

Virulencia de nematodos entomopatógenos para el control del salivazo *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae) en caña de azúcar

Virulence of entomopathogenic nematodes to control *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane

CARLOS ANDRÉS MORENO SALGUERO¹, ALEX ENRIQUE BUSTILLO PARDEY², JUAN CARLOS LÓPEZ NÚÑEZ³, ULISES CASTRO VALDERRAMA⁴ y GERSON DARÍO RAMÍREZ SÁNCHEZ⁵

Resumen: El salivazo, *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae) es una plaga limitante en cultivos de caña de azúcar en Venezuela. En Colombia esta especie se ha registrado desde hace más de 40 años en los Llanos Orientales atacando pastos. Solo en el 2007 se detectó en cultivos de caña de azúcar en el Valle del Cauca, por lo que se buscan agentes de control biológico, particularmente nematodos entomopatógenos. En este estudio se evaluó la virulencia de tres especies de nematodos entomopatógenos seleccionadas en investigaciones previas de laboratorio e invernadero; *Steinernema* sp.1, *Heterorhabditis bacteriophora* y *Heterorhabditis* sp. (Gua 31), y dos especies comerciales; *Steinernema* sp., y *Heterorhabditis* sp., sobre ninfas de *A. varia* en IV estadio. Los aislamientos más virulentos fueron *Heterorhabditis* sp. (Gua 31) causando mortalidad del 42,3% en dosis de 5×10^{10} JI/ha y *H. bacteriophora* en dosis de $1,5 \times 10^{11}$ JI/ha, con mortalidad sobre ninfas del 76%. Con esta información se pretende dar al agricultor una alternativa eficaz en el manejo integrado de *A. varia*.

Palabras clave: Salivazo. *Heterorhabditis* sp. *Steinernema* sp. Control biológico.

Abstract: The spittlebug, *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae) is a limiting pest of sugarcane crops in Venezuela. In Colombia, this species has been recorded for over 40 years in Llanos Orientales, attacking pastures. Only in 2007 this insect was detected in sugarcane crops in the Cauca Valley, where we are looking at biological control agents, particularly entomopathogenic nematodes. In this study, we evaluated the virulence of three entomopathogenic nematode species selected in previous laboratory and greenhouse studies, *Steinernema* sp.1, *Heterorhabditis bacteriophora* and *Heterorhabditis* sp. (Gua 31), and two commercially available species, *Steinernema* sp. and *Heterorhabditis* sp., on IV instar nymphs of *A. varia*. The most virulent isolates were *Heterorhabditis* sp. (Gua 31) causing 42.3% of mortality at a dosage of 5×10^{10} JI/ha, and *Heterorhabditis bacteriophora* in dosage of 1.5×10^{11} JI/ha causing 76% of mortality on nymphs. This information is intended to give the farmer an effective alternative for the integrated management of *A. varia*.

Key words: Spittlebug. *Heterorhabditis* sp. *Steinernema* sp. Biological control.

Introducción

Las especies del complejo de salivazos (Hemiptera: Cercopidae) se caracterizan por recubrirse de una secreción con apariencia de saliva o espuma en sus estados ninfales (Gómez 2007). Las ninfas de *Aeneolamia varia* (Fabricius, 1787) succionan la savia de las raíces y los adultos la savia de las hojas al tiempo que inyectan una toxina en la planta. En las hojas se produce necrosis, aparecen porciones de manchas alargadas de color pardo rojizo (Gómez 2007). En altas densidades de población el salivazo puede causar la muerte de la planta. El daño del insecto causa la reducción en sacarosa, en Ecuador se registran pérdidas en sacarosa hasta del 34% con la especie *Mahanarva andigena* (Mendoza 2001). Hasta el momento no se han contabilizado las pérdidas que pueda causar *A. varia* en cultivos de caña de azúcar en Colombia y se considera una seria amenaza para este cultivo.

A inicios del 2007, en el Valle del Cauca se encontraron insectos adultos de *Aeneolamia varia* en cultivos de caña de azúcar, en dos haciendas localizadas en la zona rural del municipio de Yotoco (Gómez 2007), en donde la infestación alcanzó cerca de 25.000 ha. Una descripción sobre biología,

hábitos y manejo de poblaciones de *A. varia* en caña de azúcar, la presentan Bustillo *et al.* (2011).

Son pocas las investigaciones sobre el manejo de salivazos de la caña de azúcar con nematodos. Poinar y Linares (1985) en el estado de Portuguesa, Venezuela, encontraron infecciones naturales de *Hexameris dactylocercus* sobre *A. varia*, parasitando hasta un 50% de las ninfas y adultos recolectados. Bennett (1984) encontró parasitismo de una especie de *Hexameris* tanto sobre *A. varia* en Trinidad, como en Brasil sobre *Mahanarva fimbriolata*. En Brasil, Leite *et al.* (2002), evaluaron la eficacia de *Steinernema* sp., y *Heterorhabditis* sp., en el salivazo de la caña, *Mahanarva fimbriolata* (Stål) logrando mortalidades entre el 96 y el 100% bajo condiciones de laboratorio. Posteriormente Leite *et al.* (2005), en evaluaciones de campo encontraron que una especie de *Heterorhabditis* sp. (CB - n5) aplicada al suelo en un cultivo de caña, causó mortalidades del 56% en dosis de $3,3 \times 10^8$ JI/ha. Cuando se comparó con aplicaciones de *Metarhizium anisopliae* y el insecticida thiametoxan, no encontraron diferencias estadísticas en la mortalidad del salivazo.

En el estado de Portuguesa, Venezuela, Ferreri *et al.* (2004) evaluaron *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, so-

¹ Estudiante Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, carmorenosal@hotmail.com. ² Ph. D. Entomólogo I, Cenicaña. Programa de Variedades, aebustillo@cenicana.org, autor para correspondencia. ³ Microbiólogo, Investigador Asistente, Cenicafé, juancarlos.lopez@cafedecolombia.com. ⁴ M. Sc. Entomólogo II, Programa de Variedades, Cenicaña, ucastro@cenicana.org. ⁵ Ingeniero Agrónomo, Programa de Variedades, Cenicaña, gerson.85@hotmail.com.

bre ninfas de *A. varia* en un cultivo de caña de azúcar, aplicándolo en dosis de 5×10^7 JI/ha, encontrando a las 72 horas después de la aplicación, mortalidades entre 71,4 y 75,3%. En este estudio también registraron la presencia de un nematodo nativo, *Heterorhabditis indica* Poinar, infectando *A. varia*.

El objetivo de esta investigación fue evaluar, bajo condiciones de campo, la eficacia de especies de nematodos entomopatógenos previamente seleccionadas bajo invernadero (Rosero *et al.* 2012) y determinar la dosis más eficaces para el control de *A. varia* en cultivos de caña de azúcar.

Materiales y Métodos

Producción masiva *in vivo* de nematodos entomopatógenos. La producción masiva, de las especies de nematodos entomopatógenos *H. bacteriophora* y *Steinernema* sp.1, se realizó en larvas de *Galleria mellonella* (L.) en el laboratorio de Entomología de Cenicaña ubicado en el CAB Buga (23 ± 2 °C, H.R 65% \pm 8). Inicialmente, se confinaron 10 larvas de último estadio de *G. mellonella*, en cajas Petri de 9 cm de diámetro, con papel toalla humedecido, luego se infectaron con una suspensión de 1 ml, que contenía 1.000 juveniles infectivos (JI). Al cabo de 3 días después de la infección, se retiraron las larvas muertas con síntomas visibles de infección por nematodos (Realpe *et al.* 2007).

Para la emergencia y cosecha de los juveniles infectivos (JI), se pasaron las larvas parasitadas a trampas White (1927) modificadas de acuerdo con Realpe *et al.* (2007). Esta modificación consistió en una bandeja de plástico, con dimensiones de 28 cm de largo x 24 cm de ancho x 20 cm de alto. En su interior se colocaron 4 tubos de PVC de 1 pulgada, cortados por la mitad, para formar una canoa de 26 cm de largo. Sobre cada una de las canoas invertidas se colocó papel filtro y 80 larvas en promedio de *G. mellonella* infectadas por los nematodos. A cada bandeja se le adicionó agua estéril hasta llegar al borde de los tubos (Fig. 1). Los JI de cada una de las especies de nematodos, se cosecharon y contabilizaron (Realpe *et al.* 2007) cada 2 días, durante 16 días, la recolección se realizó en horas de la mañana y se almacenaron en frascos de vidrio (beaker de 250 ml), que se refrigeraron a 16 ± 2 °C. Al día siguiente de cada colecta se almacenaron en espumas de poliuretano (10 cm x 10 cm x 2 cm) en una concentración de 5×10^6 JI/espuma y se mantuvieron a 16 ± 2 °C.

Determinación de la virulencia de los nematodos entomopatógenos. Para evaluar el efecto de nematodos entomopatógenos (NEPs) como controladores de *A. varia* en condiciones del Valle del Cauca, se establecieron experimentos en instalaciones del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Centro Agropecuario Buga (CAB), por encontrarse situado dentro del área cuarentenada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA 2007). Las condiciones ambientales promedio de la zona son 24 °C, una humedad relativa del 80% y precipitación anual aproximada de 1.000 mm por año.

Para obtener las plántulas, se extrajeron cerca de 500 yemas de caña de la variedad CC 84 -75, sometidas a termoterapia y sembradas en germinadores, donde permanecieron alrededor de un mes a cielo abierto y riego constante con micro aspersores. Posteriormente se trasplantaron a recipientes de poliestireno con suelo arenoso 3:1 esterilizado (3 partes de arena, 1 parte de suelo) donde se busca un abundante desarrollo del sistema radicular, manteniendo

las plántulas en un invernadero, con humedad en el suelo a capacidad de campo y realizando tres fertilizaciones con NPK (15-15-15) (20 gr./litro de agua) aplicándose 15 ml de solución por planta.

Transcurrido el mes, las plántulas se trasplantaron a macetas plásticas de 16 onzas (16 cm de diámetro y 14 cm de profundidad) utilizando una modificación de la metodología usada en Cenicaña para evaluar la resistencia varietal (Cuarrán *et al.* 2012). Esta modificación consiste en retirar el suelo con la finalidad de exponer las raíces, teniendo cuidado de no causarles daño. Expuestas las raíces, se procedió a cubrirlas con suelo arcilloso esterilizado y húmedo para darle forma de cono de aproximadamente 10 cm de altura y diámetro de 15 cm en la base. Finalmente las macetas plásticas se cubrieron con hule de color blanco, el cual tiene un agujero de 5 cm de diámetro para que sobresalga la planta.

En todos los experimentos, se utilizaron las macetas plásticas con las plántulas de caña, las cuales se infestaron con huevos de *A. varia* (25 huevos/planta), obtenidos de la cría masiva mantenida en un invernadero en el SENA - Buga. En cada planta se permitió el desarrollo de 15 ninfas, cuando estuvieron en IV estadio, se llevaron a las parcelas experimentales, conformadas por tres surcos, separados a 0,8 m y de 5 m de largo (8 m²), de un cultivo de caña. Las macetas se ubicaron el centro de cada parcela en jaulas de PVC, (0,5 m x 0,5 m x 0,7 m), cubiertas con toldillo (Fig. 2).

Las aspersiones (una por tratamiento) de los JI de los nematodos se hicieron sobre el suelo, en el surco central de cada parcela, retirando previamente el toldillo que cubría la jaula de PVC. Se utilizó para la aspersión una bomba de espalda de 20 L de capacidad con una boquilla de descarga TX3, empleando un volumen de agua de 1000 L/ha. Las aspersiones se realizaron en horas de la tarde (después de las 4:00 PM), con el fin de disminuir el efecto de la radiación solar sobre los JI de los nematodos, el día anterior a las aspersiones, para cada uno de los experimentos se realizó riego por gravedad hasta llevar el contenido de humedad del suelo a capacidad de campo. Los experimentos se organizaron bajo un diseño de bloques completamente aleatorios, teniendo en todos los casos cinco repeticiones y la información se analizó a través de un análisis de varianza.

Experimento 1. Se utilizaron cuatro especies, de las cuales dos (*H. bacteriophora* y *Steinernema* sp.1), fueron seleccionadas previamente en estudios de laboratorio e invernadero por su virulencia a *A. varia* (Rosero *et al.* 2012) y dos fueron



Figura 1. Producción masiva de nematodos en larvas de *Galleria mellonella* usando trampas White modificadas, con tubos de PVC en forma de medias canoas invertidas.



Figura 2. Maceta con plántula de caña infestada con el salivazo, *Aeneolamia varia*. **A.** Con la estructura de PVC. **B.** con la estructura cubierta con un toldillo de muselina para evitar el movimiento de insectos.

aislamientos comerciales *Heterorhabditis* sp. y *Steinernema* sp., proporcionadas por Bioagro, Cartago, Valle del Cauca. Cada especie de nematodo se aplicó en dosis de $1,5 \times 10^{11}$ JI/ha. (1500 JI/cm²).

Experimento 2. En un segundo experimento se evaluó la virulencia de las tres mejores especies del experimento anterior en dosis de 5×10^{10} JI/ha (500 JI/cm²), y se incluyó un nuevo aislamiento nativo *Heterorhabditis* sp. (Gua 31), que había mostrado alta virulencia a *A. varia* en condiciones de invernadero (Rosero *et al.* 2012).

Experimento 3. Con las dos especies de nematodos más virulentas se llevaron a cabo evaluaciones individuales, para determinar la dosis de mayor eficacia sobre ninfas de *A. varia*, evaluando las siguientes dosis: 1×10^{10} , 5×10^{10} , 1×10^{11} y $1,5 \times 10^{11}$ JI/ha (100 , 500 , 1000 y 1500 JI/cm²).

La evaluación de mortalidad de las ninfas de *A. varia*, se inició dos días después de la aplicación, diariamente durante 18 días (Ferrerri *et al.* 2004). En la totalidad del área correspondiente a cada tratamiento ($0,25$ m²), fueron recolectadas las ninfas muertas, se llevaron al laboratorio y diseccionaron al estéreo-microscopio.

Persistencia de nematodos. Con el fin de establecer la persistencia de los nematodos asperjados en los diferentes experimentos, se planeó establecer su presencia 30 días después de la aspersión de los tratamientos. Para esto, se tomaron muestras de suelo, en cada parcela experimental. Estas muestras debidamente identificadas en cantidad de 100 g, se llevaron al laboratorio y confinaron en recipientes de plástico de 710 cm³. A estos recipientes se les introdujo 5 larvas de *G. mellonella* siguiendo la metodología de Bedding y Arkhurst (1975). Las larvas se retiraron 3 días después, se registró el número de larvas muertas, y se confirmó la infección por nematodos colocándolas en trampas White.

Análisis de datos. El análisis estadístico de todos los experimentos se hizo mediante un análisis de varianza (ANOVA) y las diferencias entre tratamientos se establecieron con la ayuda de la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P = 0,05$). Los porcentajes de mortalidad de ninfas de *A. varia* se corrigieron, en relación con el testigo, usando la ecuación de Schneider-Orelli (Ciba - Geigy 1981).

Tabla 1. Mortalidad (%) en ninfas de *A. varia* causada por especies de nematodos entomopatógenos, aplicados en dosis de $1,5 \times 10^{11}$ JI/ha ($23,4$ °C; $81,7$ % HR; $6,7$ mm de precipitación). (Experimento 1).

Tratamiento	NV*	Mortalidad	Mortalidad corregida	Persistencia***
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	237	81 a**	76 a	20
<i>Heterorhabditis</i> sp.	241	62 b	53 b	12
<i>Steinernema</i> sp.1	258	46 c	34 c	8
<i>Steinernema</i> sp.	230	28 d	12 d	4
Testigo	244	18 d	0 d	0

* NV: Número de ninfas vivas al inicio.

** Datos en la misma columna seguidos de la misma letra, no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Duncan ($P = 0,05$).

*** Mortalidad (%) en larvas de *G. mellonella* 30 días después de la aplicación de los JI.

Tabla 2. Mortalidad (%) en ninfas de *A. varia* después de la aplicación de diferentes especies de nematodos entomopatógenos, en dosis de 5×10^{10} JI/ha, en un cultivo de caña de azúcar (22 °C, 81,1% HR; 10,2 mm de precipitación). (Experimento 2).

Tratamiento	N.V*	Mortalidad	Mortalidad corregida	Persistencia***
<i>Heterorhabditis</i> sp. (Gua 31)	100	44 a**	42.3 a	16
<i>Heterorhabditis</i> sp.	100	19 b	16.5 b	16
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	100	18 b	15.5 b	4
<i>Steinernema</i> sp.1	100	5 c	2.1 c	12
Testigo	100	3 d	0.0 c	0

* NV: Número de ninfas vivas al inicio.

** Datos en la misma columna seguidos de la misma letra, no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Duncan (P = 0,05).

*** Mortalidad (%) en larvas de *G. mellonella* 30 días después de la aplicación de los JI.

Resultados

Producción masiva *in vivo* de nematodos entomopatógenos. Las especies de nematodos para las evaluaciones de campo en este estudio, se produjeron satisfactoriamente usando la metodología desarrollada por Realpe *et al.* (2007). Los rendimientos por larva de *G. mellonella* fueron mayores con las especies de *Heterorhabditis*. Con la especie nativa *Heterorhabditis* sp. (Gua 31) se tuvo un rendimiento de 137.412 ± 18.320 JI/larva de *G. mellonella*; para *H. bacteriophora* fue de 121.143 JI/larva y con *Steinernema* sp., fue de 81.321 ± 28.023 JI/larva. En general estos rendimientos se consideran buenos si se comparan con datos registrados por otros autores (Bustillo 1976; Molina y López 2001). Lindegren *et al.* (1993) reportan rendimientos con *Steinernema carpocapsae* de 190000 JI/larva y consideran que factores como el tamaño del hospedero, la especie de nematodo y el método de producción influyen el rendimiento.

Determinación de la virulencia de los nematodos entomopatógenos. En las evaluaciones de campo las ninfas encontradas muertas llevadas al laboratorio mostraron los signos característicos de infección por nematodos, para el caso de *Heterorhabditis* sp., una coloración anaranjada a rojo escarlata en las ninfas y en *Steinernema* sp., flacidez sin cambio de coloración. Los resultados de los experimentos de virulencia a las especies de nematodos evaluadas se presentan en las tablas 1 a 4.

Experimento 1. Con la dosis de $1,5 \times 10^{11}$ JI/ha, la especie *H. bacteriophora* causó la mayor mortalidad (76%) y fue estadísticamente diferente a las otras especies (P = 0,05), seguida de *Heterorhabditis* sp. (53%). Las especies de *Steinernema* fueron las de menor eficacia en el control de las ninfas de *A. varia* (Tabla 1). EL ensayo tuvo una duración de 18 días.

Experimento 2. En este experimento, en un cultivo de caña, se evaluaron las especies de *Heterorhabditis* del experimento 1, pero incluyendo una nueva especie, *Heterorhabditis* sp. (Gua 31) encontrada en Guática, Risaralda en muestras de suelo y la mejor de *Steinernema* sp.1, evaluadas en una dosis tres veces menor (5×10^{10} JI/ha). Los resultados muestran de nuevo una mayor mortalidad con las especies de *Heterorhabditis*. *Heterorhabditis* sp. (Gua 31) causó 42,3% de mortalidad la cual fue significativamente diferente (P = 0,05) de las otras especies (Tabla 2). Esta misma tendencia se ha registrado en Brasil, donde una especie de *Heterorhabditis* fue la más virulenta sobre *Mahanarva fimbriolata* (F.). En este caso, también se muestra como la mortalidad se incrementa con las dosis (Leite *et al.* 2005). El ensayo duró 19 días.

Experimento 3. Para seleccionar la dosis más eficaz en el control de ninfas de *A. varia* en un cultivo de caña, se escogieron las dos especies de *Heterorhabditis* que causaron la mayor mortalidad en los experimentos anteriores. Estas evaluaciones se hicieron separadas en el tiempo debido a limitaciones del lote experimental de caña, las evaluaciones de *H. bacteriophora* y *Heterorhabditis* sp. (Gua 31) tuvieron

Tabla 3. Mortalidad (%) en ninfas de *Aeneolamia varia* después de la aplicación de *Heterorhabditis bacteriophora* en diferentes dosis, en un cultivo de caña de azúcar (23,1 °C; 79,1 % HR; 1,2 mm de precipitación). (Experimento 3).

Dosis (JI/ha)	NV*	Mortalidad	Mortalidad corregida	Persistencia***
1.5×10^{11}	150	61 a**	48 a	24
1.0×10^{11}	150	38 b	16 b	12
5.0×10^{10}	150	36 b	14 b	8
1.0×10^{10}	150	29 c	5 c	4
0	150	26 c	0 c	0

* Número de ninfas vivas al inicio.

** Datos en la misma columna seguidos de la misma letra, no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Duncan (P = 0,05).

*** Mortalidad (%) en larvas de *G. mellonella* 30 días después de la aplicación de los JI.

Tabla 4. Mortalidad (%) en ninfas de *Aeneolamia varia* después de la aplicación de *Heterorhabditis* sp. (Gua 31) en diferentes dosis, en un cultivo de caña de azúcar (23,1 °C, 80,2 % HR, 4,7 mm de precipitación). (Experimento 3).

Dosis (JI/ha)	NV*	Mortalidad	Mortalidad corregida
1.5 x 10 ¹¹	103	55 a**	53 a
1 x 10 ¹¹	102	54 a	52 a
5 x 10 ¹⁰	101	48 a	46 a
1 x 10 ¹⁰	100	12 b	7 b
0	101	5 b	0 b

* Ninfas vivas al momento de la aplicación de los JI.

** Datos en la misma columna seguidos de la misma letra, no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Duncan (P = 0,05).

una duración en campo de 14 y 13 días respectivamente. Los resultados se presentan en las tablas 3 y 4. Para ambos casos, se observa una tendencia a incrementarse la mortalidad en las ninfas de *A. varia*, a medida que se incrementa la dosis de JI de los nematodos. Analizando la dosis más alta (1,5 x 10¹¹), con *H. bacteriophora* (Tabla 3) se logró una mortalidad corregida en ninfas de *A. varia* del 48% y para el caso de *Heterorhabditis* sp. (Gua 31), la mortalidad fue del 53%, sin embargo no se encontraron con esta última diferencias significativas (P = 0,05) entre las tres dosis mayores (Tabla 4).

Discusión

Los resultados de esta investigación para el control de *A. varia* en un cultivo de caña, indican que las especies de *Heterorhabditis* son más eficaces que las especies de *Steinernema* evaluadas. Ferrer *et al.* (2004) encontraron que *H. bacteriophora* causó 71,4% de mortalidad sobre ninfas de *A. varia* en dosis de 1 x 10⁸ JI/ha, sin embargo sugieren evaluar dosis más altas, bajo condiciones de densidades mayores de población del salivazo.

La mayor eficacia de las especies de *Heterorhabditis* en el control de insectos, se atribuye a que ellos pueden penetrar más fácilmente los insectos que otras especies de nematodos (Bedding *et al.* 1982). Normalmente se indica que la penetración de nematodos en insectos se hace a través del ano, espiráculos y vía oral, sin embargo, esta última se hace muy difícil en insectos con hábito chupador, como son los salivazos. Una mayor eficacia del género *Heterorhabditis*, se explica por los hallazgos de Aguillera (2001) quien encontró que estos pueden penetrar a través de la cutícula del hospedero, con la ayuda de un pequeño diente que poseen.

Las diferencias en mortalidad en los experimentos en este estudio, pudo deberse a variaciones en la humedad en el suelo, que afectan la viabilidad y el desplazamiento de los nematodos. Downing (1994) en aplicaciones de *H. bacteriophora* (Cl strain) en pastos para el control de *Popillia japonica* Newman y *Cyclocephala borealis* Arrow, encontró que cuando las parcelas se sometían a irrigación antes del tratamiento y de nuevo 24 horas después de la aplicación, se incrementaba la eficacia del nematodo.

Persistencia de nematodos. En las observaciones hechas en los tres experimentos sobre la sobrevivencia de las especies de nematodos evaluadas, se encontró que al menos continúan viables en el suelo al cabo de 30 días (Tablas 1 a 3). Si se

analiza la mortalidad ocurrida en los diferentes tratamientos como un indicativo de su presencia (persistencia), se puede decir que en general prevalecieron las especies de *Heterorhabditis*, y que cuando las dosis son mayores se muestra una tendencia a ocurrir una mayor mortalidad en las larvas indicadoras de *G. mellonella*.

Los resultados muestran la potencialidad de *Heterorhabditis bacteriophora* y *Heterorhabditis* sp. (Gua 31), en el control de *A. varia* en cultivos de caña de azúcar en el Valle del Cauca. Sin embargo, es necesario adelantar estudios adicionales para determinar las condiciones que favorezcan más su actividad controladora, en plantaciones comerciales de caña de azúcar.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a Cenicaña y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, por la cofinanciación de esta investigación a través del proyecto 212-2008G42065-6618.

Literatura citada

- AGUILLERA, M. M. 2001. Nematóides do bem. Cultivar. Grandes Culturas, Pelotas 25: 52-54.
- BEDDING, R. A.; AKHURST, R. A. 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. *Nematologica* 21: 109-110.
- BEDDING, R. A.; MOLYNEUX A. 1982. Penetration of insect cuticle by infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. (*Heterorhabditidae*: Nematoda). *Nematologica* 28: 354-359.
- BENNETT, F. D. 1984. Discusión sobre las posibilidades de control biológico de la candelilla. In Seminario Problemas de la candelilla y el taladrador de la caña de azúcar y pastos (Barquisimeto, 1984). Unión de productores de azúcar. p. 39-48.
- BUSTILLO, A. E. 1976. Patogenicidad del nematodo *Neoaplectana carpocapsae* en larvas, prepupas y pupas de *Oxydia trychiata*. *Revista Colombiana de Entomología* 2 (4): 139-144.
- BUSTILLO P., A. E.; CASTRO V., U. 2011. El salivazo de la caña de azúcar *Aeneolamia varia* (F.) (Hemiptera: Cercopidae). Hábitos, biología y manejo de poblaciones. Cali, Cenicaña. 16 p. (Serie Divulgativa No. 11).
- CUARÁN, V. L.; CASTRO, U.; BUSTILLO, A. E.; MESA, N. C.; RAMÍREZ, G. D.; MORENO, C. A., GÓMEZ, L. A. 2012. Método para evaluar el daño de los salivazos (Hemiptera: Cercopidae) sobre caña de azúcar, *Saccharum* spp. *Revista Colombiana de Entomología* 38 (2): 171-176.
- CIBA - GEIGY S.A. 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. 2ed. Basilea (Suiza): Werner Püntener, 205 p.

- DOWNING, A. S. 1994. Effect of irrigation and spray volume on efficacy of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae) against white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology* 87 (3): 643-646.
- FERRERI, F.; ARIAS, M.; TRELLES, A.; PALENCIA, G.; NAVARRO, J.; COLMENAREZ, R. 2004. Posibilidades del uso de nematodos entomopatógenos para el control de *Aeneolamia varia* en caña de azúcar. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 72: 39-43.
- GÓMEZ, L. A. 2007. Manejo del salivazo *Aeneolamia varia* en cultivos de caña de azúcar en el valle del río Cauca. *Cenicafé, Carta Trimestral* 29 (2-3): 10-17.
- ICA. Instituto Colombiano Agropecuario. 2007. Resolución No. 1932, 18 de julio de 2007. Por la cual se declara la emergencia fitosanitaria en una zona productora de caña de azúcar del Valle del Cauca. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/aab3f491-d05a-4cf0-b2dd-9db3f1263c36/1932.aspx>. [Fecha revisión: 16 enero 2012].
- LEITE, L. G., MACHADO, L. A.; AGUILLERA, M. M.; RODRIGUES, R. C. D.; NEGRISOLI, A. S. JR. 2002. Patogenicidade de *Steinernema* e *Heterorhabditis* (Nematoda: Rhabditida) contra ninfas da cigarrinha-das-raízes da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae). *Revista Agricultura* 78: 139-148.
- LEITE, L. G.; MACHADO, L. A.; GOULART, R. M.; TAVARES, F. M.; BATISTA, A. 2005. Screening of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) and the efficiency of *Heterorhabditis* sp. against the sugarcane root spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Fabr.) (Hemiptera: Cercopidae). *Neotropical Entomology* 34 (5): 785-790.
- LINDEGREN, J. E.; VALERO, K. A.; MACKEY, B. E. 1993. Simple in vivo production and storage methods for *Steinernema carpocapsae* infective juveniles. *Journal of Nematology* 25 (2): 193-197.
- MENDOZA, J. R. 2001. Bioecología del salivazo de la caña de azúcar, *Mahanarva andigena* (Hom: Cercopidae) en el Ecuador. *Memorias del I Taller Latino Americano sobre Plagas de la Caña de Azúcar*. Guayaquil, nov. 28-30. AETA-Atalac. p 40-47.
- MOLINA, J. P.; LÓPEZ, J. C. 2001. Producción *in vivo* de tres entomonematodos con dos sistemas de infección en dos hospedantes. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2): 73-78.
- POINAR, G. O., Jr.; LINARES, B. 1985. *Hexameris dactylocerus* sp. n. (Mermitidae: Nematoda) a parasite of *Aeneolamia varia* (Cercopidae: Homoptera) in Venezuela. *Revue de Nematologie* 8: 109-111.
- REALPE, F. J.; BUSTILLO, A. E.; LÓPEZ, J. C. 2007. Optimización de la cría de *Galleria mellonella* (L.) para la producción de nematodos entomopatógenos parásitos de la broca del café. *Revista Cenicafé* 58 (2): 142-157.
- ROSETO, G. M.; BUSTILLO, A. E.; LÓPEZ, J. C.; GÓMEZ, E. D. 2012. Evaluación de la virulencia de nematodos entomopatógenos para el control del salivazo de la caña de azúcar, *Aeneolamia varia* (F) (Hemiptera: Cercopidae). Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6698/1/7709511.2011.pdf>. [Fecha revisión: 15-dic-2001].
- WHITE, G. F. 1927. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science* 66: 302-303.

Recibido: 30-ene-2012 • Aceptado: 28-oct-2012