

Efectividad de entomopatógenos sobre *Davara caricae* Dyar (Lepidoptera: Pyralidae) en plantaciones de papaya (*Carica papaya* L.)

Entomopathogenic effectiveness on *Davara caricae* Dyar (Lepidoptera: Pyralidae) in papaya (*Carica papaya* L.) plantations

Vániert Ventura-Chávez^{1✉}, Jorge Rafael Gómez-Sousa², María del Carmen Castellón¹, Alfredo Morales-Rodríguez¹

¹ Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Apartado 6, Santo Domingo, CP 53000, Villa Clara, Cuba.

² Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), UCLV, Carretera Camajuaní Km 5½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

RESUMEN: Fue objetivo de la presente investigación determinar la efectividad biológica de *Bacillus thuringiensis* Berliner y *Heterorhabditis indica* Poinar sobre las larvas de *Davara caricae* Dyar en condiciones de campo. El experimento se realizó en plantaciones de papaya (*Carica papaya* L.) del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales, provincia Villa Clara, Cuba. Con un diseño completamente aleatorizado, se seleccionaron 20 plantas de la variedad Maradol Roja en fase de fructificación. Dos días posteriores a la aplicación, los tratamientos con *H. indica* y *B. thuringiensis* mostraron diferencias significativas con respecto al tratamiento control. Al tercer y cuarto días, en ambos tratamientos se cuantificó el menor número de larvas vivas. Se alcanzaron los mayores valores de efectividad biológica a los cuatro días después de las aplicaciones: 93 % y 79,56 % con *H. indica* y *B. thuringiensis*, respectivamente. Los dos entomopatógenos reflejaron efectividades biológicas superiores al 50 % a los siete días después de la aplicación.

Palabras clave: control biológico, entomopatógenos, *Davara caricae*.

ABSTRACT: The objective of the present investigation was to determine the biological effectiveness of *Bacillus thuringiensis* Berliner and *Heterorhabditis indica* Poinar on larvae of *Davara caricae* Dyar under field conditions. The experiment was carried out in papaya (*Carica papaya* L.) plantations of the Research Institute of Tropical Roots and Tuber Crop. Twenty plants of the variety Maradol Roja in stage of fructification were randomly selected per treatment. After two days of application, significant differences were observed with *H. indica* and *B. thuringiensis* regarding the control. At the third and fourth day, the lowest number of live larvae was quantified in both treatments. The highest values of biological effectiveness were reached four days after the applications, 93% with *H. indica* and 79.56% with *B. thuringiensis*. The two entomopathogens showed biological effectiveness higher than 50 % seven days after the application.

Keywords: biological control, entomopathogens, *Davara caricae*.

✉ Autor para correspondencia: Vaniert Ventura-Chávez. E-mail: controlbiologico@inivit.cu

Recibido: 26/5/2017

Aceptado: 6/7/2017

INTRODUCCIÓN

En América Central más de 35 especies de insectos se alimentan de alguna parte de la planta de papaya (*Carica papaya* L.); sin embargo, solo algunos se consideran como factores limitantes (1). En Cuba existen al menos 21 especies de insectos plagas de este cultivo, aunque solo merecen especial atención aquellos que causan daños desde las primeras fases fenológicas y los que afectan directamente el fruto, que posteriormente traen consigo pérdidas agrícolas considerables (2).

En Cuba, a comienzos del siglo XX (1913-1920) se informó el taladrador del cogollo *Davara caricae* Dyar, y se consideró como uno de los insectos de mayor importancia debido a las pérdidas que provoca al cultivo (3).

La larva de este lepidóptero tiene la capacidad de alimentarse de varias partes de la planta de papaya (hojas, peciolo, pedúnculo, flores y fruto), pero el daño de mayor importancia lo ocasiona cuando penetra en el fruto para alimentarse y le ocasiona galerías internas, que lo hace inservible para el mercado (4).

En los últimos años, *D. caricae* ocasionó pérdidas de hasta 35 % en los rendimientos de este cultivo en varias provincias del país (Ciego de Ávila, Mayabeque, Matanzas y Villa Clara) (5).

Se desarrollaron investigaciones sobre morfología y bioecología de este insecto en Cuba y se informaron a los productores de papaya los resultados (4,5), como parte de la estrategia para el manejo de este lepidóptero.

Hasta la fecha solo se han informado estudios sobre el control de este insecto con el uso de insecticidas químicos (6); estos autores revelaron que con el uso de insecticidas sistémicos, como el Metamidofos, se logró disminuir las poblaciones de *D. caricae*.

Teniendo en cuenta que las mayores poblaciones de este lepidóptero se alcanzan cuando el cultivo se encuentra en la etapa de cosecha, el uso de insecticidas químicos resultaría perjudicial para la salud humana,

debido a que este frutal se consume preferentemente en forma de fruta fresca (5), por lo que el uso del control biológico representa una opción de manejo de plagas muy deseable.

Los nematodos entomopatógenos de los géneros *Heterorhabditis* y *Steinernema* son una alternativa para disminuir el uso de insecticidas químicos (7); estos organismos que son perjudiciales para los insectos, pero inocuos para los humanos, son importantes agentes de control biológico de varios insectos plagas (8).

Importantes investigaciones se han realizado con el uso de estos microorganismos frente a insectos de la familia *Pyralidae*; son ejemplo de ello el estudio de varias especies y cepas de nematodos entomopatógenos contra *Plodia interpunctella* Hübner, donde *Heterorhabditis indica* Poinar, Karunakar & David resultó ser el más virulento contra larvas y adultos de este insecto (9). Otros estudios se realizaron contra *Diaphania hyalinata* L., donde se evaluaron cinco especies de los géneros *Steinemema* y *Heterorhabditis*, en el cual las aplicaciones en campo de cinco mil millones de nematodos por hectárea produjeron tasas de infección entre 52 y 55% (10). Otras investigaciones se llevaron a cabo contra el barrenador del arroz *Eoreuma loftini* Dyar, donde *Steinemema carpocapsae* Weiseri logró el 100% de mortalidad a los 13 días posterior al tratamiento (11).

Hasta la fecha no se han reportado estudios con el uso de estos nematodos contra *D. caricae*, por lo que el objetivo de la presente investigación fue determinar la efectividad de *H. indica* y *Bacillus thuringiensis* Berliner sobre las larvas de *D. caricae* en condiciones de campo, a fin de proporcionar información para decidir estrategias futuras del manejo de esta plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales

(INIVIT), provincia Villa Clara, Cuba, entre los meses de febrero y marzo de 2015, en plantaciones de producción de papaya.

Los productos biológicos utilizados fueron:

- *B. thuringiensis* cepa LBT-26 del Centro Reproductor de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) de la Empresa Agropecuaria Santo Domingo, provincia Villa Clara, con una concentración de $4,40 \times 10^9$ esporas.gramo⁻¹.
- *H. indica* cepa P₂M del CREE Eureka, perteneciente al Complejo Agroindustrial George Washington del municipio Santo Domingo, provincia Villa Clara, con una concentración de 2 millones de nematodos l⁻¹.

Se establecieron tres tratamientos:

1. Control sin aplicación
2. Aplicación de *B. thuringiensis* cepa LBT-26. La solución final aplicada fue de $1,76 \times 10^{10}$ esporas en 5 L de agua.
3. Aplicación de *H. indica* cepa P₂M. La solución final aplicada fue de 40000 juveniles infectivos (JI) en 5 L de agua.

Se empleó un diseño completamente aleatorizado, donde cada tratamiento fue representado por 20 plantas establecidas en un suelo pardo mullido carbonatado (12), con un marco de plantación de 2,0 x 2,0m, con sistema de riego por aspersión. La variedad utilizada fue Maradol Roja y las plantas estaban en etapa de fructificación, con una altura de 1,00 a 1,50 m y un año de edad.

Inicialmente se cuantificó el número de larvas vivas en los tres tratamientos. Luego, se efectuó la aplicación de los bioplaguicidas dirigida hacia el cono de los frutos, con asperjadoras Jacto de 16 L de capacidad, en el crepúsculo del horario vespertino. A continuación, se realizó el conteo de larvas

vivas existentes en las 20 plantas de cada tratamiento, con frecuencia diaria, durante siete días.

La efectividad biológica se calculó por la fórmula de Henderson-Tilton (Ec. 1) (13).

Los datos se analizaron mediante el programa SPSS para Windows versión 11.5. Para la variable “número de larvas” se utilizó el análisis de varianza de clasificación simple y la comparación múltiple de media según la dócima de Dunnett ‘C’; para la variable “efectividad biológica” se empleó el procedimiento no paramétrico Mann-Whitney.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el conteo inicial, los resultados mostraron similitud en la cantidad de larvas vivas por planta en los tratamientos evaluados (7,3; 7,5; 7,3), respectivamente.

Después de la aplicación de ambos productos biológicos se observó una disminución del número de larvas vivas, desde el primer hasta el séptimo día con respecto al tratamiento control. En el tratamiento con *H. indica* se observaron diferencias estadísticas, desde el primero hasta el séptimo día, posterior a la aplicación; los valores más bajos se observaron al tercer y cuarto días, con 0,90 y 0,70, respectivamente.

De forma similar ocurrió con *B. thuringiensis*, que produjo disminución en el número de larvas vivas con respecto al tratamiento control, con diferencias estadísticas desde el segundo hasta el séptimo día, después de la aplicación. (Tabla 1)

Los experimentos realizados con la aplicación de *B. thuringiensis* (cepa LBT-24), sobre larvas de *D. hyalinata* (L), lograron la mayor mortalidad de estas a los dos días después de la aplicación, con diferencias

$$EB (\%) = 1 - \frac{n \text{ en } Co \text{ antes del tratamiento } \times n \text{ en } T \text{ después del tratamiento}}{n \text{ en } Co \text{ después del tratamiento } \times n \text{ en } T \text{ antes del tratamiento}} \times 100$$

donde:

n- Número de larvas

T- Tratamiento

Co - Control

TABLA 1. Número de larvas vivas de *D. caricae* después de la aplicación de *B. thuringiensis* y *H. indica*. / Number of live larvae of *D. caricae* after the application of *B. thuringiensis* and *H. indica*.

Tratamientos	Número de días posteriores a la aplicación						
	1	2	3	4	5	6	7
Control	7,60 b	8,40 c	9,40 c	10,00 c	10,50 c	10,10 b	11,00 b
<i>B. thuringiensis</i>	6,40 ab	4,60 b	2,60 b	2,10 b	2,40 b	3,20 a	4,70 a
<i>H. indica</i>	5,80 a	2,00 a	0,90 a	0,70 a	1,30 a	2,60 a	3,50 a
ES \pm	0,33*	0,27*	0,23*	0,25*	0,25*	0,30*	0,39*
CV (%)	16,03	17,54	17,40	18,63	16,78	18,09	19,57

Medias con letras diferentes en columnas difieren para $p < 0,05$ según d \acute{o} cima de Dunnett C

estadísticas con respecto al control (14). Resultados que no coinciden con los obtenidos en esta investigación, donde se alcanzó el menor número de larvas vivas al cuarto día después de la aplicación, aunque se debe señalar que ambas especies no pertenecen al mismo género.

En otro experimento realizado con la aplicación de *H. indica* sobre *Plutella xylostella* (L), se determinó que el menor número de larvas vivas estuvo entre los dos y tres días después de la aplicación, con diferencias estadísticas con respecto al control (15); resultados que corroboran los alcanzados en el presente experimento.

Al realizar los cálculos de la efectividad biológica se apreció un aumento de esta hasta el cuarto día posterior a la aplicación, donde el tratamiento en que se aplicó el nematodo *H. indica* fue estadísticamente superior al tratamiento donde se aplicó *B. thuringiensis*, desde el segundo hasta el quinto día. Los mayores valores de la efectividad biológica se obtuvieron a los cuatro días después de la aplicación para los dos tratamientos. Ambos reflejaron una efectividad superior al 50% a los siete días después de realizada la aplicación. (Figura 1)

Se reconoce, por varios autores, la eficacia de *Heterorhabditis* en diferentes cultivos. En estudios realizados en sistemas de organopónicos, en el cultivo del pepino se emplearon nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* cepas CIAP-DEY-6 y

P₂M, donde se logró reducir, notablemente, el índice de infestación por larvas de *D. hyalinata* (16). Resultados similares se obtuvieron con el uso de este nematodo contra *Homoiosoma electellum* (HULST) (Lepidoptera: Pyralidae) en campos de girasol *Helianthus annuus* L. Las parcelas tratadas con dicho organismo presentaron una reducción en los daños provocados a los achenios por esta plaga (17).

Estos resultados apoyan los obtenidos en la presente investigación, donde se logró una efectividad biológica de 93% con aplicaciones de *H. indica*.

En investigaciones realizadas para el control de *Plutella xylostella* (L) con nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* en el cultivo de la col *Brassica oleraceae* (L), se alcanzó una efectividad biológica de 72% (18); resultados que difieren a los obtenidos en este estudio.

Otras investigaciones, que se realizaron en condiciones de campo con otra especie de insecto (*D. hyalinata*) y para evaluar el biopreparado a base de *B. thuringiensis* cepa LBT-24 en el cultivo de la calabaza, mostraron efectividades biológicas entre 92 y 95,9% (14); otros autores revelaron que obtuvieron, a las 24 horas de aplicado el producto, una efectividad de 53%, mientras que a las 48 horas se logró una efectividad de 100%, con diferencias significativas con respecto al control (19). Esos resultados difieren de los obtenidos en esta investigación, pues se

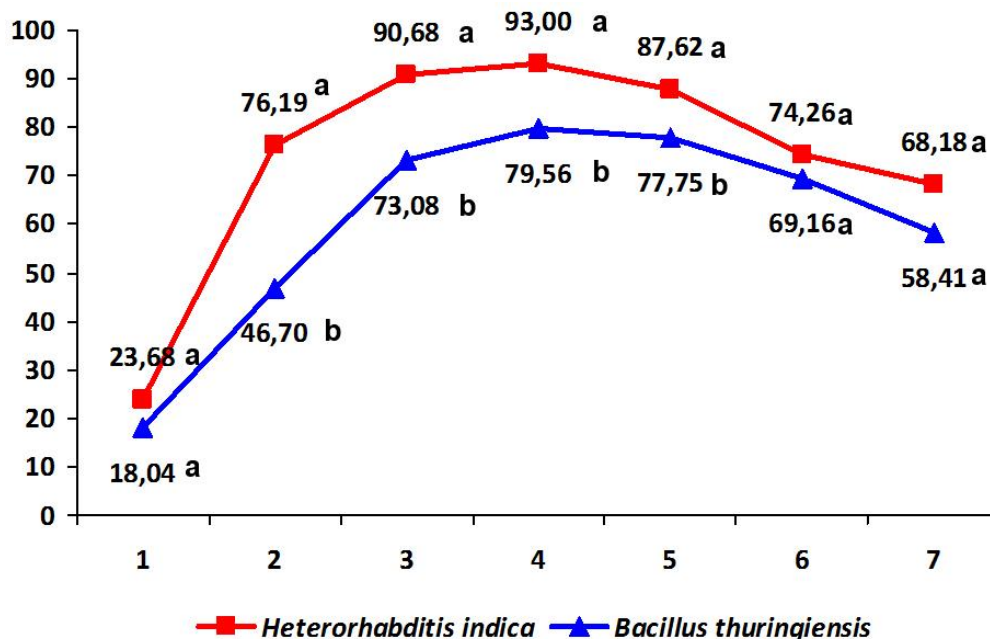


FIGURA 1. Efectividad biológica (%) de *B. thuringiensis* y *H. indica* en el control de *D. caricae*. / Biological effectiveness (%) of *B. thuringiensis* and *H. indica* in *D. caricae* control. Medias con letras diferentes en los mismos días difieren ($p < 0,05$) según la prueba no paramétrica de Mann-Whitney.

alcanzó una efectividad por debajo del 90% debido, fundamentalmente, al hábito de la plaga y al refugio que encuentran las larvas en galerías y debajo de los frutos.

Los resultados antes expuestos sobre la efectividad de *H. indica* y *B. thuringiensis* sobre larvas de *D. caricae* se consideran una herramienta importante en el manejo de este insecto.

REFERENCIAS

1. Jiménez DJ. Manual práctico para el cultivo de la papaya hawaiana. 1^{ra} edición, Editorial EARTH. Guácimo, Limón, Costa Rica. 2002.
2. Bruner SC, Scaramuza LC, Otero AR. Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. 2da edición. Academia de Ciencias La Habana. 1975.
3. Vázquez LL, Hernández PN. Patricio Cardín Peñarredonda: Precursor del manejo de plagas en Cuba. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 65 p. 1 - 3, 2002.
4. Monteagudo TS, Carracedo GC, Mirabal RR, Ruiz MM. Aspectos morfológicos y biología de *Davara caricae* (Lepidoptera: Phycitidae). Rev. Centro Agrícola. Enero – Abril 1992; 19(1): 3-12. ISSN 0253-5785.
5. Ventura ChV, Gómez SJ, Castellón VM. Bioecología de *Davara caricae* Dyar (Lepidoptera: Pyralidae) en diferentes dietas en la región central de Cuba. Rev. Centro Agrícola, octubre-diciembre 2013; 40(4): 43-48. ISSN 0253-5785.
6. Rodríguez AO, Monteagudo TS. Lucha química contra *Davara caricae* Dyar (Lepidoptera: Phycitidae) en el cultivo de la fruta bomba. Rev. Centro Agrícola. Enero – Abril 1990; 17(1): 74-81. ISSN 0253-5785.
7. Grewal PS, Ehlers RU, Shapiro-Ilan DI. Nematodes as Biocontrol Agents. CABI, New York, EE. UU. 2005. 505 p.
8. Kaya HK, Gaugler R. Entomopathogenic nematodes. Annual Review of Entomology 38:181-206, 1993.

9. Mbata GN, Shapiro-Ilan D. Laboratory evaluation of virulence of *Heterorhabditid* nematodes to *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). *Environmental Entomology*. 2005; 34:676–682.
10. Shannag KH, Capinera LJ. Evaluation of Entomopathogenic Nematode Species for the Control of Melonworm (Lepidoptera: Pyralidae). *Environ. Entomol.* 1995; 24(1): 143-148.
11. Ring RD, Browning WH. Evaluation of Entomopathogenic Nematodes against the Mexican Rice Borer (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Nematology*. 1990; 22(3):420-422.
12. Hernández A, Pérez J, Bosch D, Castro N. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Cuba, 2015.
13. Henderson GF. Test with acaricide against the brown wheat mite. 1955. [Conectado 15 de enero de 2015]. Disponible en <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm>.
14. Rodríguez A. Dinámica, control biológico y manejo de *Diaphania hyalinata* (Linné) en el cultivo de la calabaza. *Rev. Fitosanidad*. Marzo 2004; 8(2):59. ISSN 1562-3009.
15. Sáenz AA. Susceptibilidad de *Plutella xylostella* a *Heterorhabditis* sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae). *Rev. Colombiana Entomología*. Enero-Junio 2012; 38(1): 94-96. ISSN 0120-0488.
16. Valdés HR, Moya PE, Castro VM, Pozo VE, Cárdenas MM. Empleo de nematodos entomopatógenos (*Heterorhabditis* spp.) como contribución al manejo integrado de *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae) en el cultivo del pepino en sistemas de organopónicos. *Rev. Centro Agrícola*. Octubre-diciembre 2005; 32(4):47-53. ISSN 0253-5785.
17. Cruz LA, Grillo RH, Álvarez GU, Pozo VE, Valdés HR, Cárdenas M. Nematodos entomopatógenos en el control de *Homoeosoma electellum* (Hulst) en campos de girasol. *Rev. Centro Agrícola*. Abril-Junio 2010; 37(2): 13-17. ISSN 0253-5785.
18. Marrero MA. Nematodos entomopatógenos (*Heterorhabditis* spp.) para el control de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Plutella xylostella* (Linnaeus.) y *Heliothis virescens* (Fabricius). *Rev. Centro Agrícola*. Abril-Junio 2006; 33(2):90. ISSN 0253-5785.
19. Ruiz SE, Chan JC, Trejo RA, Alejo CJ, Latourmerie ML. Comparación de la efectividad de insecticidas en el control del gusano barrenador del melón (*Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae). *Rev. Fitosanidad*. 2008; 12(2): 117-120. ISSN: 1562-3009.