

# **CONTROL BIOLÓGICO DEL PICUDO NEGRO (*Cosmopolites sordidus*) CON LA APLICACIÓN DEL NEMATODO ENTOMOPATÓGENO *heterorhabditis bacteriophora* EN 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 LA APLICACIÓN DEL NEMATODO ENTOMOPATÓGENO *heterorhabditis* *bacteriophora* EN CULTIVO DE BANANO**

### **BIOLOGICAL CONTROL OF BLACK WEEVIL LARVAE (*COSMOPOLITES SORDIDUS*) WITH THE APPLICATION OF *HETERORHABDITIS BACTERIOPHORA* ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES ON BANANA CROP**

*Reina Medina<sup>1</sup>, Galo Salcedo<sup>1</sup>, Erika Tapia<sup>1</sup>*

#### **RESUMEN**

La necesidad de disminuir el número excesivo de aplicaciones de insecticidas por sus efectos adversos sobre el ambiente y la salud humana ha inducido a buscar otras alternativas en el combate de insectos plagas. Una opción es el control biológico mediante el uso del nemátodo entomopatógeno *H. bacteriophora*. El objetivo de esta investigación fue controlar biológicamente el picudo negro (*C. sordidus*) usando el nemátodo *H. bacteriophora* para reducir el uso de pesticidas en cultivo de banano. Se realizó un bioensayo en campo que consistió en escoger una superficie de 1,5 m<sup>2</sup> en media luna por cada planta y asperjo con una solución agua nematodos en dosis de 66 667, 83 333 y 100 000 nematodos/planta, se usó 5 litros por cada una y se aplicó con una bomba manual de alto volumen sin boquilla. Para observar la acción de los nematodos se elaboraron trampas tipo semicircular y se colocaron dentro de la media luna, los picudos que se encontraban en ellas se recolectaron y se llevaron al laboratorio, se mantuvieron en observación hasta ocho días, para determinar la mortalidad. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La dosis de *H. bacteriophora* que causó mayor mortalidad de adultos de picudos negros fue 100 000 nematodos/planta, con promedio de 6,69 adultos por planta a los 15 días después de la aplicación de los nematodos. Los cormos de las plantas de banano donde se aplicó las dosis de nematodos no se observó perforaciones por larvas de picudo negro. La sintomatología provocada por el nemátodo en los cadáveres de los adultos de picudos negro fue a los ocho días, presentándose una coloración

<sup>1</sup> Universidad de Guayaquil, Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces, Km 1 ½ vía Palestina, Los Ríos, Ecuador. Teléfono: 05 2 79097/ 593590197. e-mail: recomely@yahoo.com

marrón. El mayor costo de aplicación se la obtuvo con la dosis de 150 millones de nematodos por hectárea, con un valor de 238 dólares.

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

### SUMMARY

The need to reduce the excessive number of insecticide applications for its adverse effects on the environment and human health has led us to seek other alternatives in combating insect pests. One option for the biological control of them is entomopathogenic nematodes of *H. bacteriophora* gender, offering high potential for use. The objective of this research was to biologically control the black weevil larvae (*C. sordidus*) using the *H. bacteriophora* nematode on banana crop to reduce insecticide applications. We conducted a field bioassay to choose a crescent surface at 1,5 m<sup>2</sup> around each plant that was covered with a solution of 5 liters by spraying it with a high volume hand pump without nozzle. As an indicator to realize the action of nematodes semicircular type traps were made that were placed inside the crescent surface, the weevils that were in them were collected and taken to the laboratory and kept there eight days to see if they died within this period of time. The doses used were 66 667, 83 333 and 100 000 nematodes/plant in a randomized complete block design. The dose of *H. bacteriophora* that caused the great dead adult weevils was 100 000 nematodes/plant, with an average of 6,69 per plant 15 days after the application of nematodes in field. The corns of banana plants where nematode doses were applied were not pierced by black weevil larvae. The symptoms caused by the nematodes on the dead bodies of black weevil adults was at eight days, presenting a brown coloration. The higher cost of implementation was obtained with the dose of 150 million of nematodes per hectare, with a value of \$ 238.

**Keywords:** biological control, nematodes, *Heterorhabditis bacteriophora*, *Cosmopolites sordidus*, banana.

### 1. INTRODUCCIÓN

La actividad del banano en Ecuador desde hace 52 años ha mantenido un valor importante en el desarrollo del país, tanto desde el punto de vista económico como social. En lo económico por su participación en el PIB y en la generación de divisas y en lo social por las fuentes de empleo que genera y particularmente en muchas familias de la costa ecuatoriana. El desarrollo de la actividad

bananera ha estado muy vinculado a la iniciativa privada de los ecuatorianos que han invertido su capital, tanto económico como humano, a las actividades de producción y exportación de la fruta, las cuales han recibido la valiosa contribución de capitales internacionales, que han permitido que el Ecuador sea el primer país exportador de banano en el mundo, con aproximadamente un 30% de la oferta mundial, seguido por Costa Rica, Filipinas y Colombia, que juntos abastecen con el 50% del banano en el mundo. La superficie dedicada a este rubro en el Ecuador es de 209 027 ha, concentrándose las siembras en las provincias de Los Ríos, con 50 419 ha, 44 646 has en el Guayas y 43 353 ha en El Oro (SICA, 2009).

La producción bananera es afectada por enfermedades e insectos plagas, destacándose el picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) como la plaga más dañina del cultivo en la mayoría de los países tropicales y subtropicales. El daño es ocasionado por la larva al alimentarse del rizoma de plantas principalmente después de floración. Los efectos del daño de *C. sordidus* causado por su acción directa o por su asociación con otros microorganismos (Cerdeira, *et. al*, 1996), se manifiestan principalmente en detrimento en el número de racimos, volteo de plantas, disminución del peso del racimo hasta en un 60% y la pérdida total del cultivo en casos severos (Castillón, 2003).

Los agricultores emplean el control químico para reducir los daños de esta larva, utilizando insecticidas tóxicos principalmente Carbofuran (Furadan 48F) y Ethoprop (Mocap), los cuales son aplicados al suelo, ocasionando problemas de contaminación ambiental, crecimiento de plagas secundarias, resistencia a insecticidas, efectos nocivos sobre la salud del agricultor, fauna útil y sus enemigos naturales y como consecuencia el rompimiento del equilibrio del ecosistema. Esto ha convertido al control químico del insecto en un factor, además de costoso, poco deseable para el cultivo. En el caso de plagas del suelo, el problema es más grave aún, pues para alcanzar a los insectos el componente químico debe aplicarse con agua en el suelo, lo cual incrementa la probabilidad de contaminación de las aguas subterráneas.

Una alternativa de manejo de *C. sordidus* es el uso del nematodo entomopatógeno de la familia Heterorhabditidae, los cuales son capaces de atacar a un amplio rango de insectos plagas, que habitan en el suelo en cultivos de importancia agrícola. La efectividad de este agente biocontrolador ha sido comprobada ampliamente y podría afirmarse que la manera en que estos nematodos ejercen su efecto es más parecida a la acción de un insecticida químico que al de uno biológico ya que el insecto que es parasitado por ellos muere. Otra de sus cualidades es que pueden ser multiplicados artificialmente a gran escala en medio líquido o sólido, almacenados por largos períodos, aplicados por métodos convencionales, tienen

habilidad para buscar su hospedero y compatibilidad con otros plaguicidas para persistir en el ambiente natural; y, finalmente, ni las plantas ni los mamíferos son afectados (Carolina & Suárez, 1998).

El nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* introduce una bacteria simbiote denominada Phothorabdus en la cavidad del insecto, la cual destruye sus tejidos internos creando un medio favorable para alimentarse y reproducirse. Son patógenos de insectos con un amplio rango de hospederos que incluye a la mayoría de los órdenes de insectos y pueden ser multiplicados artificialmente a gran escala en medio líquido o sólido (Sepúlveda *et.al*, 2004).

Existen investigaciones relacionadas con el control de insectos que afectan los cultivos a nivel del suelo, como *Popilia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) en pasto azul Kentucky (*Poa pratensis*), se requirieron dosis de 2,47 a 4,9 billones de nematodos/ ha asimismo, para controlar *Cyclocephala borealis* (Coleoptera: Scarabaeidae) se requirieron 1,25 billones de nematodos/ha (Suggers, 1994).

En esta investigación fue necesario comprobar la efectividad del nematodo *H. bacteriophora* en picudo negro a nivel de campo.

### 1.1. Objetivo general:

- Controlar biológicamente el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) usando el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* para reducir el uso de pesticidas en el cultivo de banano.

### 1.2. Objetivo Específicos:

- Determinar la dosis óptima del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* para el combate del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) a nivel de campo en plantaciones de banano, en Vinces.
- Verificar en qué tiempo el entomopatógeno realiza su acción sobre el adulto del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en campo.
- Establecer los costos de aplicación de los diferentes tratamientos.
- Transferir los resultados de la investigación a estudiantes, técnicos y agricultores interesados.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Sitio de estudio.

- a) La primera fase se llevó a cabo en el laboratorio de nematodos entomopatógenos del Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces de la Universidad de Guayaquil localizado, en el kilómetro 1,5 de la vía Vinces – Palestina, correspondiéndole las coordenadas geográficas 01° 34' de latitud Sur y 75° 44' de longitud Oeste, situado a una altura de 41msnm, con una temperatura media anual de 25.4°C, precipitación de 1400 mm de lluvia anual y humedad relativa de 84% (INAMHI, 2008).
- b) El trabajo de campo se realizó en la Hacienda Santo Tomás ubicada en el Recinto Santo Tomás de propiedad del Ing. Segundo Vergara Salcedo. El estudio duró 10 meses, iniciándose en abril de 2010 hasta enero de 2011.

De acuerdo a la taxonomía el suelo, donde se realizó la investigación, es del orden Entisol, (Plan de Desarrollo de la Municipalidad de Vinces 2006). De conformidad a sus características físicas es franco limoso.

### 2.2. Factores en estudio.

Los factores estudiados fueron tres dosis de nematodos *H. bacteriophora*.

### 2.3. Obtención de picudo negro y nematodos entomopatógenos para pruebas de campo.

#### a) Nematodos

El nematodo entomopatógeno *H. bacteriophora* se adquirió del pie de cría del laboratorio del Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces de la Universidad de Guayaquil.

#### a) Reproducción de polilla de cera (*Galleria mellonella*)

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

Los adultos de *G. mellonella* se los mantuvieron en recipientes plásticos con tul. Para facilitar la ovoposición se colocaron papel periódico recortado en círculo, éstos una vez cosechados se colocaron en vasos plásticos que contenían granos de polen.

**c) Reproducción del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora***

Para la multiplicación del nematodo *H. bacteriophora* se dispuso de 50 larvas de *G mellonella* de cuarto estadio, se dividieron en grupos de 10 y se colocaron en cajas petri. Se preparó un inóculo de nematodos con juveniles infectivos recién emergidos y obtenidos polilla de cera (*G. mellonella*) según la técnica descrita por Kaya y Stock (1997), luego se aplicó la suspensión de 20 ml que contenían 5 000 juvenil infectivo de *H. bacteriophora*.

Después de dos días de inoculación, las larvas de la polilla de cera infectadas son fácilmente reconocidas por el cambio de coloración de claro a café rojizo. Luego se procede a dejar las larvas infectadas en incubación durante 48 horas.

La cámara de White (Figura 1) se utilizó para la obtención del nematodo que se reprodujo en el cuerpo de *G. mellonella*, misma que estuvo compuesta por tres partes: un tubo semicircular de polietileno, taper y papel absorbente. El tubo se lo colocó dentro del taper cubierto del papel absorbente donde se depositó las larvas de *G. mellonella* infectadas con el nematodo. Se agregó agua destilada hasta una altura de 2 cm del taper. La función de esta cámara es para que los nematodos se desprendan de las larvas y bajen por el papel hasta el agua, esta actividad se realizó diariamente.



Figura 1. Trampa White de picudos negros infestados con el nematodo. ITAV. UG, 2011.

**2.4. Determinación de la dosis óptima del nematodo *H. bacteriophora* para el combate del picudo negro (*C. sordidus*) en plantaciones de banano.**

**a) Delineamiento experimental**

Se lo realizó en la Hacienda Santo Tomás, en donde se escogió un lote de 2500 m<sup>2</sup> y luego se procedió a identificar con latillas de caña, usando planta de banano con hijos de 1,5 a 2 m de altura.



**b) Determinación de la densidad poblacional del picudo negro**

Se elaboraron 10 trampas, tipo semicircular para lo cual se cortó pedazos de pseudotallo de banano, de aproximadamente 20 cm y se hizo un corte transversal quedando a manera de tapa. Luego se colocaron las 2 rodajas alado del área que ocupa el rizoma del hijo de la planta de banano (1,5 a 2,0 m de altura), en cada uno de los tratamientos, dejándolas por un lapso 15 días.

**c) Aplicación de nematodos.**

A las plantas que conforman los tratamientos (Figura 2 A) se les aplicó las soluciones con nematodos en las siguientes dosis:  $T_0$  (testigo) sin nematodo,  $T_1$  100 millones de nematodos/ha,  $T_2$  125 millones de nematodos/ha y  $T_3$  150 millones de nematodos/ha.

Considerando que la población de plantas de banano es de 1 500 por Ha, las dosis de nematodos en cada una de ellas fueron de: 66 667, 83 333 y 100 000 en los tratamientos uno, dos y tres.

El procedimiento consistió en escoger una superficie en media luna de cada planta en 1,5 m<sup>2</sup> que fue cubierta con una solución de 5 litros mediante aspersiones con una bomba manual de alto volumen sin boquilla. Para determinar la acción de los nematodos se elaboraron trampas tipo semicircular (Figura 2 B) que fueron colocadas dentro del mismo sitio de la aplicación, los picudos que se encontraban en ellas fueron recolectados y llevados al laboratorio y se los mantuvo hasta ocho días para observar su mortalidad.



Figura 2. Aplicación de dosis de nematodos (A) y Trampas para captura de picudos (B). Hcda. Santo Tomás. ITAV. UG, 2011

### **d) Determinación de números de picudo negro por trampas semicircular**

El número de picudo negro se registró a las 96, 168 y 264 horas después de cada aplicación del nematodo *H. bacteriophora* en cada tratamiento.

### **2.5. Verificación del tiempo en que el nematodo realiza su acción sobre el adulto del picudo negro (*C. sordidus*) en campo.**

Se recolectaron insectos que se encontraron en las trampas después de cada aplicación. Los insectos fueron trasladados en fundas plásticas al laboratorio para su observación. Éstos fueron colocados en tarrinas plásticas, diariamente se los alimentaba con rodajas frescas de pseudotallo de banano, las tarrinas se taparon con tela de tul y sujetándolas con ligas. Se agruparon por tratamientos y se procedió a la observación diaria. Los insectos muertos fueron colocados en trampas White (Figura 1) para verificar si su muerte fue por infestación del nematodo *H. bacteriophora*.

A los ocho meses después de la aplicación de las tres dosis del nematodo e incluyendo al testigo se evaluó el cormo de la planta de banano para verificar las galerías producidas por las larvas de picudo negro.

### **2.6. 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 fertilizante completo (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y zinc) en dosis de 171 gramos por planta cada mes.

### **2.7. Determinación de los costos de aplicación de los tratamientos.**

Para determinar los costos de aplicación de los tratamientos se realizó el análisis de los costos por tratamientos tomando en cuenta los gastos totales del producto y aplicación del nematodo en las plantas de banano, proyectados a hectárea. Se valorizó todas las labores realizadas jornales, insumos, materiales y equipos utilizados en esta investigación. Se tomó como unidad una hectárea para establecer los costos de aplicación.

### **2.8. 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 a la parcela experimental y al laboratorio. Las personas que recibieron las explicaciones pertenecían a colegios

agropecuarios de la localidad, Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil, miembros del Consejo Provincial de Los Ríos y a agricultores del entorno. Se utilizaron registros de asistencia, papelógrafos ilustrativos, trípticos informativos, materiales para la reproducción y aplicación del nematodo.

### 2.9. Variables registradas

Las variables evaluadas fueron: número y mortalidad de picudo negro por trampa y por tratamiento, tiempo (días) en que se produce la mortalidad de adultos de picudo negro, cormos de banano con o sin galerías producidas por el insecto.

### 2.10. Diseño experimental

Para determinar la dosis del nematodo *H. bacteriophora* que combate al picudo negro en condiciones de campo, se empleó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos representadas por las poblaciones de 100, 125, 150 millones de nematodos/ha incluyendo el testigo absoluto y tres repeticiones, dando un total de 24 unidades experimentales, usando el banano de la variedad Valery del grupo “Cavendish”.

## 3. RESULTADOS ALCANZADOS

Antes de la aplicación de los nematodos se encontró la siguiente población: 9,4; 6,2; y 5,1 adultos de picudos negros a las 48, 96 y 144 horas.

### 3.1. Determinación de la dosis óptima del nematodo *H. bacteriophora* para el combate del picudo negro (*C. sordidus*) a nivel de campo.

#### Evaluación a 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los nematodos.

El análisis de varianza a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación del nematodo detectaron diferencias significativas entre las dosis estudiadas. En el Cuadro 1 se presenta los resultados de la mortalidad de los adultos picudos negros, el mayor porcentaje de mortalidad de insectos fue 6,69 individuos a los 15 días después de la aplicación de los nematodos en dosis de 100 000 de nematodos/planta; a los 45 días después de la aplicación la dosis de 83 333 nematodos/planta presentó el menor valor de 4,29 picudos negros muertos/planta.

**Cuadro 1. Comparación de medias de tratamientos del nematodo *H. bacteriophora* sobre población adulta de picudos negros en condiciones de campo en plantaciones de banano**

Tratamientos	Dosis de nematodos		Media de picudos negros muertos/planta		
	Hectárea	Planta	15 días	30 días	45 días
T <sub>0</sub>	Testigo absoluto	0	0 a	0 a	0 a
T <sub>1</sub>	100 x 10 <sup>6</sup>	66 667	4,26 ab	3,54 b	4,47 b
T <sub>2</sub>	125 x 10 <sup>6</sup>	83 333	4,03 b	4,57 ab	4,29 ab
T <sub>3</sub>	150 x 10 <sup>6</sup>	100 000	6,69 b	5,85 ab	6,08 ab
C.V. (%)			21,09	22,99	12,68

Los promedios con la misma letra no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

**Evaluación a 60, 75, 95 y 105 días después de la aplicación de los nemátodos.**

En el Cuadro 2 se muestran los resultados del efecto de los nematodos a los 60, 75, 90 y 105 días, de acuerdo a los resultados del análisis de varianza existieron diferencias significativas entre las dosis. La dosis de 100 000 nematodos/planta presentó un promedio de 6,10 picudos negros muertos/planta, a los 60 días después de la aplicación de nematodos, seguido de las dosis de 83 333 y 66 667 nematodos por planta con promedios de 3,92 y 4,34 respectivamente.

**Cuadro 2. Comparación de medias de tratamientos del nematodo *H. bacteriophora* sobre poblaciones adulta de picudos negros en condiciones de campo en plantaciones de banano, 2011**

Tratamientos	Dosis de nematodos		Media de picudos negros muertos/planta			
	Hectárea	Planta	60 días	75 días	90 días	105 días
T <sub>0</sub>	Testigo absoluto	0	0 a	0 a	0 a	0 a
T <sub>1</sub>	100 x 10 <sup>6</sup>	66 667	3,92 b	3,53 ab	3,73 c	3,63 c
T <sub>2</sub>	125 x 10 <sup>6</sup>	83 333	4,34 b	4,07 b	4,18 bc	4,07 bc
T <sub>3</sub>	150 x 10 <sup>6</sup>	100 000	6,10 ab	5,27 b	5,47 ab	5,27 ab
C.V. (%)			14,54	14,78	11,32	9,58

Los promedios con la misma letra no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

**Evaluación a los 120, 135, 150 y 165 días después de la aplicación de los nemátodos**

De acuerdo a las evaluaciones realizadas a los 120, 135, 150 y 165 días después

de las aplicaciones del nematodo se detectó diferencia significativa entre las dosis. En el Cuadro 3 se presentan los resultados de la mortalidad de los adultos de picudos negros, a los 135 días después de la aplicación de nemátodos la dosis de 100 000 nematodos/planta logró la mayor mortalidad de insectos con un promedio de 6,09 picudos negros muertos/planta, mientras que las dosis de 83 333 y 66 667 nematodo/planta obtuvieron valores de 4,19 a 4,00 en su orden.

**Cuadro 3. Comparación de medias de tratamientos del nematodo *H. bacteriophora* sobre poblaciones adulta de picudos negros en condiciones de campo en plantaciones de banano. 2011**

Tratamientos	Dosis de nematodos		Media de picudos negros muertos/planta			
	Hectárea	Planta	120 días	135 días	150 días	165 días
T <sub>0</sub>	Testigo absoluto	0	0 a	0 a	0 a	0 a
T <sub>1</sub>	100 x 10 <sup>6</sup>	66 667	3,34 b	4,00 b	3,87 d	3,63 d
T <sub>2</sub>	125 x 10 <sup>6</sup>	83 333	3,73 b	4,19 b	4,99 c	3,82 c
T <sub>3</sub>	150 x 10 <sup>6</sup>	100 000	5,46 a	6,09 a	5,89 b	5,85 b
C.V. (%)			11,11	6,02	4,50	4,39

Los promedios con la misma letra no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Los nematodos emergieron del insecto a los ocho días después de ubicarlos en cámara White para las tres dosis (66 667, 83 333 y 100 000 nematodos/planta). También se pudo observar que los adultos de picudo negro tratados con *H. bacteriophora* presentaron una sintomatología de coloración marrón para ambas dosis.

Después de aplicación del nematodo, se observó el daño por picudo en los cormos de las plantas evaluadas resultando que las plantas de todos los tratamientos sin perforaciones por larvas de picudo negro en los que se trataron con nematodo mientras que el tratamiento (sin nematodo) hubo presencia de galerías en el corno de la planta de banano.

#### **Costos de aplicación de los diferentes tratamientos**

En los tratamientos de 150, 125 y 100 millones de nematodos/ha los costos fueron de 221,25 y 205,5 y 238 dólares respectivamente.

#### **Transferencia de los resultados de la investigación**

Los resultados de investigación fueron transferidos a los colegios agropecuarios de la localidad, Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces, Facultad de Ciencias



Agrarias de la Universidad de Guayaquil, miembros del Consejo Provincial de Los Ríos y a agricultores del entorno.

#### 4. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

El presente trabajo de investigación sobre el control biológico del picudo negro (*C. sordidus*) con la aplicación del nematodo *H. bacteriophora* en cultivo de banano, se estableció lo siguiente:

En el muestreo inicial se observó una población arriba del nivel crítico de cinco picudos/trampa encontrándose 9,4 picudos negros por trampa a las 48 horas.

El promedio de mortalidad de picudo negro más alto se consiguió con la dosis de 100 000 nematodos/planta a los 15, 30, 45, 60, 90, 105, 120, 135, 150 y 165 días después de la aplicación de los nematodos en la planta de banano, con resultados de 5,27 a 6,69 picudos negros muertos/planta; de acuerdo a los resultados obtenidos con esta dosis, se concuerda con Sepúlveda, Soto y López (2004) donde mencionan que bajo condiciones evaluadas, tanto adultos como larvas de picudo negro fueron susceptibles al ataque del nematodo *H. bacteriophora*, respondiendo diferencialmente al aumento de la dosis.

Así mismo las dosis que presentaron menores promedios de mortalidad del picudo negro con valores de 3,34 a 4,99 por planta fueron las de 66 667 y 83 333 nematodos/planta a los 15, 30, 45, 60, 90, 105, 120, 135, 150 y 165 días después de aplicación de nematodos, de acuerdo a los resultados obtenidos con estas dosis, se concuerdan con los estudios realizados por Suggers (1994), quien manifiesta que el nematodo *H. bacteriophora* controla insectos del suelo con previa irrigación y con dosis altas.

En los corchos de las plantas de banano donde se aplicó las dosis de nematodos no se observó perforaciones por larvas de picudo negro; mientras que el tratamiento sin nematodo hubo presencia de galerías en el bulbo de la planta de banano.

La sintomatología provocada por el nematodo *H. bacteriophora* en los cadáveres de los picudos negros fue a los ocho días, donde se manifestó una coloración marrón.

Los nematodos en todas las dosis evaluadas lograron reproducirse en adultos de picudo negro *C. sordidus*. Los días para el inicio de la emergencia de nematodos fue a los ocho días después de ubicar los adultos de picudo negro en cámara White para las tres dosis de nematodos.

En relación a los costos de aplicación de todos los tratamientos, el mayor valor se lo obtuvo con la dosis (tratamiento) de 150 millones de nematodos por hectárea, con 238 dólares, y con menores costos las dosis de 125 y 100 millones nematodos, con 221,25 y 205,5 dólares/hectárea.

### 5. CONCLUSIONES

- La susceptibilidad de los picudos negros (*C. sordidus*) evidenciada en este trabajo, indican que *H. bacteriophora* podría emplearse como una herramienta en el manejo integrado de la plaga. Se observó claramente la mortalidad de picudo negro por el efecto del nematodo.
- La dosis de *H. bacteriophora* que causó mayor mortalidad de adultos de picudo negro fue de 100.000 nematodos/planta con promedio de 6,69 por planta a los 15 días después de la aplicación de los nematodos en campo.
- En los cormos de las plantas de banano donde se aplicó las dosis de nematodos, no se observó perforaciones por larvas de picudo negro; mientras que en el tratamiento sin nematodo hubo presencia de galerías en el bulbo de la planta de banano.
- La sintomatología provocada por el nematodo *H. bacteriophora* en los cadáveres de los adultos de picudos negros fue a los ocho días, presentándose una coloración marrón.
- Los nematodos en todas las dosis evaluadas lograron reproducirse en adultos de picudo negro. Los días para el inicio de la emergencia de nematodos fue a los ocho días después de ubicar los adultos de picudo negro en cámara White para las tres dosis de nematodos.
- El mayor costo de aplicación se lo obtuvo con la dosis (tratamiento) de 150 millones de nemátodos por hectárea, con un valor de 238 dólares.

### 6. RECOMENDACIONES

- Realizar un nuevo estudio, empleando la dosis de 100 000 nematodos/planta/ ha, tomando en cuenta riego, pues este factor influye en la capacidad de moverse del nematodo.
- Establecer frecuencias de aplicación, interacción con otros agentes



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

- Realizar otros ensayos iguales en la provincia de Los Ríos con el propósito de obtener una información que consolide más los resultados de dicha investigación.
- Determinar el efecto de este nematodo entomopatógeno sobre otras plagas en otros cultivos.

### 7. AGRADECIMIENTO

A las Autoridades de Universidad de Guayaquil, especialmente al Sr Rector y Vicerrector Académico por el apoyo invaluable y permanente a la Investigación.

A los Directivos y técnicos del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) – Perú destacando a la Ing. Mery Whu y Armando Canales por la asesoría en este trabajo de Ciencia y Tecnología.

Al Ing. Segundo Vergara Salcedo propietario de la Hacienda Santo Tomás por involucrarse en la investigación participativa y por su apoyo brindado en proporcionar un sector de su predio para la validación de los datos obtenidos en el laboratorio e invernadero.

A los Ing. (s) Mónica Mendoza y Alirio Álvarez, técnicos de la Hacienda Santo Tomás por sus colaboraciones en las labores técnicas durante todas las fases de la investigación.

### 8. BIBLIOGRAFÍA

- Cerda, H., López, A., Sanoja, O., Sánchez, P. Jaffé, K. (1996). Atracción olfativa de *Cosmopolites sordidus* Germar (1824) (Coleóptera: Curculionidae) estimulado por volátiles originados en musáceas de distintas edades y variedades genómicas. *Agronomía Tropical* 46, 413-429.
- Castillón, C. (2000). Distribución de las especies de picudo del plátano y evaluación de sus entomopatógenos nativos en el departamento de Risaralda. CORPOICA-Comité de Cafeteros de Risaralda-UMATA Departamento de Risaralda. Manizales. 72 p.
- Carolina R. A., & Suárez H. Z. (1998). Nematodos entomopatógenos como posibles agentes de control del gorgojo negro del plátano *Cosmopolites*

- sordidus* (Germar 1824) (Coleóptera: Curculionidae) Bol Entomol. Venez. **13**, 123-140.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Anuario Meteorológico. Ecuador. (2008). p 95.
- Kaya, H., & Stock, S. (1997). Techniques in insect nematology. En: Lacey, L. A. (ed). Manual of techniques in insect pathology. Biological techniques. Academic Press, Inc. San Diego. Chap. pp. 281-3246.
- Plan de Desarrollo de la Municipalidad de Vinces. 2006.
- Sepúlveda, P., Soto, A., & López, J. (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. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. 2009. [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)
- Suggers, DA. (1994). Effect of irrigation and spray volume on efficacy of entomopathogenic nematodos (Rhabditida: Heterorhabditidae) against white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae). Journal of Economic Entomology **87**, 643- 646.

