

SUSCEPTIBILIDAD DEL ADULTO DE *Cyrtomenus bergi* A TRES ESPECIES DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS EN INVERNADERO



A.M. CAICEDO^a, H. TRUJILLO^b, P.A. CALATAYUD^{ab}, A.C. BELLOTTI^b

^aCentro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), A.A. 6713, Cali, Colombia

^bInstitut de Recherche pour le Développement (IRD)/International Center for Insect Physiology and Ecology (ICIPE), PO Box 30772, Nairobi, Kenya



INTRODUCCIÓN

Cyrtomenus bergi Froeschner (Fig. 1A), es un Hemiptera de la familia Cydnidae, polífago y de hábito subterráneo que se alimenta directamente del producto comercial de diversos cultivos de importancia económica como, yuca, maíz, cebolla, espárragos no sólo en Colombia, sino también en países del neotrópico como Panamá, Costa Rica, Venezuela y Brasil. Su control hasta el momento ha sido muy difícil de implementar por su hábito polífago y su adaptación al ambiente del suelo (Bellotti, 2002).



Figura 1A. Adultos de *C. bergi*.



Figura 1B. Juvenil infectivo de *Steinernema* sp.

La evaluación del potencial de biocontrol con nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* (Fig. 1B) y *Heterorhabditis* se ha realizado en bioensayos de laboratorio. Encontrándose sólo dos estados, el quinto y el adulto susceptibles al parasitismo de las diferentes especies evaluadas pero con porcentajes de mortalidad muy bajas 3-45%. Se propone su evaluación en invernadero con el fin de determinar diferencias en su comportamiento en un ambiente más real antes de ser recomendados como una alternativa para su manejo integrado (CIAT, 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Nematodos y estados de *C. bergi*

Los nematodos seleccionados para la realización del presente trabajo (Tabla 1) fueron producidos en larvas de último instar de *Galleria mellonella* a 23°C de acuerdo a la metodología descrita por Kaya & Stock (1997). Los juveniles infectivos fueron almacenados en agua con formaldehído al 0.01% a 10°C durante 5-7 días y un día antes de su inoculación fueron aclimatados a 23°C. Los adultos de *C. bergi* fueron seleccionados de la colonia del laboratorio de Entomología de Yuca del CIAT.

Tabla 1. Especies de nematodos y su origen.

Especies	Origen
<i>Steinernema riobrave</i> (Sr)	Estados Unidos
<i>S. Carpocapsae</i> (S carp.)	Estados Unidos
<i>Steinernema</i> sp-SNI-0100 (SNI)	Colombia
<i>Heterorhabditis</i> sp-HNI-0198 (HNI)	Colombia
<i>Heterorhabditis</i> sp-CIAT 2003 (HCIAT)	Colombia

Ensayos:

El adulto de *C. bergi* fue inoculado con una sola dosis de nematodos, 1.000 nematodos/ml de tres especies diferentes (S carp., SNI y HNI) en vasos plásticos con 300 g de arena sin esterilizar (4%PPP) y un grano de maíz pregerminado (CIAT, 2003). Los tratamientos fueron organizados en bloques completos al azar con 30 insectos por tratamiento. El control fue inoculado con un mililitro de agua destilada. La evaluación se realizó 10 días después, el parasitismo y la mortalidad fueron registrados.

Un segundo ensayo fue realizado con dos especies de nematodos (S carp. y HNI) y 25.000 nematodos/ml. El ensayo fue repetido tres veces en bloques completos al azar con 12 insectos por tratamiento. El tratamiento control, la evaluación y parámetros fueron los mismos del ensayo anterior.

El último ensayo consistió de tres especies de nematodos (SNI, HCIAT y Sr) a razón de 100.000 nematodos/ml. El ensayo fue repetido tres veces en bloques completos al azar con 12 insectos por tratamiento. El tratamiento control, la evaluación y parámetros fueron los mismos de los ensayos anteriores.

Condiciones ambientales

T[°] Min. 23 °C, T Máx. 34 °C y HR Min. 60% ±5 y Máx. 92% ±5.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados por Chi cuadrado y análisis de varianza (ANOVA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del primer ensayo mostraron que las tres especies de nematodos evaluados fueron capaces de localizar y parasitar el adulto de *C. bergi*, pero con porcentajes de parasitismo muy bajos, 10, 18 y 21% para HNI, SNI y S. carp. respectivamente (Fig. 2). Además no fue posible determinar la mejor especie y no se observó mortalidad.

A pesar de la baja respuesta de las especies se confirma la tendencia observada en los ensayos de laboratorio, en los cuales HNI fue la especie con el más bajo parasitismo sobre el estado adulto y las especies SNI y S. carp. con los mayores porcentajes de respuesta tanto en laboratorio como en invernadero.

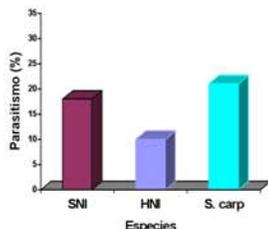


Figura 2. Parasitismo de tres especies de nematodos sobre el adulto de *C. bergi* con 1000 nematodos/ml.

En el segundo ensayo se observó un incremento en la respuesta de parasitismo y mortalidad con el aumento de la concentración de nematodos. La mayor respuesta se obtuvo con S. carp. con un 84% de parasitismo y 29% de mortalidad y HNI con 54% de parasitismo y 9% de mortalidad (Fig. 3). Pero a pesar del aumento en la respuesta se considera que la interacción entre las especies de nematodos y *C. bergi* es muy baja, pues sólo con el aumento en 25 veces de la concentración de nematodos fue posible duplicar la respuesta del parasitismo.

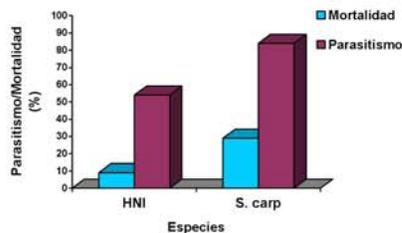


Figura 3. Parasitismo/Mortalidad del adulto de *C. bergi* con dos especies de nematodos y 25.000 nematodos/ml.

Con el aumento en 20 veces de la concentración de dos de las especies que causaron el mayor porcentaje de parasitismo en los bioensayos de laboratorio, SNI y Sr y de una de las especies con el bajo parasitismo, HCIAT, se observó una disminución en el parasitismo de 100% a 63% para la especie SNI y de 71% a 68% para Sr y de 67% a 56% para HCIAT. En contraste con la mortalidad, la cual mostró un ligero aumento de tres veces a lo obtenido en laboratorio para las especies SNI y Sr y de cinco veces para la especie HCIAT (Fig. 4)

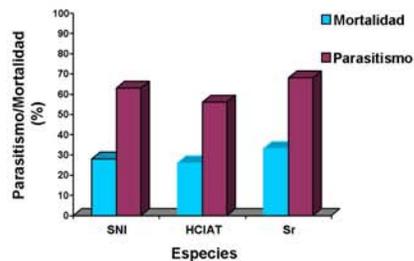


Figura 4. Parasitismo y Mortalidad de tres especies de nematodos sobre el adulto de *C. bergi* y 100.000 nematodos/ml.

Los resultados obtenidos en invernadero confirman los obtenidos en laboratorio con las diferentes especies de nematodos evaluados sobre el adulto de *C. bergi*. Destacándose la relación positiva entre el incremento de la concentración de nematodos, el parasitismo y la mortalidad.

A pesar de las altas concentraciones de nematodos evaluadas, la mortalidad continúa siendo muy baja, lo cual permite especular que el número de infectivos que logran penetrar el chinche no son suficientes para causar mortalidad como lo menciona Selvan et al. (1993), un bajo número de nematodos causan una tasa reproductiva baja en el hospedero y un incremento en el riesgo de mortalidad de los nematodos por parte de la respuesta inmune del insecto, y (para *Steinernematids*) la probabilidad de apareamiento es mucho más baja debido a la baja población de individuos que logran penetrar el insecto.

Se considera prioritario iniciar estudios básicos para el conocimiento de los factores físicos y químicos que *C. bergi* está generando cuando entra en contacto con los nematodos entomopatógenos. El conocimiento de esta interrelación permitirá avanzar en el proceso de selección de las mejores especies de nematodos para ser implementadas en programas de manejo integrado.

CONCLUSIONES

Todas las especies de nematodos entomopatógenos evaluadas fueron capaces de localizar, parasitar y matar el adulto de *C. bergi*.

Aunque se observó un incremento de la mortalidad del adulto de *C. bergi* con el incremento de la concentración de nematodos, es necesario iniciar estudios básicos de los posibles mecanismos de defensa tanto físicos como químicos que *C. bergi* está generando con las diferentes especies de nematodos evaluadas y poder optimizar el proceso de selección de las mejores especies para el control de *C. bergi*.

REFERENCIAS

- Bellotti, A.C. 2002. Arthropod pests. In „Cassava: Biology, Production and Utilization“. Eds: R.J. Hillocks; J.M. Thresh and A.C. Bellotti. CAB International. 209-235.
- CIAT 2003. Annual Report. Integrated Pest and Disease Management- Cassava Entomology. International Center of Tropical Agriculture (CIAT) Cali, Colombia.
- Kaya, H. & Stock, S.P. 1997. Techniques in insect nematology. In: Lacey, L.A.(Ed.) Techniques in insect pathology. London: Academic Press. 281-324.
- Selvan, S., Campbell, J.F. and Gaugler, R. 1993. Density dependent effects on entomopathogenic nematodes (*Heterorhabditidae* and *Steinernematidae*) within an insect host. *J. Invertebr. Pathol.* 62:278-284.

Julio 28-30, 2004 – Soconen XXXI

UNA NUEVA ESPECIE DE NEMATODO ASOCIADO AL CHINCHE SUBTERRÁNEO DE LA VIRUELA *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera : Cydnidae) EN COLOMBIA



A.M. CAICEDO^a, P. A. CALATAYUD^{ab}, A.C. BELLOTTI^a & S.P. STOCK^c

^aCentro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), A.A. 6713, Cali, Colombia

^bInstitut de Recherche pour le Développement (IRD)/International Center for Insect Physiology and Ecology (ICIPE), PO Box 30772, Nairobi, Kenya

^cUniversity of Arizona, 1140 E. South Campus Dr., Tucson, AZ 85721-0036, USA



INTRODUCCIÓN

Cyrtomenus bergi Froeschner (Fig. 1A) es considerado una de las principales plagas del suelo de numerosos cultivos en Colombia y varios países tropicales. El aislamiento de enemigos naturales con potencial para su control ha sido una de las metas durante los últimos años como una alternativa para reducir el uso excesivo de plaguicidas químicos (Bellotti, 2002).

C. bergi se alimenta de raíces, tubérculos y frutas subterráneas (Ej. maní) de las plantas hospederas. Sólo en yuca el daño ha sido caracterizado, tanto adultos como las ninfas insertan su estilete en la epidermis y corteza de la raíz de la yuca dejando lesiones en el parénquima que facilita la entrada de patógenos del suelo tales como *Fusarium*, *Aspergillus*, *Genicularia* y *Pythium* (Bellotti, 2002).



Fig. 1A: Adultos y ninfas de *C. bergi*



Fig. 1B: Raíces de yuca con daño

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento y reproducción de nematodos

Durante el año de 1992 se realizó el primer reconocimiento de nematodos nativos asociados a *C. bergi* en ocho localidades de Colombia (Caicedo y Bellotti, 1996). En el año 2000, se realizó un aislamiento de nematodos de las muestras de suelo de Santander de Quilichao, (Cauca, Colombia) usando *Galleria mellonella* L. como insecto trampa (Kaya & Stock, 1997). Los nematodos recuperados fueron reproducidos in vivo y en medio sólido y evaluados sobre todos los estados de *C. bergi* bajo condiciones de laboratorio (Barberena y Bellotti, 1996).

Caracterización morfológica

Se realizaron observaciones de especímenes de cada estado, adultos y juveniles infectivos, LJ, vivos y muertos con un microscopio de contraste de fases. Las medidas fueron tomadas usando Scion software de imágenes (Frederick, Maryland, USA) calibrado con un micrómetro.

Caracterización molecular y análisis filogenético

El análisis molecular se realizó mediante la secuenciación de pequeñas unidades de ADN ribosomal (18S rDNA). Muestras de 10-50 especímenes fueron usados para la extracción de ADN, el cual fue cuantificado por espectrofotometría y 100-200 ng fueron usados para PCR. Secuencias de cuatro tres *Rhabditidae*: *R. myriophila* Poinar, *R. blumi* and *C. elegans* fueron recuperados de GenBank usando la opción BLAST.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización morfológica

Una nueva especie de nematodo fue aislada e identificada de muestras de suelo y de especímenes adultos y ninfas de *C. bergi* de Santander de Quilichao, Cauca. Este nematodo, perteneciente al género *Rhabditis*, grupo *Insectivora*, presenta una asociación necroménica con este insecto. La misma especie había sido identificada anteriormente como una raza de la especie *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar.

Descripción

Adultos: Los adultos presentan cutícula lisa, con un grosor de 1µm, con puntos finos que forman estrías longitudinales y transversales. Seis labios conectados por una sensilla terminal. Región labial 7-9 µm. Antifundus conspicuo con abertura elíptica (Fig. 1). Estoma largo y estrecho, 5-6 veces más largo que ancho (Fig. 2). Corpus cilíndrico, 48-55% de la faringe. Bulbo medio no bien definido. Istmus a 20-24% de la faringe. Bulbo basal piriforme, con válvula bien desarrollada, a 15-17% de la faringe. Poro excretor localizado posterior al anillo nervioso y al nivel del bulbo basal. Anillo nervioso localizado en la mitad del istmus. Fasmidos conspicuos (Fig. 3).

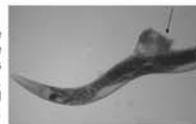


Fig. 1. Hembra, mostrando tampón incubatriz mucoso (flecha)



Fig. 2. Extremo anterior de la hembra mostrando típico estoma *Rhabditidae*

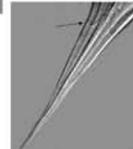


Fig. 3. Cola de la hembra mostrando antifundus (flecha)

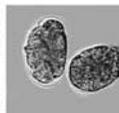


Fig. 4. Huevos no eclosionados



Fig. 5. Agrupación de juveniles infectivos (LJ)

Hembras hermafroditas: Vulva con apertura transversa, en las hermafroditas jóvenes ligeramente protuberante y labios simétricos (Fig. 1). Número de huevos presentes por útero menor que en otras especies de *Rhabditis* (Fig. 4). Longitud del rectum, cerca de 1.5 veces del ancho del cuerpo anel. Los labios anales no protuberantes. Cola cónica y terminando simétricamente en una punta fina (Fig. 3).

Juveniles infectivos (Fig. 5): Tercer estado con la cutícula del estado anterior, no fuertemente adherida. Cuerpo delgado, gradualmente estrecho de la faringe a la parte final y del anus hasta la punta. Región labial lisa, boca cerrada, estoma 5 veces más largo que ancho. Istmus largo y estrecho. Bulbo basal con válvulas. Anillo nervioso en el mismo nivel del istmus. Poro excretor cerca de la mitad de la faringe. Cola conoide con punta terminal.

Machos: Con gónadas monóquicas, situadas a la izquierda del intestino. Bursa abierta del tipo peloderan con una parte pequeña de la cola que sobresale de la bursa, el velo en la parte terminal en forma de V (Figs. 6-7). Nueve pares de rayas bursales, tres pares precloacales, tres adcloacales y tres post cloacales. Espículas delgadas con puntas en forma de aguja de crochet, con la punta proximal curvada hacia afuera (Fig. 8).



Fig. 6. Cola del macho, Vista lateral

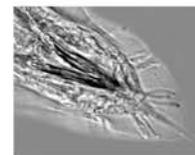


Fig. 7. Cola del macho, Vista ventral



Fig. 8. Espícula del macho, Vista lateral

Diagnosis diferencial

Rhabditis sp. n. sp. comparte varias características morfológicas con otras especies del grupo *Insectivora* tales como la carencia de un bulbo medio en la faringe bien desarrollado, rectum extremadamente largo, bursa con nueve pares de papilas bursales, espículas con puntas pares 5 y 8 orientadas hacia afuera y las puntas con forma de aguja de crochet. La característica más distintiva de *Rhabditis* sp. n. sp. es la longitud del estoma con respecto a *R. myriophila*, *R. necronema* y *R. caulleryi*.

Adultos de la nueva especie son más pequeños y delgados que *R. caulleryi*. El número de huevos presentes por útero es menor que en *R. caulleryi*. Con respecto a la especie *R. myriophila* difiere en la forma y tamaño de las espículas, siendo mucho más grandes las de la nueva especie (42-68 vs. 39-48µm). El poro excretor en la nueva especie está localizado más anteriormente que en *R. myriophila* y la cola de los juveniles de la nueva especie es también más larga. Con la especie *R. necronema*, la nueva especie difiere en que en ésta las espículas de los machos son más grandes al igual que el tamaño de los machos y las hermafroditas, pero los juveniles son más pequeños y anchos que los de *R. necronema*.

Caracterización molecular y análisis filogenético

El análisis de parsimonia máximo de las secuencias de las unidades más pequeñas (SSU) produjo 326 caracteres parsimoniosos informativos y produjo un sólo árbol parsimonioso con una longitud de árbol de 400 pasos (CI=0.97). En este análisis *Rhabditis* sp. n. sp. es considerada una hermana de *Rhabditis myriophila*, una especie asociada con milpiés en California (Fig. 9). Relaciones evolucionarias entre estas dos especies, está soportado por un muestreo compilado del 100%. La distancia matrix entre *Rhabditis* sp. n. sp. y *R. myriophila* difieren en 22 caracteres.



Fig. 9. Relaciones filogenéticas de la nueva especie de *Rhabditis* con otros miembros *Rhabditidae*

Ecología: Varias especies pertenecientes al grupo *Rhabditis-Insectivora*, han sido encontradas en asociación con invertebrados muertos del suelo (Poinar, 1986; Sudhaus & Shulte, 1989). En ésta asociación, el infectivo penetra los hospederos por sus aperturas naturales, pero nunca se desarrollan los adultos hasta que el hospedero muere y el cadáver es invadido con bacterias (Sudhaus & Shulte, 1989). Los nematodos se alimentan, se aparean y reproducen dependiendo de la multiplicación bacteriana en el cadáver del hospedero.

Sin embargo, *Rhabditis* sp. n. sp. fue aislada tanto de chinches como de muestras de suelo usando larvas de *G. mellonella*, multiplicada tanto in vivo como in vitro y evaluada sobre todos los estados de *C. bergi*. Los resultados mostraron al quinto instar como el estado más susceptible con un 90% de mortalidad después de 10 días de inoculados (Barberena & Bellotti, 1996). Además una bacteria del género *Bacillus* fue aislada de los infectivos de esta especie (CIAT, 2002), pero hasta el momento no se ha confirmado si la presencia de esta bacteria es la responsable de la muerte de los hospederos.

CONCLUSIONES

Rhabditis sp. n. sp. es la especie de nematodo que se encontró asociada a especímenes de *C. bergi* y de muestras de suelo de Santander de Quilichao, Cauca y no la especie identificada anteriormente como *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar.

Es importante continuar con los estudios básicos sobre esta nueva especie y comprobar su relación con *C. bergi* tanto en laboratorio como en campo.

REFERENCIAS

- Bellotti, A.C. 2002. Arthropod pests. In "Cassava: Biology, Production and Utilization". Eds: R.J. Hillslocks, J.M. Thresh and A.C. Bellotti. CAB International. 209-235.
- Barberena, M.F. & Bellotti, A.C. 1996. Parasitismo de dos razas del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* sobre la chinche *Cyrtomenus bergi* (Hemiptera: Cydnidae) en laboratorio. *Rev. Colomb. Entomol.* 24:7-11.
- Caicedo, A. M. & Bellotti, A.C. 1996. Reconocimiento de nematodos entomopatógenos nativos asociados a *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera: Cydnidae) en ocho localidades de Colombia. *Rev. Colomb. Entomol.* 22(1):19-24.
- CIAT 2002. Annual Report. Integrated Pest and Disease Management-Cassava Entomology. International Center of Tropical Agriculture (CIAT) Cali, Colombia.
- Kaya, H. & Stock, S.P. 1997. Techniques in insect nematology. In: Lacey, L.A. (Ed.) *Techniques in insect pathology*. London/Academic Press. 281-324.
- Poinar, G.O. Jr. 1986. *Rhabditis myriophila* sp. n. (*Rhabditidae*: *Rhabditidae*), associated with the millipede *Oxidus gracilis* (Polydesmida: Diplopoda). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 53:232-236.
- Sudhaus, W. & Shulte, F. 1989. *Rhabditis (Rhabditis) necronema* sp. n. (Nematoda: *Rhabditidae*) from South Australian diplopoda with notes on its siblings *R. myriophila* Poinar, 1986 and *R. caulleryi* Maupas, 1919. *Nematologica* 35:15-24.

Julio, 28-30, 2004 – Socolen XXXI

POTENCIAL DE BIOCONTROL DE SEIS ESPECIES DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS SOBRE *Cyrtomenus bergi* EN LABORATORIO

A.M. CAICEDO^a, P.A. CALATAYUD^b, A.C. BELLOTTI^a



^aCentro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), A.A. 6713, Cali, Colombia

^bInstitut de Recherche pour le Développement (IRD)/International Center for Insect Physiology and Ecology (ICIPE), PO Box 30772, Nairobi, Kenya



INTRODUCCIÓN

Nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* con sus bacterias asociadas *Xenorhabdus* y *Photorhabdus* respectivamente (Fig. 1A) representan un sistema único para el control biológico de insectos-plaga. Ensayos en laboratorio y campo han mostrado que cerca de 17 órdenes y 135 familias de insectos son susceptibles a los nematodos entomopatógenos en algún grado (Akhurst & Smith, 2002).



Figura 1B: Adulto de *C. bergi* con nematodos



Figura 1A: Juvenil infectivo de *Heterorhabditis* sp

Cyrtomenus bergi Froeschner (Hemiptera: Cydnidae), es un insecto polífago que ha sido encontrado causando daño en diversos cultivos de importancia económica. Desde su descripción como plaga de la yuca en Colombia en 1980, se ha convertido en una plaga importante en todo el neotrópico. Diez años después se iniciaron las primeras evaluaciones en laboratorio del potencial de los nematodos entomopatógenos para su control con la especie exótica, *Steinernema carpocapsae* Weiser (Fig. 1 B) (Caicedo & Bellotti, 1994). Aún no ha sido posible encontrar la mejor especie de nematodo para su control.

MATERIALES Y MÉTODOS

Nematodos y estados de *C. bergi*

Los nematodos seleccionados para la realización del presente trabajo (Tabla 1) fueron producidos en larvas de último instar de *Galleria mellonella* a 23°C de acuerdo a la metodología descrita por Kaya & Stock (1997). Los juveniles infectivos fueron almacenados en agua con formaldehído al 0.01% a 10°C durante 5-7 días y un día antes de su inoculación fueron aclimatados a 23°C.

Los estados de *C. bergi*, quinto y adulto fueron seleccionados de la colonia del laboratorio de Entomología de Yuca.

Table 1. Especies de nematodos y su origen.

Especies	Origen
<i>Steinernema riobrave</i> (Sr)	Estados Unidos
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (Hb)	Reino Unido
<i>Steinernema</i> sp -SNI-0100 (SNI)	Colombia
<i>Heterorhabditis</i> sp -HNI-0198 (HNI)	Colombia
<i>Steinernema feltiae</i> cepa Villapinzón (Sf)	Colombia
<i>Heterorhabditis</i> sp - CIAT 2003(HCIAT)	Colombia

Ensayos

Se inocularon dos estados de *C. bergi*, (quinto y adulto) con una sola dosis de nematodos, 5000 nematodos/ml de cada especie, en vasos plásticos con 10 g de arena estéril (4%P/P) y un grano de maíz pregerminado (Caicedo & Bellotti, 1994). Cada tratamiento fue repetido cinco veces con 12 insectos por tratamiento en un diseño de bloques completos al azar. El control fue inoculado con un mililitro de agua destilada. La evaluación se realizó 10 días después y el parasitismo y la mortalidad fueron registrados.

Un segundo ensayo fue realizado con tres especies de nematodos (SNI, Sr y HCIAT) y cinco concentraciones (2000, 4000, 8000, 8000 y 10000 nematodos por ml). El ensayo fue repetido cuatro veces en bloques completos al azar con 12 insectos por tratamiento. La evaluación y parámetros fueron los mismos que en el ensayo anterior.

Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con separación de medias con el test de DUNCAN y análisis Probit respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los dos estados de *C. bergi* fueron parasitados por todas las especies de nematodos evaluados, pero *Steinernema* sp-SNI fue significativamente la especie más eficiente en parasitar el quinto instar y el adulto de *C. bergi* con 77 y 100% parasitismo respectivamente y la especie menos eficiente fue *Heterorhabditis* sp HNI con 28 y 49% de parasitismo respectivamente (Fig. 2) después de 10 días de inoculados.

El mayor porcentaje de mortalidad se presentó en el quinto instar con la especie *Steinernema* sp-SNI, pero fue de sólo 22% de mortalidad comparado con el 77% de parasitismo. La especie con el menor porcentaje de mortalidad fue *Heterorhabditis* sp HCIAT con sólo 4% de mortalidad (Fig. 3).

Según Koppenhöfer, et al. (2003), la eficacia de varias especies de nematodos o cepas difieren significativamente en el control de una misma especie-plaga. Lo cual está influenciado por la tasa de penetración de los infectivos en el insecto, el tiempo de liberación de la bacteria simbiótica y el grado de virulencia de la misma para causar la muerte al insecto.

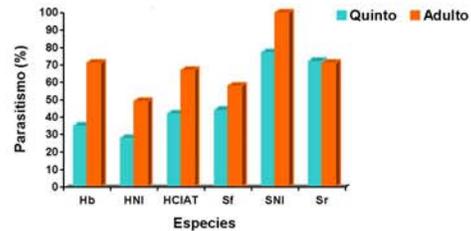


Figura 2. Parasitismo de dos estados de *C. bergi* con seis especies de nematodos.

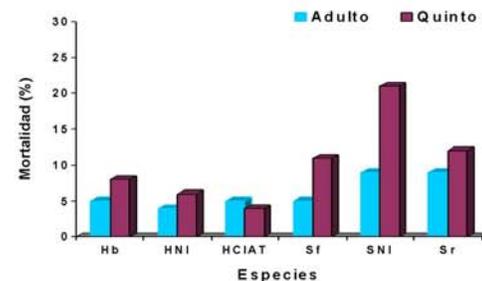


Figura 3. Mortalidad de dos estados de *C. bergi* con seis especies de nematodos.

Cuando el estado adulto de *C. bergi* fue expuesto a cinco dosis diferentes de nematodos no fue posible establecer una relación directa entre la dosis y el parasitismo/mortalidad entre las diferentes especies de nematodos. Tampoco se observó ninguna diferencia significativa entre las tres especies de nematodos evaluados, observándose un rango de parasitismo entre el 65-100% y al igual que en el ensayo anterior la mortalidad del estado adulto fue muy baja, entre el 3-40%.

Los resultados obtenidos confirman lo encontrado por Caicedo & Bellotti (1994) en evaluaciones con la especie *Steinernema carpocapsae* sobre todos los estados del chinche y los encontrados por Barberena y Bellotti (1998).

En este punto sólo se puede especular sobre los posibles factores que están interactuando entre las diferentes especies de nematodos y los estados de *C. bergi*. Uno podría ser una coevolución de *C. bergi* con los nematodos entomopatógenos y otros patógenos del suelo. Otro sería que *C. bergi* está generando mecanismos de defensa tanto físicos como químicos cuando entra en contacto con los nematodos entomopatógenos, los cuales son desconocidos hasta el momento.

Sólo se puede mencionar la observación de nematodos muertos, con coloración amarilla y sin reproducir dentro de los dos estados de *C. bergi*, lo cual podría relacionarse directamente con los mecanismos de respuesta del sistema inmune de los insectos, tanto a nivel celular como humoral, como son encapsulamiento, melanización y no crecimiento de la bacteria en la hemolinfa del insecto, impidiendo el crecimiento y desarrollo de los nematodos y la muerte del insecto por septicemia.

Para comprobar estas observaciones se planeó la realización de un ensayo preliminar para determinar si *C. bergi* estaba generando respuesta humoral con los nematodos entomopatógenos evaluados en términos de actividad de feniloxidasas y la identificación de las células de la hemolinfa responsables de la respuesta a nivel celular (CIAT, 2003).

CONCLUSIONES

Todas las especies de nematodos parasitaron el quinto instar y el estado adulto de *C. bergi*, siendo la especie *Steinernema* sp-SNI la que causó el 77 y 100% de parasitismo respectivamente, pero el alto parasitismo de esta especie no estuvo correlacionado con una alta mortalidad, sólo 9 y 21% de mortalidad respectivamente.

En el momento es una prioridad iniciar los estudios básicos para conocer la respuesta innata inmune de *C. bergi* y determinar la correlación que existe entre el insecto y las diferentes especies de nematodos tanto a nivel celular como humoral y desarrollar una nueva herramienta para la selección de las mejores especies/razas de nematodos entomopatógenos para su control.

REFERENCIAS

- Akhurst, R. and Smith, K. 2002. Regulation and Safety. In: Entomopathogenic nematology. CAB International 2002 (ed. R. Gaugler). Pp. 311-326.
- Barberena, M.F. & Bellotti, A.C. 1998. Parasitismo de dos razas del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* sobre la chinche *Cyrtomenus bergi* (Hemiptera: Cydnidae) en laboratorio. Rev. Colomb. Entomol. 24:7-11.
- Caicedo, A. M. & Bellotti, A.C. 1994. Evaluación del potencial del nematodo entomogeno *Steinernema carpocapsae* para el control de *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera Cydnidae) en condiciones de laboratorio. Rev. Colomb. Entomol. Vol 20 No. 4. P.241-246.
- CIAT 2003. Annual Report. Integrated Pest and Disease Management- Cassava Entomology. International Center of Tropical Agriculture (CIAT) Cali, Colombia.
- Kaya, H. & Stock, S.P. 1997. Techniques in insect nematology. In: Lacey, L.A.(Ed.) Techniques in insect pathology. London Academic Press, pp 281-324.
- Koppenhöfer, A.M and Fuzi, E.M. 2003. *Steinernema scarabei* for the control of white grubs. Biological Control. 28:47-59.

Julio 28-30, 2004 – Socolen XXXI