

EFFECTO DEL HONGO ENTOMOPATÓGENO *Metarhizium anisopliae* EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE MOSCA PINTA *Aeneolamia postica* (Walker) Sorokin EN TRES VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL INGENIO PUJILTIC, CHIAPAS.

López-Espinosa David Jossue⁽¹⁾, Flores-Ricardez Alejandro Gregorio ⁽²⁾,
Mónica Nayeli-Angel Islas⁽³⁾

RESUMEN

En el Estado de Chiapas existen 29,520 hectáreas de superficie industrializable de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), con gran importancia económica, sin embargo, el manejo agronómico inadecuado ha generado plagas que afectan el rendimiento del cultivo, una de las plagas de mayor importancia es la mosca pinta (*Aeneolamia postica*), ocasionando pérdidas de hasta un 60% de la producción. Una alternativa que se ha empleado en algunas regiones cañeras del país es el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* como controlador biológico, ya que es de fácil producción masiva sobre sustratos simples. Con el objetivo de evaluar el efecto del *M. anisopliae* sobre poblaciones de *Aeneolamia postica*, se realizó la presente investigación en el campo experimental del Ingenio de Pujilic, Chiapas, en el ciclo de lluvia (Junio-Octubre) del 2012, evaluando tres variedades de caña de azúcar MEX 57-473, CP 72-2085 y MEX 69-290, muestreando 1 ha en 6 predios. Los resultados mostrados son las medias con un error de 0.05. Para registrar el efecto del entomopatógeno sobre la plaga se realizaron monitoreos: antes de la aplicación del producto biológico, a los 8 y 16 días posteriores a la aplicación. Se observó una correlación entre la altura de las parcelas y el efecto del entomopatógeno sobre las poblaciones de la plaga siendo mayor el control de larvas y adultos cuando las parcelas se encontraban a la altura de 600 msnm y menor a 800 msnm.

Palabras claves: *Aeneolamia postica*, entomopatógeno, *Metarhizium anisopliae*.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es actualmente cultivada por más de 100 países en más de 20 millones de hectáreas en el mundo, en donde se producen 1,300 millones de toneladas de caña (D'Hont et al., 2008). El cultivo representa actualmente una de las actividades de mayor importancia económica en México. En el año 2004, ocupó cerca de 665,086 hectáreas, con una producción de 45, 456,250 toneladas (INEGI, 2010). El rendimiento de la caña de azúcar se ve afectado seriamente por varios factores que influyen en el desarrollo del cultivo, tal es el caso del empleo de variedades inadecuadas, mal manejo del cultivo y labores inoportunas (IMPA, 1975). La información acerca de los insectos plaga que atacan la caña de azúcar es abundante, ya que este es un cultivo de amplia distribución en las zonas tropicales y subtropicales (Posada, 1989). El cultivo es afectado por varias especies de insectos plaga, entre las que destacan el "salivazo" o "mosca pinta" *Aeneolamia postica* (Walker) (Pemberton y Williams, 1969). Esta especie se encuentra distribuida prácticamente en todas las regiones cañeras de México, incidiendo mayormente en los litorales del Golfo de México y del Océano Pacífico, donde provoca reducciones de hasta el 60% del rendimiento (Flores, 1994).

Carrillo (1994) menciona que la mosca pinta pasa por tres estados de vida que son: huevecillos; de forma alargada, color amarillo cremoso (Sánchez, 2005; Garza y Sánchez, 2007), cerca de la eclosión son rojizos y con un 80 a 90% de humedad, el número de huevos por hembra es variable y puede ser de 30 a 300 (Sánchez, 2005), ninfa; la cual pasa por cinco instares ninfales, generando una muda en cada una de ellas, recién emergidas tienen una longitud promedio de 1 mm, color amarillo a crema con un punto

anaranjado a cada lado del abdomen y ojos rudimentarios de color rojo, las estructuras alares y reproductivas aparecen progresivamente (Sotelo y Cardona, 2011) y adulto; hábitos aéreos, son de frente convexa y sobresaliente con dos pequeños ocelos en medio de los ojos compuestos que son más protuberantes, antenas cortas y cetáceas con dos segmentos basales cortos y el resto filiforme, pronoto grande, hexagonal o trapezoidal, de colores variados y pueden vivir entre 15 a 25 días.

Las ninfas se alimentan en las raíces superficiales y en los tallos en la base de la planta, por lo que cuando se presentan infestaciones altas causan estrés hídrico, retrasando el crecimiento de la planta y por lo tanto, la producción de biomasa (Rodríguez, 1979). Durante su alimentación chupan la savia de la epidermis foliar hasta alcanzar el tejido parenquimatoso, más rico en cloroplastos. Para facilitar el flujo de líquidos o para mejorar su digestión, inyectan algunas enzimas (amilasas u oxidasas) y aminoácidos que destruyen los cloroplastos, causando la obstrucción de los elementos vasculares del floema y una necrosis gradual (Sáenz *et. al.* 1999, Thompson y León, 2005). El daño causado en las hojas por los adultos se muestra como la típica intoxicación sistemática llamada quema de las hojas. La "quema de las hojas" reduce el proceso fotosintético, interfiere en el proceso de maduración, acorta los entrenudos y aumenta el contenido de fibra. La caña joven en el proceso de crecimiento se "quema" notable y rápidamente, lo que ocasiona un estado de debilidad general en la plantación (Sáenz *et. al.* 1999). Al succionar la savia inoculan enzimas aminolíticas y oxidantes provocando una fitotoxemia en la planta (Byers y Wells, 1966)

Para el control de esta plaga se puede emplear un método químico, sin embargo el impacto ambiental de la utilización de sustancias es alto, según Sánchez (2005), este control se debe realizar mediante el uso de insecticidas selectivos y específicos que no dañen la fauna benéfica. La utilización de *M. anisopliae* ha sido efectiva en la reducción de poblaciones de Cercopidos, de pastos y

caña de azúcar en Brasil. Para el control de insectos se emplea una preparación que contiene conidios de este hongo en las prácticas agrícolas (Moore Landecker 1996).

En general, los hongos entomopatógenos desarrollan las siguientes fases sobre su hospedante: germinación, formación de apresorios, formación de estructuras de penetración, colonización y reproducción. Los conidios son transmitidos por contacto directo. El conidio germina por medio de tubos germinales que penetran directamente el integumento, utilizando presión mecánica y enzimática; la primera rompe las áreas esclerosadas y membranosas de la cutícula; la segunda actúa por medio de proteasas, quitinasas y esterases, las cuales causan descomposición del tejido en la zona de penetración, lo que facilita el ingreso del hongo (Boucias y Pendland, 1988). La germinación ocurre aproximadamente a las 12 horas post-inoculación y la formación de apresorios se presenta de 12 a 18 horas post-inoculación (Vicentini y Magalhaes, 1996). Después se forman pequeñas colonias y estructuras del hongo, lo que corresponde a la fase final de la enfermedad del insecto, ocurre entre 4 o 5 días después de la inoculación (Hajek y Leger, 1994).

Otra forma mediante la cual el hongo puede causar la muerte del insecto es mediante la producción de toxinas. Los hongos entomopatógenos tienen la capacidad de sintetizar toxinas que son utilizadas en el ciclo de la relación patógeno-hospedante. Entre estas toxinas se han encontrado dextruxinas, dimetildextruxina y protodextruxina, las cuales son sustancias de baja toxicidad pero de mucha actividad tóxica sobre insectos, ácaros y nematodos (Sandino, 2003).

M. anisopliae ataca naturalmente más de 300 especies de insectos de diversas órdenes. Entre las plagas afectadas por este hongo se encuentra el salivazo de la caña de azúcar (*A. varia*), y chinches plagas de diversos cultivos. Los insectos muertos por este hongo son cubiertos completamente por micelio, el cual inicialmente es de color blanco pero se

torna verde cuando el hongo esporula (Sandino, 2003).

JUSTIFICACIÓN

El cultivo de caña de azúcar en las diferentes zonas del país tiene un gran impacto económico, al ser afectado por *Aeneolamia postica* (mosca pinta) causa serios daños económicos. La amplia diversidad de hospederos, su ciclo de vida prolongado y sus hábitats edáficos, convierten a estos insectos en uno de los principales problemas fitosanitarios. En el Estado de Chiapas existen 29,520 ha de superficie industrializable de caña de azúcar, sin embargo se han reportado pérdidas de hasta un 60% de la producción ocasionado por esta plaga (INEGI, 2010). Una alternativa para evitar pérdidas en la producción es la aplicación de insecticidas químicos, sin embargo estos pueden tener una eficiencia mediana o nula dependiendo del método, época y condiciones de aplicación, asimismo el uso de insecticidas sintéticos tienen como consecuencia la contaminación del suelo y agua, reducción de la fauna benéfica asociada a la rizosfera, además de provocar diversos daños en la salud de los agricultores (Cruz Cota, 2010). Con el fin de reducir el impacto ambiental derivado de la aplicación estos insecticidas químicos, surge la necesidad de investigar alternativas ecológicamente viables y efectivas para el control de plagas, una opción promisorio es el control biológico mediante el uso de los hongos entomopatógenos, ya que estos agentes tienen la capacidad de atacar a todos los estados de vida de esta plaga. Considerando que el suelo es el hábitat natural de la plaga y es además el reservorio natural más importante de los hongos entomopatógenos *M. anisopliae* podría evaluarse su potencial como agente de control natural. Diversos autores han comprobado la patogenicidad de este entomopatógeno por lo que en algunas regiones cañeras del país hacen uso de este hongo como controlador biológico. *M. anisopliae* es de fácil producción masiva sobre sustratos simples, por lo que su precio en comparación con los insecticidas químicos

es mucho más bajo, además de que es una alternativa amigable con el medio ambiente (Cruz Cota, 2010).

METODOLOGÍA

El estudio se efectuó en el área de influencia del ingenio Pujiltilic, que se localiza en la Latitud N a 16° 17' y Longitud W 92° 25' en San Francisco Pujiltilic, Chiapas, comprendiendo los municipios de Venustiano Carranza, Las Rosas, Socoltenango y Tzimol, durante el ciclo de lluvias que va de los meses Junio a Octubre de 2012 (INEGI, 2010). Se evaluaron tres variedades de caña de azúcar: MEX 57-473, CP 72-2085 y MEX 69-290, comúnmente empleadas por los productores en la región cañera de Pujiltilic. De cada variedad, se tomaron 6 predios, empleando una superficie de 1 ha en cada uno de ellos. Se definieron al azar 5 puntos de muestreo delimitados por 1 metro lineal bajo el diseño de cinco de oros, tomando en cuenta la presencia de la plaga en dichos puntos. Las unidades experimentales empleadas tenían una variación en la edad de las plantas de 3, 4 y 5 meses, a las cuales se le aplicó una concentración de esporas de 1.2×10^{12} conidios ha^{-1} del hongo *M. anisopliae*, la cepa del entomopatógeno empleado fue colectada de la misma región cañera del ingenio Pujiltilic, siendo aislada del adulto de mosca pinta. Las aplicaciones se hicieron muy temprano por la mañana con mochila motorizada. Para determinar el efecto del entomopatógeno sobre las poblaciones de *A. postica*, se realizó la comparación de medias de dos variables independientes mediante la prueba de *t* Student utilizando el programa SPSS. Las variables evaluadas fueron el número de adultos antes y después de la aplicación del hongo (NAAA y NADA), y el número de ninfas antes y después de la aplicación (NNAA y NNDA). Así también, se realizó el análisis de correlación de Pearson para determinar si existía una relación entre el efecto del hongo entomopatógeno sobre las poblaciones de mosca pinta y alturas, tomando como estudio estratos de 600, 700, 750 y 800 msnm según la ubicación de los predios. Para cuantificar el efecto del hongo

sobre la plaga, se realizaron dos muestreos después de la aplicación del entomopatógeno. El primer muestreo, 8 días posteriores a la aplicación y el segundo, 8 días después del primero. Los resultados corresponden la media de los dos muestreos realizados. El procedimiento para conocer el número de adultos y ninfas de mosca pinta fue mediante el conteo directo.

RESULTADOS

De la prueba de t aplicada para estimar el efecto del hongo entomopatógeno sobre mosca pinta en las tres variedades evaluadas, se obtuvieron los siguientes resultados: Para la variedad MEX 57-473, se obtuvo un valor de t_c de 6.6806, con la variedad CP 72-2085, la t_c fue de 2.70740, y con la MEX 69-290, la t_c de 2.7194, mientras que el valor de $t_{\infty 0.05}$ fue de 2.4469, lo cual nos indica que existe diferencia significativa al comparar las medias del NAAA con NADA en las tres variedades evaluadas, por lo que, una vez aplicada la concentración de 1.2×10^{12} conidias gr^{-1} de *M. anisopliae*, la población en adultos disminuyó de manera significativa, lo que a su vez redujo el daño al cultivo en las tres variedades de caña de azúcar (Cuadro 1).

CUADRO 1.- Prueba de t de dos muestras independientes en la comparación del número promedio de adultos antes y después de la aplicación del hongo entomopatógeno *M. anisopliae* en la dinámica poblacional de mosca pinta *Aeneolamia postica*.

VARIABLES	VARIEDAD		
	MEX 57-473	CP 72-2085	MEX 69-290
NAAA	5.8833 a	1.4500 a	1.4333 a
NADA	1.3383 b	0.3667 b	0.3000 b

Las variables que son seguidas por la misma letra no representan diferencia significativa entre sí con un error de 0.05.

De la misma manera, en el estado ninfal, los valores de t obtenidos para las tres variedades fueron los siguientes: Con variedad MEX 75-473, el valor de t_c fue de 4.88117; con la SP 70-1284 fue de 2.44932 y con MEX 69-290 de 4.5699, mientras que el valor de $t_{\infty 0.05}$ fue de 2.4469; es decir que, en el estado ninfal, el hongo entomopatógeno provocó una disminución en la población, evitando con ello una sobrepoblación en la segunda generación de adultos en este ciclo de producción (Cuadro 2).

CUADRO 2.- Prueba de t de dos muestras independientes en la comparación del número de ninfas antes y después de la aplicación del hongo entomopatógeno *M. anisopliae* en la dinámica poblacional de mosca pinta *A. postica*.

VARIABLES	VARIEDAD		
	MEX 57-473	CP 72-2085	MEX 69-290
NNAA	4.3667 a	1.0833 a	2.6000 a
NNDA	0.1567 b	0.2100 b	0.1400 b

Las variables que son seguidas por la misma letra no representan diferencia significativa entre sí con un error del 0.05.

Al comparar las diferentes alturas y el número de ninfas y adultos después de las aplicaciones del hongo (NNDA y NADA) mediante el coeficiente de correlación de Pearson, se encontró una correlación de $r = -0.944$ para el número de adultos, la cual nos indica que las poblaciones de mosca pinta fueron más altas a menor altura de las parcelas (msnm), y el efecto del hongo al reducir las poblaciones fue significativo, a un nivel de 0.056; el efecto del hongo sobre las ninfas fue mayor, al grado que en los predios del Sachak y Santa Ana, no se encontraron ninfas después de la aplicación del hongo, con una $r = -0.968$ y un nivel de significancia de 0.032 (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Correlación de Pearson entre las alturas de las parcelas y el número de ninfas y adultos después de la aplicación de *M. anisopliae*.

Altura (msnm)	Parcela	NAAA	NADA	NNAA	NNDA
600	CASCAJAL	7.6	2.33	0.1	0.04
700	BRASILAR	2	0.6	0.5	0.02
750	SACHAK	1.8	0.3	4	0
800	SANTA ANA	2	0.2	1.6	0
Correlación de Pearson		0.878	-0.944	0.607	-0.968
Nivel de significancia		0.122	0.056	0.393	0.032

CONCLUSIONES

En las tres variedades evaluadas, MEX 57-473, CP 72-2085 y MEX 69-290, las variables NNAA y NAAA, presentaron una reducción significativa en sus poblaciones de acuerdo al estadístico *t* de Student, cuando se cuantificó el NNDA y NADA, siendo la variedad MEX 57-473 la más preferida por la plaga.

Se encontró una correlación significativa entre la altura de las parcelas y el efecto del entomopatógeno sobre las poblaciones de la plaga, siendo mayor el control de larvas y adultos cuando las parcelas se encontraban a la altura de 600 msnm, y menor a la altura de 800 msnm.

BIBLIOGRAFIA

- Boucias, D.; Pendland, J. 1988. Non specific factors involved in the attachment of entomophatogenic. Deuteromycetes to host insect cuticle. Applied and Environmental Microbiology 54(7): 1795-1805 pp
- Byers R. A; Wells, H. D. 1966. Phytotoxemia of coastal bermudagrass caused by the two-lined spittlebug, *Prosapiabincincta* (Homoptera: Cercopidae). Annals of the Entomological Society of America 59(6):1067-1071.
- Carrillo, E. 1994. Plagas insectiles de la caña de azúcar en Guatemala. In Curso cultivo de caña de azúcar (1994, GT). Guatemala, CENGICAÑA. p. 21-22.
- Cruz Cota. L., 2010. Selección de aislamientos de *Beauveria bassiana* (bals.) Vuill. Y *Metarhizium anisopliae*

Metsch. Sorokin (ascomycota: hypocreales) patogénicos a gallina ciega *Phyllophaga polyphylla* (bates) (Coleoptera: Melolonthidae) y distribución vertical de esporas en diferentes tipos de suelo. Tesis de maestría: Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 34-46 p.

- D'Hont, A., *et al* (2008). Sugarcane: A Major Source of Sweetness, Alcohol, and Bio-energy. Springer. 2008. Genomics of tropical crop plants. Springer. p. 483-513.
- Flores C. 1994. Las plagas de la caña de azúcar en México. Ed. Silverio Flores Cáceres, México, D.F., 350 p.
- Garza, U. E. y Sánchez, G. C. 2007. La mosca pinta *Aeneolamia postica* y su manejo en la Planicie Huasteca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico Núm. 16. México. 1, 2, 12 y 13 pp.
- Hajek, A.E; Leger, R.J.S. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect hosts. Annual Review of Entomology 39:293-322.
- IMPA (Instituto Para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar). 1975. Veinticinco años de investigación cañera en México. Serie de Divulgación Técnica. México. 8:85-91.
- Moore-Landecker, E. 1996. Fundamentals of the fungi. Prentice Hall, Inc. New Jersey, U.S.A. 575 p
- Pemberton C. and Willians, J. 1969. Distribution, Origins and Sprad of Sugar Cana Insect pests. En: J. R. Williams, J. R. Metcalfe, R. W. Mungomery y R. Mathes (eds). Pests of Sugar Cane. Ed. Elsevier Publishing Company. New York, p.p. 1-9.

- Posada Lázaro. 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. ICA Boletín Técnico. Cuarta Edición. n° 43. 663 p.
- Rodríguez, L. D. A., 2004. Fitoprotección de la Caña de Azúcar: Plagas. Universidad Veracruzana. Veracruz.
- Sánchez G. C., 2005. Estrategias de manejo integrado de plagas de la caña de azúcar para la Huasteca Potosina. Fundación PRODUCE de San Luis Potosí, A.C. Folletos para Productores No. 2. México. 2, 3,7 pp.
- Sáenz C., Salazar D., Rodríguez A., Alfaro D. y Oviedo R. 1999. Manejo do Brasil 25(2):309-314.
- integrado del salivazo, *Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp (Hom: Cercopidae) en las regiones cañeras de Costa Rica. Costa Rica. 155 p.
- Sandino D., V.M. 2003. Manejo integrado de la salivita de la caña de azúcar. Nicaragua. FUNICA/UNA/CATIE, 26 p.
- Sotelo G., y Cardona C. 2011. Manejo integrado del salivazo de los pastos con énfasis en resistencia varietal. México. 4, 146 p.
- Vicentini, S; Magalhaes, B.P. 1996. Infection of the grasshopper, *Rhammatocerusschistocercoides* Rehn by the entomopathogenic fungus, *Metarhizium flavoviride* Gams & Rozsypal. Anais da Sociedade Entomologica