

Compatibilidad del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* con triflumuron

Compatibility of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* with triflumuron

CARMEN A. VÁSQUEZ P.¹, YAMILÉ SALDARRIAGA O.², FABIO PINEDA G.³

Revista Colombiana de Entomología 30 (1): 23-27 (2004)

Resumen. El uso combinado de insecticidas químicos y biológicos presenta una alternativa prometedora y racional para el control de insectos plaga de importancia agrícola y médica. Se evaluó la compatibilidad del hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill, cepas Inra 297, Cenicafé Bb 9205, y UdeA₁₃, con el insecticida Starycide S.C. 480 Bayer[®] (triflumuron), inhibidor de la síntesis de quitina en insectos. Se probaron combinaciones de las tres concentraciones de cada cepa de *B. bassiana* (3×10^5 , 1×10^7 , 3×10^8 conidios/ml) y triflumuron (0,05; 0,025 y 0,0125 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$). Como control se tomó la suspensión fúngica solamente. Para la evaluación de la compatibilidad de los dos agentes, se realizó una prueba de germinación conidial en medio de cultivo sólido (Sabouraud dextrosa agar) y la de crecimiento micelial en medio de cultivo líquido. La germinación conidial se observó a las 24 y 48 h y el crecimiento micelial a los siete días. En el análisis estadístico se utilizaron como variables el número de conidios germinados y no germinados y el peso del micelio seco. La presencia de triflumuron no inhibió ni la germinación conidial ni el crecimiento micelial de *B. bassiana*, demostrando la compatibilidad. Sin embargo, la germinación conidial y el crecimiento micelial en presencia de triflumuron varió en las tres cepas evaluadas.

Palabras clave: Control de insectos. Insecticida. Control integrado. Compatibilidad de hongos e insecticidas.

Summary. The combined use of chemical and biological insecticides presents a promising and rational alternative to control insect pests of agricultural and medical importance. The compatibilities of the Inra297, Cenicafé Bb9205 and UdeA₁₃ strains of the fungus *B. bassiana* with the insecticide Starycide S.C. 480 Bayer[®] (triflumuron), a chitin synthesis inhibitor in insects, were evaluated. Combinations of three concentrations of each strain of *B. bassiana* (3×10^5 , 1×10^7 and 3×10^8 conidios/ml) and triflumuron (0,05; 0,025 and 0,0125 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$) were tested. The fungus suspension was used as a control. The compatibility of the two agents was evaluated based on conidial germination in a solid medium (Sabouraud dextrose agar) and mycelial growth in a liquid medium. Conidial germination was observed at 24 and 48 h and mycelial growth at 7 days. The germinated and non-germinated conidia and dry mycelium weight were the variables used in statistical analysis. The presence of triflumuron inhibited neither conidial germination nor mycelial growth of *B. bassiana*, demonstrating the compatibility. However, both conidial germination and mycelial growth in the presence of triflumuron varied among the three fungal strains that were evaluated.

Key words: Insect control. Insecticide. Integrated control. Compatibility of fungi and insecticides.

Introducción

El hongo entomopatógeno, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill, es uno de los más promisorios en control biológico de ciertos grupos de insectos de importancia en la salud humana y en la economía agrícola. Uno de los aspectos importantes de su efectividad en el control de insectos plaga es la posibilidad de su integración con agentes químicos, maximizando su potencial y disminuyendo el impacto ambiental que el control químico como tal pueda ocasionar (Ramarajah *et al.* 1967; Rivera 1993).

Müller (1965) realizó estudios en el este de Europa donde probó el sinergismo en-

tre *B. bassiana* e insecticidas con resultados no muy claros. Fargues (1973) probó combinaciones de *B. bassiana* con DDT y no encontró una predisposición significativa de la larva del coleóptero de la papa de Colorado, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) a la micosis por el hongo. Igualmente, Telenga *et al.* (1968) y Goral y Lappa (1974) usaron combinaciones del hongo e insecticidas en el control de dicho insecto. Fargues (1975) utilizó la combinación de insecticidas azinphos-ethyl y carbaryl y *B. bassiana* encontrando que la combinación no fue tan efectiva como utilizando el químico solo. Estudios realizados por Ramarajah *et al.* (1967), Cadatal y Gabriel (1970), Olmert y Kenneth (1974), Gardner *et al.*

(1979), Clark *et al.* (1982), Anderson y Roberts (1983) y Aguda *et al.* (1984) han indicado que los insecticidas pueden inhibir el crecimiento de *B. bassiana*. Anderson *et al.* (1989) probó *B. bassiana* en combinación con carbaryl, fenvalerate, anamectin, triflumuron y thuringiense encontrando compatibilidad de estos químicos con el hongo. Por otra parte, Rivera *et al.* (1994) probaron el efecto de los insecticidas endosulfan, clorpirifos, fenitrotion, diazinon PM, diazinon EM, malation, isazofos y pirimifosmetil sobre el hongo entomopatógeno *B. bassiana* en el manejo de la broca, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), demostrando el efecto fungistático de los insecticidas sobre el aislamiento, el cual aumenta con el tiempo.

- 1 Bióloga, aspirante a Maestría. Investigador Asociado al Grupo de Micología. Instituto de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Corporación de Patologías Tropicales. Universidad de Antioquia. E-mail: avasquez@matematicas.udea.edu.co
- 2 Autor para correspondencia: Licenciada en Biología y Química. M. Sc. Profesora de Micología. Instituto de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Corporación de Patologías Tropicales. Universidad de Antioquia. A. A. 1226. Medellín, Colombia. Fax: 2330120. E-mail: ysaldar@matematicas.udea.edu.co
- 3 Licenciado en Biología y Química. M. Sc. Profesor de Micología. Instituto de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Corporación de Patologías Tropicales. Universidad de Antioquia. E-mail: fpgutier@matematicas.udea.edu.co

Ibarra y Varela (2002) evaluaron la compatibilidad de varios aislados de hongos biocontroladores entre ellos *Beauveria bassiana* con plaguicidas de uso común en la práctica agrícola como carbofurán y malatión como insecticidas, benomil (Benlate) y bis, ditiocarbamato de zinc (Manzate) como fungicidas; encontrando en general que los aislados presentaron una inhibición mayor con los insecticidas (en ambas concentraciones) que con los fungicidas. Con respecto a los plaguicidas, benomil inhibió considerablemente a todos los aislados. Los insecticidas redujeron ligeramente todos los aislados.

El triflumuron, (benzoylphenylurea) es un inhibidor de la síntesis de quitina e insecticida altamente selectivo, que interfiere en la formación de la quitina al no dejar incorporar el N-acetil-D-1-glucosamina en la ruta metabólica. Es una sustancia química de toxicidad baja para organismos acuáticos, aves y mamíferos, además, es un producto exclusivamente larvicida (Colwell y Schaeffer 1981; Howard y Wall 1995; Ortiz 1995).

El objetivo de este trabajo fue evaluar en laboratorio la germinación, desarrollo y crecimiento de *B. bassiana* en presencia de triflumuron, un inhibidor de la síntesis de quitina de insectos. De esta forma, se planteó como hipótesis observar efectivamente la compatibilidad entre los dos productos, y obtener una germinación, crecimiento y desarrollo del hongo entomopatógeno normal o mejor que si el hongo estuviera sólo.

Materiales y Métodos

Hongo entomopatógeno

Las cepas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* utilizadas en este estudio fueron: INRA 297, donada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas de Francia, la cual se aisló de un heteróptero en Polonia; la cepa UdeA₁₃ aislada de *Rhodnius pallescens* Barber (Hemiptera: Reduviidae) capturado en la región de San Onofre (Sucre), Colombia y la cepa Bb9205 donada por Cenicafé, aislada de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae). Estas cepas se mantuvieron en Agar Sabouraud dextrosa (Oxoid Ltd, Basinstoke, Hampshire) a 25°C durante 10 días para producir los conidios. Los conidios se cosecharon utilizando una barra de vidrio y una solución acuosa estéril de 0,5% de Tween 80 como diluyente para dispersar y mantener su uniformidad. Todas las suspensiones se diluyeron en agua destilada estéril, se homogenizaron en un vortex Heidolph Reax control a 2.500 rpm (Germany 09441/707-124) y se contaron en la cámara de Neubauer. Se seleccionaron concentraciones de 3×10^8 , 1×10^7 y 3×10^5 conidios/ml con base en estudios previos realizados por Romaña (1992) y Arroyave (1995), quienes mostraron la capacidad infectiva alta y el efecto letal en breve tiempo de dichas concentraciones sobre los insectos triatominos.

Insecticida

El insecticida utilizado fue Starycide[®] S.C. 480 Bayer (triflumuron): 2 cloro-N-[[[4-(trifluorometoxy)phenyl] aminoCarbonyl] benzamide (C.A), conocido comunemente como SIR 8514, sintetizado en Alemania por el departamento de investigación química de la Bayer en 1975. En Medellín el producto fue obtenido de la comercializadora IVANAGRO. Comercialmente triflumuron se presenta como una suspensión concentrada: 480 g/l. A partir de esta concentración inicial se prepararon concentraciones de 0,05; 0,025 y 0,0125 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$, las cuales se eligieron para el ensayo con base en los estudios previos realizados por Vásquez *et al.* (2002). Bayer recomienda para el control de insectos o larvas de insectos utilizar de Starycide[®] o triflumuron 100 ml en 100 litros de agua, con el cual se pueden fumigar alrededor de 20 casas (Pflanzenschutz 1980).

Bioensayos

Germinación de los conidios en medio de cultivo sólido. En un elermeyer de 250 ml se prepararon 150 ml de Saboraud dextrosa agar (SDA), se esterilizaron en el autoclave durante 15 min y se le adicionó ácido láctico al 0,1% para evitar contaminación bacteriana. Se tomaron portaobjetos estériles a los cuales se les adicionó 0,2 ml de SDA acidificado formando sobre éstos una película fina y delgada. Sobre estas placas a una distancia de 0,5 cm se depositaron dos alícuotas de 0,1 ml de cada una de las concentraciones 3×10^8 , 1×10^7 y 3×10^5 conidios/ml de *B. bassiana* con cada una de las dosis (0,05; 0,025 y 0,0125 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$) de triflumuron. Los portaobjetos se dejaron en cajas de Petri estériles con papel de filtro Wattman no.1 estéril y húmedo y se incubaron durante

24 h y 48 h a 27°C. El control consistió en una suspensión de conidios de *B. bassiana*, en agua destilada estéril y 0,5% de Tween 80. En cada ensayo se utilizaron 216 portaobjetos para las cuatro repeticiones por tratamiento.

Porcentaje de germinación. Las mezclas de *B. bassiana* y triflumuron se tiñeron con azul de lactofenol a las 24 y 48 h de incubación. En la evaluación, un conidio se consideró germinado cuando el tubo germinativo superó el diámetro del conidio. El porcentaje de conidios germinados se determinó mediante la siguiente fórmula: por cada lectura en un campo del microscopio de luz con el objetivo de 40X, (contando tres campos macroscópicos por alícuota) se contó el total de conidios germinados y no germinados para determinar luego el porcentaje de germinación (% germinación = total de conidios germinados / total de conidios germinados y no germinados X 100) (Rivera 1993).

Crecimiento micelial del hongo en medio de cultivo líquido completo.

Para cada concentración del insecticida a probar se prepararon 100 ml de medio de cultivo líquido completo compuesto por glucosa 20 g; KH_2PO_4 , 1 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,5 g; KCL 0,5 g; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 1 ml (1% solución); Oxoid agar 15 g y ácido láctico al 0,1%.

Se utilizó la técnica de Storey y Gardner (1986) y Clark *et al.* (1982) modificada, la cual consistió en distribuir el medio líquido completo en 4 frascos, cada uno con 15 ml del medio. Se inocularon con 0,1 ml de las concentraciones 3×10^8 , 1×10^7 y 3×10^5 conidios/ml de cada una de las cepas INRA 297, Bb9205 y UdeA₁₃ y con cada una de las dosis de triflumuron (0,05;

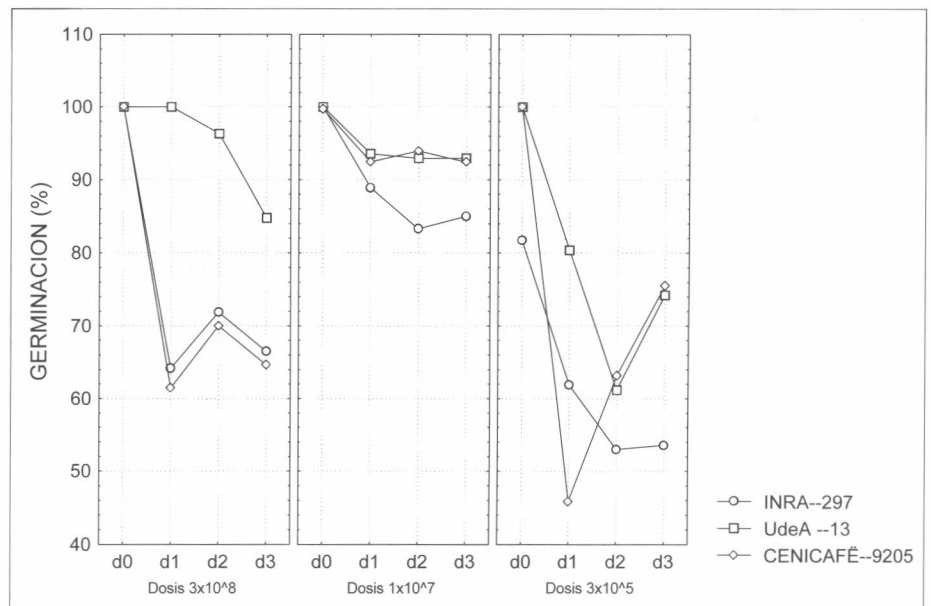


Figura 1. Porcentaje de germinación de *B. bassiana* con triflumuron a las 24 h. Interacción dosis de triflumuron, concentración y cepas de *B. bassiana*. d0. Controles, d1. 0,0125 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$, d2. 0,0250 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$, d3. 0,050 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ (dosis triflumuron). Concentraciones *B. bassiana*: a. 3×10^8 , b. 1×10^7 , y c. 3×10^5 conidios/ml.

0,025 y 0,0125 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$). Se realizaron cuatro repeticiones para cada tratamiento en las tres concentraciones. A los controles sólo se les adicionó el hongo en las tres concentraciones. Los frascos se agitaron a 1.500 rpm en (ORS200 Boekel Grant) durante siete días a 25-26°C. Después de la agitación, el contenido de cada frasco se filtró al vacío obteniendo el micelio completo mediante una barra de vidrio y se lavó consecutivamente con agua destilada estéril, filtrándolo con una membrana de nitrocelulosa de 0,2 μm . Lo obtenido se secó en un horno (Memmert GmbH Co. KG8540 Germany) durante una h a 50°C y luego se pesó el micelio utilizando una balanza analítica Chyo JK-180, obteniendo finalmente un peso promedio, (a partir de las cuatro repeticiones realizadas) que se utilizó para el análisis de los resultados.

Análisis estadístico

La compatibilidad del insecticida triflumuron con *B. bassiana* se midió mediante el porcentaje de germinación de conidios a las 24 y 48 h. Los porcentajes se compararon utilizando análisis de varianza multifactorial, considerando como factores de evaluación la cepa del hongo, la concentración de conidios y la dosis del insecticida. La compatibilidad también se analizó mediante el crecimiento micelial del hongo en medio de cultivo líquido, obteniendo como respuesta el peso seco en gramos de la unidad experimental. Estos datos se compararon, igualmente, mediante análisis de varianza multifactorial. Las comparaciones múltiples de los valores promedios se establecieron con el método de Neuman-Keuls. Se consideró $\alpha = 95\%$ como nivel de significación de las pruebas estadísticas y se utilizó el programa STATISTICA 98 (Statsoft Inc., Tulsa, U.S.A.) para el procesamiento de la información.

Resultados

Respuesta de germinación conidial de *Beauveria bassiana* en presencia de triflumuron a las 24 y 48 h en medio de cultivo sólido

El porcentaje de germinación de conidios fue diferente para los tres factores en estudio. El análisis de varianza mostró interacciones significativas para dichos factores ($p < .001$) a las 24 h. Según la figura 1, la cepa UdeA₁₃ fue la que presentó mayor porcentaje de germinación en las concentraciones 3×10^8 y 1×10^7 conidios/ml y un poco menor para 3×10^5 conidios/ml (95,3, 94,8 y 78,9 respectivamente). En cambio, la cepa INRA-297 fue la segunda en porcentaje de germinación para las concentraciones 3×10^8 y 3×10^5 conidios/ml y la de menor porcentaje para la concentración 1×10^7 conidios/ml. Por otra parte, todas las dosis del triflumuron (0,05; 0,025 y 0,0125 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$) presentaron porcentajes de germinación inferiores a los del control que estuvieron cerca del 100%. La concentración de 3×10^5 conidios/ml en presencia de triflumuron en cualquiera de las dosis evaluadas fue la

Tabla 1. Promedio del porcentaje de germinación (DE: desviación estándar) de las diferentes cepas de *Beauveria bassiana* en presencia de triflumuron a las 24 h

Dosis de triflumuron ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)	Concentración <i>B. bassiana</i> (Conidios/ml)	Cepas de <i>B. bassiana</i> Porcentaje germinación (DE)			n
		UdeA ₁₃	INRA 297	Bb 9205 Cenicafé	
Control	3×10^5	100 (0,0)	81,70 (27,25)	100 (0,0)	24
	1×10^7	100 (0,0)	100 (0,0)	99,70 (0,80)	24
	3×10^8	100 (0,0)	100 (0,0)	100 (0,0)	24
0,0125	3×10^5	80,37 (12,56)	61,87 (26,34)	45,84 (37,63)	32
	1×10^7	93,56 (8,96)	88,90 (20,67)	92,43 (6,63)	32
	3×10^8	100 (0,0)	64,15 (16,64)	61,43 (20,52)	32
0,0250	3×10^5	61,18 (13,09)	53,00 (28,22)	63,15 (32,44)	32
	1×10^7	92,93 (9,66)	83,31 (19,75)	93,93 (6,06)	32
	3×10^8	96,34 (7,7)	71,87 (22,52)	69,96 (16,04)	32
0,050	3×10^5	74,21 (21,03)	53,56 (34,59)	75,53 (29,46)	32
	1×10^7	92,90 (8,16)	85,00 (17,97)	92,40 (10,65)	32
	3×10^8	84,78 (21,40)	66,50 (15,36)	64,62 (18,61)	32

Tabla 2. Crecimiento micelial en medio de cultivo líquido de las cepas de *B. bassiana* independiente de la concentración con las dosis de triflumuron evaluadas

Cepas <i>B. bassiana</i> Conidios/ml	Dosis triflumuron ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)	Peso promedio en g (DE)	n
Bb 9205 Cenicafé	Control	0,114 (0,044)	9
	0,0125	0,119 (0,034)	15
	0,0250	0,119 (0,035)	15
	0,050	0,096 (0,063)	15
INRA-297	Control	0,447 (0,075)	9
	0,0125	0,254 (0,103)	15
	0,0250	0,303 (0,048)	15
	0,050	0,289 (0,013)	15
UdeA ₁₃	Control	0,488 (0,039)	9
	0,0125	0,438 (0,122)	15
	0,0250	0,466 (0,018)	15
	0,050	0,472 (0,145)	15

DE = Desviación estándar.

que presentó la menor germinación (Tabla 1).

A las 48 h las concentraciones de *B. bassiana* 3×10^8 y 1×10^7 conidios/ml habían germinado el 100% para todas las cepas del hongo y dosis de triflumuron. En la menor concentración de *B. bassiana* (3×10^5 conidios/ml) la germinación fue del 100% para las cepas INRA-297 y UdeA₁₃ y del 95,5% para la cepa Cenicafé 9205.

Crecimiento micelial de *Beauveria bassiana* en medio de cultivo líquido después de siete días de sembrado el inóculo

El análisis de varianza mostró significancia para la interacción dosis de triflumuron y cepas de *B. bassiana* ($p = 0,0009$). Esta

interacción posiblemente se puede explicar debido a que la cepa INRA 297 tuvo un peso promedio para el control de 0,447 g significativamente mayor que para las otras dosis de triflumuron evaluadas (Tabla 2). La prueba de comparaciones múltiples permite concluir diferencias en los pesos promedios de las cepas en el orden Cenicafé Bb9205, INRA-297 y UdeA₁₃ con pesos promedios de 0,11; 0,32 y 0,47 g respectivamente. No hubo diferencias significativas entre concentraciones del hongo ($p = 0,74$).

Discusión

Los investigadores Fargues (1973, 1975) y Anderson *et al.* (1989) probaron el hongo entomopatógeno *B. bassiana* con dife-

rentes insecticidas observándose compatibilidad entre el hongo *B. bassiana* y el insecticida triflumuron, resultados que concuerdan con los descritos en este trabajo, con una confiabilidad del 95%.

Triflumuron es recomendado por Bayer para ser utilizado en domicilios para el control de insectos bajo la dosificación de 0,48 µg/µl, concentración que viene dada para 100 litros de diluyente. Las dosis de triflumuron evaluadas en este estudio fueron bajas (10 veces por debajo de las recomendadas comercialmente) y presentaron compatibilidad con las diferentes cepas de *B. bassiana*, y aunque se encontraron diferencias significativas en las respuestas entre las diferentes concentraciones y cepas del hongo con las dosis de triflumuron, no hubo inhibición parcial o total en la germinación ni en el crecimiento de *B. bassiana*.

Los resultados de no inhibición mostraron que la germinación, crecimiento y desarrollo del hongo *B. bassiana* es directamente proporcional a la dosis de triflumuron utilizada en este trabajo. En la medida que se aumentó la dosis del químico la sensibilidad del hongo aumentó y por lo tanto, su germinación, crecimiento y desarrollo fueron más lentas.

Las diferencias significativas que se observaron fueron más a nivel de las concentraciones de *B. bassiana* y del comportamiento de las diferentes cepas evaluadas, en donde se encontró que la cepa UdeA₁₃ fue la menos sensible a la acción del triflumuron, especialmente a la concentración más alta probada 3x10⁸ conidios/ml.

Anderson *et al.* (1989) evaluó la compatibilidad de triflumuron con *B. bassiana* donde utilizó como parámetro de evaluación las unidades formadoras de colonia. En el presente trabajo los parámetros de evaluación fueron diferentes, (como ya se mencionó en metodología), los resultados fueron similares a los de Anderson en cuanto a compatibilidad de los dos productos.

El triflumuron posee unas características químicas particulares como insecticida de nueva generación (inhibidor de la síntesis de quitina en insectos), entre ellas presenta una toxicidad más baja que la de otros químicos como los organoclorados y carbamatos; posiblemente este hecho y la utilización de dosis bajas respecto a las ofrecidas comercialmente para el control de insectos domiciliarios (larvas especialmente) permitió que *B. bassiana* fuera compatible con él en todas las concentraciones evaluadas.

Una de las orientaciones de la lucha integrada de insectos consiste en aplicar simultáneamente gérmenes entomopatógenos con un plaguicida. Este método combina los procedimientos químicos tradicionales y los procedimientos biológicos, técnica ampliamente experimentada en Rusia, utilizando dosis variables de insecticidas que alteran el estado fisiológico

del insecto y establecen consecuentemente una intoxicación que predispone a la infección por el agente entomopatógeno (Telenga *et al.* 1968; Ferron 1970) siempre y cuando exista la compatibilidad de ambos.

Los resultados obtenidos en este trabajo en medio de cultivo líquido mostraron un buen crecimiento micelial independiente de la concentración aplicada del hongo entomopatógeno, contrariamente a Clark *et al.* (1982) quienes probaron algunos plaguicidas como mancozeb, metiram, CGA48988 y chlorothalonil los cuales generaron inhibición, total, fuerte y parcial sobre *B. bassiana*, respectivamente. Sin embargo, en este mismo estudio, permethrin no inhibió el crecimiento de *B. bassiana* y sus curvas de crecimiento presentaron similitud con los controles. Ramarajah *et al.* (1967) al evaluar *B. bassiana* con DDT, folidol, malation, endrin y BHC, mostró una estimulación a la germinación; resultados similares a los obtenidos con triflumuron en este trabajo, en donde *B. bassiana* presentó una mayor esporulación al compararla con los controles.

Rivera (1993) evaluó la compatibilidad de *B. bassiana* con fungicidas (ciproconazol, hexaconazol, triadimefon, oxiclóruo de cobre), insecticidas (endosulfan, fenitrotion, pirimifos-metil, dicrotofos), en sus dosis comerciales, dosis media y 1/10 de la dosis comercial, encontrando que los fungicidas ejercieron una inhibición mayor sobre el crecimiento del hongo que los insecticidas. Los insecticidas a concentraciones menores de la dosis comercial presentaron un efecto menor sobre *B. bassiana*, resultados similares a los obtenidos en la evaluación con triflumuron.

De las tres cepas evaluadas, Cenicafé Bb9205, INRA-297 y UdeA₁₃, la última mostró ser la más compatible con el triflumuron en todas las concentraciones probadas. Como se muestra en la tabla 1, las concentraciones alta y media de *B. bassiana* en cualquiera de las cepas estudiadas, dieron una germinación alta.

Al comparar lo obtenido en la prueba de germinación conidial en medio de cultivo sólido y líquido se encontró similitud en cuanto al comportamiento de la cepa UdeA₁₃; sin embargo, en el medio de cultivo líquido la cepa UdeA₁₃ en presencia de la dosis de triflumuron más alta (0,05 µg/µl) presentó mayor crecimiento micelial confirmando así la alta compatibilidad y resistencia de esta cepa al insecticida.

Después de evaluar la germinación del hongo *B. bassiana* a las 24 y 48 h bajo la acción del triflumuron se observó que éste tiene un efecto fungistático más que fungicida, pues presentó germinación conidial y crecimiento micelial hasta las 48 h.

La humedad y la temperatura jugaron un papel primordial en la germinación y esporulación del hongo, debido a que los

hongos entomopatógenos y en general los hongos requieren de temperaturas que oscilan entre 25-30°C y humedades relativas del 80% (Tanada y Kaya 1993). Posiblemente pruebas en campo variarían los resultados no sólo por la fluctuación de las condiciones ambientales, sino por otros factores tales como la formulación del hongo, y la técnica de aplicación utilizada. Estudios en campo seguramente aportarán resultados variables e interesantes que ayudarán a tener mayor información sobre la germinación, crecimiento y desarrollo del hongo en presencia de un químico como triflumuron.

Conclusiones

- Las cepas del hongo entomopatógeno *B. bassiana* presentaron compatibilidad con triflumuron (insecticida regulador de crecimiento de insectos) a dosis bajas, lo cual podría considerarse como un elemento más, en la alternativa que ofrece el control integrado en el manejo de vectores transmisores de enfermedades.
- En los tratamientos de *B. bassiana* las cepas UdeA₁₃ e Inra-297 con triflumuron mostraron una germinación alta y por consiguiente resistencia al insecticida.
- De las tres cepas evaluadas, UdeA₁₃ fue menos sensible al efecto de triflumuron sobre su germinación, crecimiento y desarrollo.
- En la evaluación de la compatibilidad de triflumuron con *B. bassiana*, en medio de cultivo líquido, no se encontraron diferencias importantes con respecto a la germinación conidial en medio de cultivo sólido; sin embargo, fue más práctica la prueba en medio de cultivo sólido que en medio de cultivo líquido.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los profesores Jaime Calle, Abel Díaz del Instituto de Biología de la Universidad de Antioquia por el aporte de material biológico, y el análisis estadístico de los resultados respectivamente. A los biólogos del Grupo de Investigación en Micología y Control biológico del Instituto de Biología de la Universidad de Antioquia que contribuyeron en la ejecución del proyecto. Al CODI de la Universidad de Antioquia, a la Corporación de Patologías Tropicales, a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y al Instituto de Biología, por la financiación y el apoyo en la ejecución de esta investigación.

Literatura citada

- AGUDA, R. M.; SAXENA, R. C.; LITSINGER, J. A.; ROBERTS, D. W. 1984. Inhibitory effects on insecticides on entomogenous fungi *Metarrhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* IRR. News 9 (6): 16-17.
- ANDERSON, T. E.; ROBERTS, D. W. 1983. Compatibility of *Beauveria bassiana* isolates with insecticide formulations used in Colorado potato beetle (Coleoptera:

- Chrysomelidae), control. Journal of Economical Entomology 76:1437-1441.
- ANDERSON, T. E.; HAJEK, A. E.; ROBERTS, D. W.; PREISLER, H. K.; ROBERTSON, J. L. 1989. Colorado Potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae): Effects of Combinations of *Beauveria bassiana* with insecticides. Journal of Economical Entomology 82 (1): 83-89.
- ARROYAVE, E. 1995. Susceptibilidad de algunas especies de Triatominae al hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*. Trabajo de grado. Instituto de Biología. Universidad de Antioquia. Medellín. p 40.
- PFLANZENSCHUTZ N. 1980. Bayer 33 (51).
- CADATAL, T. D.; GABRIEL, B. P. 1970. Effect of chemical pesticides on the development of fungi pathogenic to some rice insects. Philippines Entomology 1: 379-395.
- CLARK, R. A.; CASAGRANDE, R. A.; WALLACE, D. B. 1982. Influence of pesticides on *Beauveria bassiana*, a pathogen of the Colorado potato beetle. Environmental Entomology 11: 67-70.
- COLWELL, A. E.; SCHAEFER, C. H. 1981. Effects of the insect growth regulator BAY 8514 on pest Diptera and non-target aquatic organisms. Canadian Entomology 113: 185-191.
- FARGUES, J. 1973. Sensibilité des larves de *Leptinotarsa decemlineata* Say (Col., Chrysomelidae) a *Beauveria bassiana* Vuill. (Fungi Imperfecti, Moniliales) en presence de doses reduites d'insecticide. Annales de Zoología. Ecología Animal 5: 231-246.
- FARGUES, J. 1975. Etude experimentale dans la nature de l'utilisation combinée de *Beauveria bassiana* et d'insecticides a dose réduite contre *Leptinotarsa decemlineata*. Annales de Zoología. Ecología Animal 7: 247-264.
- FERRON, P. 1970. Augmentation de la sensibilité des larves de *Melolontha melolontha* L. (Coleoptera: Scarabacidae) a *Beauveria tenella* (Delaer). Siemaszko au moyen de quantités reduites de HCH. Proc. IV th Coll. Insect Pathology, College Park. p. 66-79.
- GARDNER, W. A.; SUTTON, R. M.; NOBLET, R. 1979. Evaluation of the effects of six selected pesticides on the growth of *Nomuraea rileyi* and *Beauveria bassiana* in broth cultures. Journal Ga Entomological Society 14: 106-113.
- GORAL, V. M.; LAPPA, N. V. 1974. The effect of beauverine and some insecticides on colorado potato beetle populations. Zakhyst Rosl. Resp. Mizhvid. Temat. Nauk. Zb. 20: 51-60.
- HOWARD, J.; WALL, R. 1995. The Effects of triflumuron, a chitin synthesis inhibitor, on the *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Bulletin of Entomological Research 85 (1): 71-77.
- IBARRA, A. M.; VARELA, A. 2002. Aislamiento, identificación y caracterización de hongos como agentes potenciales de control biológico en algunas regiones Colombianas. Revista Colombiana de Entomología 28 (2): 129-137.
- MÜLLER, K. E. 1965. Pilzkrankheiten bei Insekten. Anwendung zur biologischen Schadlingsbekämpfung und Grundlagen der Insektenmykologie. Paul Parey, Berlin.
- OLMERT, I.; KENNETH, R. G. 1974. Sensitivity of the entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, and *Verticillium* sp. to fungicides and insecticides. Environmental Entomology 3: 33-38.
- ORTIZ, C. 1995. Review of Chemical Methods for Arthropod Control. Bayer A.G. p. 20.
- RAMARAJAH, URS.; N. V.; GOVINDU, H. C.; SHIVASHANKARA, K. S. SHASTRY. 1967. The effect of certain insecticides on the entomogenous fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. Journal of Invertebrate Pathology 9: 398-403.
- RIVERA, M. 1993. Estudio sobre la compatibilidad del hongo *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. con formulaciones comerciales de fungicidas e insecticidas. Revista Colombiana de Entomología 19 (4): 151-158.
- RIVERA, M. A.; BUSTILLO, P. A.; MARIN, M. P. 1994. Compatibilidad de dos aislamientos de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. en mezcla con insecticidas usados en el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Revista Colombiana de Entomología 20 (4): 209-214.
- ROMAÑA, C. 1992. Recherches sur les potentialites des Hyphomycetes entomopathogenes (Fungi Imperfecti) dans la lutte microbiologique contre les Triatominae (*Heteroptera*). These de l'université de Montpellier I. 134 p.
- STOREY, G. K.; GADNER, W. A. 1986. Sensitivity of the entomogenous fungus *Beauveria bassiana* to selected plant growth regulators and spray additives. Applied Environmental Microbiology 52: 1-3.
- TANADA, Y.; KAYA, H. K. 1993. Insect pathology. Academic Press, Inc. Harcourt Brace Avonovich. Printed Unites States of America. p. 359-361.
- TELENGA, N. A.; SIKOURA, A. I.; SMETNIK, A. I. 1968. Emploi du produit biologique Beauverine combiné a des insecticides dans la lutte contre le dory phore (en russe). Zashch. Rast 4: 3-23.
- VÁSQUEZ, P. C.; SALDARRIAGA, Y.; GÓMEZ V., W. A.; PINEDA, F. 2002. Susceptibilidad de *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae) a la acción de triflumuron. Revista Colombiana de Entomología 28 (1): 13-16.

Recibido: Dic. 15/2002

Aceptado: Sep. 10/2003