tratamientos (dosis) nemátodos	Media	%
125 000	6.52 a	41.67
100 000	4.47 ab	25.00
75 000	1.42 b	8.33
0	1.40 b	0

CV (%) = 30.93

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente bajo la prueba de Tukey al 5%.

3.1.2. Determinación de dosis del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para controlar el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) a nivel de invernadero a los 10 días después de la aplicación de los nematodos

De acuerdo a la evaluación realizada a los diez días después de la aplicación del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora*, para controlar el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) a nivel de invernadero con cuatro dosis (tratamientos) (0, 75 000, 100 000, 125 000 nematodos), se detectó diferencia significativa entre los dosis (tratamientos), no así para las repeticiones. El coeficiente de variación fue de 17.58%.

Comparando los promedios de los tratamientos con la prueba de Tukey al 5%, se evidenció que existió diferencias estadísticas entre los promedios; la dosis (tratamientos) de 125 000 nematodos por m² fue el que presentó el mayor promedio de 12.67 larvas de picudo negro muertas, que representa un porcentaje de 91.67 (cuadro 3), seguido de las dosis (tratamientos) de 100 000 y 75 000 nematodos con promedios de 6.53 y 5.50 de larvas de picudo negro muertas (cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias de determinación de dosis del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para controlar el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) a nivel de invernadero a los 10 días. UCCPI. ITAV.UG, 2009.

Tratamientos (dosis) nematodos	Media	%
125 000	12.67 a	91.67
100 000	6.53 b	58.33
75 000	5.50 b	33.33
0	1.40 c	0

CV (%) = 17.58

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente bajo la prueba de Tukey al 5%.

3.2. Evaluación el porcentaje de eficiencia de la dosis del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para el control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano a los 6 días después de la aplicación de nematodos

Los resultados de la eficiencia de las dosis del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* en las larvas de picudo negro a los 6 días después de la aplicación de nematodos se presentan en la figura 4.

Como resultado de este estudio se obtuvo un 60% de larvas muertas con la dosis 3 (125 000 nematodos/m²) seguido de las otras dosis (75 000 y 100 000 nematodos/m²) con 21.57 y 42.62% de larvas muertas de picudo negro.

3.3. Evaluación del porcentaje de eficiencia de la dosis del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para el control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano a los 10 días después de la aplicación de nematodos

A los diez días se obtuvo que todas las dosis fueron eficientes presentando las larvas de picudo negro sintomatologías con cambio de coloración de color café pardo; siendo la dosis de 125 000 nematodos/m² la que presentó el mayor valor



con 93.33% de larvas muertas con coloración café rojiza características del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora*, frente al testigo que no registró larvas muertas, ver figura 5.

Lo expuesto anteriormente corresponde al trabajo complementario realizado en el laboratorio de los entomófagos de la UCCPI e ITAV en donde se determinó la efectividad de los tratamientos (dosis) de nematodos basándose en la observación del crecimiento del nematodo a través de las larvas de picudo negro.

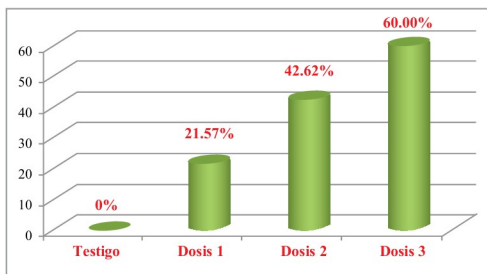


Figura 4. Eficiencia de las dosis de nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para controlar el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) a nivel de invernadero a los 6 días. UCCPI. ITAV. UG, 2009.

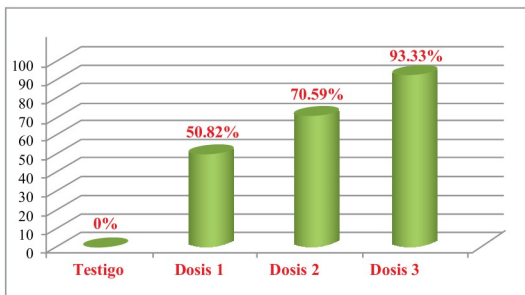


Figura 5. Eficiencia de las dosis de nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para controlar el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) a nivel de invernadero a los 10 días. UCCPI. ITAV. UG, 2009.

4. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

Los promedios de mortalidad a los 6 días después de la aplicación de los nematodos a la planta infestada por larvas de picudo negro, mostraron diferencias significativas en relación con el testigo entre dosis. Los promedios de mortalidad más altos se consiguieron con la dosis de 125 000 nematodos/ m² con 6.52 larvas muertas de picudo negro que representan un 41.67% y 1.12 y 0.84 de larvas para las dosis de 100 000 y 75 000 nematodos/m² (planta).

Los porcentajes de mortalidad más altos se consiguieron con la dosis de 125 000 nematodos/m² a los 10 días después de la aplicación de los nematodos a la planta infestada, con resultado de 12.67 de larvas de picudo negro muertas, que representa un porcentaje de 91.67, seguido de las dosis de 100 000 y 75 000 nematodos con 6.53 y 5.50 de larvas muertas; estos resultados concuerdan con los registrados por Gold & Messiaen (2000) con una alta susceptibilidad de las larvas de *Cosmopolites sordidus* y el porcentaje de mortalidad hasta del 100%.

La dosis que presentó mayor eficiencia con un porcentaje de 93.33 de mortalidad de larvas de picudo fue la tres con una concentración de 125 000 nematodos/m² a los 10 días; de acuerdo a los resultados obtenidos con esta dosis, se concuerda con Sepúlveda, Soto & López (2004) donde mencionan que bajo condiciones evaluadas, tanto adultos como larvas de picudo negro fueron susceptibles al ataque del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* respondiendo diferencialmente al aumento de la dosis.

La susceptibilidad de las larvas de picudo negro puede deberse al movimiento limitado, ausencia de apéndices para locomoción y defensa. También por su cutícula suave y adicionalmente tienen boca, ano y espiráculos expuestos y disponibles para el ingreso de los nematodos.

Los nematodos en todas las dosis evaluadas lograron multiplicarse y reproducirse en larvas de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*). Para todos los tratamientos se presentó emergencia de nematodos entomopatógenos (NE) de las larvas de *Cosmopolites sordidus*. Los días para el inicio de la emergencia difirieron entre dosis, teniendo así emergencia de nematodos 4 días después de ubicar las larvas en cámara White para las dosis de 100 000 y 125 000 y para la dosis más baja 7 días después.

Durante las disecciones de larvas parasitadas se observó que pasadas las 48 horas, hubo desarrollo de estados adultos de *Heterorhabditis bacteriophora*. Aunque no se pudo determinar con exactitud el momento en que los nematodos que ingresan a las larvas pasan a estados adultos para hallar los índices de penetración, es claro



que hay desarrollo de más de una generación en las larvas expuestas sin importar la dosis. El desarrollo y multiplicación del nematodo en su insecto hospedante, facilitaría la selección del mejor entomopatógeno y su inclusión como controlador biológico, pues lograría causar epizootias en el hábitat de la plaga.

5. CONCLUSIONES

Luego del análisis e interpretación de los resultados experimentales se llegó a las siguientes conclusiones:

- La susceptibilidad de las larvas de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) evidenciada en este trabajo, indican que *Heterorhabditis bacteriophora* podría emplearse como una herramienta en el manejo integrado de la plaga. Se observó claramente la patogenicidad de la especie utilizada y la capacidad de desarrollarse especialmente en estados inmaduros (larvas) cumpliendo su ciclo completo y multiplicándose en larvas infectadas, características deseables en controladores biológicos.
- La dosis de *Heterorhabditis bacteriophora* que causó mayor mortalidad en las larvas de picudo negro fue de 125 000 nematodos/m² (planta de banano) con un porcentaje de 91.67 de larvas muertas a los 10 días después de la aplicación de los nematodos.
- Analizando la eficiencia de los tratamientos (dosis) ensayados se obtuvo como resultado que todas las dosis fueron eficientes, siendo la dosis de 125 000 nematodos/m² el que presentó el mayor valor con 93.33% de larvas muertas, frente al testigo que no registró ninguna.
- El mayor porcentaje de larvas muertas de picudo negro se registró a los 10 días después de la aplicación de los nematodos a la planta banano infestada.
- El uso de los nematodos *Heterorhabditis bacteriophora* es una alternativa viable como método de control para el picudo negro que es la principal plaga del cultivo de banano.

6. RECOMENDACIONES

- Determinar metodologías de aplicación ya sea directa con aplicaciones dirigidas al cormo o indirectas con aplicaciones sobre trampas logrando que los patógenos se dispersen por los adultos.
- Establecer frecuencias de aplicación, dosis en el campo, interacción con otros

agentes entomopatógenos y el desarrollo de formulaciones que permitan una mayor permanencia del nematodo en el campo.

- Determinar el efecto de este nematodo entomopatógeno sobre otras plagas en otros cultivos.

7. AGRADECIMIENTOS:

A los directivos de Universidad de Guayaquil por su apoyo invaluable y permanente a la investigación. A los directivos y técnicos del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) - Perú, por su asesoría en este trabajo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Barrios, L. (2004). Evaluación del parasitismo de *Heterorhabditis* spp y *Diplogasteritus* spp sobre *Phyllophaga* spp, *Scaptocoris Talpa*, y *Ampedus* spp. a nivel de laboratorio e invernadero. Tesis de Doctorado. Guatemala.
- Bleiholder, H. 1996. Métodos de Planteamiento y Valoración de ensayos de campo con Pesticidas. 2 ed. p.170.
- Fernandez L. (1994). El banano en el Ecuador. Cultivo, plagas y enfermedades. Guayaquil, EC. p. 239.
- Gaugler, R. (1999). Ecological considerations in the biological control of soil inhabiting insects with entomopathogenic nematodes. *Agric. Ecosys. Environ.* 24, 351-60.
- Gold, C.S. & Messiaen, S. (2000). El picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*. Plagas de musa. Hoja divulgativa N°4. Ssolicitado 23 de diciembre, 2006, disponible en [http:// www.inibap.com](http://www.inibap.com).
- Gonzales, G. 1976. Métodos estadísticos y principios de diseño experimental. Universidad Central. Ecuador. Quito. p 222.
- Institut National de la Recherche Agronomique Antilles Guyane. (INRA). (1996). Los nematodos en el control biológico. Mimeografiado. 23 p.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Anuario Meteorológico. Ecuador, 2008. p 95.
- Kaya, H. & Stock, S. 1997. Techniques in insect nematology, pp. 281-324. En: Lacey, L. A. (ed.). Manual of techniques in insect pathology. Biological techniques. Academic Press, Inc. San Diego. Chap. 6.
- Sepúlveda, P & Soto, J & López, B. 2004. Evaluación de la virulencia de *Steinernema carpocapsae* All Strain y *Heterorhabditis bacteriophora*, sobre los estados de desarrollo del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*) Germar.
- SICA. Producción del banano. Solicitado 20 de octubre, 2006, Disponible en <http://www.sica.gov.ec>.