Patogenicidad de diferentes aislamientos del género Beauveria sobre larvas de *Loxotoma elegans* (Lepidoptera: Elachistidae), defoliador de la palma de aceite en los Llanos Orientales

Pathogenicity level of different isolates from *Beauveria* on *Loxotoma elegans* larvae: an oil palm leaf eater at the East Colombian region

AUTORES

María Mónica Monroy S.
Auxiliar de investigación
Área Entomología. Cenipalma.
mmonroy@cenipalma.org
Jorge Alberto Aldana
Biólogo. Jefe de Sanidad Vegetal,
Aceites Manuelita S. A.
jaldana@aceitesmanueita.com
Eloina Mesa
Responsable Sección de Biometría.
Cenipalma. emesa@cenipalma.org
Rosa Cecilia Aldana de la Torre
Asistente de Investigación,
Área Entomología. Cenipalma.
raldana@cenipalma.org.
Carolina Valencia Cortés
Asistente de Investigación,
Área Entomología. Cenipalma.
cvalencia@cenipalma.org
Hamilton Gomes de Oliveira
Líder Área de Entomología,
Cenipalma.
hgomes@cenipalma.org

Palabras CLAVE

Palma de aceite, plagas, insectos defoliadores, *Loxotoma elegans*

Oil palm, oil palm pest, leaf eater insect, *Loxotoma elegans*

Recibido: 13 diciembre 2010
Aceptado: 17 febrero 2011

Resumen

Loxotoma elegans es un insecto defoliador y es considerado una de las plagas más importantes del cultivo de palma de aceite en los Llanos Orientales. Con el fin de integrar alternativas eficientes para el manejo de larvas de *L. elegans*, se evaluaron en condiciones de laboratorio diez aislamientos del género *Beauveria* sobre larvas en la plantación Aceites Manuelita S.A. Se utilizó un diseño completamente al azar con doce tratamientos, diez aislamientos de hongos y dos testigos, uno tratado (aplicación de Tween 80 al 1%) y uno absoluto, cada uno con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 35 larvas de *L. elegans* entre el 6º y 8º instar. Se aplicó 1μL de la suspensión de hongo a cada larva sobre el integumento de acuerdo con el tratamiento. Las variables de respuesta fueron porcentaje de mortalidad y de esporulación de los aislamientos. Se realizó la corrección de la mortalidad con la fórmula Schneider-Orelli. Se realizaron evaluaciones de mortalidad cada tres días y de esporulación cada dos días, durante dieciocho días. Seis aislamientos presentaron mortalidad de larvas de *L. elegans* superior al 80%. En los aislamientos B035y B045 la mortalidad fue del 100% seguida por los aislamientos B018 y B021 con mortalidad cercana al 90%. La esporulación en los aislamientos B035 y B045 fue del 95,8% y 81,7% respectivamente. Los aislamientos B018, B021, B039 y B019 presentaron baja esporulación, 64,81% en el primero caso y en los demás aislamientos no superó el 50%. Los aislamientos B045 y B035 se seleccionaron como potenciales controladores de larvas de *L. elegans* por presentar rápida actividad patogénica y esporulación superior al 80%, indicando alto potencial para ser efectivos también en campo.

Abstract

The *Loxotoma elegans* insect is an oil palm leaf eater and it is consider one of the most important pests in the East Colombian region. The aim of this study was to identify

efficient *Beauveria* isolates to control *L. elegans* larvae. The trial was carried out at the Aceites Manuelita laboratory condition. A complete randomized design was used, with 12 treatments, and four replications. The experimental unit was 35 larvae of *L elegans* from 6th to 8th instars. Among the treatments 10 were *Beauveria* isolates, one was the application of Tween 80 at 1% and the last one was control treatment. Suspension of 1μL from each treatment was applied to each larva. The effectiveness of each treatment was measured on larval mortality and sporulation percentage. Mortality percentage correction was done with Schneider-Orelli equation. Larva mortality evaluations were done every three days and larval sporulation every two days, over a period of 18 days. Six isolates presented more than 80% of larva mortality. The isolates 'B035' and 'B045' showed to be 100% effective on affecting *L elegans* larvae, whereas, 'B018' and 'B021' isolates had 90% of larvae mortality. The 'B035' and 'B045' isolates showed 95,8% and 81,7% sporulation respectively. However 'B018', 'B021', 'B039' and 'B019' isolates had low sporulation with 64.81% in the first case and for the other isolation measurements the sporulation did not exceed 50%. The isolates 'B045' and 'B035' were selected as potential treatment to control *L. elegans* larvae, because those isolates presented quick pathogenic activity and more than 80% sporulation, which indicate the high potential to be effective in field.

Introducción

En la Zona Oriental, *Loxotoma elegans* (Lepidoptera: Elachistidae) suele presentarse en altas poblaciones, causando fuertes defoliaciones, razón por la cual se considera plaga de importancia económica en el sector palmicultor. El daño ocasionado por el insecto en los primeros instares consiste en un "raspado" del parénquima, lo que puede favorecer el desarrollo de enfermedades como la pestalotiopsis. A medida que crece consume toda la lámina foliar de forma irregular causando fuertes defoliaciones (García et ál., 1994).

En la mayoría de las plantaciones el manejo de *Loxotoma elegans* se realiza mediante la aplicación de insecticidas sistémicos por inyección al estípite o inhibidores de síntesis de quitina (Fuflebenzuron, Teflubenzuron) por aspersión foliar.

Ante la necesidad de disminuir el impacto ambiental causado por el uso recurrente de moléculas químicas, se ha venido adoptando en plantaciones de palma de aceite, como estrategia de manejo, el control biológico, el cual por su capacidad de regular poblaciones de insectos plaga ha sido útil para complementar y reforzar el manejo de insectos como *L. elegans*. De este modo, en algunas plantaciones se han implementado diferentes estrategias para el manejo de las plagas como la siembra de plantas nectaríferas, liberaciones de *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), aplicaciones masivas de *Bacillus thurigiensis* en los focos iniciales y el uso

Figura 1. Larva de *Loxotoma elegans* Zeller (Foto: J. Aldana)

de hongos entomopatógenos del género *Beauveria* (Aldana et ál., 2005). Estudios realizados en Villanueva (Casanare) registraron la ocurrencia de un aislamiento de *Beauveria brogniartii* que ocasionaba en campo alta mortalidad sobre larvas de *L. elegans* (Motta et ál., 1994).

Cenipalma, dentro de su programa Manejo Integrado de Plagas, adelanta investigaciones que evalúan el potencial de hongos entomopatógenos obtenidos a partir de diferentes plagas en las zonas palmicultoras del país, como alternativa de control a la aplicación de pesticidas sintéticos (Valencia, 2002). Estas investigaciones han permitido conocer la actividad patogénica de algunos aislamientos sobre las importantes plagas de la palma de aceite como *Leucothyreus femoratus*

Burmeister, *Stenoma cecropia* Meyrick, *Demotispa neivai* Bondar, *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner y *Strategus aloeus* L. Como ejemplo, los aislamientos de *Metarhizium* Mt001 y Mt009 causaron el 82,5 y 87,5% de mortalidad sobre larvas de *L. femoratus* (Rodríguez, Aldana y Cayón, 2007), mientras que sobre larvas de *S. aloeus,* el aislamiento Mt010 causó una mortalidad del 99% (Cenipalma, 2009). Los aislamientos de *Beauveria* evaluados mostraron que el B025 puede causar mortalidad hasta un 60% sobre adultos de *D. neivai* (Valencia et ál., 2007); el aislamiento B030 causó mortalidad de solo 26% sobre ninfas y adultos de *L. gibbicarina* (Valencia y Benítez, 2005) y para *S. cecropia* los aislamientos B042, B025, B016 y B006 causaron mortalidad entre 94,6 y 100% (Valencia y Torres, 2007).

La evaluación y selección continua de aislamientos de hongos entomopatógenos promisorios para el control de plagas que afectan el cultivo permitirá seleccionar hongos altamente patogénicos, ofreciendo una alternativa de manejo eficiente. Aunque los hongos del género *Beauveria* se utilizan de manera generalizada en la Zona Oriental, y en ocasiones se obtienen buenos controles, no se cuenta con un aislamiento que presente actividad patogénica constante sobre *L. elegans*. Dada la importancia de la plaga y la necesidad de desarrollar formas biológicas de control, en este trabajo se evaluó la patogenicidad de diez aislamientos del género *Beauveria* sobre larvas de *L. elegans*.

Metodología

En la plantación Aceites Manuelita S.A, ubicada en el municipio de San Carlos de Guaroa, Departamento de Meta, se realizaron las pruebas de patogenicidad de los aislamientos del género *Beauveria*. Durante el ensayo la temperatura promedio fue de 28,3 °C y la humedad relativa de 69%.

En lotes comerciales de palma de aceite se recolectaron larvas de *L. elegans* entre el sexto y octavo instar (aproximadamente 2 cm de longitud) y folíolos sanos para su alimentación durante el ensayo. En el laboratorio los folíolos se lavaron con agua destila estéril (ADE) y se hidrataron colocando un algodón húmedo en la base. Posteriormente, la cápsula de protección de las larvas se sujetó con clips a folíolos de palma (Figura 2) y se ubicaron en frascos de vidrio de 350 ml durante cinco días. Para el establecimiento de las unidades experimentales se seleccionaron las larvas sanas.

Se evaluaron aislamientos del género *Beauveria* recuperados de diferentes especies de insectos asociados al cultivo, provenientes del Banco de Entomopatógenos de Cenipalma (BEC) (Tabla 1). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con doce tratamientos, de los cuales diez correspondían a aislamientos de hongos y dos testigos, uno tratado con Tween 80 al 1% y el otro testigo absoluto, cada uno con cuatro repeticiones.

La unidad experimental estuvo conformada por treinta larvas de *L. elegans* ubicadas en folíolos dentro de recipientes de vidrio (Figura 3). La variable de respuesta en cada evaluación, fue el número de larvas muertas de *L. elegans*. Adicionalmente, se determinó el porcentaje de individuos muertos que mostraban esporulación del hongo. Se realizó la corrección de la mortalidad con respecto al testigo tratado con la fórmula de Schneider-Orelli. Posteriormente, se hizo el análisis de varianza y para comparar los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($\alpha<0,05$)

Reactivación y obtención del inóculo

Para la reactivación de los aislamientos de *Beauveria* spp. se realizó la siembra de cada uno de los hongos en cajas de Petri que contenían Agar Sabureaud Dextrosa (SDA). Las cajas se incubaron a 26,5 °C durante

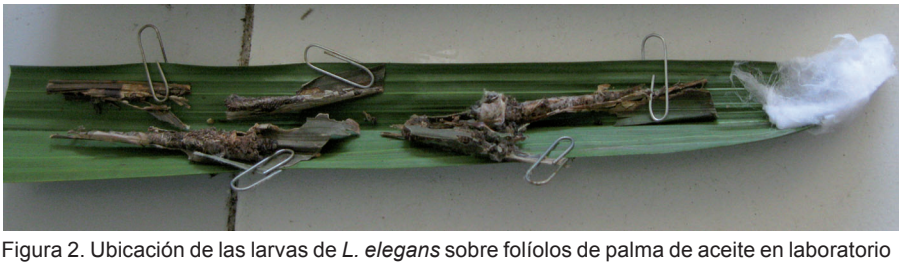

Figura 2. Ubicación de las larvas de *L. elegans* sobre folíolos de palma de aceite en laboratorio (Foto: M. Monroy).

Tabla 1. Origen, huésped y estado de desarrollo afectado por los aislamientos de *Beauveria* sp., evaluados sobre larvas de *L. elegans* entre sexto y octavo instar, en condiciones de laboratorio en la plantación Aceites Manuelita S.A. en diciembre de 2008.

Código	Aislamiento	Huésped	Estado
B006	*Beauveria* sp.	*Stenoma cecropia*	Larva
B013	*Beauveria bassiana*	*Loxotoma elegans*	Larva
B018	*Beauveria* sp.	*Stenoma cecropia*	Larva
B019	*Beauveria* sp.	*Stenoma cecropia*	Larva
B021	*Beauveria* sp.	*Stenoma cecropia*	Larva
B025	*Beauveria* sp.	*Stenoma cecropia*	Pupa
B035	*Beauveria* sp.	*Stenoma cecropia*	Larva
B040	*Beauveria* sp.	*Stenoma cecropia*	Larva
B039	*Beauveria* sp.	*Stenoma cecropia*	Larva
B045	*Beauveria* sp.	*Loxotoma elegans*	Larva

Figura 3. Unidad experimental conformada por treinta larvas de *L. elegans* ubicadas en folíolos dentro de un frasco de vidrio (Foto: M. Monroy).

diez días y luego se realizó la cosecha de las conidias. Posteriormente, se inocularon diez larvas con una suspensión concentrada de conidias por cada uno de los aislamientos. A cada larva se le aplicó 1,0 μL de suspensión de hongo en el integumento y se ubicaron dentro de recipientes de vidrio con folíolos sanos para su alimentación. Cada dos días, del primero hasta el sexto día, las larvas muertas se colocaron en cámaras húmedas para favorecer su esporulación.

Cuando se presentó la esporulación del hongo en las larvas se retiraron las conidias con un asa metálica y se sembraron nuevamente en cajas de Petri con medio SDA. Pasados diez días, se cosecharon las conidias y se preparó la suspensión de las conidias de cada uno de los aislamientos en 5,0 ml de agua destilada con Tween® 80 al 1%.

Para garantizar que en la solución aplicada estaba el hongo de forma viable y en la concentración adecuada, inicialmente, se realizaron pruebas de control de calidad de las suspensiones por medio de la determinación de la concentración y viabilidad de conidias. La concentración se determinó mediante diluciones en serie hasta alcanzar la dilución 10-2, el conteo de conidias presentes en la solución se hizo en la cámara de Neubauer. La viabilidad del hongo se determinó a través del porcentaje de germinación mediante la aplicación de cinco alícuotas de 1,0 μl en tres cajas de Petri con agar-agua por cada tratamiento. Estas cajas fueron incubadas por 24 horas y luego se calculó el porcentaje de conidias germinadas.

Pruebas de patogenicidad

La infección de las larvas se realizó por la aplicación de 1 μL de la suspensión de conidias de cada hongo sobre el integumento de la larva en la región del pronoto. Posteriormente, las larvas se ubicaron nuevamente en los folíolos dentro de los frascos de vidrio. Después de la aplicación de los tratamientos, se realizaron lecturas de mortalidad cada tres días durante dieciocho días, registrando el número de larvas vivas, muertas y con signos de esporulación del hongo.

Para el caso de las larvas que no presentaran signos de esporulación en el momento de la lectura se llevaron a cámaras húmedas y se tomaron registros de esporulación en el laboratorio cada dos días, hasta los ocho días después del montaje de las mismas.

Se realizó la corrección de la mortalidad de los resultados obtenidos con respecto al testigo tratado, con la fórmula de Schneider-Orelli utilizada para calcular la eficacia (Ciba-Geigy, 1973).

Tabla 2. Concentración y germinación de las suspensiones de los aislamientos de *Beauveria* spp., evaluados sobre larvas de *L. elegans* entre sexto y octavo instar en condiciones de laboratorio, en la plantación Aceites Manuelita S.A en diciembre de 2008

Aislamiento	B006	B013	B018	B019	B021	B025	B035	B040	B039	B045
Concentración (conidias/ml)	$3,5 \times 10^9$	$2,8 \times 10^9$	$3,2 \times 10^9$	$3,2 \times 10^9$	$3,1 \times 10^9$	$3,9 \times 10^9$	$4,9 \times 10^8$	$3,1 \times 10^9$	$3,5 \times 10^9$	$4,9 \times 10^9$
Germinación (%)	81,9	81	83,1	79,1	79,8	83,3	80	83	87,4	81

Tabla 3. Mortalidad obtenida y corregida (Fórmula Schneider-Orelli) de larvas de sexto a octavo instar de *L. elegans* tratadas con aislamientos de *Beauveria* spp. después de dieciocho días de evaluación en condiciones de laboratorio, en la plantación Aceites Manuelita S.A en diciembre de 2008

Aislamiento	B006	B013	B018	B019	B021	B025	B035	B040	B039	B045	T.A	T.T
Mortalidad obtenida (%)	75,8	71,7	90	82,5	87,5	75	100	64,2	85,8	100	8,8	9,2
Mortalidad corregida (%)	73,6	68,5	89	80,3	86,3	72,1	100	59,7	84	100	0	0

Resultados

Reactivación y obtención del inóculo

Los aislamientos de *Beauveria* spp. reactivados presentaron esporulación en el 100% de las larvas infectadas. La concentración de cada una de las suspensiones se ajustó a 1×10^8 conidias/ml. La germinación de las conidias después de 24 horas fue cerca de 80%, lo que indicó que las conidias estaban viables y, por tanto, en capacidad de generar tubo germinal para iniciar el proceso de infección (Tabla 2).

Pruebas de patogenicidad

Se observaron diferencias en el porcentaje de mortalidad causado por los diferentes aislamientos evaluados. Los resultados de mortalidad en cada tratamiento se corrigieron con el tratamiento testigo tratado que fue de 9,2%, mediante la utilización de la fórmula de Schneider-Orelli (Tabla 3).

Los tratamientos B035, B045, B018, B021, B039 y B019 provocaron mortalidad superior al 80%, donde se destacaron los tratamientos B035 y B045 que causaron el 100% de mortalidad después de los dieciocho días de la aplicación. Mientras que en los aislamientos B040, B013, B025 y B006 provocaron mortalidad inferiores al 75%, siendo el aislamiento B040 el que reportó el porcentaje más bajo de mortalidad, 59,7% (Figura 4).

Para el análisis estadístico no se consideraron los tratamientos B035 y B045, los cuales alcanzaron mortalidad del 100% en todas las repeticiones, además de generar heterogeneidad de varianzas. Debido a la evidente diferencia presentada en el porcentaje de mortalidad de estos dos aislamientos en relación con los demás tratamientos, se seleccionaron para las pruebas semicontroladas y de campo.

Se encontraron diferencias en la mortalidad corregida ocasionada por los diferentes aislamientos de *Beauveria,* después de dieciocho días de evaluación (Fcal = 28,26; Pr>0,0001). La prueba de Tukey mostró diferencias entre los testigos y los demás tratamientos ($DMS_{0,05}$ =27,69).

Al observar la mortalidad a través del tiempo (Figura 5), se encontró que el aislamiento B035 a los seis días ya registraba una mortalidad acumulada del 97,4% y a los nueve días del 100%. El aislamiento B045, de igual forma, mostró una rápida actividad patogénica durante los nueve primeros días después de la inoculación, con un porcentaje de mortalidad acumulado del 83% y a los dieciocho días el 100% de mortalidad. En los demás tratamientos la mortalidad acumulada mostró un crecimiento progresivo con su mayor valor a los dieciocho días de inoculados los insectos. En el aislamiento B040 se observó un comportamiento diferente en la velocidad con la que causó la muerte a las larvas de *L. elegans* ya que durante las cuatro primeras lecturas, la mortalidad acumulada solo alcanzó 15,8%, pero a partir de la quinta lectura se observó un incremento de la mortalidad que alcanzó solo el 60,6% a los dieciocho días de la aplicación.

La esporulación de las larvas en los aislamientos B035 y B045 fue alta con 95,8 y 81,7% respectivamente, lo

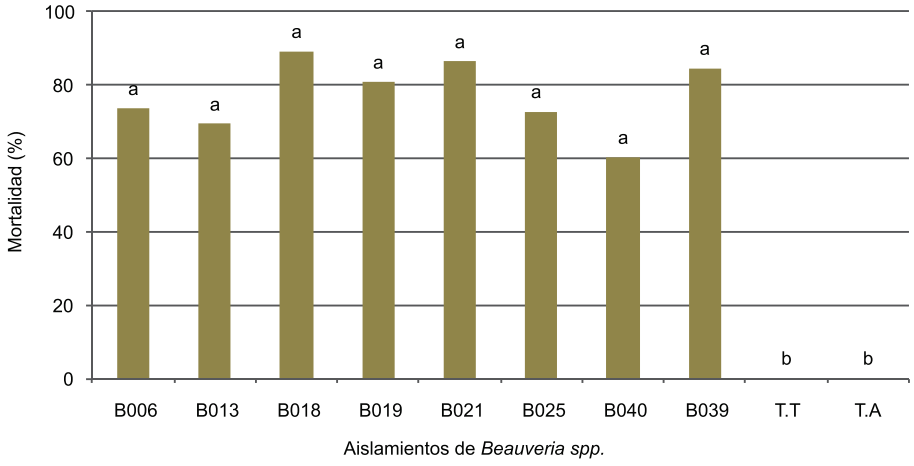

Figura 4. Porcentaje de mortalidad causado por los tratamientos dieciocho días después de aplicados sobre larvas de *L. elegans* en condiciones de laboratorio, en la plantación Aceites Manuelita S.A en diciembre de 2008. Promedios con diferente letra son estadísticamente diferentes al testigo (P< 0.05) bajo prueba Tukey.

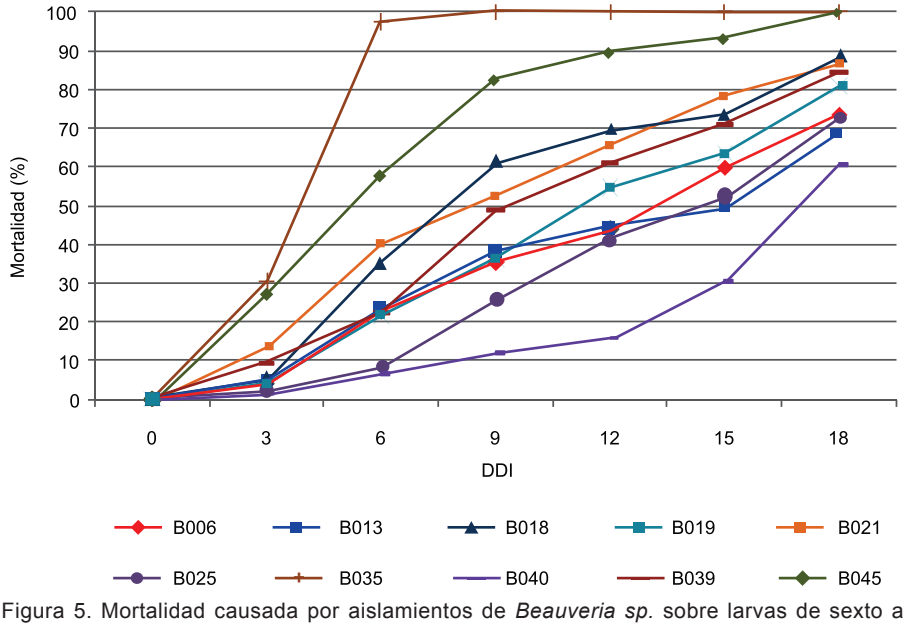

Figura 5. Mortalidad causada por aislamientos de *Beauveria sp.* sobre larvas de sexto a octavo instar de *Loxotoma elegans* durante un periodo de ocho días en condiciones de laboratorio, en la plantación Aceites Manuelita S.A en diciembre de 2008. DDI: Días después de inoculación.

cual es deseable pues este inóculo secundario puede ocasionar en el campo posteriores infecciones. En los tratamientos B018, B021, B039 y B019 que presentaron mortalidad superior al 80%, la esporulación fue baja con respecto a los dos aislamientos mencionados anteriormente, con valores del 61,7% para este primero y no mayor al 50% para los demás (Figura 6).

Se encontraron diferencias en la esporulación presentada por los diferentes aislamientos de *Beauveria,* después de dieciocho días de evaluación (α>0,0001). Por la prueba de comparación Tukey se percibieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, formando siete grupos (p<0,05). Cabe resaltar que el porcentaje de esporulación de los aislamientos B035 y B045 fue superior con respecto a los demás (Figura 6).

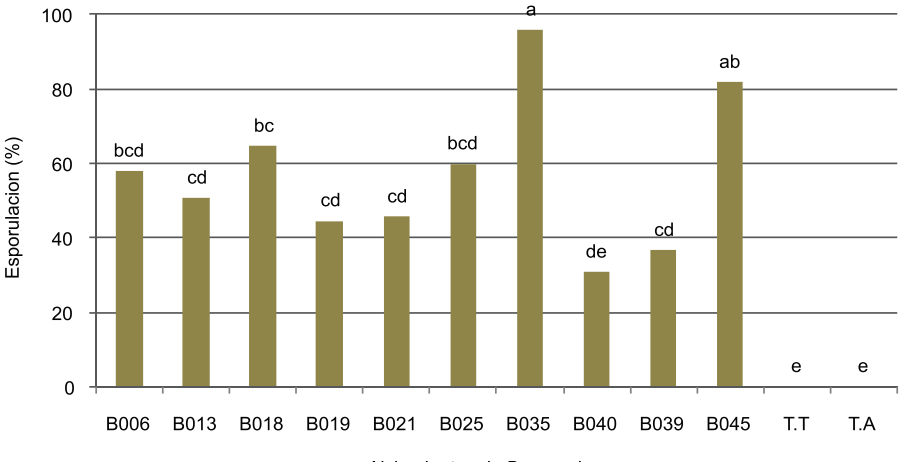

Figura 6. Porcentaje de esporulación de larvas de *L. elegans* en cámaras húmedas, observadas durante un periodo de ocho días en condiciones de laboratorio, en la plantación Aceites Manuelita S.A en diciembre de 2008. Promedios con diferente letra son estadísticamente diferentes al testigo (P< 0.05) bajo prueba Tukey.

En las larvas enfermas, se observó una sintomatología similar a la reportada por Valencia y Torres (2007). Inicialmente, las larvas infectadas por hongos presentaron una coloración rosa pálida en su integumento y puntos de melanización sobre el abdomen (Figura 7A). Posteriormente, las larvas no se alimentaron más, paralizaron la producción de la seda con la que cubren el avance de consumo foliar y definitivamente la construcción de su cápsula protectora, seguido por parálisis y endurecimiento del cuerpo hasta la muerte (Figura7B), producto de los trastornos fisiológicos y dañinos en el sistema muscular, nervioso y excretorio, según lo descrito por Arias (2004).

Discusión

Todos los aislamientos de *Beauveria* spp. evaluados causaron mortalidad sobre larvas de *L. elegans*. Sin embargo, se presentaron variaciones en la mortalidad entre 59,7 y 100%. Aislamientos como el B035 y B045 causaron mortalidad del 100%, el B018, B021, B039 y B019 entre el 80 y 89%. Los demás tratamientos correspondientes a los aislamientos B040, B013, B025 y B006 no superaron el 75% siendo el aislamiento B040 el que reportó el más bajo porcentaje de mortalidad, con solo el 59,7%. Esta variación en el porcentaje de mortalidad de los diferentes aislamientos de *Beauveria,* se relaciona con la especificidad de los aislamientos de hongos, la cual está directamente influenciada por la capacidad de adherencia y penetración de las conidias en el integumento del insecto y su actividad toxicogénica, así como la generación de diferentes mecanismos de defensa de los insectos que no permiten que ocurra el proceso de infección (Vey et ál., 1982).

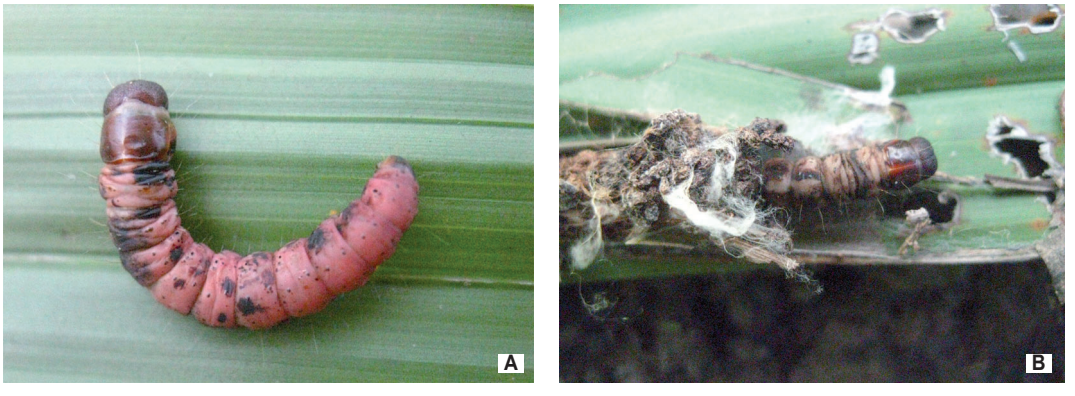

Figura 7. Larva de *L. elegans* Zeller presentando sintomatología característica de infección por hongos del género Beauveria (Fotos: J. Aldana).

Se han reportado variaciones en el porcentaje de mortalidad de diferentes aislamientos de hongos del mismo género sobre una sola especie de insecto. En larvas de *Stenoma cecropia*, aislamientos como el B025, B021, B016, B006 y B042 en condiciones de laboratorio causaron mortalidad superior al 80%, el B019 y B035 alrededor del 75%. Los demás como B013, B018, B039 y B040, no sobrepasaron el 50% (Valencia y Torres, 2007). De igual forma, se ha reportado sobre estados larvales y adultos del escarabajo mexicano del fríjol *Epilachna varivestis* (Coleoptera:Coccinellidae), donde uno de los cuatro aislados, el BbCO1, fue el más virulento con una mortalidad superior al 76%, mientras que los demás no sobrepasaron el 50% (España, 2000). Caso similar ocurrió en la evaluación de seis aislamientos de *B. bassiana* sobre la broca del café *Hyphothenemus hampei,* donde un aislamiento (8906) causó el 75% de mortalidad, el resto solo produjo mortalidad inferior al 35% (Varela, 1997). En la evaluación de cuatro aislamientos de *B. bassiana* sobre larvas del gusano de seda *Bombix mori* (L) (Lepidoptera:Bombycidae) en laboratorio, solo el aislamiento Bb-9107 alcanzó una mortalidad del 10%, el resto escasamente alcanzaron un 2,5% (López, 1994).

Por la mortalidad a través del tiempo se percibió que todos los tratamientos a partir de la primera lectura (tres DDI) causaron mortalidad sobre larvas de *L. elegans*, sin embargo se presentaron diferencias en la actividad patogénica durante los dieciocho días de evaluación, donde los aislamientos B035 y B045 fueron más rápidos en causar la mortalidad que los demás aislamientos. Causar rápida mortalidad en la población blanco es una característica deseable e importante en la selección de hongos entomopatógenos sobre insectos del orden Lepidóptera o de ciclo corto como lo señalan Aponte y Uribe (2001), ya que entre menor sea el tiempo que demore el aislamiento en causar la muerte, menor es el riesgo de que la larva escape al ataque fúngico por la pérdida del inóculo en su exuvia o que se mantenga viva y provocando daño en las plantas.

El porcentaje de esporulación igualmente fue diferente entre los tratamientos. Los aislamientos B035 y B045 que fueron más letales también presentaron esporulaciones más altas, 95,6 y 80,2% respectivamente. No obstante, los aislamientos B018, B021, B039 y B019, que provocaron mortalidad superior al 80%, presentaron una esporulación baja (entre el 50 y 61,7%). Estas diferencias también se presentaron en los trabajos de Aponte y Uribe (2001), donde el aislamiento de *Beauveria* sp., IBUN-B-16, con mortalidad del 84,3% mostró esporulación solo del 15,8%, mientras que el aislamiento IBUN-B-59 con una mortalidad del 93,3% obtuvo una esporulación del 81%. Al respecto, Kershaw et ál. (1999) sugirió que existen por lo menos dos posibles estrategias de acción en los hongos entomopatógenos. Una denominada la "estrategia toxina", en que el hongo limita su crecimiento micelial en la hemolinfa y produce alta cantidad de toxinas del huésped. Otra, es el modo de acción clasificada como "estrategia crecimiento," en que el hongo presenta un crecimiento profuso en la hemolinfa. Esto causa la ruptura de la homeostasis e inanición que conllevan a la muerte del hospedero, sin la intervención directa de las toxinas. De acuerdo con Aponte y Uribe (2001) es deseable que en términos generales se obtenga un mayor crecimiento de micelio del hongo dentro del huésped, en aras de aumentar las posibilidades de desarrollo de epizootias en campo.

Los aislamientos B035 y B045 presentaron las características de mortalidad, velocidad en actividad patogénica y esporulación deseables para un hongo entomopatógeno que quiera ser utilizado como control de plagas, pero es necesario llevar a cabo trabajos que prueben su efectividad en campo, relacionados con mortalidad, esporulación bajo condiciones ambientales y la posible compatibilidad de los aislamientos altamente patogénicos contra *L. elegans*, con moléculas sintéticas presentes en herbicidas, insecticidas, fungicidas y coadyuvantes utilizados en campo para el control de plagas y enfermedades. Trabajos realizados al respecto han comprobado que las moléculas sintéticas de los agroquímicos pueden afectar negativamente la sobrevivencia y establecimiento de los hongos entomopatógenos (Leucona y Díaz, 1996).

Conclusiones

La mayoría de los aislamientos presentaron alto porcentaje de mortalidad, pero baja velocidad en causar la muerte de las larvas y baja esporulación.

Los aislamientos B045 y B035 presentaron rápida actividad patogénica y esporulación superior al 80%, indicando alto potencial para ser efectivos también en campo para el control de *Loxotoma elegans.*

Es necesario evaluar el comportamiento en campo de los aislamientos B045 Y B035 en las condiciones ambientales en que se cultiva la palma aceitera.

Agradecimientos

Al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por el apoyo financiero para la ejecución de esta investigación, a la plantación Aceites Manuelita S.A. y al personal de campo por su continua colaboración durante el desarrollo de este trabajo.

Bibliografía

Aldana, R. C.; Aldana, J. A.; Calvache, H.; Franco, P. N. 2005. *Plagas de la palma de aceite en Colombia.* 3a edición. Cenipalma. p 65 – 68.

Aponte, L.; Uribe, D. 2001. Actividad insecticida de aislamientos nativos de *Beauveria* spp. y *Metarhizium* spp., contra larvas de II instar de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología* (Colombia) 27 (1-2): 67-72.

Aria, M. 2004. *Guía de insumos biológicos para el manejo Integrado de plagas*. Corporación para el desarrollo de insumos y Servicios Agroecológicos Harmonía. Pág. 49.

Cenipalma. 2006. Multiplicación de hongos entomopatógenos. Guía de Laboratorio. 4p.

Ciba- Geigy. 1973. Manual de ensayos de campo. 215 p.

España, P. 2000. Caracterización enzimática de aislados de *Beauveria Bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes), y su virulencia sobre *Epilachna varivestis* (Coleoptera: Coccinellidae). Tesis Maestría en Ciencias: Área Biotecnología. Universidad de Colima. Tecomán (México). 93p.

García, R.; Calvache, H.; Hernández, M. L.; Motta, D. 1994. Biología del defoliador *Loxotoma elegans* Zeller (Lepidoptera: Stenomidae), en Villanueva (Casanare). *Palmas* (Colombia) 15 (4): 9-15.

Leucona, R.; Díaz, B. 1996. Compatibilidad de dos cepas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* con distintos insecticidas químicos. INTA, Argentina. *RIA*, 26(1): 77 a 82.

López, J. C. 1994. Efecto patogénico de cuatro aislamientos de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Hyphomycetos) sobre larvas de *Bombix mori* (L.) (Lepidoptera: Bombycidae) en laboratorio. *Revista Colombiana de Entomología* (Colombia) 20 (1): 53-60.

Motta, D. 1994. Control microbiano de *Loxotoma elegans* Zeller (Lepidoptera: Stenomidae), defoliador de la palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. en la Zona Oriental colombiana, Colombia, Tesis, p 6-61.

Rodríguez, R.; Alldana, R.C.; Cayón, G. 2007. Evaluación de hongos entomopatógenos para el control de larvas de *Leucothyreus femoratus* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae) defoliador de la palma de aceite. *Ceniavances* (Colombia) 146. Cenipalma. 4p.

Valencia C., 2002. Control Microbiano. *En*: *Memorias Curso Nacional de Manejo Integrado de Plagas en Palma de Aceite.* Cenipalma. 95-130.

Valencia, C.; Torres, N. 2007. Patogenicidad de hongos entomopatógenos del género *Beauveria* sp., sobre larvas de *Stenoma cecropia* (Lepidoptera:Elaschistidae), en condiciones de laboratorio. *Ceniavances* (Colombia)147. Cenipalma. 4p.

Valencia, C.; Benítez, E. 2005. Evaluación del efecto de hongos entomopatógenos como estrategia de control de *Leptopharsa gibbicarina*, principal inductor de la Pestalotiopsis en la Zona Central. *Ceniavances* (Colombia)125. Cenipalma. 4p.

Valencia, C.; Ayala, I.; Benítez, E.; Torres, N.; Barrera, E. ; Herrera, J. 2007. Evaluación de estrategias de control y cuantificación de las pérdidas causadas por *Demotispa neivai* Bondar, raspador de fruto de la palma de aceite. *Palmas* (Colombia), 28 (1): 41-51.

Varela, A. 1997. Selección de aislamientos de *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei*. *Revista Colombiana de Entomología* (Colombia) 23 (1-2): 73-81.

Vásquez, C.; Saldarriaga y Pineda, F. 2006. Compatibilidad de *Beauveria bassiana* con Fenoxicarb. *Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (Costa Rica), (78): 80-85.

Vey, A.; Farguez, J.; Robert, P. 1982. Histological and ultrastructural studies of factors determining the specificity of pathotypes of the fungus *Metarhizium anisopliae* for Scarabeid larvae. *Entomophaga* (Francia), 27: 387-397.