

## TRES DÓISIS DE *Metarhizium anisopliae* SOBRE LA MOSCA PINTA (*Aeneolamia spp.*) EN CAÑA DE AZÚCAR EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS, ESTADO DE TABASCO

Three doses of *Metarhizium anisopliae* on the cane fly (*Aeneolamia spp.*)  
in the sugar cane from the region of The Rios, Tabasco State

A Bautista-Gálvez ✉, N González-Cortes

(ABG) Universidad Tecnológica del Usumacinta  
Libramiento Glorieta. Carretera Tenosique-Emiliano Zapata.  
Col. Las Lomas. Emiliano Zapata 86980 Tabasco, México.  
arelygalvez@hotmail.com

(NGC) Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

**Nota recibida:** 30 de mayo de 2003

**Nota aceptada:** 29 de enero de 2005

**RESUMEN.** Tres dosis de *Metarhizium anisopliae* para el control de mosca pinta (*Aeneolamia spp*) en caña de azúcar (*Saccharum spp*) en campo fueron evaluadas para disminuir el número de aplicaciones de insecticidas y obtener a mediano plazo azúcar libre de residuos de plaguicidas. Este trabajo se desarrolló en el ejido Ignacio Zaragoza, del municipio de Tenosique, Tabasco. Los muestreos de insectos vivos fueron realizados antes y después de cada aplicación. El bioinsecticida (*M. anisopliae*) se aplicó cuatro veces con un intervalo de 15 días, para evaluar  $0.5 \times 10^{11}$ ,  $1 \times 10^{12}$  y  $1.5 \times 10^{12}$  conidias  $ha^{-1}$ . El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, lo que sumó un total de 16 unidades experimentales. En la última aplicación, la efectividad en campo fue del 80.8%, 96.4% y 98.7%, cuando se aplicaron  $0.5 \times 10^{11}$ ,  $1 \times 10^{12}$  y  $1.5 \times 10^{12}$  conidias  $ha^{-1}$ , respectivamente. El control de la mosca pinta en caña de azúcar con *M. anisopliae* es una alternativa potencial para los productores cañeros, ya que disminuyó hasta el 75 % el uso de insecticidas, así como contribuye a la inocuidad alimentaria y protección del medio ambiente.

**Palabras clave:** Control biológico, bioinsecticidas, mosca pinta, caña de azúcar

**ABSTRACT.** Three doses of *Metarhizium anisopliae* for the control of the cane fly (*Aeneolamia spp*) in the sugar cane (*Saccharum spp*) in field were evaluated to reduce the number of insecticides applications and to obtain sugar without residues of insecticides at midterm. This study was developed in the Ejido Ignacio Zaragoza in Tenosique County, Tabasco. The sampling of alive insects were doing before and after of each application. The bioinsecticide (*M. anisopliae*) were applied four times every 15 days to evaluate  $0.5 \times 10^{11}$ ,  $1 \times 10^{12}$  y  $1.5 \times 10^{12}$  conidias  $ha^{-1}$ . The experimental design was at complete random blocks with four treatments and four replicates, which produced 16 experimental units. At final, the effectiveness in field was 80.8%, 96.4% and 98.7 %, when was applied  $0.5 \times 10^{11}$ ,  $1 \times 10^{12}$  y  $1.5 \times 10^{12}$  conidias  $ha^{-1}$ , respectively. The control of cane fly in sugar cane with *Metarhizium anisopliae* is an alternative for the sugar cane producers, as this reduced the 75 % the use of insecticides as well as to contribute to the innocuousness food and environmental protection.

**Key words:** Biology control, bioinsecticides, cane fly, carve, sugar cane

## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar forma la agroindustria más importante en México y representa un lugar preponderante en la actividad económica y social del país (Bautista GA, González CN 1999. Abonos orgánicos en el agrosistema caña de azúcar (*Saccharum spp*). Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 18, Veracruz. México). Más de 625 mil hectáreas de caña de azúcar se cultivan en 15 estados de México, en los cuales se ubican 60 ingenios que operan con un rendimiento promedio en campo de 68.8 ton ha<sup>-1</sup> y del 11.15 % en fábrica (Salgado GS, Bucio AL, Riestra DD, Lagunas-Espinoza LC 2001. Caña de azúcar hacia un manejo sustentable. Colegio de Posgraduados en Ciencias agrícolas. Instituto para el desarrollo del sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco. México). México se mantiene dentro de los 10 principales países productores de azúcar en el mundo y tiene un consumo *per capita* de 50 kg, por lo cual ocupa el segundo lugar de consumo de azúcar a nivel mundial. De esta actividad económica dependen directamente más de 3 000 000 de mexicanos y es una importante generadora de divisas (Flores CS 1994. Plagas de la Caña de Azúcar en México). Aunque la agricultura es una de las actividades más importantes a nivel mundial, esta es afectada por diferentes plagas y enfermedades por lo que el sector primario invierte anualmente de 25 a 30 000 000 dólares en el control químico. Este control no ha resultado efectivo debido a la resistencia que crean los organismos a los plaguicidas y a las perturbaciones ocasionadas al ambiente y a la salud humana. Entre los efectos que pueden producir los agroquímicos es la modificación de las concentraciones de azúcar, lo cual provoca que la planta sea más propensa al ataque de patógenos (Lampkin N 2001. Agricultura ecológica. Edit. Mundi- Prensa).

En el agua del subsuelo en 38 estados de E. U. A. se detectaron más de 70 pesticidas, incluyendo fumigantes de suelo (Bailey MAM, Herrera EA, Ruíz HJ 1997. Avance y Perspectiva. Revista bimestral. CINVESTAV. México: 33). Los mismos autores mencionaron que los estudios publicados por la Agencia Estadounidense de Protección Ambiental para los Estados Unidos indicaron que de 3 000 a 6 000 casos de cáncer son inducidos anualmente por residuos de plaguicidas en alimentos y otros 50 a 100 por la exposición a éstos durante su aplicación. Estas cifras significan que los insecticidas están presentes en gran cantidad de alimentos, en el agua potable, en la lluvia, en el mar, en las nieves polares, en el plancton, en la leche materna, y en la sangre de los niños neonatos, lo cual significa que sus efectos están registrados en toda la biosfera. En América Latina el uso de plaguicidas se incrementó a una tasa de 8.4 % anual durante la década de los 70's y a mediados de los

80's sumó cerca del 36 % del consumo de plaguicidas del mundo en desarrollo. En África este uso representó el 16 % y en Asia el 34 %. En Indonesia los cultivos de exportación de coco, café, caña de azúcar y caucho consumían veinte veces la cantidad de plaguicidas usados por los productores para los mercados locales, a pesar de que estos últimos cubrían una superficie cultivada siete veces superior a la de las plantaciones (Bailey MAM, Herrera EA, Ruíz HJ 1997. Avance y Perspectiva. Revista bimestral. CINVESTAV. México: 33).

En el sur del estado de Veracruz, Tabasco y Campeche, en el sureste de México, los niveles de aplicación de plaguicidas son del 7 % del volumen total del Golfo de México, en la cual se aplican plaguicidas de alto riesgo, como el DDT, para el control de vectores (Flores CS 1994. Plagas de la Caña de Azúcar en México) así como insecticidas (Malation, Furadan) y herbicidas en el cultivo del arroz y caña de azúcar. Una solución a este tipo de problema es la introducción de programas de control de plagas con organismos benéficos o hongos entomopatógenos como es el caso de *Metarhizium anisopliae*, el cual fue aislado en 1879 por Metchnikoff del escarabajo *Anisoplia austriaca*. En la base a los resultados obtenidos en los últimos tiempos, el uso de *Metarhizium anisopliae* en la caña de azúcar y en los pastizales se ha expandido en Venezuela y Costa Rica, lo que ha reducido al mínimo la aplicación de productos químicos. Además, *M. anisopliae* no es dañino para la salud (Marrufo R 1973. Cultivo del Hongo Entomófago *Metarhizium anisopliae* y ensayos preeliminares de su efecto contra el complejo de la mosca pinta de los pastos y otros insectos. Tesis Profesional. ITESM Monterrey), aunque se investiga si tiene algún efecto en humanos (Revankar GS, Sutton AD, Sánchez EE, Rao J, Zervos M, Dashti F, Rinaldi GM 1998. Microbiology 37(1): 195-198). Asimismo, estudios en campo con este micoinsecticida se han realizado con resultados eficaces (Gan H, Leger JR 2002. Microbiology 68: 6383-6387) y con amplio espectro sobre diferentes insectos que se comportan como plaga sobre cultivos de interés comercial (Calderón-Alanís E 2000. Desarrollo de un sistema de transformación eficiente para *Metarhizium anisopliae*. Tesis de Maestría I.I.B.E. Fac. Química. Univ. de Guanajuato).

El salivazo o mosca pinta (*Aeneolamia spp*) es la plaga más perjudicial en caña de azúcar y con mayor infestación en los litorales del Golfo de México y del Océano Pacífico (Flores CS 1994. Plagas de la Caña de Azúcar en México). Esta plaga provoca reducciones significativas de hasta el 60 % en los rendimientos, lo que ha obligado al productor a realizar un promedio de tres o cuatro aplicaciones de plaguicidas (Flores CS 1994. Plagas de la Caña de Azúcar en México). Las sustancias químicas constituyen un problema mundial que se ha agravado en proporción

geométrica especialmente a lo largo de las últimas cinco décadas, representa en la actualidad un asunto de prioritaria atención (Ramírez AA 2002. Tóxicos en alimentos. Agentes patógenos transmitidos por alimentos. Universidad de Guadalajara. Guadalajara). En la campaña 2000-2001 para el control de la mosca pinta en el "ingenio AZSUREMEX" se estimó un gasto de \$ 1 161 934, lo cual afectó la economía de más de 228 productores cañeros, con un total de 2,209.4 ha. El uso de organismos benéficos como los hongos entomopatógenos es una alternativa real para la regulación de plagas en caña de azúcar, por lo que en la presente investigación se evaluó la efectividad de *Metarhizium anisopliae* para el control de la mosca pinta (*Aeneolamia* spp) en caña de azúcar (*Saccharum* spp) en campo para disminuir el número de aplicaciones de insecticidas y así reducir la contaminación ambiental y la exposición involuntaria de la sociedad a los plaguicidas. Estos resultados representan la primera etapa de un proyecto de investigación integral enfocado a obtener azúcar orgánica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área experimental

El presente trabajo de investigación se realizó durante el periodo Junio-Diciembre 2002, en las zonas de abasto del ingenio AZSUREMEX, el cual se ubica en el kilómetro dos de la carretera Tenosique - La Palma (17°25' N - 91° 24' 0) a 60 msnm. La cepa de *Metarhizium anisopliae* fue obtenida del rancho los Pinos en el kilómetro siete de la carretera Xalapa-Coatepec vía las Trancas, Veracruz, México, y donada por el Gobierno del estado de Tabasco. Esta cepa se obtuvo de un producto ya formulado con una edad de un mes aproximadamente.

### Evaluación de *Metarhizium anisopliae*

La efectividad de *M. anisopliae* se evaluó mediante muestreos sistematizados de mosca pinta en estado adulto y ninfa. El lugar elegido para llevar a cabo el experimento fue el ejido Ignacio Zaragoza del municipio de Tenosique en Tabasco, debido a que en esta zona se han registrado con frecuencia las mayores infestaciones de mosca pinta (Bautista GA 2004. Manual de muestreos de mosca pinta en caña de azúcar en la región de los Ríos del estado de Tabasco. Ingenio AZSUREMEX y Universidad Tecnológica del Usumacinta). La variedad de caña Mex 68-P23El de aproximadamente tres meses de edad en resoca fue material vegetativo utilizado para evaluar la eficiencia del entomopatógeno en la regulación de la mosca pinta. El total del área experimental fue de 3 696 m<sup>2</sup>. Cada una de las unidades fue de 12 surcos de ancho y 15 m de longitud y 3 m entre cada unidad experimental, esto con la finalidad de

evitar el efecto de orilla. Para la medición de datos, solamente se consideró la parcela útil (Reyes CP 1992. Diseño de Experimentos Aplicados. Editorial Trillas) delimitada en 10 surcos por 13 m de longitud de cada unidad experimental. Dentro de cada parcela útil se efectuó un muestreo de cinco de oros en cepas de caña de azúcar seleccionadas, para que en ellas se realizaran los monitoreos de ninfa y mosca pinta en estado adulto a los cinco, 10 y 15 días después de cada aplicación, lo que sumó un total de 80 cepas muestreadas en el área experimental. Cuatro aplicaciones del bioinsecticida (*M. anisopliae*) se realizaron con un intervalo de 15 días.

La efectividad en campo se evaluó en tres dosis de conidias *M. anisopliae*: 0.5X10<sup>11</sup>, 1X10<sup>12</sup> y 1.5X10<sup>13</sup> conidias ha<sup>-1</sup>. La efectividad consistió en contar el número de moscas vivas antes y después de cada aplicación en las cepas previamente seleccionadas en campo. El diseño de bloques completos al azar se desarrolló con tres tratamientos: 0.5X10<sup>11</sup>, 1X10<sup>12</sup> y 1.5X10<sup>13</sup> conidias ha<sup>-1</sup> y un testigo sin aplicación, con cuatro repeticiones, que dió un total de 16 unidades experimentales. Los datos fueron analizados en el programa estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivarez Saénz, 2002. Programa Estadístico. Universidad Autónoma de Nuevo León) mediante un análisis de varianza.

Las dosis de *M. anisopliae* fueron aplicadas en la tercera parte de la planta (en la área foliar) y realizadas cada 15 días, durante 60 días. Estas aplicaciones se realizaron de las 6.30 a 8:30 h con la finalidad de que los rayos solares no afectaran al hongo (Alatorre R.R. 2002. Hongos Entomopatógenos. XIII Curso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Hermosillo, Sonora). Para disolver, dispersar y adherir las esporas en las plantas de caña se agregó 200 l de agua potable por ha<sup>-1</sup> mas 100 ml de ADE con bomba de aspersión con una boquilla de 0.2 mm. Después de cada una de las aplicaciones se hicieron monitoreos cada cinco días de 6 a 8 h debido a que a esa hora las moscas se ubican en la parte media de la planta. El monitoreo consistió en determinar el número de moscas vivas y ninfas en las cinco cepas previamente seleccionadas por unidad experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La infestación de mosca pinta en caña de azúcar antes de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* fue mayor que en la primera y cuarta aplicación. Sin embargo, durante la segunda y tercera aplicación el número de moscas vivas se mantuvo de una a dos moscas vivas por cepa. El mayor número de moscas vivas se observó en el cuarto tratamiento o testigo. La diferencias en el número de moscas vivas obtenidas entre los diferentes tratamientos y aplicaciones resultaron similares (ANDEVA; p>0.05). La efectividad, en

la última aplicación, fue del 80.8, 96.4 y 98.7 % para el primero, segundo y tercer tratamiento (Figura 1). Estos resultados coinciden con el 80 % de efectividad en la regulación de la mosca pinta con el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Utrera LD, García LF, Chávez MR. datos no publicados). El mayor porcentaje de efectividad (98.7 %) en este estudio se debió a que la aplicación fue antes de que la población de moscas sea mayor a cinco especímenes por cepa. Además, los productores cañeros aceptaron al 100% el uso de *Metarhizium anisopliae*, por lo cual en los próximos ciclos se espera que el número de aplicaciones de insecticidas disminuya y así producir a mediano plazo un azúcar libre de residuos de plaguicidas.

Durante la segunda y tercera aplicación el número de mosca pinta viva se mantuvo de uno a dos insectos por cepa (Figura 1). Esto se relacionó al intervalo de 15 días entre cada aplicación, ya que hubo tiempo para que las ninfas de la mosca pinta eclosionaran. Este resultado coincidió con otros registros que han indicado que las poblaciones de insectos fluctúan debido a su respuesta a una diversidad de estímulos (Espinosa CPI 1998. Síntomas de infección en insectos y huellas de entomofagia. Evaluación de agentes de control biológico. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico y Sociedad Mexicana de Control Biológico. Tecomán), ya que *Metarhizium anisopliae* afectó

más el estado adulto de la mosca pinta que en el estado ninfal.

La sobrevivencia y persistencia de las especies benéficas introducidas se ha considerado como un indicador de la reducción de la población de una determinada plaga y por lo tanto hay algún control del insecto huésped (Espinosa CPI 1998. Síntomas de infección en insectos y huellas de entomofagia. Evaluación de agentes de control biológico. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico y Sociedad Mexicana de Control Biológico. Tecomán). Además, en la cuarta aplicación de *Metarhizium anisopliae* en campo disminuyó la infestación de la plaga (Figura 1); por lo que se espera reducir a corto o mediano plazo el uso de insecticidas para el control de mosca pinta o salivazo en caña de azúcar y así producir azúcar libre de residuos de plaguicidas. Los resultados de este estudio sustentan el inicio de la práctica del control biológico en la región de Tenosique, en el sureste de México, en la base a que en la actualidad dicho control ha contribuido en la inocuidad de alimentos y a que la contaminación química constituye un problema mundial que se ha agravado en proporción geométrica especialmente a lo largo de las últimas cinco décadas (Ramírez AA 2002. Tóxicos en alimentos. Agentes patógenos transmitidos por alimentos. Universidad de Guadalajara. Guadalajara), representando un asunto de atención prioritaria y un problema fundamental de la toxicología alimentaria la cual estima el riesgo que representan las sustancias químicas a los consumidores. A diferencia de otros países, en México se carece de un organismo oficial, con carácter interdisciplinario que aborde integralmente la calidad e inocuidad en alimentos (Ramírez AA 2002. Tóxicos en alimentos. Agentes patógenos transmitidos por alimentos. Universidad de Guadalajara. Guadalajara).

El uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* presentó una efectividad mayor al 96% en campo para el control de la mosca pinta en caña de azúcar, resulta una alternativa potencial para los productores cañeros de la región, ya que no contamina el ambiente y contribuye a la inocuidad química de los alimentos.

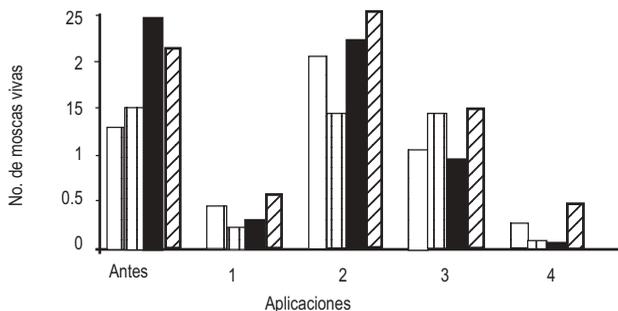


Figura 1. Efectividad de tres dosis de conidias de *Metarhizium anisopliae* para el control de la mosca pinta (*Aeneolamia spp*) en caña de azúcar (*Saccharum spp*) en cuatro aplicaciones en campo T1= □ 0.5X10<sup>11</sup> T2= ▒ 1X10<sup>12</sup>; T3= ■ 1.5X10<sup>12</sup>; T4= ▨ sin aplicación o testigo).  
 Figure 1. Effectiveness of three doses of conidias of *Metarhizium anisopliae* to the control of the cane fly (*Aeneolamia spp*) in sugar cane (*Saccharum spp*) in four treatments in field T1= □ 0.5X10<sup>11</sup> T2= ▒ 1X10<sup>12</sup>; T3= ■ 1.5X10<sup>12</sup>; T4= ▨ (without application or control).