

Efecto de *Heterorhabditis bacteriophora* sobre la broca del café en la zona del Algarrobo, Trinidad, Cuba ***Heterorhabditis bacteriophora* effect on coffee berry borer in the Algarrobo locality, Trinidad, Cuba**

Delvis Valdés Zayas¹, Reynaldo Ramírez Piñeda¹, María Chaviano Gómez², Idia Bautista Morales Ortiz¹, Ana Celia Duarte Chaviano¹

¹Centro Universitario Municipal Trinidad, Calle Fernando Ecerry # 67 entre Ciro Redondo y Piro Guinart, Trinidad, Sancti Spiritus, Cuba. Telef: 99 6358, CP 62600.

²Estación de Protección de Plantas Trinidad, Carretera a Sancti Spiritus km 25, poblado la Paloma, Trinidad, Sancti Spiritus, Cuba Telef: 99 7126, CP 62600.

E-mail: delvis@uniss.edu.cu

RESUMEN. *Hypothenemus hampei* Ferrari, Broca del café, es considerada la plaga que mayor daño ocasiona al cultivo del cafeto en el mundo. La broca es un insecto de difícil manejo con los métodos tradicionales de control como los insecticidas, por lo que dentro de la Estrategia de Manejo Integrado de esta plaga se emplean alternativas que van desde la recogida manual del insecto hasta el empleo de controles biológicos, siendo esta última alternativa una de la más recurrida por los productores. Los posibles éxitos y aceptación que tengan estas alternativas dependen en gran medida de los costos económicos de los productos. Por ese motivo en el presente trabajo se evaluaron los niveles de efectividad de *Heterorhabditis bacteriophora* en el control de *H. hampei*, encontrándose que no existen diferencias significativas entre las tres dosis evaluadas, por lo que propicia la opción de sugerir el empleo de la dosis de 500 millones de NEPs por hectárea para el control de la plaga al ser la dosis más económica.

Palabras clave: control biológico, dosis, efecto económico, efectividad, *Hypothenemus hampei*, nematodos entomopatógenos, plaga.

ABSTRACT. *Hypothenemus hampei* Ferrari, coffee berry borer is considered the pest that bigger causes damage, to coffee production all over the world. It is an insect of difficult handling with the traditional control methods by mean of insecticides. For this reason the Strategy of Integrated Handling of this Plague take into consideration since manual collection of the insect up the employment of biological controls. The last alternative is one of the more appealed by coffee farmers due to the minor cost. That's why with the realization of this work the levels of effectiveness of several doses of *Heterorhabditis bacteriophora* on the control of *H. hampei* were evaluated. There were not significant differences between the three doses evaluated so it is suggested the employment of the dose of 500 million for hectare for the control of the plague because it is the most economic dose.

Keywords: biological control, doses, economic effect, effectiveness, *Hypothenemus hampei*, entomopathogenic nematodes, pests.

INTRODUCCIÓN

Hypothenemus Hampei Ferrari, Broca del café, es considerada la plaga que mayor daño ocasiona al cultivo del cafeto en el mundo. La broca es un insecto de difícil manejo con los métodos tradicionales de control como los insecticidas, porque permanece protegida la mayor parte de su vida en el interior de los frutos (INISAV, 2008).

En Cuba, a partir de su aparición en 1995, las pérdidas fueron de 48,2 millones de dólares y los perjuicios por incremento de gastos anuales de 21,4 millones de dólares (Vázquez, 2005). La preferencia de *H. hampei* por la cereza oscila entre las 15-18 semanas (verde-hecho), según las características del agroecosistema, estando en ese

momento las cerezas aptas para ser penetradas por las hembras adultas de la broca (INISAV, 2008). De los granos que caen al suelo durante la cosecha, un porcentaje bajo está infestado con insectos vivos al finalizar la misma; sin embargo, al iniciar la siguiente cosecha se ha determinado que el 100 % se encuentran infestados por la plaga (CNSV, 2010).

En la provincia de Sancti Spiritus aparece el insecto por primera vez en el municipio de Yaguajay, en el año 2000, posteriormente es detectado en Fomento y Trinidad, en la CSS “Rafael Saroza”, adaptándose rápidamente a todas las unidades de producción.

Según Grillo *et al.* (2004) los primeros reportes para las regiones cafetaleras del Macizo de Guamuhaya (centro del país) es del año 2001, registrándose niveles de hasta el 65 % de infestación.

El control de la broca en los cafetales del municipio Trinidad constituye una prioridad para la empresa cafetalera; sin embargo, la utilización de plaguicidas químicos resulta sumamente costosa, tóxica y contaminante del medioambiente. En la búsqueda de nuevas alternativas sostenibles para el manejo del insecto plaga a partir del año 2012, la Estación de Protección de Plantas comienza a realizar aplicaciones de *H. bacteriophora* con dosis de 200 000 millones de NEPs.ha⁻¹, en horas de la tarde, dirigiéndose los tratamientos al suelo durante los dos meses después de la cosecha.

Al utilizarse *H. bacteriophora* como un control biológico de *H. hampei* es necesario realizar comparaciones en cuanto a diferentes dosis de nematodos entomopatógenos (NEPs), tratando de lograr mayor efectividad reduciendo los costos económicos de estas aplicaciones. Por lo tanto, la presente investigación científica pretende determinar la influencia de diferentes dosis de *H. bacteriophora* en la disminución de los niveles de infestación de *H. hampei*, en cafetales de la variedad Robusta, para de esta forma contribuir a un manejo integrado más completo de la plaga y aumentar los rendimientos de esta variedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) “Victoria de Girón” y en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Rafael Saroza”, ambas ubicadas en la zona del Algarrobo, pertenecientes a la Empresa Municipal Agropecuaria de Trinidad que limita: por el norte con el río Seibabo, por el sur y el este

con el poblado del Condado y al oeste con Topes de Collantes.

El área está ubicada a 400 msnm, el suelo predominante Fersialítico pardo rojizo, típico, profundo, medianamente humificado, el mismo presenta poca erosión y poca graviliosidad, pH de 6,5 (ligeramente ácido), con cobertura muerta y la topografía es ondulada. La variedad de café predominante es Robusta (*Coffea canephora* L.), la densidad de población de un 95 %, con una edad de 8 años y la sombra predominante Piñón (*Erythrina mitis* Jacq.), Leucaena (*Leucaena glauca* (L.) Benth.), Algarrobo (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.).

La temperatura media es de 23,8 °C, la humedad relativa es 83,1 % y la media de las precipitaciones es 2010,5 mm anuales, encontrándose el mayor porcentaje de las mismas repartidas entre los meses de mayo y junio.

El contenido de materia orgánica de los campos y el pH se tomaron de los resultados del estudio agroquímico realizado por la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes de Sancti Spiritus a la unidad objeto de estudio.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas cada uno en la etapa de poscosecha, una vez concluido el saneamiento (febrero – abril), el tamaño de las parcelas experimentales dispuestas al azar fue de 10 m de largo por 10 m de ancho (figura 1).

Variable dependiente: Niveles de infestación.

Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3			
1	3	4	2	4	2	1	3	2	1	3	4
4	2	3	1	2	4	3	1	3	2	4	1

Figura 1. Croquis del experimento

Variable independiente: Dosis, variedad, suelo, sombra, altura sobre el nivel del mar y tipo de cobertura.

Para determinar las áreas se tuvo en cuenta que los campos utilizados presentarán características similares con relación a la altura, suelo, pH, cobertura, topografía, variedad, densidad de plantas, edad de población, sombra, temperatura, humedad relativa, y precipitaciones para evitar errores en su comparación.

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en la aplicación de *H. bacteriophora* al suelo con las dosis 2000,

1000, 500 y 250 millones de infectivos juveniles por hectárea (NEPs ha⁻¹).

Determinación del índice de infestación por *H. hampei*

Se determinó el índice de infestación en los meses de febrero a mayo a través de la metodología propuesta por Vázquez (2005), la cual aparece descrita posteriormente.

Solamente se consideraron para el muestreo los granos secos.

El síntoma a muestrear fue una pequeña perforación del tamaño de una cabeza de alfiler en el borde o centro de la cicatriz floral (ombligo o disco).

Metodología para determinar el índice de infestación por broca según Vázquez (2005)

La metodología consiste en utilizar un marco cuadrado de madera o metal de 25 cm por cada lado, este se sitúa en la zona de goteo de cinco plantas al azar, en tres puntos representativos del campo. Posteriormente se procede a la colecta de todos los frutos que se encuentren dentro del área objeto de estudio, cuantificándose los granos infestados y los no infestados. Con el objetivo de conocer si la broca está viva en el interior de los frutos, en los muestreos, se procede a abrir los mismos.

El Índice de Infestación de la broca del café en el suelo (IIBCs) se expresa en porcentaje y se calcula por la expresión siguiente:

$$IIBCs = \frac{TFB}{TFC} * 100$$

Donde:

TFC: total de frutos colectados del suelo

TFB: total de frutos brocados

Aplicación y efectividad de *H. bacteriophora* en campo

El producto biológico utilizado fue obtenido del Centro de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) de la Empresa municipal agropecuaria de Trinidad. El mismo fue trasladado en bolsas de polietileno a razón de 250 millones por bolsas el día antes de la aplicación.

Después de las aplicaciones se procedió a muestrear el área tratada de la siguiente manera: 15 días posteriores a las aplicaciones de cada tratamiento se recogieron muestras compuestas

por suelo y granos colectados en el ruedo de las plantas. De cada muestra, se seleccionaron al azar 50 granos brocados y después de abrir los mismos, se determinaron la cantidad de brocas muertas y vivas, calculando el porcentaje de efectividad del producto.

Las muestras fueron enviadas a la (EPP) Estación de Protección de Plantas de Trinidad, se contaron los adultos, pupas y larvas vivas, así como los huevos viables, a simple vista, con ayuda del microscopio estereoscópico.

La efectividad técnica (ET) se calculó empleando la fórmula propuesta por Vázquez (2005)

$$\%ET = \frac{Vvat - Vvdt}{Vvat} * 100$$

Donde:

ET = Eficiencia técnica

Vvat = Vivos antes de tratar

Vvdt = Vivos después de tratar

Evaluación del Manejo Integrado

La evaluación de la estrategia de Manejo Integrado (MIP) se realizó durante el mes de mayo, en la misma se comparó los resultados obtenidos en el área tratada (1,5 ha del experimento), con los datos históricos tomados de la estación de protección de plantas (EPP) desde la implementación del (MIP) donde: se diagnosticaron los biorreguladores naturales presentes y el índice de infestación.

Procesamiento estadístico

Se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHIC Plus versión 5.0, realizándose un análisis de varianza con múltiples factores y las medias se compararon mediante el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de infestación de *H. hampei* en el suelo (Febrero- Abril)

En la figura 2 se muestran los resultados de la fluctuación de plaga en los meses anteriores. A medida que transcurren los meses aumentan los niveles de infestación del insecto, aunque se aplique el Manejo Integrado de *H. hampei* descrito por INISAV (2008). Los índices de infestación siempre oscilaron entre 23 y 35 %, niveles muy altos para estas condiciones.

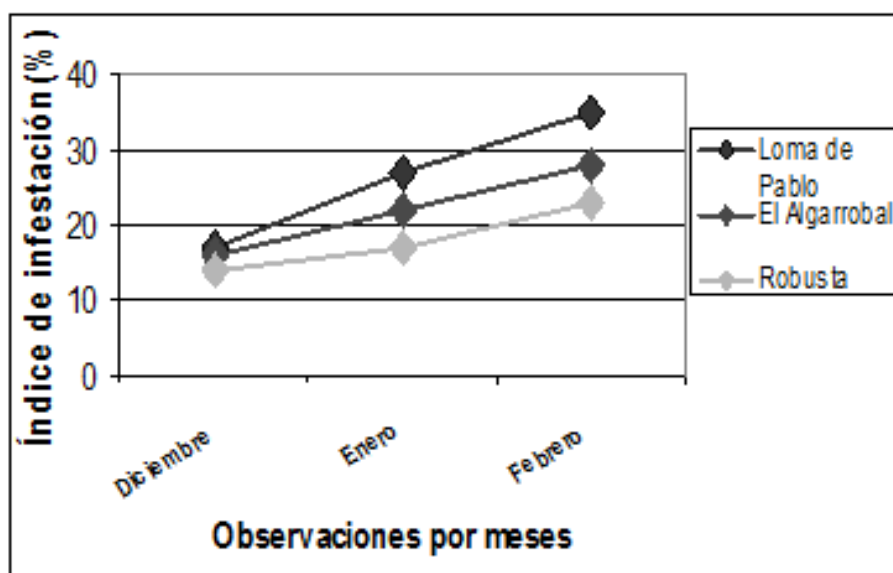


Figura 2. Índice de infestación de la plaga *H. hampei* en diferentes cafetales del agroecosistema del Algarrobo en los meses (Diciembre - Abril)

Todas las observaciones realizadas mostraron la existencia de frutos infestados en el suelo, existiendo la posibilidad de generación y multiplicación de *H. hampei*. Este resultado coincide con lo expuesto por Aristizábal *et al.* (2004) cuando refieren, que la presencia de frutos de café en el suelo, infestados con broca, son un factor favorable para el incremento poblacional de la plaga.

El comportamiento de los niveles de infestación por *H. hampei* bajo la acción de los diferentes tratamientos utilizados (tabla 1), muestra que no existen diferencias significativas entre las medias del control (2000 millones de NEPs por hectárea) con los tratamientos de 1000 millones y 500 millones de NEPs por hectárea; sin embargo, si existen diferencias significativas respecto al de 250

millones de NEPs por hectárea, siendo este último tratamiento el que mayor nivel de infestación presenta. Por lo que a la hora de aplicar el control de *H. hampei*, si lo que se desea es disminuir los costos económicos, entonces 500 millones de NEPs es la dosis efectiva más económica.

Las tres dosis más elevadas disminuyeron los índices de infestación, resultado que coincide con lo expresado por Pozo *et al.* (1999) cuando refieren que al aumentar la dosis, aumenta el control que ejercen los NEPs de los insectos.

Los índices de infestación del conjunto de tratamientos empleados muestran diferencias significativas entre las medias (tabla 2), siendo el índice final del total de tratamientos el que más bajos niveles de infestación muestra.

Tabla 1. Niveles de infestación bajo los diferentes tratamientos

Tratamientos (NEPs por hectárea)	Medias
2000*10 ⁶	15,73 ^a
1000*10 ⁶	15,78 ^a
500*10 ⁶	15,80 ^a
250*10 ⁶	17,88 ^b
E.E. = ± 0,034	C.V. = 3,03 %

(a, b) letras no comunes que difieren por Duncan para $p \leq 0,05$

Efectividad de *H. bacteriophora*

La eficiencia técnica de los tratamientos con NEPs mostró que existen diferencias significativas al analizar el transcurso de los

Tabla 2. Índices de infestación

Índice	Medias
Índice Inicial	28,6 ^a
Índice Final	3,9 ^b
E.E. = ± 0,034	C.V. = 3,03 %

(a, b) letras no comunes que difieren por Duncan para $p \leq 0,05$

días. La mayor eficiencia se obtiene a los 15 días después de realizadas las aplicaciones, aunque, disminuye a los 22 días después de la aplicación del agente biológico (tabla 3).

La eficiencia técnica de los tratamientos 2000 millones de NEPs por hectárea, 1000 millones de NEPs por hectárea y 500 millones de NEPs por hectárea, fue similar, manifestando diferencias significativas respecto a 250 millones de NEPs por hectárea (tabla 4), existiendo una contradicción clara entre los valores de los niveles bajos de infestación y la eficiencia técnica alcanzada por las aplicaciones de nematodos entomopatógenos.

La eficiencia técnica obtenida en 500 millones de NEPs por hectárea coincide con lo referido por López (2006) que registró valores de 81 % en el control de *H. hampei* al realizar aplicaciones sobre los frutos brocados localizados en el suelo, pero a dosis de 240 000 millones de NEPs por hectárea, con una frecuencia de tres tratamientos en la etapa de poscosecha. La eficiencia técnica

Tabla 3. Resultados de la evaluación de la eficiencia técnica según periodos de aplicación

Días de aplicación	Medias (%)
15	85,5 ^a
22	78,0 ^b
29	84,9 ^c
E.E. = ± 0,010	C.V. = 3,01 %

(a, b, c) letras no comunes que difieren por Duncan para $p \leq 0,05$

Tabla 4. Comportamiento de la eficiencia técnica según el tipo de tratamiento

Tratamientos (NEPs por hectárea)	Medias (%)
2000*10 ⁶	82,4 ^a
1000*10 ⁶	81,5 ^a
500*10 ⁶	81,4 ^a
250*10 ⁶	78,8 ^b
E.E. = ± 0,010	C.V. = 3,01 %

(a, b) letras no comunes que difieren por Duncan para $p \leq 0,05$

de los mejores tratamientos estuvo entre 82,4 y 81,4 % respectivamente, por lo que se puede considerar de satisfactoria.

Evaluación del sistema de Manejo Integrado de la Plaga (MIP)

Haciendo un análisis de los biorreguladores, después de aplicado el MIP existe un incremento de ocho especies con relación a la no aplicación del MIP, observándose cierta tendencia al incremento en diversidad aunque estos agentes biológicos solos no logran mantener la plaga por debajo de su umbral de daño. Coincidiendo con Castellanos (2011), quien observó cierta tendencia al aumento en población y diversidad reportando índices de parasitismo a más del 55 % luego de evaluado el Manejo Integrado en dicho cultivo.

El resultado de los índices de infestación en el suelo de los años comprendidos entre el 2010 y 2013, muestra que en mayo del 2013, después de los 120 días de la floración, disminuye considerablemente el índice de infestación (figura 3), por lo que existe poca posibilidad de infestar los granos en la planta. Esto se debe al incremento de las alternativas de control como fue la introducción de *H. bacteriophora* en el año 2013. Vázquez (2001) refiere que estas tácticas de manejo de plagas están compatibilizadas con la tecnología del cultivo y la utilización de estrategias, todas con un enfoque de fitoprotección.

CONCLUSIONES

1. Los índices de infestación de broca del café en los granos del suelo fueron muy inferiores después de realizadas las aplicaciones de *H. bacteriophora*.

2. No existen diferencias significativas cuando se aplican las dosis 2000 millones, 1000 millones y 500 millones de *H. bacteriophora* por cada hectárea de terreno a tratar.

3. La mayor eficiencia técnica se alcanza a los 15 días posteriores a las aplicaciones de *H. bacteriophora*.

4. Se recomienda aplicar 500 millones *H. bacteriophora* por cada hectárea en todas las áreas que posean implementado el manejo integrado.

5. Se recomienda continuar las evaluaciones de la eficiencia técnica a partir de los 29 días después de realizada las aplicaciones de nematodos entomopatógenos.

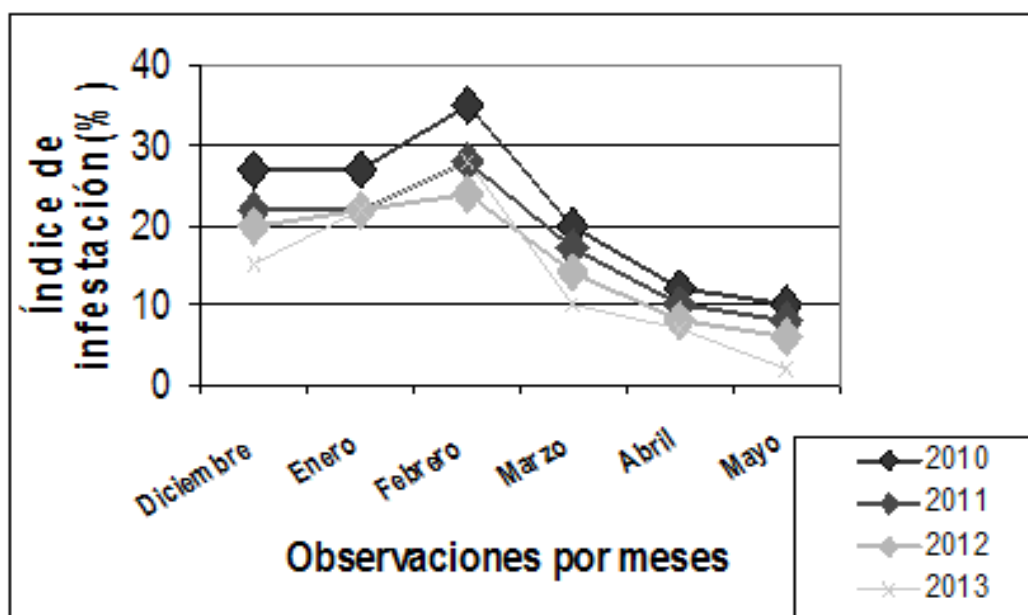


Figura 3. Índices de infestación antes y después del MIP en el suelo

BIBLIOGRAFÍA

1. Aristizábal, L. F.; A. E. Bustillo; M. Jiménez y H. I. Trujillo: Manejo integrado de la broca del café a través de investigación participativa. V Encuentro de caficultores experimentadores. Convenio Colciencias-FNC-Cenicafé. Chinchiná, Colombia, 21 y 22 de septiembre, 2004, 70 p.

2. Castellanos, L.: Efectividad de los nemátodos entomopatógenos *Heterorhabditis bacteriophora* (HC1) y *Steinernema* sp (SC1) en el control de insectos del Orden Homóptera (pulgones, coquinos y moscas blancas) en condiciones de campo. Memorias del Forum Ramal MIP. La Habana, Cuba. 2011, 10 p.

3. CNSV (Centro Nacional de Sanidad Vegetal): Programa de Defensa de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari. MINAGRI. La Habana, Cuba. 2010, 23 p.

4. Grillo, H.; B. Cintrón y N. González: Estudio del impacto de la Broca del Café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) en Topes de Collantes. Libro de Resúmenes: Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados, Granma, Cuba, 2004.

5. INISAV (Instituto Nacional de Sanidad Vegetal): Programa de Defensa de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). MINAGRI. Dirección Nacional de café y cacao, La Habana, Cuba, 2008, 16 p.

6. López, J.C.: Avances en el uso de nemátodos entomopatógenos para el control de la broca del Café. IV Congreso Internacional de control biológico. Cenicafe Chinchiná, Caldas, Colombia, 31 de mayo al 2 de junio, 2006.

7. Pozo, E.; D. López; Y. Martínez: Aislamiento de nemátodos entomopatógenos de la Estación Experimental de la U.C.L.V. sobre *Galleria mellonella* (L.). Tesis de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Cuba. 1999, 28p.

8. Vázquez, L.L.: Principales estrategias y componentes del programa de Manejo Integrado de Plagas del Cafeto en Cuba. XVII Congreso Venezolano de Entomología. 1-5 de junio, 2001. Maturín, Venezuela.

9. Vázquez, L.; R. García y E. Peña: Observaciones sobre la presencia de Broca del Café (*H. hampei*) en los frutos que caen al suelo. *Fitosanidad*, 9(2): 47-48, 2005.

Recibido el 10 de febrero y aceptado el 17 de julio de 2015