

## BIOCONTROL OF *Aeneolamia postica* Walker AND *Prosapia simulans* Walker WITH *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor. IN *Saccharum* spp.

## BIOCONTROL DE *Aeneolamia postica* Walker Y *Prosapia simulans* Walker CON *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor. EN *Saccharum* spp.

Guzmán-Camposeco, F.<sup>1</sup>; Díaz-Vicente, V.M.<sup>1\*</sup>, Magallanes-Cedeño, R.<sup>1</sup>; Pinsón-Rincón, E. P.<sup>1</sup>; Pérez-Quintanilla, J.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agrícolas Campus IV. Carretera Costera Entroque Estación Huehuetán, Huehuetán, Chiapas, México. CP 30660.

\*Autor de correspondencia: vdiaz\_vicente@hotmail.com

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the efficiency of *A. postica* and *P. simulans* with *M. anisopliae* in *Saccharum* spp.

**Design/methodology/approach:** Three doses of *M. anisopliae* (0.5, 1.0 and 1.5 kg ha<sup>-1</sup>) and one control without application were evaluated in a randomized blocks design with five repetitions. The number of nymphs was counted, as well as the percentages of adult mortality and incidence of *M. anisopliae* and the values became arcsine. In the end the yield of the cane was determined. The means were compared by Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

**Results:** The number of nymphs in the control was increased and the applications of *M. anisopliae* did not induce a significant difference. Adult mortality increased with the highest dose of the fungus and the lowest in the control without application. The incidence of *M. anisopliae* increased when applying 1.00 kg ha<sup>-1</sup>. The fungus was not observed in the control. The highest yield of cane was registered with the application of 1.50 kg h<sup>-1</sup> of *M. anisopliae*.

**Limitations of the study/implications:** The strain must have virulence of 90% and has low accepted by the producer in the region.

**Findings/Conclusions:** The infestation of *A. postica* and *P. simulans* is reduced after the application of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. The incidence of *M. anisopliae* it does not increase over the complex *A. postica* and *P. simulans* after its application. The yield of cane was increased with the dose 1.5 kg ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Biological control of spittlebug, sugarcane, yield

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la eficiencia de *A. postica* y *P. simulans* con *M. anisopliae* en *Saccharum* spp.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se evaluaron tres dosis *M. anisopliae* (0.5, 1.0 y 1.5 kg ha<sup>-1</sup>) y un testigo sin aplicación en un diseño bloques al azar con cinco repeticiones. Se contabilizó el número de ninfas, además los porcentajes de mortalidad de adultos e incidencia de *M. anisopliae* y los valores se convirtieron en arcoseno. Al final se determinó el rendimiento de la caña. Las medias fueron comparadas por Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

**Resultados:** Se incrementó del número de ninfas en el testigo y las aplicaciones de *M. anisopliae* no indujeron diferencia significativa. La mortalidad de adultos aumentó con la dosis más alta del hongo y la menor en el testigo sin aplicación. La incidencia de *M. anisopliae* aumentó al aplicar 1.00 kg ha<sup>-1</sup>. El hongo no fue observado en el testigo. El rendimiento más alto de caña se registró con la aplicación de 1.50 kg ha<sup>-1</sup> de *M. anisopliae*.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** La cepa debe tener virulencia del 90 % y presenta aceptación por el productor en la región.

**Hallazgos/conclusiones:** La infestación de *A. postica* Walker y *P. simulans* Walker se reduce después de la aplicación del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor. La incidencia de *M. anisopliae* (Metch.) Sor. no se incrementa sobre el complejo *A. postica* Walker y *P. simulans* Walker después de su aplicación. El rendimiento de caña se incrementó con la dosis 1.5 kg ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Control biológico de salivazo, caña de azúcar, rendimiento

éxito para el control de la mosca pinta o salivazo de los pastos en Brasil, Trinidad, Australia y Guatemala (Toriello *et al.*, 2008). El objetivo del presente fue evaluar la eficiencia del control biológico del complejo mosca pinta de la caña de azúcar *Aeneolamia postica* Walker y *Prosapia simulans* Walker con diferentes dosis del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo durante los meses de septiembre 2017 a marzo 2018 en cultivo de caña azúcar en el Cantón La Lima, Huehuetán, Chiapas, temperaturas mínimas de 20.9 °C, medias de 27.5 °C y máximas de 35.9 °C, precipitaciones de 2,000 a 3,000 mm (INEGI, 2010) y humedad relativa mayor a 80 %. La cepa del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor. que se usaron en este estudio fue proporcionada por el laboratorio de la Asociación Nacional de Cañeros.

### Variables de Estudio

#### Número de ninfas del salivazo de la caña de azúcar

Para medir esta variable se realizó el conteo del número total de ninfas por cepa por repetición. Se realizaron muestreos cada diez días, en la zafra (15 de enero), y evaluó el número de ninfas persistentes en el área de estudio.

#### Porcentaje de infección de *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor.

Para medir esta variable se realizaron conteos del número total de adultos con presencia de *M. anisopliae*, el porcentaje se calculó de la siguiente manera:

## INTRODUCCIÓN

En México, los estados que representaron la mayor producción de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) durante la zafra 2016/2017 fueron Veracruz (40.51%), Jalisco (11.73%), San Luis Potosí (10.74%). Chiapas aportó el 5.30% de la producción, obtenida de los Ingenios ubicados en los Municipios de Huixtla (Ingenio Huixtla; 14,649 ha) y Venustiano Carranza (Ingenio Pujiltic, 17,036 ha) (CNPR, 2017). El Municipio de Huehuetán, Chiapas, donde está ubicada el área de estudio (1,871 ha) (SIAP, 2017), aportó el 5.91% a nivel estatal y 12.77% a nivel Ingenio (Huixtla) de la caña producida (CNPR, 2017). *Aeneolamia* spp. y *Prosapia* spp. están ampliamente distribuidos como plaga en cultivos como la caña de azúcar y pastos de forraje (Peck *et al.*, 2001). Las ninfas dañan las raíces y reduce del 10 al 30% el rendimiento (Garza y Sánchez, 2007) y los adultos dañan las hojas, alterando la fotosíntesis y disminuye la producción de sacarosa hasta 60% (Bautista y González, 2005). Algunos estudios que han evaluado el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* incluyen la virulencia con base a su tiempo letal medio (TL<sub>50</sub>), mortalidad y termo tolerancia en laboratorio (Toriello *et al.*, 2008), así como su eficiencia en campo (García *et al.*, 2009), y se ha utilizado con

$$\% \text{ de infección} = \frac{\text{número de adultos infectados}}{\text{número total de adultos}} \times 100$$

### Rendimiento en Campo y Análisis Económico de la Caña de Azúcar

Para la obtención del rendimiento en campo, se pesaron los tallos en cada cepa y se extrapoló a toneladas por hectárea. Para la obtención del análisis económico se determinaron los siguientes valores. Costo por tonelada, costos de los materiales utilizados, su aplicación y costo del control.

Se utilizó un diseño en bloques al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. La descripción de los tratamientos se observa en el Cuadro 1. Cada tratamiento, así como sus repeticiones fueron delimitados por 3×3 m de ancho y largo para evitar el efecto de borde o de orilla. El tamaño de cada unidad de muestreo fue de 7.5 m de largo (cinco surcos) por 4.8 m de ancho y la parcela útil consistió de seis cepas, de esta forma el área por unidad de muestreo fue de 14.4 m<sup>2</sup> y el área total del experimento de 288 m<sup>2</sup>.

### Análisis de Datos

Los datos del número de ninfas del complejo mosca pinta de la caña de azúcar fueron transformados a  $\sqrt{X-1}$ , el porcentaje de infección del hongo fue transformado a  $\arcsin \sqrt{\text{porcentaje}}$  y se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA,  $\alpha=0.05$ ), para comparar las medias se utilizó la prueba de Tukey con probabilidad de error de 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Número de ninfas del salivazo de la caña de azúcar

Antes de la aplicación del hongo *M. anisopliae* (Metch.) Sor. se observó que las medias del número de ninfas de la mosca pinta o salivazo de la caña de azúcar fue de 49.40 (tratamiento C), 53.0 (tratamiento B), 57.0 (tratamiento A) y 60.80 (testigo sin aplicación), no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 2).

A los diez días después de la aplicación DDA de *M. anisopliae*, se observó que los tratamientos con diferentes dosis de *M. anisopliae* fueron estadísticamente

**Cuadro 1.** Dosis del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor.

| Clave | Descripción (conidios g <sup>-1</sup> ) | Descripción (conidios ha <sup>-1</sup> ) | Dosis (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|-------|-----------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| A     | 1.55×10 <sup>12</sup>                   | 1.55×10 <sup>15</sup>                    | 0.5                          |
| B     | Testigo relativo 3.10×10 <sup>12</sup>  | 3.10×10 <sup>15</sup>                    | 1.0                          |
| C     | 4.65×10 <sup>12</sup> conidios          | 4.65×10 <sup>15</sup>                    | 1.5                          |
| D     | Testigo absoluto                        | 0.0                                      | 0.0                          |

**Cuadro 2.** Medias por tratamiento del número de ninfas del salivazo en *Saccharum* spp., antes de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor.

| Tratamientos (kg ha <sup>-1</sup> ) | Medias |               |
|-------------------------------------|--------|---------------|
|                                     | Campo  | Transformados |
| A 0.50                              | 57.00  | 7.39          |
| B 1.00                              | 53.00  | 7.15          |
| C 1.50                              | 49.40  | 6.92          |
| D Testigo                           | 60.80  | 7.68          |

iguales pero diferentes al testigo sin aplicación que obtuvo el mayor número de ninfas (37.80), sin embargo, a los 20 DDA de *M. anisopliae*, el tratamiento B obtuvo la menor media (18.0) comparado al resto de los tratamientos que fueron estadísticamente iguales al testigo sin aplicación (Cuadro 3).

La no existencia de diferencia estadística de los tratamientos a los 30 y 40 DDA (Cuadro 3), pudo deberse a que el salivazo de la caña haya retrasado su emergencia de estado de ninfa debido a algún cambio ambiental, así mismo, Guimarães et al. (2014) encontraron que aislados de *M. anisopliae* demostraron ser eficientes en el control del barrenador del tallo *Diatraea flavipennella* por contribuir a la elongación al período larval y de no favorecer a los insectos de llegar al estado de pupa.

Esta elongación puede ser un mecanismo de defensa que le permite al insecto escapar a la condición adversa

**Cuadro 3.** Número de ninfas del salivazo de *Saccharum* spp., después de 60 días de haber aplicado *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor.

| Tratamientos (kg ha <sup>-1</sup> ) | Tiempo (días) |          |       |      |         |        |
|-------------------------------------|---------------|----------|-------|------|---------|--------|
|                                     | 10            | 20       | 30    | 40   | 50      | 60     |
|                                     | Medias        |          |       |      |         |        |
| A 0.50                              | 21.60 b*      | 21.80 ab | 14.80 | 6.80 | 6.40 ab | 6.20 b |
| B 1.00                              | 23.40 b       | 18.00 b  | 17.20 | 6.20 | 6.00 bc | 5.80 c |
| C 1.50                              | 27.20 b       | 24.80 ab | 23.80 | 5.80 | 5.60 c  | 5.00 d |
| D Testigo                           | 37.80 a       | 28.40 a  | 19.00 | 7.20 | 6.80 a  | 6.50 a |

\* Medias de tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según prueba de Tukey a un  $\alpha=0.05$  de probabilidad.

para completar su ciclo (Guimarães *et al.*, 2014). A este mecanismo se le puede conocer como huevos diapáusicos, y es un estado donde las actividades embrionales son controladas por factores neurohormonales y condicionadas a la percepción de señales ambientales (Tauber *et al.*, 1986 citado por Dinardo *et al.*, 2016).

A los 50 y 60 DDA, se observa la separación estadística de los tratamientos, obteniendo el menor número de ninfas el tratamiento C con 5.60 y 5.00, respectivamente (Cuadro 3). Estos resultados se le pueden atribuir a la disminución del número de ninfas en campo por *M. anisopliae* (Tiago *et al.*, 2011), a la alta distribución agregada del salivazo (Kassab *et al.*, 2014) y la formación de huevos diapáusicos (Tauber *et al.*, 1986 citado por Dinardo *et al.*, 2016).

Los muestreos realizados después de la zafra 2017/2018, demostraron la persistencia de las ninfas de la mosca pinta en el área de estudio; sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos con aplicación, pero diferentes al testigo sin aplicación (Cuadro 4). Este resultado puede deberse a que la temperatura afecta la persistencia del conidio y la mortalidad de los insectos subterráneos expuestos al hongo (Rath 2002 citado por Lanza *et al.*, 2009).

**Porcentaje de Incidencia de *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor.**

A los 10, 20 y 30 DDA, los tratamientos con la aplicación del hongo no fueron estadísticamente diferentes

**Cuadro 4.** Comparación de medias del número de ninfas del salivazo de la caña de azúcar a los 10 y 20 días después de la zafra 2017/2018 en el área de estudio.

| Tratamientos (kg ha <sup>-1</sup> ) | Tiempo (días) |         |
|-------------------------------------|---------------|---------|
|                                     | 10            | 20      |
| D Testigo Sin Aplicación            | 5.40 a*       | 5.80 a  |
| A 0.50                              | 3.60 b        | 4.00 ab |
| B 1.00                              | 3.40 c        | 4.20 ab |
| C 1.50                              | 3.20 d        | 3.40 b  |

\* Medias de tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según prueba de Tukey a un  $\alpha=0.05$  de probabilidad.

entre sí, pero diferentes al testigo. Una forma de que la infección por hongos entomopatógenos a individuos sanos pueda incrementarse en el cultivo es con el inóculo de cadáveres (Bruck 2005 citado por Kassab *et al.*, 2014). En esta investigación se encontró que la incidencia del hongo se presenta en las tres dosis utilizadas, destacando a los 10 y 20 DDA el tratamiento A (42.97 y 49.24) y a los 30 DDA el tratamiento B (34.12); sin embargo, no existe diferencia estadística entre tratamientos con *M. anisopliae* (Cuadro 5).

La incidencia de *M. anisopliae* a los 40 DDA de los tratamientos, fluctúa entre 12.32% para el tratamiento C y 32.92% del tratamiento B, no se observó presencia del hongo en el testigo sin aplicación, estadísticamente los tratamientos con *M. anisopliae* son similares entre sí pero el tratamiento C también es

similar al testigo sin aplicación (Cuadro 5). En un estudio en cultivo de col (*Brassica napus*) García *et al.* (2010) encontraron bajas mortalidades con la concentración de 1.2x10<sup>6</sup> conidios ha<sup>-1</sup> de *M. anisopliae*, indicando baja virulencia contra larvas del gusano de la col. En esta investigación, se

puede observar una disminución del número de ninfas, así como la incidencia del hongo en adultos de *A. postica* y *P. simulans*, indicando que el organismo utilizado cumple con uno de los objetivos del control biológico, que es asegurar que el organismo que se requiera introducir pueda completar su ciclo de vida en el cultivo y que pueda reproducirse (Tiago *et al.*, 2014).

La eficacia del control biológico del salivazo en la caña de azúcar depende de la precipitación, humedad relativa y temperatura que incrementan la habilidad de persistencia en el campo de la cepa *M. anisopliae*, disminuyendo así la probabilidad de reaparición de la plaga, contrario a las áreas con aplicación de insecticidas químicos, donde las altas precipitaciones incrementan la población de ninfas de *M. fimbriolata* (Kassab *et al.*, 2014).

**Cuadro 5.** Porcentaje de incidencia del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor. en la mosca pinta en *Saccharum* spp., durante los seis muestreos después de la aplicación en Huehuetán, Chiapas, México.

| Tratamiento (kg ha <sup>-1</sup> ) | Tiempo (días) |          |         |          |         |         |
|------------------------------------|---------------|----------|---------|----------|---------|---------|
|                                    | 10            | 20       | 30      | 40       | 50      | 60      |
| A 0.50                             | 42.97 a       | 49.24 a* | 32.57 a | 28.40 a  | 27.30 b | 26.42 b |
| B 1.00                             | 39.15 a       | 43.33 a  | 34.12 a | 32.92 a  | 31.92 a | 30.40 a |
| C 1.50                             | 39.10 a       | 42.33 a  | 30.70 a | 12.32 ab | 12.10 c | 12.00 c |
| D Testigo                          | 0.00 b        | 0.00 b   | 0.00 b  | 0.00 b   | 0.00 d  | 0.00 d  |

\* Medias de tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según prueba de Tukey a un  $\alpha=0.05$  de probabilidad.

La sobrevivencia y esporulación de los conidios, se ven afectados por el potencial hídrico del suelo, en suelos con potenciales 0 a  $-2.0$  KPa la sobrevivencia se reduce más rápido que en suelos con potenciales de  $-10$  a  $-16$  KPa (Li y Holdom, 1993 citado por Lanza et al., 2009), se ha observado que en suelos arcillosos tiene un efecto significativo en la sobrevivencia de los conidios de 30 d, en suelos areno arcillosos el tiempo de vida es de 60 d (Lanza et al., 2009). En esta investigación, el potencial hídrico del suelo fue de  $-1.69$  KPa y de textura franco arenosa, y el hongo registró disminución del número de ninfas; sin embargo, se observó disminución de la incidencia en los adultos del salivazo o mosca pinta durante a los 50 y 60 d de evaluación.

El uso de hongos entomopatógenos para el control del salivazo de la caña de azúcar, genera también el control de otras plagas, como, por ejemplo, *Diatraea saccharalis* además de que no tiene efecto contra algunos enemigos naturales (Mendonça y Mendonça 2005 citado por Matabanchoy et al., 2012). Neupane (2005) citado por Torres et al. (2014) evaluó cepas de *M. anisopliae* ( $1 \times 10^7$  conidios  $\text{ml}^{-1}$ ) sobre *Galleria mellonella* en colmenas de *Apis mellifera* infectadas, no encontrando efecto significativo sobre las abejas. Además, no se ha demostrado que los insectos plagas generen resistencia hacia el hongo, contrario a los plaguicidas químicos, lo que lo hace una alternativa viable (Jiménez et al., 2009).

### Rendimiento en campo y análisis económico

Al finalizar los muestreos después de la aplicación de *M. anisopliae* se determinó el rendimiento de los tratamientos, determinando la varianza, y no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Otro factor diferente a los insectos plaga que afecta a la productividad es la edad, plantas en estados más avanzados pueden tener una mayor productividad de azúcar recuperable total (Kassab et al., 2014).

Kassab et al. (2014) estudiaron el efecto de combinaciones de *M. anisopliae* con dos insecticidas, entre las variables que determinaron se encontró la ganancia neta por hectárea, y los tratamientos que obtuvieron mayor ganancia con respecto al testigo sin aplicación, fueron *M. anisopliae*  $3 \times 10^{12}$  conidios  $\text{ha}^{-1}$  US\$ 170.73 (14.64 t  $\text{ha}^{-1}$ ) y la combinación de *M. anisopliae*  $3 \times 10^{12}$  conidios  $\text{ha}^{-1}$  más 65 g de tiametoxam US\$ 193.99 (17.35 t  $\text{ha}^{-1}$ ). En esta investigación, se observó numéricamente que el tratamiento C 1.5 kg  $\text{ha}^{-1}$  ( $4.65 \times 10^{15}$  conidios  $\text{ha}^{-1}$ ) obtuvo un incremento en el rendimiento de 8.88 t  $\text{ha}^{-1}$  (MX\$ 5,616.0), para el tratamiento B 1 kg  $\text{ha}^{-1}$  ( $3.10 \times 10^{15}$  conidios  $\text{ha}^{-1}$ ) fue de 2.78 t  $\text{ha}^{-1}$  (MX\$ 1,546.0) y el tratamiento A 0.5 kg  $\text{ha}^{-1}$  ( $1.55 \times 10^{15}$  conidios  $\text{ha}^{-1}$ ) incrementó 1.40 t  $\text{ha}^{-1}$  (MX\$ 780) con respecto al testigo sin aplicación (Cuadro 6).

### CONCLUSIONES

La infestación del salivazo o ninfas de la mosca pinta de la caña de azúcar *Aeneolamia postica* Walker y *Prosapia simulans* Walker se reduce después de la aplicación del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor. La incidencia del hongo *Metarhizium anisopliae* no se incrementa sobre el complejo *Aeneolamia postica* Walker y *Prosapia simulans* Walker después de su aplicación. El mayor rendimiento de la caña de azúcar fue de 109.41 t  $\text{ha}^{-1}$  para el tratamiento de mayor dosis equivalente a 1.5 kg  $\text{ha}^{-1}$ . *M. anisopliae* representa una alternativa viable para el control del salivazo de la caña de azúcar a partir de dosis de 0.5 kg  $\text{ha}^{-1}$  con incrementos del rendimiento de 1.40 a 8.88 t  $\text{ha}^{-1}$ .

### LITERATURA CITADA

- Bautista G.A., González C. N. 2005. Tres dosis de *Metarhizium anisopliae* sobre la mosca pinta (*Aeneolamia* spp.) en caña de azúcar en la región de Los Ríos, Estado de Tabasco. Universidad y Ciencia. 21(47): 37-40.
- CNPR. Unión Nacional de Cañeros A.C 2017. Boletín Técnico InfoZafra 2016/2017. México D.F. Unión Nacional de Cañeros A.C.-CNPR 15(35). pp 1-7.

**Cuadro 6.** Rendimiento, costo por tonelada, ingreso bruto, costo de mantenimiento, y costo del control de *Aeneolamia postica* Walker y *Prosapia simulans* Walker con *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor. y ganancia neta por hectárea de *Saccharum* spp.

| Tratamientos (kg $\text{ha}^{-1}$ ) | Rendimiento (t $\text{ha}^{-1}$ ) | Costo tonelada* (MX\$) | Ingreso Bruto (MX\$) | Costo de mantenimiento por hectárea (MX\$) | Costo del control (MX\$) | Ganancia Neta por hectárea (MX\$) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------|--------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| A 0.5                               | 101.93                            | 700.0                  | 71,351.0             | 5,880.0                                    | 200.0                    | 65,271.0                          |
| B 1.0                               | 103.31                            | 700.0                  | 72,317.0             | 5,880.0                                    | 400.0                    | 66,037.0                          |
| C 1.5                               | 109.41                            | 700.0                  | 76,587.0             | 5,880.0                                    | 600.0                    | 70,107.0                          |
| D Testigo                           | 100.53                            | 700.0                  | 70,371.0             | 5,880.0                                    | 0.0                      | 64,491.0                          |

\*Precio basado en el mes de enero 2018.

- Dinarido-Miranda L.L., Vilela-Fracasso J., Perecin D., De Oliveira M. C., Peixoto-Lopes D.O., Sabongi-Izeppi T., Dos Anjos I.A. 2016. Resistance mechanisms of sugarcane cultivars to spittlebug *Mahanarva fimbriolata*. *Scientia Agricola* 73(2): 115-124.
- García-Gutiérrez C., Rosas-García N.M., Norzagaray-Campos M., Chaírez-Hernández I. 2010. Efficacy of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to control *Pieris rapae* on cabbage in the field. *Southwestern Entomologist* 35(1): 75-83.
- Garza U.E., Sánchez G. 2007. La mosca pinta *Aeneolamia postica* y su manejo en la Planicie Huasteca. Campo Experimental Sur de Tamaulipas. Sitio Experimental Ébano. INIFAP-CIRNE. San Luis Potosí, México. Folleto Técnico Número 16. 24 p.
- Guimarães J., Marques E.J., Wanderley-Teixeira V., de Albuquerque A.C., Dos Passos E. M., Silva C.C.M., Teixeira A.A.C. 2014. Sublethal effect of concentrations of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok on the larval stage and immunologic characteristics for *Diatraea flavipennella* (Box) (Lepidoptera: Crambidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86(4): 1973-1984.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Huehuetán, Chiapas En: Compendio de información geográfica municipal 2010, México. 9 p.
- Jiménez-Martínez E., Sandino-Díaz V., Valle-Gómez N. 2009. Métodos de control de plaga. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 141 p.
- Kassab-Oliveira S., De Souza-Loureiro E., Rossini C., Fagundes-Pereira F., Hidalgo-Barbosa R., Peressa-Costa D., Cola-Zanuncio J.. 2014. Combinations of *Metarhizium anisopliae* with chemical insecticides and their effectiveness in *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) control on sugarcane. *Florida Entomologist* 97(1): 146-154.
- Lanza L.M., Monteiro A. C. Malheiros-Braga, E. 2009. Sensibilidade de *Metarhizium anisopliae* à temperatura e umidade em três tipos de solos. *Ciência Rural* 39(1): 6-12.
- Matabanchoy-Solarte J.A., Bustillo-P. A.E., Castro-Valderrama U., Mesa-Cobo N.C. Moreno-Gil C. A. 2012. Eficacia de *Metarhizium anisopliae* para controlar *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae), en caña de azúcar. *Revista Colombiana de Entomología* 38(2): 177-181.
- Peck D., Castro U., López F., Morales A., Rodríguez J. 2001. First records of the sugar cane and forage grass pest, *Prosapia simulans* (Homoptera: Cercopidae), from South America. *Florida Entomologist* 84(3): 402-409.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2017. Cierre de la producción agrícola por estado. Consultado el 17 de noviembre de 2017, de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>.
- Tiago-Vieira P., de Lima-Souza H.M., Borsato-Moysés J., Tinti de Oliveira N., de Luna Alves-Lima E.A. 2011. Differential pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and the control of the sugarcane root spittlebug *Mahanarva fimbriolata*. *Brazilian Archives of biology and Technology* 54(3) 435-440.
- Tiago-Vieira P., Tinti de Oliveira N., de Luna Alves-Lima E.A. 2014. Biological insect control using *Metarhizium anisopliae*: morphological, molecular, and ecological aspects. *Ciência Rural* 44(4): 645-651.
- Toriello C., Montoya-Sansón E., Zavala-Ramírez M., Navarro-Barranco H., Basilio-Hernández D., Hernández-Velázquez V., Mier T. 2008. Virulencia y termotolerancia de cultivos monospóricos de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* de la mosca pinta (Hemiptera: Cercopidae). *Revista Mexicana de Micología* 28: 57-66.
- Torres-de la Cruz M., Cortez-Madriral H., Ortiz-García C.F., Cappello-García S., Pérez- de la Cruz M. 2014. Cepas monospóricas de *Metarhizium anisopliae* y su patogenicidad sobre *Galleria mellonella* en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 5(2): 171-180.