

EVALUACIÓN DE HONGOS Y NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS PARA EL CONTROL DE *Dictyla monotropidia* HEMIPTERA: TINGIDAE

Harol Enrique Martínez-Córdoba*; Carlos Mario Ospina-Penagos**; Esther Cecilia Montoya-Restrepo***; Juan Carlos López-Núñez****; Pablo Benavides-Machado*****

RESUMEN

MARTÍNEZ C., H.E.; OSPINA P.; C.M.; MONTOYA R., E.C.; LÓPEZ N., J.C.; BENAVIDES M., P. Evaluación de hongos y nematodos entomopatógenos para el control de *Dictyla monotropidia* Hemiptera: Tingidae. *Cenicafé* 62(2): 69-78. 2011

El principal problema del nogal cafetero, *Cordia alliodora*, lo causa la chinche de encaje, *Dictyla monotropidia*. Este insecto produce necrosis y caída prematura de hojas al alimentarse de ellas. Las mayores poblaciones de este insecto se encuentran en períodos secos, donde se pueden alcanzar poblaciones superiores a 1.700 insectos en la parte aérea y 246 en las hojas del suelo. Por lo tanto, se requiere realizar aspersiones a los árboles de insecticidas químicos o biológicos, para el control de las poblaciones de esta chinche. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de hongos y nematodos entomopatógenos en el control de *D. monotropidia* en el laboratorio. Los tratamientos consistieron en productos comerciales de tres géneros de hongos y dos géneros de nematodos entomopatógenos, los cuales se asperjaron en una Torre de Potter. Se evaluó el porcentaje de mortalidad a una temperatura constante de 25°C y humedad relativa de 67,5 ± 2,5%. Hubo diferencias significativas entre tratamientos, siendo los productos Mycotrol® SE, Brocaril® WP y NemaX-S® los que mayores porcentajes de mortalidad ocasionaron a los 5 días después de la aspersión. Se destaca el efecto de NemaX-S®, pues a partir del tercer día de haber sido aplicado el nematodo *Steinernema* sp., el promedio de mortalidad fue significativamente diferente de los testigos, indicando una acción rápida sobre *D. monotropidia*. Los resultados proveen tres opciones biológicas para ser usados en un programa de manejo integrado de *D. monotropidia*.

Palabras clave: Chinche de encaje, *Cordia alliodora*, control biológico, patología de insectos.

ABSTRACT

The main problem of the coffee walnut tree, *Cordia alliodora*, is caused by the lace bug, *Dictyla monotropidia*. This insect feeds on the leaves and produces necrosis and premature leaf fall. The largest populations of this insect are found in dry periods, when more than 1,700 insects can be found in the aerial part and 246 on the ground leaves. Therefore, trees sprays of chemical or biological insecticides are required to control this population. This research work aimed to evaluate the effect of fungi and entomopathogenic nematodes in controlling *D. monotropidia* under laboratory conditions. The treatments consisted of three fungal genera and two nematodes genera commercial products, which were sprayed in a Potter tower. The percentage mortality was evaluated at a constant temperature of 25°C and a relative humidity of 67.5 ± 2.5%. There were significant differences between treatments; Mycotrol® SE, Brocaril® WP and NemaX-S® products caused the highest mortality rates at five days after the spraying. The effect of NemaX-S® stands out since mortality was recorded three days after spraying the *Steinernema* sp. nematode, the average mortality was significantly different from the controls, indicating a rapid action on *D. monotropidia*. The results provide three biological options to best use in an integrated pest management program to control *D. monotropidia*.

Keywords: Lace bug, *Cordia alliodora*, biological control, insect pathology.

* Ing. Agrónomo M.Sc. Entomología, Universidad Nacional de Colombia, Medellín

** Investigador Científico I. Experimentación. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé.

*** Investigador Científico III. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé.

**** Investigador Científico I. Gestión de Recursos Naturales y Conservación. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé.

***** Investigador Científico II. Entomología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia

El nogal cafetero, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken (1883), es la segunda especie nativa de mayor interés en la actividad reforestadora en Colombia, por la calidad de la madera, la adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y edáficas y por servir de sombrío en cultivos de café y cacao (22, 23).

Bajo condiciones de Costa Rica, el nogal cafetero después de fructificar, se defolia totalmente, proceso fisiológico que normalmente se presenta dos veces al año, a partir del tercer año de desarrollo y, generalmente, coincide con los períodos secos de diciembre a febrero y de junio a agosto (16). No obstante, estos árboles también pueden sufrir defoliaciones adicionales por la acción de la chinche de encaje del nogal cafetero, *Dictyla monotropidia* Stal, 1858 (Hemiptera: Tingidae) (2, 22).

El daño que causa *D. monotropidia* a los árboles lo realiza cuando se alimenta del follaje, y al parecer este insecto inyecta una toxina que produce necrosis del tejido, disminución del área de captación de luz y, por consiguiente, disminuye la tasa de fotosíntesis. El mayor ataque se observa en las hojas de los estratos bajo y medio del árbol, y cuando éste es muy severo, se ven afectados todos los estratos, lo que finalmente ocasiona la caída de las hojas (19, 10).

En las plantaciones de *C. alliodora* establecidas en Colombia se han detectado ataques continuos y frecuentes de *D. monotropidia* (23), en los cuales se ha registrado una difícil recuperación de árboles menores de 2 años, menor volumen de producción de madera y se requiere mayor tiempo para el corte de los árboles, lo que conlleva a pérdidas económicas para el productor forestal.

Dictyla monotropidia fue registrada por Brooks (5) en Trinidad. Drake y Cobben (7) registraron la especie *Dictyla parmata* (Distant) en *Cordia corymbosa* (Desv.), *Cordia verbenacea* (D.C.) y *Cochranea anchusaefolia* (Poir.), en Suramérica y en *Cordia cylindrostachia* (Ruiz & Pav.) Roem. & Schult. en las islas del Caribe, donde además citan a *Dictyla alia* (Drake & Cobben) atacando plantas de *Cordia alba* (Jacq.) Roem. & Schult. Drake y Rukoff (8) y Hochmut y Manso (15) indicaron como distribución para *D. monotropidia*: Brasil, Colombia, Argentina, Venezuela, Bolivia, Paraguay, Ecuador, Panamá, Salvador, Puerto Rico y Trinidad. En estudios realizados por Cenicafé, a lo largo de la zona cafetera nacional, se detectó la presencia de la chinche desde la Sierra Nevada de Santa Marta hasta Gigante en el departamento del Huila (13).

Son escasos los estudios de biocontroladores que existen para el manejo de este insecto plaga; sin embargo, existen microorganismos con capacidad para controlar diferentes especies de órdenes en la clase Insecta, siendo los más utilizados los hongos entomopatógenos. El hongo entomopatógeno comercialmente más utilizado alrededor del mundo es *Beauveria bassiana* (Ascomycete: Hypocreales), por atacar un alto rango de insectos plaga (14). La infección inicia con la adhesión de las esporas sobre el integumento; éstas germinan y penetran mediante un proceso físico y químico que involucra la producción de enzimas, posteriormente, el hongo invade la cavidad hemocélica del insecto y ocasiona su muerte, debido a deficiencias nutricionales, destrucción de los tejidos y por la liberación de toxinas (29). Después de este proceso y de acuerdo a condiciones de temperatura y humedad relativa se presenta la esporulación del hongo.

Otro de los hongos reportado como biocontrolador es *Metarhizium anisopliae*, el cual se encuentra ampliamente distribuido en el mundo. Éste afecta siete órdenes de insectos, preferentemente a especies del orden Coleoptera, de las familias Curculionidae, Scarabeidae, Chrysomelidae; así como hemípteros de la familia Cercopidae y especies del orden Orthoptera, como las langostas africanas de la familia Acrididae (33).

En el campo, se ha reportado como hongo controlador a diferentes especies del género *Paecilomyces*, el cual se desarrolla rápidamente sobre todos los estadios de insectos hemimetábolos, completando su ciclo de vida a las 120 horas (21). El hongo *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith se registra como agente de control para insectos de 25 familias distintas, incluyendo 41 especies (27).

Otra opción de control biológico de *D. monotropidia* son los nematodos entomopatógenos. En este caso los nematodos de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae pueden infectar un amplio rango de hospedantes en forma natural, incluyendo la mayoría de especies de insectos, extendiéndose también a otros invertebrados (Gastrópoda, Symphyla, Arachnida, Crustacea y Diplopoda). Sin embargo, por comportamiento y barreras ecológicas, su efectividad se reduce a insectos que habitan en el suelo o aquellos que poseen hábitats crípticos (4, 11); además, los estados juveniles infectivos (JI) o “dauer” de tercer estadio no se alimentan y dependen de sus reservas internas como fuente de energía (3). Los nematodos ingresan a su hospedante por aberturas naturales (boca, ano y espiráculos) y vía cuticular, en el caso de *Heterorhabditis* spp. (26).

Las pocas experiencias de manejo de *D. monotropidia* se basan en el uso de

insecticidas organofosforados y piretroides, sin tener en cuenta el impacto ambiental y el efecto sobre la fauna benéfica. Además, no existen registros del efecto de agentes biológicos contra la plaga de mayor importancia económica del nogal cafetero, la cual es la especie nativa de mayor aceptación y uso en Colombia en programas de reforestación comercial. Por lo tanto, esta investigación se realizó con el fin de explorar alternativas de control biológico como los hongos y nematodos entomopatógenos, agentes de uso frecuente en programas de manejo integrado de plagas en Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se realizó en el laboratorio de la Disciplina de Entomología del Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé, a una temperatura constante de 25°C y humedad relativa de 67,5 ± 2,5%.

Se establecieron 12 tratamientos que consistieron en ocho formulaciones de hongos y dos de nematodos entomopatógenos, los cuales se compararon con un testigo relativo con agua estéril y aceite agrícola Carrier® y con un testigo absoluto (Tabla 1). Los tratamientos fueron aplicados en una Torre de Potter marca Burkard Manufacturing Co., calibrada con un volumen de 2 mL a 10 libras de presión.

Cada unidad experimental estuvo conformada por una caja Petri de 9 cm de diámetro con papel filtro humedecido (30) y una hoja de nogal, conteniendo diez adultos de *D. monotropidia*. Por cada tratamiento se tuvieron seis repeticiones. Una vez dispuestas todas las unidades experimentales, se hizo una asignación de los tratamientos bajo el diseño experimental completamente aleatorio, en el laboratorio de la Disciplina de Entomología.

Tabla 1. Hongos y nematodos entomopatógenos evaluados para el control de *D. monotropidia* en el laboratorio y concentración utilizada.

Tratamiento	Producto*	Ingrediente activo	Concentración
1	Micosis® WP	<i>Beauveria bassiana</i>	1 x 10 ⁷ e/mL
2	Baforest® WP	<i>B. bassiana</i>	1 x 10 ⁷ e/mL
3	Mycotrol® SE	<i>B. bassiana</i>	1 x 10 ⁷ e/mL
4	Brocaril® WP	<i>B. bassiana</i>	1 x 10 ⁷ e/mL
5	Metatropico® WP	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1 x 10 ⁷ e/mL
6	Metarhiplant® WP	<i>M. anisopliae</i>	1 x 10 ⁷ e/mL
7	Lilaciplant® WP	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	1 x 10 ⁷ e/mL
8	Paeciloplant® WP	<i>P. fumosoroseus</i>	1 x 10 ⁷ e/mL
9	NemaX-S®	<i>Steinernema</i> sp.	3.086 JI/mL
10	NemaX®	<i>Heterorhabditis</i> sp.	1.683 JI/mL
11	Testigo relativo (Agua estéril + Carrier®) (1 mL.L ⁻¹ agua estéril)		
12	Testigo absoluto		

* Las formulaciones de los hongos entomopatógenos se sometieron a prueba de pureza, germinación y concentración de esporas según metodología de Vélez *et al.* (30) y a los nematodos entomopatógenos se les verificó la virulencia en larvas de *Galleria mellonella* L. y la viabilidad de los Juveniles Infeccivos.

Se asperjaron los hongos entomopatógenos a una concentración de 1 x 10⁷ e/mL. Los nematodos entomopatógenos fueron usados en la concentración estimada de Juveniles Infeccivos (JI) (Tabla 1). El alimento consistió en una hoja de *C. alliodora*, la cual se reemplazó cada tres días. Estas hojas se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 5%.

Una vez se aplicaron todos los tratamientos y se conformaron las unidades experimentales, se registró el número de insectos muertos durante 10 días. Con el fin de corroborar que la mortalidad observada era causada por el tratamiento en evaluación, cada insecto muerto de los tratamientos de hongos entomopatógenos se llevó a cámara húmeda, que consistió en un frasco pequeño de 4 cm de altura por 2 cm de base, con un papel toalla humedecido en el fondo y tapado con algodón. Para los tratamientos con nematodos entomopatógenos, cada insecto muerto se llevó a cámara White (31). La variable de respuesta se definió como el porcentaje de

insectos muertos por el entomopatógeno. Los testigos relativo y absoluto fueron propuestos con fines de comparación y para descartar la posibilidad de que el agua más Carrier® causaran mortalidad en los insectos.

Como hipótesis de trabajo se consideró que al menos una de las formulaciones de los hongos entomopatógenos *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *Paecilomyces* spp. o los nematodos comerciales, causarían una mortalidad de *D. monotropidia* mayor al 70%.

Con la variable de respuesta se estimó el promedio y el error estándar en cada tratamiento; se verificó que el promedio de mortalidad en los testigos fuera estadísticamente menor del 10%, según prueba t al 5%, y se corrigió el porcentaje de mortalidad a los 5 días de aplicados los tratamientos con respecto a los testigos. Para determinar las diferencias entre tratamientos, se realizó un análisis de varianza bajo el modelo de análisis del diseño experimental completamente aleatorio al 5%, y para determinar diferencias entre

los tratamientos y los testigos se realizó una prueba Dunnett al 5%, para seleccionar los mejores tratamientos (mayor porcentaje de mortalidad). Se reagruparon los tratamientos de acuerdo con los porcentajes de mortalidad corregida y se realizó una prueba de contraste al 5%. Para el análisis de los datos se empleó el programa estadístico SAS versión 9,2 (25).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó el efecto de diez productos biocontroladores para el manejo de poblaciones del insecto *D. monotropidia* asperjados en Torre de Potter sobre insectos adultos y se encontró que durante los tres primeros días después de la aplicación, los mayores porcentajes de mortalidad promedio fueron ocasionados por los nematodos, al quinto día hubo mortalidades significativas causadas por los nematodos y los productos cuyos ingredientes activos eran *B. bassiana* y *M. anisopliae*; a partir del séptimo día se encontraron diferencias de todos los entomopatógenos con respecto

a los testigos relativo y absoluto (Tabla 2). Estos resultados sugieren que los nematodos posiblemente actúan más rápido; sin embargo, todos los tratamientos evaluados ocasionaron mortalidades superiores a los testigos a partir del día siete. Para explicar esto se debe considerar que la velocidad de infección involucra la penetración de los hongos en su hospedante, la cual depende de la duración de la germinación, la agresividad del agente natural, la susceptibilidad del hospedante y el tipo de espora (24), la cual a su vez puede ser alterada por la presencia de fenoles, quinonas y lípidos (28), así como por las condiciones de humedad ambiental, temperatura, luz y compuestos nutricionales (29). Una vez las estructuras del hongo se encuentren en el interior del insecto, la infección dependerá del potencial genético del hongo para crecer y de los mecanismos de defensa del insecto (14). Después de muerto el insecto, si las condiciones ambientales son favorables, los hongos entomopatógenos esporulan sobre el insecto o quedan las estructuras del hongo

Tabla 2. Promedio (Prom.) y error estándar (E.E.), para el porcentaje de insectos de *D. monotropidia* muertos, a los 3, 5 y 7 días después de la aspersión de los tratamientos.

Tratamientos	Días después de la aplicación								
	3 días		5 días		7 días				
	Prom.	E.E.	Prom.	E.E.	Prom.	E.E.			
Micosis® WP	10,2	4,8	35,6	13,3	60,9	* **	8,8		
Baforest® WP	11,7	1,7	45,0	5,6	73,3	* **	6,7		
Mycotrol® SE	21,7	6,5	77,6	6,5	82,6	* **	6,7		
Brocaril® WP	17,4	6,7	78,3	8,7	88,3	* **	5,4		
Metatropico® WP	13,3	7,6	57,7	9,8	61,3	* **	8,1		
Metarhiplant® WP	16,7	9,2	65,0	10,2	90,0	* **	3,7		
Lilaciplant® WP	15,0	5,6	23,3	4,2	80,0	* **	5,8		
Paeciloplant® WP	6,7	3,3	16,9	8,0	58,9	* **	8,0		
NemaX-S®	61,7	* **	3,1	76,7	* **	5,6	81,5	* **	6,0
NemaX®	25,4	4,2	54,3	* **	7,6	67,6	* **	6,8	
Testigo relativo	6,7	2,1	6,7	2,1	11,7		4,8		
Testigo absoluto	13,3	3,3	8,3	4,0	15,0		4,3		

* Diferencias con el testigo absoluto, según prueba de Dunnett al 5%.

**Diferencias con el testigo relativo, según prueba de Dunnett al 5%.

dentro del cadáver hasta que las condiciones ambientales favorezcan su esporulación y diseminación (29).

Con el fin de seleccionar el mejor producto biológico para ser usado en el control de *D. monotropidia*, se consideraron los valores de mortalidad 5 días después de aplicados los tratamientos. Esto dado que los testigos relativo y absoluto fueron menores del 10% a este tiempo y por haberse registrado mortalidades superiores al 70% como se esperaba en la hipótesis de trabajo. Se corrigieron las mortalidades de los tratamientos, que fueron significativamente diferentes de los testigos y se agruparon de acuerdo con los porcentajes de mortalidad corregida. Se determinó, según prueba de contraste al 5%, que los tratamientos con mayor promedio de mortalidad fueron los tratamientos NemaX-S[®], Mycotrol[®] y Brocaril[®] (Tabla 3).

Los entomopatógenos presentan la ventaja biológica de que se reproducen y multiplican, de acuerdo a la presencia de hospedantes y condiciones climáticas favorables. Aunque con el tiempo disminuya la fuente de inóculo que cause estas patologías en los insectos, es importante resaltar que al

disminuir el número de aplicaciones de productos con actividad insecticida, se disminuyen también los costos de manejo del insecto plaga. En algunos casos, como lo reportan Enkerli *et al.* (9), los hongos entomopatógenos aplicados actúan como agentes de control biológico clásico y cita como ejemplo a *B. brongniartii* (Saccardo) Petch, el cual fue asperjado en pastizales y huertos de Suiza para controlar el escarabajo *Melolontha melolontha* L., y posteriormente, fue detectado en el suelo después de 14 años. Zelger (32) considera que la aplicación del producto biológico contribuyó al éxito obtenido en el control de la plaga.

Unas de las características importantes de un buen entomopatógeno es su patogenicidad y habilidad para causar epizootias, resistir condiciones físicas (radiación UV, temperaturas altas, desecación) y poseer mecanismos de defensa frente a otros microorganismos. En el caso específico de los hongos, para la germinación de las esporas se requiere una humedad ambiental por lo menos del 90%, pero si ésta persiste, afecta su longevidad. El suelo es el mejor hábitat para los entomopatógenos ya que el follaje los protege de la luz y les proporciona humedad (6).

Tabla 3. Promedios (Prom.) y error estándar (EE) para el porcentaje de mortalidad corregida de *D. monotropidia*, a los 5 días después de la aspersión.

Grupo	Tratamiento	Promedio	EE
1	NemaX-S [®]	74,5	6,1
	Mycotrol [®]	75,6	7,1
	Brocaril [®]	76,4	9,5
Promedio		75,5	A
2	Baforest [®]	40,0	6,1
	NemaX [®]	50,1	8,3
	Metatrópico [®]	53,9	10,7
	Metarhiplant [®]	61,8	11,2
Promedio		51,5	B

Letras no comunes implica diferencias entre promedios, según prueba de contraste al 5%.

Las evaluaciones de confirmación de los agentes de mortalidad de los insectos fue registrada por la esporulación de los hongos en los adultos muertos de *D. monotropidia* en condiciones de cámara húmeda, principalmente las formulaciones de los hongos entomopatógenos *B. bassiana* Mycotrol® y Brocaril® y *M. anisopliae* Metarhiplant® (Figuras 1 a, b y c). Igualmente se observó reproducción y multiplicación del nematodo *Steinernema* sp. en la chinche de encaje (Figura 1d). Esto es una característica favorable, debido a que al multiplicarse el nematodo, las nuevas generaciones de Juveniles Infeccivos podrán localizar nuevos hospedantes para continuar su ciclo biológico, lo cual se busca que ocurra en el campo. Se ha reportado que una sola unidad infecciva de un nematodo (Juvenil 3 o “dauer”) puede causar la muerte del insecto, debido particularmente a una relación mutualista que el nematodo guarda con su simbiote bacteriano, el cual ocasiona la muerte del insecto durante las 72 horas siguientes a la infección, le proporciona alimento al nematodo y éste a su vez hace las veces de vector de la bacteria,

sirviéndole de transporte de un insecto a otro (12, 18). Resultados de investigaciones donde se han evaluado biocontroladores en otros hemípteros como *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae), plaga de pasturas, se han encontrado mortalidades entre el 46% y el 63%, utilizando concentraciones de $3,6 \times 10^7$ e/mL de *Metarhizium anisopliae* (1, 20). En este sentido, Leite *et al.* (17), reportan patogenicidad desde 96% al 100% de seis nematodos entomopatógenos, al evaluarlos en el laboratorio sobre el hemíptero plaga *Mahanarva fimbriolata* Fabr. (Hemiptera: Cercopidae), en caña de azúcar, con porcentajes de control del 74%, con aplicaciones inundativas de *Heterorhabditis* sp. en el campo.

La escasa experiencia técnica para el manejo de *D. monotropidia* en Colombia se basa en la aspersión de insecticidas organofosforados y piretroides, sin tener en cuenta umbrales de daño económico (13), impacto ambiental o efecto sobre la fauna benéfica. De esta manera, con el uso de entomopatógenos para el control del insecto plaga se contribuiría a disminuir las poblaciones de la chinche, a

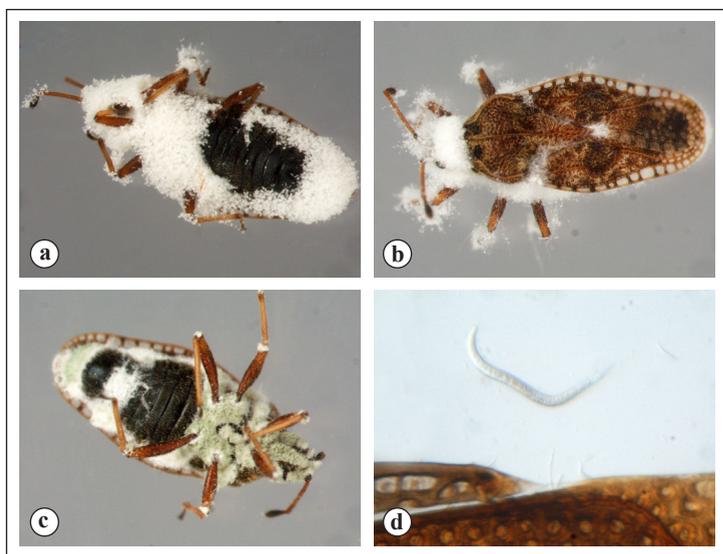


Figura 1. a. *Beauveria bassiana* Mycotrol®; b. *B. bassiana* Brocaril®; c. *Metarhizium anisopliae* Metarhiplant®; d. J3 emergida de estados adultos de *D. monotropidia* infectados por *Steinernema* sp.

reducir la aplicación de insecticidas de síntesis química derivados del petróleo y a evitar la resistencia a insecticidas. Igualmente, los productores serían más racionales con el manejo de insectos en este tipo de agroecosistemas silviculturales y silvopastoriles.

La defoliación del nogal cafetero es fisiológicamente normal y coincide con periodos secos (16), pero se acelera por el daño causado por *D. monotropidia*. Por esta razón, sería necesario evaluar estos entomopatógenos en el campo, teniendo en cuenta los diferentes escenarios que presenta la variabilidad climática. Es importante tener presente las condiciones de humedad del suelo para crear un ambiente favorable a la multiplicación y patogenicidad de los agentes microbiológicos. Adicionalmente, se recomienda la evaluación de técnicas de aplicación al suelo de los entomopatógenos promisorios, oportunidad de aplicación y fenología del cultivo y de la plaga con el fin de tener claridad en los criterios para la toma de decisiones, en el control de las poblaciones del insecto en plantaciones de nogal cafetero.

En este trabajo de investigación se evidencia la importancia de la especie y la cepa de los entomopatógenos en la mortalidad que ocasionan a la chinche de encaje. Sin embargo, se sugiere para los trabajos de campo, evaluar diferentes equipos de aspersión y de boquillas y realizar aspersiones dirigidas, debido a que las poblaciones de *D. monotropidia* se ubican en el envés de las hojas. También se sugiere realizar pruebas de aplicación al suelo en la base de los árboles al momento de caer las primeras hojas infestadas, evitando así el desplazamiento de la chinche hacia las ramas bajas y el inicio de nuevas infestaciones.

De esta investigación se concluye que las formulaciones que presentaron mayor eficacia

a nivel de laboratorio fueron el nematodo NemaX-S® y los hongos Mycotrol® y Brocaril®, y se recomiendan para ser evaluados sobre poblaciones de *D. monotropidia* en el campo. Considerando que las condiciones edáficas y climáticas en las que se desarrollan las plantaciones de *C. alliodora* son favorables para los entomopatógenos, puede convertirse ésta en una alternativa para el control de *D. monotropidia*, integrándolas a prácticas agronómicas complementarias.

AGRADECIMIENTOS

A Cenicafé, a los investigadores Patricia Marín, Luis Miguel Constantino, Diógenes Villalba y al personal de la Disciplina de Entomología, a la investigadora Eliana Rincón y al personal del Programa ETIA-Forestal, por su valiosa colaboración en esta investigación. Esta investigación fue cofinanciada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, convenio 050 proyecto 2007K4683-528-07 “Propuesta de manejo integrado del chinche de encaje *Dictyla monotropidia* en plantaciones de nogal cafetero *Cordia alliodora* ubicadas en la zona centro sur del departamento de Caldas”.

LITERATURA CITADA

1. ARANGO, G.; TORRES, C.; LAPIONTE, S. Patogenicidad de tres cepas de *Metarhizium anisopliae* sobre huevos y ninfas de *Aeneolamia varia* (Fabricius) (Homoptera: Cercopidae). Revista colombiana de entomología 20(1):43-46. 1994.
2. ARGUEDAS, M.; FALLAS, E. La chinche de encaje del laurel *Dictyla monotropidia*. Cartago: Centro de información tecnológica del Instituto tecnológico de Costa Rica, 1993. 4 p. (Serie plagas y enfermedades No. 7).
3. BEDDING, R.A.; AKHURST, R.J. A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditida nematodes in soil. Nematologica 21(1):109-110. 1995

4. BEGLEY, J.W. Efficacy against insect in habitats other the soil. p. 215-231. GAUGLER, R.; KAYA; H.K. Entomopathogenic nematodes: Biological control. Florida : CRC Press, 1990. 365 p.
5. BROOKS, R.L. Notes on attacks of *Monanthia monotropidia* Stal in Trinidad. Caribbean forester 2(1):7. 1941.
6. CARDONA, C. Entomología económica y manejo de plagas. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias agropecuarias, 1999. 99 p.
7. DRAKE, C.J.; COBBEN, R.H. The Heteroptera of Netherlands Antilles. V. Tingidae. Studies on the fauna of Curacao and other Caribbean Islands 11(54):67-69. 1960.
8. DRAKE, C.J.; RUKOFF, F. A Lacebugs of the Word: A catalog (Hemiptera: Tingidae). Washington : Smithsonian institute, 1965. 643 p.
9. ENKERLI, J.; WIDMER, F.; KELLER, S. Long-term persistence of *Beauveria brongniartii* strains applied as biocontrol agents against European cockchafer larvae in Switzerland. Biological control 29(1):115-123. 2004
10. FALLAS, E.; ARGUEDAS, M.; BRICEÑO, R. Dispersión y métodos de cría de *Dictyla monotropidia* (Hemiptera: Tingidae). Revista de biología tropical 41(3):509-513. 1993.
11. GEORGIS, R.; HAGE, N.G.M. Nematodes as biological insecticides. Pesticide outlook 2:29-32. 1991.
12. GLAZER, I.; LEWIS, E.E. Bioassays for entomopathogenic nematodes. p. 229-247. En: NAVON, A.; ASCHER, K.R.S. Bioassays for entomopathogenic microbes and nematodes. Wallingford : CAB International, 2000.
13. GÓMEZ, D.; OSPINA, C. Diagnóstico de enfermedades en plantaciones de nogal cafetero (*Cordia alliodora*) y Chaquiro (*R. rospigliosii*) en la zona cafetera colombiana. p. 31-32. En: Memorias XXIV congreso de fitopatología. Armenia : ASCOLFI, 2003.
14. GÓNGORA, C.E. Los hongos entomopatógenos en el control de insectos. p. 133-149. En: Bustillo P.; A.E. Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná : FNC : CENICAFÉ, 2008. 466 p.
15. HOCHMUT, R.; MANSO, D.M. Protección contra las plagas forestales en Cuba. La Habana : Instituto cubano del libro, 1975. 290 p.
16. JOHNSON, P.; MORALES, R. A review of *Cordia alliodora* (R & p) Oken. Turrialba 22(2):210-220. 1972.
17. LEITE, L.G.; MACHADO, L.A.; GOULART, R.M.; TAVARES, F.M.E.; FILHO, A.B. Screening of entomopathogenic nematodes (Nemata: Rhabditida) and the efficiency of *Heterorhabditis* sp. against the sugarcane root spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Fabr.) (Hemiptera: Cercopidae): Biological Control. Neotropical entomology 34(5):785-790. 2005.
18. LÓPEZ N., J.C. Nematodos para el control de insectos plagas. p. 150-183. En: Bustillo P.; A.E. Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná : FNC : CENICAFÉ, 2008. 466 p.
19. MADRIGAL, C.A. Biología, hábitos, y distribución en Antioquia de la chinche de encaje *Dictyla monotropidia* Stal (Hemiptera: Tingidae) en nogal cafetero *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón). Revista colombiana de entomología 13(1):3-11. 1987.
20. MORENO, A.C.; UMAÑA, M.I. Aspectos de la biología y patogenicidad del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin, sobre *Aeneolamia varia* (F). Revista ICA 23(3):155-161. 1988.
21. OSBORNE, L.S.; LANDA, Z. Biological control of whiteflies with entomopathogenic fungi. Florida entomologist 75(1):456-471. 1992.
22. OSPINA P., C.M.; HERNÁNDEZ R., R.J.; SÁNCHEZ O., F.A.; RINCÓN, E.A.; RAMÍREZ C., C.A.; GODOY B., J.A.; MEDINA O., J.A.; OBNADO B., D. El nogal cafetero *Cordia alliodora* (Ruiz y Pavón) Oken: Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona Andina colombiana. Chinchiná : FNC : CENICAFÉ, 2010. 48 p.
23. PROCUENCA En marcha: Proyecto forestal para la cuenca del río Chinchiná. Chinchiná : CENICAFÉ, 2007. 4 p. (Boletín Técnico No. 26).
24. SAMSON, R.; EVANS, H.; LATGÉ, J. Atlas of entomopathogenic fungi. Berlin : Springer-Verlag, 1988. 300 p.
25. SAS. SAS/STAT User's guide 9.2 version. New York : SAS Institute, 2008.
26. SMART, G.C. Jr. Entomopathogenic nematodes for the biological control of insects. Journal of nematology 27(4Supl):529-534. 1995.

27. SMITH, P. Control of *Bemisia tabaci* and the potential of *Paecilomyces fumosoroseus* as a biopesticide. *Biocontrol news & information* 14:71-78. 1993.
28. SMITH, R.J.; GRULA, E.A. Nutritional requirements for conidia germination and hyphal growth of *Beauveria bassiana*. *Journal of invertebrate pathology* 88(1):1-7. 1981.
29. TANADA, Y.; KAYA, H. *Insect pathology*. California : Academic press, 1993. 666 p.
30. VÉLEZ, A.P.; POSADA F., F.J.; MARÍN M., P.; GONZÁLEZ G., M.T.; OSORIO V., E.; BUSTILLO P., A.E. Técnicas para el control de calidad de formulaciones de hongos entomopatógenos. Chinchiná: CENICAFÉ: FNC, 1997. 34 p. (Boletín Técnico No. 17).
31. WHITE, G.F. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science* 66:302-303. 1927.
32. ZELGER, R. The population dynamics of the cockchafer in South Tyrol since 1980 and measures applied for control. *IOBC/WPRS bulletin* 19(2):109-113. 1996.
33. ZIMMERMANN, G. *Metarhizium anisopliae* an entomopathogenic fungus: *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer*. *Biological crop protection* 45(63):113-128. 1992.