

# ENTOMOLOGÍA LATINOAMERICANA

Coordinadores  
Óscar Morales Galván  
Carlos Patricio Illescas Riquelme  
Ma. Teresa Santillán Galicia  
Samuel Pineda Guillermo

ISBN: 978-607-12-0691-6



9 786071 206916



# **ENTOMOLOGÍA LATINOAMERICANA**

*Entomología Latinoamericana*

D.R. ©Universidad Autónoma Chapingo

Carretera México - Texcoco, km 38.5

Texcoco, Edo. de México, C.P. 56230

Tel: 595 9521500, Ext. 5142

publicaciones@chapingo.mx

Primera edición, septiembre 2025

ISBN: 978-607-12-0691-6

## **Editores:**

Dr. Óscar Morales Galván

Dr. Carlos Patricio Illescas Riquelme

Dra. Ma. Teresa Santillán Galicia

Dr. Samuel Pineda Guillermo

Ing. Alondra Astudillo Gregorio

Los capítulos que conforman esta obra fueron sometidos a un proceso de revisión por pares bajo la modalidad de doble ciego, garantizando así la calidad académica y científica de los contenidos presentados.

Estilo de cita recomendada:

Peña-Peña, A. J., Blanco-Rodríguez, E., Lozano-Contreras, G., Ramírez-Jaramillo, G., & Cano-González, A. de J. (2025). Diversidad de chicharritas (Hemiptera: Cicadellidae) asociadas al cultivo de *Stevia rebaudiana* en el estado de Yucatán. En Ó. Morales Galván, C. P. Illescas Riquelme, M. T. Santillán Galicia, & S. Pineda Guillermo [Eds.], *Entomología Latinoamericana* (pp. 9–17). Universidad Autónoma Chapingo. ISBN 978-607-12-0691-6.

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta obra, en cualquier medio físico o digital, siempre y cuando se cite de manera adecuada la fuente original. Las opiniones expresadas en los capítulos son responsabilidad de los autores y no necesariamente de la Academia Mexicana de Entomología Aplicada.

## **PRESENTACIÓN**

La presente obra, Entomología Latinoamericana, tiene el objetivo de difundir los trabajos de investigación que se realizan con insectos, lo que brinda la oportunidad de conocer la diversidad de especies que existen en México, así como aquellos que se consideran importantes económicamente por ser plagas de diferentes cultivos.

Actualmente, se han incrementado los estudios de conservación de la entomofauna debido al papel que estos organismos desempeñan como polinizadores, descomponedores de los residuos orgánicos y como enemigos naturales de otros insectos que dañan los cultivos.

Asimismo, las tácticas de control se han modificado para minimizar el uso de los insecticidas que dañan al ambiente, a los organismos benéficos y a la salud humana y animal. Es por ello, que el uso de enemigos naturales o de sustancias naturales, como los extractos de plantas que presentan propiedades de repelencia o causan mortalidad en insectos, podría ser una alternativa más sustentable para el control de insectos plaga.

Esta obra busca presentar algunos trabajos que se han realizado en nuestro país y que contribuyen al conocimiento de la diversidad de insectos plaga y las tácticas de control que actualmente se están desarrollando.

Este libro se integra por nueve capítulos. Los cuatro primeros se relacionan con la diversidad de insectos plaga en diferentes cultivos. El quinto capítulo muestra los beneficios que se pueden obtener de algunos insectos como descomponedores de los residuos orgánicos. Los cuatro capítulos restantes están relacionados con las tácticas de control y muestreo de insectos plaga en el contexto del Manejo Integrado de Plagas.

## ÍNDICE

CAPÍTULO 1	Nitidulidae Latreille, 1802 (Coleoptera) de México.....	1
CAPÍTULO 2	Diversidad de chicharritas (Hemiptera: Cicadellidae) asociadas al cultivo de <i>Stevia rebaudiana</i> en el estado de Yucatán.....	9
CAPÍTULO 3	Complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) presentes en el suelo del jardín botánico universitario BUAP.....	18
CAPÍTULO 4	Detección de poblaciones de la mosca del zapote ( <i>Anastrepha serpentina</i> ) (Diptera: Tephritidae) en el sur de Morelos, México.....	26
CAPÍTULO 5	Análisis de la bioconversión por <i>Hermetia illucens</i> Linnaeus (Diptera: Stratiomyidae) como estrategia para el tratamiento de residuos orgánicos municipales.....	35
CAPÍTULO 6	Análisis geoespacial y temporal de la densidad poblacional de la langosta centroamericana <i>Schistocerca piceifrons</i> subsp. <i>piceifrons</i> (Walker) (Orthoptera: Acrididae) en México.....	47
CAPÍTULO 7	Efecto de diferentes hongos entomopatógenos en la mortalidad de <i>Zaprionus indianus</i> Gupta (Diptera: Drosophilidae).....	59
CAPÍTULO 8	Evaluación de pulverizados vegetales para el control del gorgojo <i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en maíz almacenado.....	65
CAPÍTULO 9	Eficiencia de trampas para la captura de <i>Rhynchophorus palmarum</i> L. (Coleoptera: Curculionidae) en palma de aceite.....	76

# CAPÍTULO 1

## Nitidulidae Latreille, 1802 (Coleoptera) de México

Hermelindo Hernández-Torres<sup>1\*</sup>

### Resumen

En este capítulo se menciona el número de especies de la familia Nitidulidae registradas hasta ahora para México. Se indican 35 especies presentes, 27 para el estado de Coahuila (Hernández *et al.*, 2018) y 8 especies reportadas para diferentes estados de la República Mexicana: *Conotelus mexicanus*: México (No menciona localidad) (Parson 1943); *Pocadius helvolus*: Coahuila, Durango, Guanajuato, Morelos, Jalisco, Oaxaca (Parson, 1943, Hernández *et al.*, 2018); *Pocadius tepicensis*: Coahuila y Nayarit (Cline 2008, Hernández *et al.*, 2018); *Pocadius basalis*: Chihuahua y Sonora (Cline 2008); *P. centrales*: San Luis Potosi (Cline 2008); *P. fulvipennis*: Baja California (Cline 2008, Blackwelder 1945); *P. luisalfredoi*: Estado de México, Guerrero, Michoacán, Hidalgo, Querétaro, Guadalajara (Cline, 2008); *P. niger*: Chihuahua, Durango, Sonora, Sinaloa (Navarrete y Cline, 2016). Además, existen algunos reportes de investigación como los de Cejudo-Espinosa *et al.*, (2005) y estudios de especies como *Aethina tumida* Murray, nitidúlido que afecta a panales de la abeja *A. mellifera* (Santana 2011).

**Palabras clave:** Cucujoidea, Polyphaga, inquilinismo

---

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, Enrique Cárdenas González 1201 Pte., Col. Jardín, C. P. 89840, Ciudad Mante, Tamaulipas, México. Correo electrónico: yemir12torres@gmail.com

## Introducción

Nitidulidae Latreille, 1802 (Coleoptera), pertenecen a la superfamilia Cucujoidea, es uno de los grupos con mayor diversidad de especies, conocidos comúnmente como escarabajos de la savia o de campo. Son escarabajos de tamaños variables de 0.3 mm a 1.5 cm, con cuerpo alargado, ovalado, aplanados o semicónicos, de color pardo brillante con manchas o marcas de color rojo, o amarillo en los élitros, algunas especies tienen pelos o setas finas y cortas esparcidas por todo el cuerpo (Habeck, 2002). Se han reportado más de 4,500 especies en el mundo, solo en Norteamérica están registradas 165 especies representadas en 30 géneros (Habeck, 2002). Pertenecen a la superfamilia Cucujoidea y al suborden Polyphaga. Los hábitos de vida de este grupo son variables algunos son depredadores, otros son frugívoros, detritívoros, necrófagos, herbívoros y muchas presentan inquilinismo (organismo que vive sobre o en otro, sin beneficio ni perjuicio del hospedador). Algunas especies de nitidúlidos tienen importancia como plagas; por ejemplo, en Estados Unidos, Arbogast *et al.*, (2007) reportaron a *Aethina tumida* Murray como plaga de abeja europea de la miel *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), así como en nidos de abejorros (Parsons, 1943; Hayashi, 1978). En México, esta especie también se ha reportado causando daños en apiarios de *A. mellifera*; en tanto que *Haptoncus luteolus* Erichson y *Lobiopa insularis* Castelnau causan daños a frutos de fresa (*Fragaria vesca*) (Deyrup y Deyrup, 2012). Algunas especies contienen en su exoesqueleto una potente toxina (Aflatoxina) producida por *Aspergillus flavus* Link (Deuteromycetes: Moniliales) (Hell *et al.*, 2000), por ejemplo, *Carpophilus lugubris* Murray y *C. freemani* Dobson son vectores importantes de *A. flavus* en maíz (Lussenhop y Wicklow, 1991).

### Especies de Nitidulidae presentes en México

En México se han reportado hasta el momento 35 especies ubicados en 14 géneros y 5 subfamilias (Cuadro 1.); veintisiete para el estado de Coahuila (Hernández *et al.*, 2018) y ocho especies reportadas para diferentes estados: *Conotelus mexicanus* (Parson 1943) no menciona localidad; Coahuila, (Hernández *et al.*, 2018); *Pocadius helvolus* registrado en Coahuila, Durango, Guanajuato, Morelos, Jalisco, Oaxaca (Cline 2008, Hernández *et al.*, 2018); *Pocadius tepicensis* hasta el momento se ha colectado en Coahuila y Nayarit

(Cline 2008, Hernández *et al.*, 2018); *Pocadius basalis* se encuentra en Chihuahua y Sonora (Cline, 2008); *P. centrales* sólo se ha registrado en San Luis Potosí (Cline, 2008); *P. fulvipennis* sólo se ha colectado en Baja California (Parson, 1943; Blackwelder, 1945), *P. luisalfredo* se ha colectado en el Estado de México, Guerrero, Michoacán, Hidalgo, Querétaro y Guadalajara (Cline, 2008). Finalmente, *P. niger* reportado para Chihuahua, Durango, Sonora y Sinaloa (Navarrete y Cline, 2016). Además, existen algunos reportes de investigación como los de Cejudo-Espinosa *et al.* (2005) y estudios de especies como *Aethina tumida* Murray, nitidúlido que afecta a panales de la abeja *A. mellifera* (Santana, 2011).

**Cuadro 1. Especies de Nitidulidae registradas en México.**

<b>Subfamilia</b>	<b>Especie</b>	
<b>Carpophilinae Erichson, 1842</b>	<i>Carpophilus davidsoni</i> Dobson, 1952 (Hernández <i>et al.</i> 2018).	
	<i>C. dimidiatus</i> Fabricius, 1992 (Hernández <i>et al.</i> 2018).	
	<i>C. gaveni</i> Dobson, 1971 (Hernández <i>et al.</i> 2018).	
	<i>C. hemipterus</i> Linnaeus, 1983 (Hernández <i>et al.</i> 2018).	
	<i>C. ligneus</i> Murray, 1864 (Hernández <i>et al.</i> 2018).	
	<i>C. lugubris</i> Murray, 1864 (Hernández <i>et al.</i> 2018).	
	<i>C. marginellus</i> Motschulsky, 1858 (Hernández <i>et al.</i> 2018).	
	<i>C. mutilatus</i> Erichson, 1843 (Hernández <i>et al.</i> 2018).	
	<i>C. terminalis</i> Murray, 1864 (Hernández <i>et al.</i> 2018).	
	<i>C. truncatus</i> Murray, 1864 (Hernández <i>et al.</i> 2018).	
	<b>Epuraeinae Kirejtshuk, 1986</b>	<i>Epuraea ambigua</i> Mannerheim, 1843 (Hernandez & Kirejtshuk 2017).
		<i>E. luteola</i> Erichson, 1843 (Hernández <i>et al.</i> 2018).
		<i>E. ocularis</i> Fairmaire, 1849 (Hernández <i>et al.</i> 2018).
		<i>E. pallescens</i> Stephens, 1835 (Hernández <i>et al.</i> 2018).
<i>Haptoncus luteolus</i> Erichson, 1843 (Hernández <i>et al.</i> 2018).		

	<i>Urophorus humeralis</i> Fabricius, 1989 (Hernández et al. 2018).
<b>Cillaeinae Kirejtshuk &amp; Audisio, 1986</b>	<i>Colopterus semitectus</i> Say, 1825 (Hernández et al. 2018). <i>Conotelus mexicanus</i> Murray, 1864 (Parson 1943; Hernández et al. 2018).
<b>Cryptarchinae Thomas, 1859.</b>	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i> Say, 1835 (Hernández et al. 2018).
<b>Nitidulinae Latreille, 1802</b>	<i>Aethina tumida</i> Murray, 1867 (Santana et al. 2010; Hernández et al. 2018). <i>Cychramus luteus</i> Fabricius, 1787 (Hernández et al. 2018). <i>C. variegatus</i> Herbst, 1792 (Hernández et al. 2018). <i>Lobiopa insularis</i> Castelnau, 1840 (Hernández et al. 2018). <i>L. undulata</i> Say, 1825 (Hernández et al. 2018; Cline and Kennee 2012). <i>Omosita colon</i> Linnaeus, 1758 (Hernández et al. 2018). <i>Omosita neartica</i> Kirejtshuk, 1987 (Hernández et al. 2018). <i>Pocadius basalis</i> Schaeffer 1911 (Cline 2008). <i>P. centralis</i> Cline 2008 (Cline 2008). <i>P. dorsalis</i> Horn, 1879 (Parson 1936; Blackwelder 1945), <i>P. fulvipennis</i> Erichson, 1891 (Parson 1943; Blackwelder 1945). <i>P. helvolus</i> Erichson, 1843 (Parson 1943; Hernández et al. 2018). <i>P. luisalfredo</i> Cline 2008 (Cline 2008). <i>P. niger</i> Parsons, 1936. (Navarrete y Cline 2016) <i>P. tepicensis</i> Cline, 2008 (Cline 2008; Hernández et al. 2018). <i>Stelidota geminata</i> Erichson, 1825 Hernández et al. 2018). <i>Lasiodactylus (Lasiodactylus) centralis</i> Cline, 2004

### Familia Nitidulidae

Nitidulidae conocidos comúnmente como escarabajos de la savia o de campo, las características a nivel de familia se reconocen por las cavidades procoxales transversas y antenas en forma de mazo de tres segmentos, son escarabajos de tamaños variables de 0.3 mm a 1.5 cm, cuyo cuerpo es alargado, ovalado, aplanados o semicónicos, de color pardo brillante con manchas o marcas de color rojo, o amarillo en los élitros, algunas especies tienen pelos o

setas finas y cortas esparcidas por todo el cuerpo, 1-11 mm (Habeck, 2002).

Figura 1.



**Figura. 1 *Carophilus davidsoni* Dobson, 1952.**

Ubicación Taxonómica de la familia Nitidulidae.

Reino Animal

Phyllum Artrópoda

Clase Hexápoda (Insecta)

Orden Coleoptera

Suborden Polyphaga

Serie Cucujiformia

Superfamilia Cucujoidea

Familia.....Nitidulidae

### Subfamilias de Nitidulidae

Latrielle (1802, 1807) basado en el género tipo *Nitidula*, definió formalmente a la familia Nitidulidae y Erichson (1843) describió a detalle los caracteres de la familia, subfamilias, géneros nuevos y numerosas especies.

La familia está dividida en nueve subfamilias: Nitidulinae (Latrielle, 1802), Carophilinae (Erichson, 1843), Meligethinae (Thomson, 1859), Cryptarchinae (Thomson, 1859), Calonecrinae (Kirejtshuk, 1982), Amphicrossinae (Kirejtshuk y Amphicrossini, 1986), Epuraeinae (Kirejtshuk y Epuraeini, 1986), Cillaeinae (Audisio y Kirejtshuk 1982) y Maynipeplinae (Kirejtshuk, 1998).

La sistemática formaliza relaciones entre los taxones de cualquier linaje, lo que puede o no incluir análisis cladísticos (Cline, 2005). La situación y monofilia de las subfamilias de Nitidulidae nunca se han definido rigurosamente y es probable que Nitidulinae sea parafilética, que Maynipeplinae sea considerada como miembro basal de Cillaeinae. Kirejtshuk (1982 y 1995) ha aportado a la sistemática de las subfamilias relacionadas, considerando 19

caracteres que incluyen la morfología de adultos, registros fósiles, información biológica y su intuición sobre la distribución de las subfamilias. El dendograma de Kirejtshuck (1982) representa seis subfamilias, una de las cuales es Kateretinae (Kateretidae) a la que ubica como la subfamilia basal y a Calonecrinae y Carpophilinae como ancestrales respecto a Meligethinae y Nitidulinae, y a Cryptarchinae como derivado politómico. Kirejtshuk (1995) en su dendograma sugirió dos grandes grupos: los linajes Carpophilinae y Nitidulinae. El linaje Carpophilinae corresponde a las subfamilias Epuraeinae, Carpophilinae, Amphicrossinae y Calonecrinae, mientras que Nitidulinae contiene a Meligethinae, Nitidulinae, Cillaeinae y Cryptarchinae. El linaje Nitidulinae, es el más basal; Cillaeinae y Cryptarchinae constituyen una agrupación más derivada y Meligethinae y Nitidulinae aparecen como un derivado politómico.

### **Distribución**

En los últimos años se ha incrementado el interés por estudiar a estos insectos, principalmente debido a la importancia económica que algunas especies presentan. Hasta el momento, varias de las especies de Nitidulidae se consideran cosmopolitas y están presentes en la mayoría de los climas cálidos del mundo. Por lo que se encuentran en todos los continentes: Norte, centro y sur América, Europa, Asia, Oceanía y África.

### **Literatura citada**

- Arbogast, R.T., B. Torto, D. Van Engelsdorp, P.E.A. Teal. 2007. An effective bait and trap combination for monitoring the small hive beetle, *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). Florida Entomologist. 90: 404–406.
- Blackwelder, R. 1945. Checklist of the coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies, and South America. Part 3. Smithsonian Institution United States National Museum Bulletin. 185: 408–418.
- Cejudo-Espinosa, E., C. Deloya. 2005. Coleoptera necrófilos del bosque de *Pinus hartwegii* del Nevado de Toluca, México. Folia Entomológica Mexicana. 44: 67- 73.
- Cline, A.R. 2005. Revision of *Pocadius* Erichson (Coleoptera: Nitidulidae). Luisiana State University. Doctoral Dissertation. 561.
- Cline, A.R. 2008. Revision of the sap beetle genus *Pocadius* Erichson, 1843 (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae). Zootaxa. 1799: 1-120.

- Cline, A.R., S.A. Kinnee. 2012. A new species of sap beetle (Coleoptera: Nitidulidae) from Baja California Sur, México, with a review of the genus *Lobiopa* Erichson. *The Pan-Pacific Entomologist*. 88: 202-211. <https://doi.org/10.3956/2012-25.1>.
- Deyrup, M., L. Deyrup. 2012. The diversity of insects visiting flowers of saw palmetto (Arecaceae). *Florida Entomologist*. 95: 711-730.
- Erichson, W.F. 1843. Versuch einer systematischen Eintheilung der Nitidularian. *Zeitschrift für Entomologie*. 4: 225-361.
- Habeck, D.H. 2002. Family: Nitidulidae. pp. 311-315. *En*: R. H. Arnett, M. C. Thomas, P. E. Skelley, and J. H. Frank [eds.], *American Beetles*, Vol. 2. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Hayashi, N. 1978. A contribution to the knowledge of the larvae of Nitidulidae occurring in Japan (Coleoptera: Cucujoidea). *Insecta Matsumurana*. 14: 1– 97.
- Hell, K., K.F. Cardwell, M. Setamou, F. Schulthess. 2000. Influence of insect infestation on aflatoxin contamination of stored maize in four agroecological regions in Benin. *African Entomology*. 8: 69-177.
- Hernández-Torres, H., O. García-Martínez, J. Romero-Nápoles, V.M. Sánchez-Valdez, L. A. Aguirre-Uribe, S R. Sánchez-Peña. 2018. Escarabajos de la savia de Coahuila, México y atrayentes efectivos para su recolecta. *Southwestern Entomologist*. 43: 151-166. <https://doi.org/10.3958/059.043.0107>
- Hernández T.H., A.G. Kirejtshuk. 2017. *Epuraea ambigua* Mannerheim, 1843 (Coleoptera: Nitidulidae) in México and its relationship with the Palaeartic *E. marseuli* Reitter, 1972. *Caucasian Entomological Bulletin*. 3: 155–158.
- Kirejtshuk, A.G. 1998. Position of the subfamily Maynipeplinae subfamily n. from equatorial Africa in the classification of sap-beetles (Coleoptera, Nitidulidae) with notes on the evolution and structural modifications. *Entomological Review*. 78: 793-807.
- Kirejtshuk, A.G. 1995. System, evolution of the way of life, and phylogeny of the order Coleoptera. I. *Entomological Review*. 74: 12-31.
- Kirejtshuk, A.G. 1982. Systematic position of the genus *Calonecrus* J. Thomson and notes on the phylogeny of the family Nitidulidae (Coleoptera). *Entomologicheskoye Obozrenie*. 59: 833-851.

- Kirejtshuk, A.G. 1986. Analysis of genitalia structure for the phylogeny reconstruction and supporting the system of the family Nitidulidae (Coleoptera). Proceedings of the All-Union Entomological Society. 68: 22-28.
- Latrielle, P.A. 1802. Historie Naturelle, Générale et particulière des Crustacés et des Insectes. Families naturelles des genres. F. Dufart, Paris.3. 387pp.
- Latrielle, P.A. 1807. Genera Crustaceorum et Insectorum secundum ordinem naturalem in familias disposita, iconibus exemplisque plurimis explicatae. Parisiis, Köng ed. 2. 289pp.
- Lussenhop, J. L., D.T. Wicklow. 1991. Nitidulid beetles as a source of *Aspergillus flavus* infective inoculum. The Mycological Society of Japan. 31: 63–74.
- Navarrete, H.J.L., A.R. Cline. 2016. First Record of *Pocadius niger* Parsons, 1936 (Coleoptera: Nitidulidae) in México. The Coleopterists Bulletin: 70, 382-383. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-70.2.382>
- Parsons, C.T. 1943. A revision of the Nearctic Nitidulidae (Coleoptera). Bulletin of the comparative Zoology. 92: 121-278.
- Santana, G.P. 2011. Estudio preliminar de la trampa Narro para el diagnóstico y manejo del pequeño escarabajo de las colmenas *Aethina tumida* (Coleóptera: Nitidulidae) y seguimiento de esta familia y plaga en Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”- Saltillo.
- Thomson, C.G. 1859. Skandinaviens Coleoptera, snoptiskt bearbetade. 1: 290pp.

## CAPÍTULO 2

# Diversidad de chicharritas (Hemiptera: Cicadellidae) asociadas al cultivo de *Stevia rebaudiana* en el estado de Yucatán

Augusto Javier Peña-Peña<sup>1\*</sup>, Edith Blanco-Rodríguez,<sup>2</sup> Mónica Guadalupe Lozano-Contreras<sup>1</sup>, Genovevo Ramírez-Jaramillo<sup>3</sup>, Alejandro de Jesús Cano-González<sup>3</sup>

### Resumen

El cultivo de *Stevia rebaudiana* genera una significativa relevancia económica debido a su formidable capacidad para producir glucósidos de esteviol. En México, la información disponible sobre los insectos asociados o que pudieran afectar al cultivo de *S. rebaudiana* es limitada y/o escasa. El objetivo de este estudio fue identificar las especies de la familia Cicadellidae presentes en un cultivo de *S. rebaudiana* variedad clonal Ch'ujuk, en el estado de Yucatán. Se realizaron colectas durante los meses de diciembre 2023 a mayo 2024. En total se registraron cerca de 90 individuos agrupados diez especies diferentes, de las cuales se destacó *Dalbulus maidis* por su importancia agronómica en maíz y *Paralaxis* sp., por su abundancia recurrente durante los muestreos. Se observó una clorosis en las hojas de *S. rebaudiana*, mismos que podría ser asociado al daño ocasionado por estos insectos de la familia Cicadellidae.

**Palabras Clave:** Cicadélidos, cultivo estevia, insectos plaga.

---

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Mocochoá, Antigua carretera Mérida-Motul km 24.5, CP. 97454, Mocochoá, Yucatán, México.

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Fitosanidad-Campus Montecillo km 36.5, Carretera México- Texcoco, C.P. 56230, Texcoco, Estado de México, México.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Sureste, Calle 6 núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, CP. 97130, Mérida, Yucatán, México.

\*Autor de correspondencia: [pena.augusto@inifap.gob.mx](mailto:pena.augusto@inifap.gob.mx)

## Introducción

En años recientes, se ha tenido un interés creciente en la búsqueda de edulcorantes alternativos que sustituyan al azúcar para el consumo humano y que gran medida no sean perjudiciales (Manzur-Jattin *et al.*, 2020). La *Stevia rebaudiana* Bertoni (Asteraceae), es de gran relevancia económica debido a su capacidad para producir glucósidos de esteviol, siendo el esteviósido (Stv) y el rebaudiósido-A (Reb-A) los más destacados por su propiedad edulcorante (Silva-Gallegos *et al.*, 2016). Esta planta es un arbusto perenne originario de Paraguay, pertenece a la familia Asteraceae que incluye 240 especies (Segura-Campos *et al.*, 2014). Hoy en día la extracción de edulcorantes a partir de las hojas de *S. rebaudiana* es un sector industrial y comercial en crecimiento a nivel mundial; se estima que al año se procesan más de 750 toneladas de hojas para el proceso de extracción de glicósidos (Segura-Campos *et al.*, 2014).

La superficie sembrada de *S. rebaudiana* en el mundo es de 30,000 ha, y tan solo en China se siembran cerca de 25,000 ha, por lo que ocupa el primer lugar en producción con una superficie sembrada del 75% seguido por Paraguay con 800 ha que representa el 8% (Ramírez-Jaramillo y Lozano-Contreras, 2018). En México, la introducción de *S. rebaudiana* se realizó por primera vez en 2010 mediante el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), con el objetivo de evaluar su adaptabilidad en el país. De acuerdo con SIAP (2024) correspondientes al año 2022, el estado de Sonora se destaca como el principal productor a nivel nacional, con 52 ha cultivadas, seguido por Nayarit con 18 ha y Campeche con 5 ha. Sin embargo, existen otros estados con un notable potencial para establecer el cultivo, como Chiapas, Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Veracruz (Ramírez-Jaramillo *et al.*, 2021). Por lo cual, se han realizado estudios para identificar las zonas con mayor potencial para establecer este cultivo, de acuerdo con el tipo de suelo y disponibilidad de recursos a través de imágenes en la región de la Huasteca Potosina (Silva-Gallegos *et al.*, 2016).

A nivel mundial, son escasos los trabajos relacionados con los insectos plagas que atacan a la estevia. En Egipto, se ha reportado la presencia de mosquitas blancas, pulgones, arañas rojas, trips, cochinillas, saltamontes, chinches y larvas defoliadoras (Bazazo *et al.*, 2012). También en EUA, han observado algunos escarabajos defoliadores, cicadélidos, larvas de lepidópteros

(Lowery, 2017). Mientras que, en Etiopía, han registrado a termitas, pulgones, escamas y chinches (Mekonnen y Manahlie, 2017). Complementando lo anterior, se ha estimado una disminución del 10% del peso de las hojas por el ataque de artrópodos, (Bazazo *et al.*, 2013). Por lo anterior, se desconoce si algunos de estos insectos podrían estar implicados en la generación de daños en las plantaciones de estevia en México, lo que resalta la necesidad de estudios adicionales para evaluar su impacto potencial.

La familia Cicadellidae está conformada por insectos fitófagos comúnmente conocidos como “chicharritas” o cicadélidos y es una de las familias más grandes del orden Hemiptera con cerca de 25,000 especies descritas, situadas en 22 subfamilias y 119 tribus distribuidas en todo el mundo (Dietrich, 2005). En México, se estima que hay alrededor de 1,400 especies (Pinedo-Escatel *et al.*, 2024). Los daños que estos insectos ocasionan a las plantas son por una inducción directa mediante la alimentación de los haces vasculares a través de su estilete (Virta *et al.*, 2021). Además, varias de sus especies son conocidas por su relevancia en la transmisión de diversos patógenos como: virus (Li *et al.*, 2022), bacterias (EPPO, 2023) y fitoplasmas (Palma-Cancino *et al.*, 2020). Con base en los argumentos anteriores el objetivo de este estudio fue identificar las especies de chicharritas asociadas al cultivo de *S. rebaudiana* variedad clonal Ch'ujuk, en el estado de Yucatán.

### **Materiales y Métodos**

El muestreo se realizó de diciembre de 2023 a mayo 2024, cada cuatro semanas, en una plantación de *S. rebaudiana* Bert. variedad clonal Ch'ujuk, establecida en el Sitio Experimental de Uxmal-INIFAP desde el 2012. Los datos de temperatura, humedad relativa y precipitación se registraron todos los días y se obtuvieron directamente de la estación meteorológica que se encuentra en el sitio experimental. Para capturar a los hemípteros se utilizó una red de golpeo con un tamaño de 37 cm en diámetro y 72 cm de profundidad, la cual se desplazó siempre desde la base hasta el ápice de las plantas muestreadas. Los insectos colectados, se almacenaron en viales de vidrio que contenían alcohol etílico al 70% para su conservación hasta su procesamiento. La identificación de los especímenes se realizó en el laboratorio de morfología de insectos del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Este material es depositado en la Colección Entomológica del Colegio de Postgraduados, Estado de México,

México (CEAM). Solo se consideraron los ejemplares machos siguiendo la terminología y los criterios taxonómicos propuestos por Omán (1949), Young (1952, 1977), Blanco-Rodríguez y Pinedo-Escatel (2022).

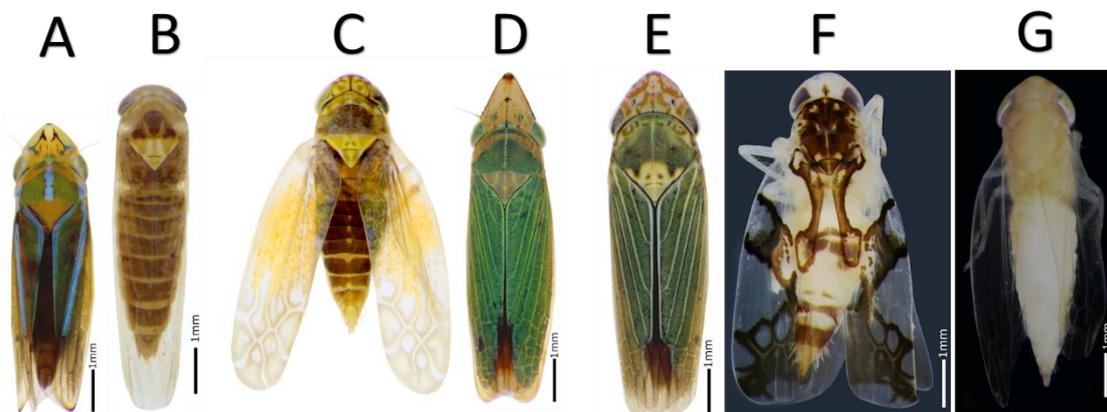
### Resultados y Discusión

Sobre las hojas de *S. rebaudiana* se observaron puntos amarillos asociados que sugieren un daño ocasionado por insectos de la familia Cicadellidae. Estos daños, podrían estar mermando indirectamente el valor comercial de las hojas, ya sea por una disminución de la capacidad fotosintética o la producción de glucósidos. Durante los muestreos se colectaron 87 individuos agrupados en diez especies diferentes de la familia Cicadellidae (*Agalliopsis* sp., *Balclutha ca. incisa*, *Dalbulus maidis*, *Draeculacephala soluta*, *Empoasca* sp., *Graphocephala versuta*, *Gypona* sp., *Parallaxis* sp., *Protalebrella brasiliensis*, *Xyphon reticulatum*), siendo *Parallaxis* sp. la que se encontró con mayor frecuencia durante los muestreos (20 individuos), al encontrarla en cuatro meses (Cuadro 1). Además, el mes de mayo fue donde se encontró mayor diversidad con siete especies (*X. reticulatum*, *G. versuta*, *D. soluta*, *D. maidis*, *Parallaxis* sp., *Gypona* sp., *Agalliopsis* sp). Blanco-Rodríguez *et al.* (2015) ya había observado que el mes de mayo como el mes de mayor diversidad de cicadélidos en los cultivos cítricos en la península de Yucatán, lo que coincide con los meses más calurosos en la zona (Ortiz *et al.*, 2006), por lo que los cicadélidos podrían estar resguardándose de las altas temperaturas registradas.

**Cuadro 1. Lista de especies de Cicadellidae colectados por mes.**

Familia	Taxon	Mes de Colecta	Núm. insectos colectados
Cicadellidae	<i>Agalliopsis</i> sp	May	3
	<i>Balclutha incisa</i>	Dic	2
	<i>Dalbulus maidis</i>	Dic/Mar/May	17
	<i>Draeculacephala soluta</i>	Feb/May	8
	<i>Empoasca</i> sp	Dic/Ene	9
	<i>Graphocephala versuta</i>	May	7
	<i>Gypona</i> sp	May	2
	<i>Paralaxis</i> sp	Dic/Ene/Mar/May	20
	<i>Protalebrella</i> sp	Dic/Ene/Mar	12
	<i>Xyphon reticulatum</i>	May	2
Membracidae	Sp. A.	Abr	5

De las especies colectadas, podemos resaltar a *D. maidis* (de amplia distribución en México) que se encontró de manera recurrente en nuestras colectas (Cuadro 1), esto se podría explicar porque en los alrededores del cultivo de estevia, existían cultivos de maíz sembrado. Este cicadélido es de gran importancia económica para el estado de Yucatán, debido a que ocasiona daños al cultivo del maíz por ser vector de diferentes patógenos (Virla *et al.*, 2021). En el cultivo de estevia aún no se ha reportado ningún patógeno en la que esta especie sea el vector.



**Figura 1. Cicadélidos colectados en estevia. A) *Graphocephala versuta*. B) *Balclutha incisa*. C) *Parallaxis* sp. D) *Draeculacephala soluta*. E) *Xyphon reticulatum*. F) *Protalebrella brasiliensis*. G) *Empoasca* sp.**

Durante los muestreos de la estevia, se encontraron cicadélidos del género *Agalliopsis* y *Gypona* durante el mes de mayo. No hay registro previo de estos géneros en Yucatán. Sin embargo, en el estado de Jalisco ya habían sido colectados en el cultivo de maíz (Pinedo-Escatel y Moya-Raygoza, 2018). Del género *Balclutha* (Figura 1B), sólo se observó y colectó durante el mes de diciembre. De este género tampoco hay registro previo en el estado de Yucatán, no obstante, ya se han reportado especies de *Balclutha* en el cultivo de *Vitis vinifera* en Coahuila (Almendra-Paxtlan *et al.*, 2021), *Capsicum annum* en los estados de Aguascalientes, Durango y Zacatecas (Velásquez-Valle *et al.*, 2018) y en *Vaccinium corymbosum* (Pérez-Mejía *et al.*, 2020) y *Zea mays* (Pinedo-Escatel y Moya-Raygoza, 2018) en el estado de Jalisco presentes durante todo el año.

Para el caso de *D. soluta* (Figura 1D) se observó y colectó en los meses de febrero y mayo, esta especie ya se había colectado individuos en la región en el cultivo de *Citrus sinensis*, donde mencionan que esta especie sólo habita en especies cítricas de manera temporal (Blanco-Rodríguez *et al.*, 2015).

En cuanto al género *Empoasca* sp., (Figura 1G) se observó y colectó durante los meses de diciembre y enero, los cuales son los meses en que el cultivo de estevia en Yucatán se encuentra en etapa de floración y se realiza actividades de poda más constantes. Este género ya se había reportado alimentándose de plantas de estevia en Egipto ocasionando daños similares a los observados en esta investigación (Bazazo *et al.*, 2012). En el estado de Yucatán, podemos resaltar a la especie *Empoasca papayae* por ser vector del virus de la meleira de la papaya (PMeV) (García-Cámara *et al.*, 2019), a pesar de esto, hasta el momento no se ha identificado que este género transmita el virus al cultivo de estevia o que cause algún daño significativo al ser observado en las hojas.

Por su parte, los géneros *G. versuta* (Figura 1A) y *Xyphon reticulatum* (Figura 2E), se colectaron en el mes de mayo, en la época de sequía cuando la planta experimenta estrés hídrico. Su presencia no afectó al cultivo, por lo que podemos suponer que su presencia fue fortuita. Al respecto de estas especies, la información es escasa, de *G. versuta* tiene una distribución amplia en todo México (Wilson *et al.*, 2009). Mientras que la especie *X. reticulatum*, ya se había colectado con una baja incidencia en plantaciones cítricas en el estado de Yucatán (Blanco-Rodríguez *et al.*, 2015).

Por último, *Parallaxis* (Figura 1C) fue el género más abundante durante este estudio, anteriormente ya se habían colectado especímenes en el sureste de México y se encuentran resguardados en la colección de insectos INHS (Illinois Natural History Survey) (Dietrich y William, 2019). Sin embargo, la información de este género es escasa como insecto plaga en otros cultivos.

Durante los muestreos mensuales, se colectó una amplia diversidad de cicadélidos (diez especies) con potencial para ser considerados plaga para el cultivo de estevia en el estado de Yucatán. Es necesario seguir monitoreando a estos insectos para observar su dinámica poblacional durante más tiempo y obtener más información sobre su biología y cómo afecta el cultivo de estevia.

**Literatura citada**

- Almendra-Paxtlan, L., O. García-Martínez, V.E. Robles-Hernández, S.R. Sánchez-Peña. 2021. Cicadomorpha in a vineyard at Parras Coahuila, Mexico, and vectors of diseases. *Southwestern Entomologist*. 46: 147–152.
- Bazazo, K.G., S.M Amira, F.A. Ibrahim. 2012. Insect pests of sugar honey leaf, *Stevia rebaudiana* Bertoni and associated natural enemies in Egypt. *Journal of Plant Protection and pathology*. 10: 1059-1066.
- Bazazo, K.G., A. Ibrahim, B. Abou El-Magd, A. Hamad, 2013. Effect of insect infestations on stevioside and some *Stevia rebaudiana* Bertoni properties. *Egyptian Journal of Plant Protection Research*. 2: 124134.
- Blanco-Rodríguez, E., J. Romero-Nápoles, J.R. Lomelí-Flores, G. Mora-Aguilera, C. Dietrich. 2015. Cicadélidos asociados a cítricos en la península de Yucatán, México. *Entomología Mexicana*. 2: 830-834.
- Blanco-Rodríguez, E., J.A. Pinedo-Escatel. 2022. Review of the New World genus *Draeculacephala* Ball (Hemiptera: Cicadellidae: Cicadellinae) from Mexico, with description of a new species. *Zootaxa*. 5174: 381–394.
- Dietrich, C.H., W.D. Pereira. 2019. Eight leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) newly recorded from Hawaii, including a new species. *Annals of the Entomological Society of America*. doi:10.1093/aesa/saz004.
- EPPO European and Mediterranean Plant Protection Organization. 2023. PM 3/81. Inspection of consignments for *Xylella fastidiosa*. <http://doi.org:10.1111/epp.12880>.
- García-Cámara, I., R. Tapia-Tussell, A. Magaña-álvarez, A.C. Velázquez, R. Martín-Mex, O. Moreno-Valenzuela, D. Pérez-Brito. 2019. *Empoasca papayae* (Hemiptera: Cicadellidae)-mediated transmission of papaya meleira virus-Mexican variant in Mexico. *Plant Disease*. 103: 2015–2023.
- Kirkaldy, G.W. 1907. Leaf-hoppers - Supplement (Hemiptera). Report of work of the Experiment Station of the Hawaiian Sugar Planters 39; Association. *Entomological series*. 3: 1–186.
- Li, L.L., Z.X. Ye, J.P. Chen, C.X. Zhang, H.J. Huang, J.M. Li. 2022. Characterization of two novel insect-specific viruses discovered in the green leafhopper, *Cicadella viridis*. *Insects*. 13: 1-378.

- Lowery, H. 2017. Insects associated with *Stevia rebaudiana* Bertoni and toxicity of compounds from *S. rebaudiana* against *Spodoptera frugiperda* larvae. Thesis, University of Tennessee, Knoxville. 74 p.
- Manzur-Jattin, F., M. Morales-Núñez, J. Ordosgoitia-Morales, R. Quiroz-Mendoza, Y. Ramos-Villegas, H. Corrales-Santander. 2020. Impacto del uso de edulcorantes no calóricos en la salud cardiometabólica. *Revista Colombiana Cardiología*. 27: 103-108.
- Dietrich, C.H. 2005. Key to the families of Cicadomorpha and subfamilies and tribes of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Florida Entomologist*. 88: 502–517.
- Omán, P.W. 1949. The Nearctic leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). A generic classification and checklist. *Memoirs of the Entomological Society of Washington*. 3: 1-253.
- Ortiz, M.F., C.L. García, A. F. Castro. 2006. Feed intake, cause and percentage of mortality in commercial poultry farms under the climatic conditions of the state of Yucatán, México. *Veterinaria México*. 37: 379-390.
- Palma-Cancino, P.J., J.A. Samaniego-Gaxiola, M. Narváez, G. Nic-Matos, Y. Chew-Madinaveitia, A. Pedroza-Sandoval, A. Gaytán-Mascorro, C. Oropeza. 2020. First report of mortality in *Phoenix canariensis* associated with 16SrIV-D phytoplasmas in Coahuila, Mexico. *African Journal of Biotechnology*. 19: 846-857.
- Pinedo-Escatel, J., E. Blanco-Rodríguez, S. Nah-Ramos. 2024. Cicadélidofauna (Hemiptera: Cicadellidae) de Yucatán: nuevos registros para México, distribución geográfica, notas y especies de importancia económica. *Dugesiana*. 31: 3-18.
- Pinedo-Escatel, J.A., G. Moya-Raygoza. 2018. Diversity of leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) associated with border grasses and maize during the wet and dry seasons in Mexico. *Environmental Entomology*. 47: 282–291.
- Ramírez-Jaramillo, G., M. Lozano-Contreras. 2018. La producción de *Stevia rebaudiana* Bertoni en México. *Agro Productividad*. 10: 84-90.
- Ramírez-Jaramillo, G., M.G. Lozano-Contreras, Y.B. Moguel-Ordoñez, W.I. Aviles-Baeza, J.H., Ramírez-Silva. 2021. A review of research results on

- Stevia rebaudiana* Bertoni in Yucatan Mexico from 2010 to 2017. Open Access Library Journal. 8: e8164.
- Segura-Campos, E., A. Barbosa-Martín, D. Matus-Basto, M. Cabrera-Amaro, M. Murguía-Olmedo, Y. Moguel-Ordoñez, D. Betancur-Ancona. 2014. Comparison of chemical and functional properties of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) varieties cultivated in Mexican southeast. American Journal of Plant Sciences. 3: 286-293.
- SIAP. 2024. Anuario estadístico-Agricultura. SAGARPA. (www.siap.gob.mx) (Consulta: noviembre, 2024).
- Silva-Gallegos, J. J., C.A. Aguirre-Salado, L. Miranda-Aragón, G. Sánchez-Díaz, J.R. Valdez-Lazalde, J.W. Pedroza-Carneiro, J.A. Flores-Cano. 2016. Locating potential zones for cultivating *Stevia rebaudiana* in Mexico: Weighted Linear Combination Approach. Sugar Tech. 19: 206–218.
- Velásquez-Valle R., L.R. Reveles-Torres, M. Fernández-Martínez. 2018. Diversity of leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) collected in chili parcels in northern-central Mexico. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 9: 1289–1293. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i6.808>.
- Virla, E.G., M.V. Coll-Araoz, E. Luft-Albarracin. 2021. Estimation of direct damage to maize seedlings by the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), under different watering regimes. Bulletin of Entomological Research. 111: 438–444.
- Wilson, M.R., J.A. Turner, S.H. McKamey. 2009. Sharpshooter leafhoppers of the world (Hemiptera: Cicadellidae subfamily Cicadellinae). Amgueddfa Cymru - National Museum Wales. <http://naturalhistory.museumwales.ac.uk/Sharpshooters>
- Young, D.A. 1952. A reclassification of Western Hemisphere Typhlocybinæ (Homoptera, Cicadellidae). University of Kansas Science bulletin. 35: 3-217.
- Young, D.A. 1977. Taxonomic study of the Cicadellinae (Homoptera: Cicadellidae). Part 2. New World Cicadellid and the genus *Cicadella*. Technical Bulletin of the North Carolina Agricultural Experiment Station. 239. 1135 p.

## CAPÍTULO 3

# Complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) presentes en el suelo del jardín botánico universitario BUAP

Jhovana Pamela Márquez-Manzano<sup>1\*</sup>, Víctor Alfonso Cuatemozo<sup>1</sup>, Agustín Aragón García<sup>1</sup>, Miguel Aragón-Sánchez<sup>1</sup>

### Resumen

Dentro de la fauna edáfica, las larvas de escarabajos cumplen con distintas funciones en el suelo, tales como la aireación, el transporte de nutrientes y la formación de galerías; sin embargo, debido a sus hábitos alimenticios pueden llegar a ser considerados plaga. Para poder hacer un manejo adecuado de la plaga es necesario identificar a los organismos presentes en el área de estudio. El objetivo del presente trabajo fue determinar las especies de gallina ciega asociadas a los suelos del Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicado dentro de Ciudad Universitaria Puebla, Puebla, México; por lo que se realizaron colectas en el suelo durante octubre a diciembre del 2023, realizando monolitos de 30x30x30. Las larvas colectadas se criaron en laboratorio para obtener a los adultos y confirmar la relación larva-adulto. De las larvas colectadas se determinaron: *Phyllophaga misteca*, *Phyllophaga vetula*, *Phyllophaga aff cribricollis*, *Cyclocephala barrerae*, *Paranomala forreri* y *Xylorictes telephus*. Se estimaron un total de 33 larvas por m<sup>2</sup>, las larvas colectadas se encuentran en tres gremios tróficos: rizófagos, facultativos y saprófagos.

**Palabras clave:** Escarabajos, jardines, larvas, plagas, suelo.

---

<sup>1</sup>Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas. Centro de Agroecología. Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. C.P. 72570 EcoCampus Valsequillo. Edificio VAL 1, Km 1.7 carretera San Baltazar Tetela, San Pedro Zacachimalpa, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: jhovs9209@gmail.com

## Introducción

El complejo gallina ciega (CGC), es un conjunto de larvas de distintas especies de melolóntidos (Aragón y Morón, 2004), presentan diferentes hábitos alimenticios y estos están relacionados con la función que cumplen dentro del ecosistema. Las gallinas ciegas de hábitos saprófagos realizan actividades que favorecen la formación y conservación del suelo, proveyéndolo de porosidad, permitiendo el drenaje y aireación; además a través de su excremento incorporan nitrógeno asimilable para las plantas y microorganismos benéficos (Romero-López *et al.*, 2010 y Tapia-Rojas *et al.*, 2013). Las larvas de hábitos rizófagos son consideradas plaga, debido a la voracidad que presentan durante el tercer estadio larval generando daños en el sistema radicular de las plantas evitando el establecimiento, desarrollo y la producción de flores y frutos (Morón, 2013), ocasionando pérdidas económicas en el sector agrícola que van desde el 20 al 70%, por otro lado, en jardines y céspedes el CGC, puede disminuir su vistosidad y generar fragmentación de la cobertura vegetal del suelo (Espinosa, *et al.*, 2005) así como, el establecimiento de nuevas plántulas.

Debido a ello, se han aplicado métodos de control con el objetivo de eliminar este daño, el más utilizado es el uso de pesticidas provocando más problemas que beneficios ya que estos productos no son selectivos, resultando en el desequilibrio de la fauna edáfica, generando problemas en la salud de quienes lo aplican y contribuyendo a la contaminación del suelo, de los mantos freáticos y desarrollando gases de efecto invernadero. Ante estos “efectos secundarios” se han propuesto diferentes estrategias que disminuyan el impacto que genera la aplicación de agroquímicos (Aragón *et al.*, 2018).

Una de las alternativas implementadas que ha generado buenos resultados es el manejo agroecológico de plagas (MAP) el cual está compuesto por prácticas holísticas que buscan devolver el equilibrio a los ecosistemas sin generar impactos negativos en el ambiente y la salud humana. El primer paso para realizar este manejo es realizar un diagnóstico en el sistema a estudiar, permitiendo determinar cuáles son los organismos, su biología y la interacción que cumplen dentro del ecosistema, analizando factores que puedan propiciar el desequilibrio en la densidad poblacional de los organismos considerados “plagas” y posteriormente creando un plan de manejo adecuado al sitio de estudio (CIMMYT, 2018).

Dentro de los espacios urbanos, existen problemas ecosistémicos importantes debido a la disminución de la cobertura vegetal que es reemplazado por concreto, esto ocasiona el aumento de la temperatura por refracción de la luz solar, incrementa las emisiones de CO<sub>2</sub> y reduce la biodiversidad del área (Arellano y Roca, 2018). Ante esta situación los jardines botánicos funcionan como reservorios de especies vegetales *in situ* y *ex situ*, generando espacios verdes dentro de las ciudades, mitigando la pérdida de la biodiversidad, promoviendo áreas de conservación de especies, disminuyendo el efecto isla calor urbano y propiciando corredores faunísticos; sin embargo, se enfrentan a retos importantes de conservación como el cambio climático, la falta de agua (Cepeda-Cornejo y Cuautle-García, 2022) y la presión de plagas, como es el caso de algunas especies de gallina ciega. Debido a ello, el objetivo de este trabajo fue determinar las especies de gallina ciega asociadas a los suelos del Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

### **Materiales y Métodos**

El Jardín Botánico Universitario BUAP se encuentra dentro de Ciudad Universitaria, ubicado en Avenida San Claudio s/n, Colonia San Manuel, 72570, Puebla, Puebla; que corresponde a las coordenadas geográficas 19°00'01" N y 98°11'54" W. En este sitio de estudio se realizaron recolectas de larvas en suelo de octubre a diciembre del 2023; donde se efectuaron monolitos en el suelo de 30x30x30 cm, las larvas encontradas se colocaron en botes de 1L, provistos de suelo del sitio de colecta y se etiquetaron. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de Sistemática y Diagnóstico de Plagas, del Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (CENAGRO, BUAP), donde se separaron con ayuda de un estereoscopio Olympus, SZ2-ILST observando caracteres morfológicos de interés propuestos por Böving (1936), una vez separados se mantuvo con vida el 70% de la muestra las cuales fueron criadas en una cámara bioclimatizada a temperatura de 25°C ± 1°C, humedad relativa del 70% ± 5% y un fotoperiodo de 18:6 L:O, las larvas fueron alimentadas con rodajas de zanahoria según lo propuesto por Aragón *et al.* (2005), por aproximadamente cuatro meses, de esta forma se estableció la relación larva-adulto y se realizó la identificación de las especies por medio de las claves dicotómicas para adultos Coleoptera: Melolonthidae propuestas por

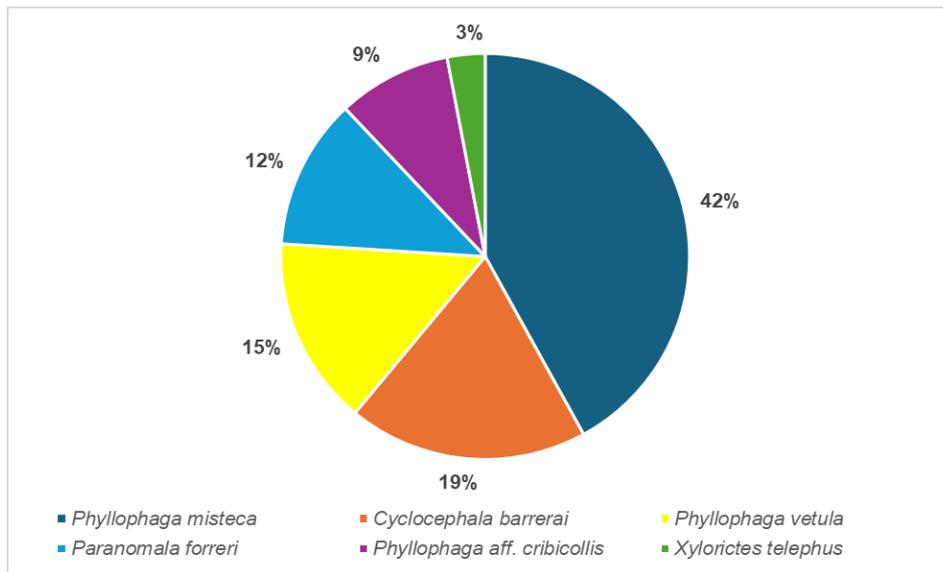
Morón *et al.*, (1997), Aragón *et al.* (2001), Aragón y Morón (2004) y Morón (2013a).

La muestra restante se fijó con el objetivo de generar material de referencia por lo que se sumergieron las larvas vivas en líquido Pampel y se mantuvieron durante cuatro días posteriormente se colocó en alcohol al 70% y se les colocó una etiqueta de identificación (Morón y Terrón, 1988), fue colocada en la colección entomológica “Miguel Ángel Morón Ríos” perteneciente al Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

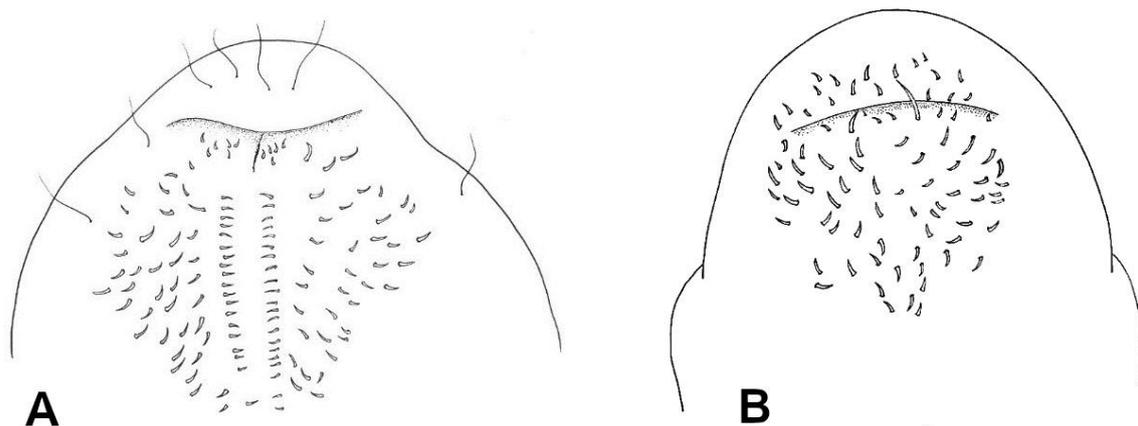
### Resultados y Discusión

En total se recolectaron 304 larvas, ubicadas en tres subfamilias: Melolonthidae, Dynastinae y Rutelinae conformadas por cuatro géneros, *Phyllophaga*, *Paranomala*, *Cyclocephala* y *Xylorictes* agrupados en seis especies: *Ph. misteca* Bates, 1888, *Ph. vetula* Horn, 1887, *Ph. aff cribricollis*, *Cyclocephala barrerai* Martínez, 1969, *Xylorictes telephus* Burmeister, 1847, *Paranomala forreri* Bates, 1888 (Figura 1).

La mayoría de las larvas identificadas se encuentran relacionadas con hábitos rizófagos y facultativos, no obstante, también se identificaron larvas con hábitos saprófagos; esto puede ser diferenciado por la forma de su hendidura anal, la cual en larvas de hábitos rizófagos es de tipo “Y” (Figura 2a), mientras que las saprófagas y facultativas es de tipo transversal (Figura 2b). La diversidad de las larvas asociadas a la vegetación del jardín botánico indica que se puede diseñar estrategias que permitan la conservación y el equilibrio de los organismos presentes en el suelo, como la implementación de materia orgánica generada por las compostas realizadas dentro del jardín, esto aumentaría la cantidad de nutrientes pudiendo disminuir el consumo de raíces en algunas especies de CGC, aunado a ello pueden contribuir al enriquecimiento del suelo a través de sus excretas y removiendo el suelo, favoreciendo el flujo de aire y agua (Morón, 2001; Morón y Aragón, 2003; Romero- López *et al.*, 2010 y Tapia-Rojas *et al.*, 2013).



**Figura 1. Abundancia de larvas de Coleoptera: Melolonthidae asociadas a la vegetación del Jardín Botánico Universitario BUAP.**



**Figura 2. Tipo de hendidura anal de las especies registradas en la vegetación del Jardín Botánico Universitario BUAP. a) Hendidura anal en “Y” de *Phyllophaga vetula*. b) Hendidura anal transversal de *Cyclocephala barrerae*.**

Se estimó un total de 33 larvas por m<sup>2</sup>, lo que difiere con lo reportado por Aragón *et al.*, 2008, donde la densidad poblacional fue de 255 larvas por m<sup>2</sup>, asociados a los pastos de la Vista Country y Club de Golf de la Ciudad de Puebla; las cuales en su mayoría pertenecían a los géneros *Phyllophaga* y *Cyclocephala*, que fueron considerados como una plaga importante del pasto debido a sus

hábitos rizófagos y facultativos. En los pastos ornamentales del municipio de Puebla, se reportó la dominancia del género *Phyllophaga*, el cual provocó la pérdida de raíz expresándose en forma de manchones del pasto (Márquez-Manzano *et al.*, 2024), a su vez, estos autores reportaron una densidad poblacional de 55 larvas por m<sup>2</sup>, lo que difiere con lo reportado en el presente trabajo, esto podría deberse a que, en los pastos del Jardín Botánico Universitario BUAP hay una mayor cobertura vegetal.

Díaz-Mederos *et al.* (2006) mencionaron que la humedad juega un papel importante en la abundancia de gallina ciega ya que, en las zonas húmedas de los Altos, Jalisco, la abundancia de larvas es mayor en comparación a las zonas secas; reportando 238 larvas en la zona húmeda y solo seis larvas en la zona semiárida, esto concuerda con lo colectado en el presente estudio, ya que el Jardín Botánico Universitario, presenta una humedad constante durante el año. De las larvas reportadas en el presente trabajo, resulta interesante la presencia de larvas saprófagas como es el caso de las presentadas por el género *Xylorictes*, debido a que en la mayoría de los estudios que abordan la determinación del complejo gallina ciega, solo se ha reportado larvas de hábitos rizófagos o facultativos (Morón, 2013).

La especie dominante reportada en este trabajo es *Ph. misteca* esta especie ha sido reportada como una especie rizófaga (Marquez- Manzano, 2023), por lo que concluimos que la abundancia de esta especie contribuye a los problemas de cobertura vegetal presentes en el Jardín Botánico Universitario BUAP, por lo que es necesario implementar estrategias que permitan la disminución de esta especie y mantener las especies de hábitos saprófagos.

#### Literatura citada

- Aragón, G.A., M.A. Morón, A.M. Tapia-Rojas, R. Rojas-García. 2001. Fauna de Coleoptera: Melolonthidae en el rancho “La Joya”, Atlixco, Puebla, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s) 83: 143-164.
- Aragón, G.A., M.A. Morón. 2004. Descripción de tres larvas de tres especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae) en el Valle de Puebla, México. Folia Entomológica Mexicana. 43: 295-306.
- Aragón, G.A., M.A. Morón, J.F. López-Olguín, L.M. Cervantes-Peredo. 2005. Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris,

- 1827 (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s), 21: 87-99.
- Aragón, G.A., H.L. Hernández, M. Deolarte-George, A.M. Tapia-Rojas, M.A. Damian-Hurtado, D. Jiménez-García, J.F López-Olguín. 2008. Especies de Coleoptera: Sracarabeoidea de la Vista Country Club & Golf de la Ciudad de Puebla. pp. 825-830. *En: E. G Estrada, A. Equihua, J. R. Padilla, A. Mendoza. [eds.] Entomología Mexicana Vol. 7. Colegio de Posgraduados. Montecillos Edo. de México.*
- Aragón, G.A., B.C. Pérez-Torres, M. Aragón-Sánchez, V.A. Cuate-Mozo, J.F. López-Olguín, Lugo-García. 2018. Estrategias agroecológicas para el control de gallinas ciegas en cultivos agrícolas. pp. 135-147. *En: M. B. Nájera y A. Aragón G. [eds.] Diversidad, Ecología y Manejo de Insectos Rizófagos. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.*
- Arellano, B., J. Roca. 2018. Áreas verdes e Isla de Calor Urbano. pp. 417-432. *En: Libro de Proceeding, C.T.V. XII Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual. "Ciudades y Territorios Inteligentes". Mendoza, Barcelona: CPSV.*
- Böving, A. 1936. Description of the larvae of *Plectis aliena* Chapin and explanation of new terms applied to the epipharynx and raster. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 38: 169–185.
- Cepeda-Cornejo, V., L.M Cuautle-García. 2022. Los jardines botánicos reservorios de diversidad biológica. *CIBIOS-BUAP*. 1: 27-35
- CIMMYT. 2018. Manejo Agroecológico de Plagas. Enlace. Edición Especial. Año IX. 43: 4-7.
- Diaz-Mederos, P., M.B. Nájera-Rincón, R. Lezáma-Gutierrez, O. Rebolledo-Dominguez, H.E. Flores-López, J.A. Martínez-Sifuentes. 2006. Especies de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) y su asociación con factores agroclimáticos y de manejo del maíz en los altos de Jalisco, México. *Fitosanidad*. 10: 209-215.
- Espinosa-Islas, A., M.A. Morón, A.H. Sánchez, H.N. Batista, N.J. Romero. 2005. Complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con céspedes en Montecillo, Texcoco, Estado de México. *Folia Entomología Mexicana*. 44: 95-107.

- Márquez-Manzano, J.P. 2023 Complejo gallina ciega asociado a pastos de jardines privados de la Ciudad de Puebla, México. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Márquez-Manzano, J.P., G.A Aragón, V.A. Cuate-Mozo, B.C. Pérez-Torres. 2024. Diversidad del complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas a pastos ornamentales de la Ciudad de Puebla, México. *Entomología Mexicana*. 11: 1-5.
- Morón, M.A., R.A. Terrón 1988. *Entomología práctica*. Publicación 22. Instituto de ecología, A.C. México, D.F. 534
- Morón, M.A., B.C. Ratcliffe, C. Deloya. 1997. Atlas de escarabajos de México Coleoptera: Lamellicornia, Vol.1 Familia Melolonthidae.
- Morón, M.A. 2001. Larvas de escarabajos del suelo en México (Coleoptera: Melolonthidae) *Acta zoológica mexicana (n.s.)*. 1: 111-130.
- Morón, M.A., G.A. Aragón. 2003. Importancia ecológica de las especies americanas de Coleoptera: Scarabeoidea. *Dugesiana*. 10: 13-29
- Morón, M. A. 2013. Introducción al conocimiento de los escarabajos de Puebla. pp. 1-27. *En*: M. A. Morón, G. A. Aragón, H. Carrillo-Ruiz- [eds.]. Fauna de escarabajos del Estado de Puebla. Coatepec, Veracruz, México. Escarabajos Mesoamericanos, A.C.
- Morón, M.A. 2013a. Clave para identificar las especies de Coleoptera: Scarabeoidea del Estado de Puebla. pp. 417-467. *En*: [eds.]. Fauna de escarabajos del Estado de Puebla. Coatepec, Veracruz, México. Escarabajos Mesoamericanos, A.C.
- Romero-López, A.A., M.A. Morón, G.A. Aragón, F.J. Villalobos. 2010. La “gallina ciega” (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae) vista como un “ingeniero del suelo”. *Southwestern Entomologist*. 35: 331-343.
- Tapia-Rojas, A.M., G.A. Aragón. J.F. López-Olguín. 2013. Importancia agropecuaria y forestal de los escarabajos en el estado de Puebla. pp. 365-388. *En*: M. A. Morón, G. A. Aragón, H. Carrillo-Ruiz [eds.]. Fauna de escarabajos del estado de Puebla. Escarabajos Mesoamericanos A.C.

## CAPÍTULO 4

# DetECCIÓN de poblaciones de la mosca del zapote (*Anastrepha serpentina*) (Diptera: Tephritidae) en el sur de Morelos, México

Liliana Arios Caro<sup>1</sup>, Adán Velázquez Martínez<sup>2</sup>, Víctor López Martínez<sup>2\*</sup>, Nidia Bélgica Pérez de la O<sup>3</sup>

### Resumen

La mosca del zapote, *Anastrepha serpentina* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae), es una especie neotropical con preferencia por frutos de las familias Sapotaceae y Rosaceae. El daño directo consiste en el hábito alimenticio de las larvas al infestar los frutos y el indirecto, por ser plaga reglamentada de México. Por lo que es fundamental, establecer la dinámica poblacional de adultos con un sistema de monitoreo basado en trampas con cebos alimenticios. Con este propósito, se colocaron trampas tipo pet cebadas con Cera Trap® en huertas productoras de zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] en Tetecala de la Reforma y Coatlán del Río, Morelos, México. El índice de moscas por trampa por día (MTD) se calculó; además de cuantificar el número total de hembras y machos de *A. serpentina* capturados. Para los factores sitio, fecha y la interacción sitio·fecha, se aplicó una prueba ANOVA y comparación de medias (Tukey,  $p = 0.05$ ). En la captura de adultos de *A. serpentina*, no se detectó efecto de sitio, fecha y de la interacción sitio·fecha. De acuerdo con el índice MTD calculado (3.5456 para Coatlán del Río y 2.9761 para Tetecala de la Reforma), existe en ambas localidades un nivel de prevalencia alto de la mosca del zapote, por lo que se considera que el área de producción de zapote mamey en Morelos reúne las condiciones ambientales y de hospederas que permiten el desarrollo de poblaciones continuas y numerosas de este tefrítido.

**Palabras clave.** Cebo alimenticio, fluctuación poblacional, nivel de prevalencia.

---

<sup>1</sup>Agricultura Sustentable y Protegida, Universidad Tecnológica del sur del Estado de Morelos, Carretera Puente de Ixtla-Mazatepec Km. 2.35, Col. 24 de febrero, 62665, Puente de Ixtla, Morelos, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad No. 1001, Chamilpa, 62210, Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>3</sup>Posgrado en Fitosanidad, Colegio de Posgraduados, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, 56264, Estado de México, México.

\*Autor para correspondencia: victor.lopez@uaem.mx

## Introducción

Las moscas de la fruta son las principales plagas que afectan la fruticultura (Aluja y Mangan, 2008). La mosca del zapote, *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) se distribuye desde el sur de Estados Unidos de América hasta Brasil, atacando frutos de diversos géneros, principalmente de Sapotaceae (Foote *et al.*, 1993). El zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] es una especie frutícola originaria de las zonas tropicales de México, que forma parte de la flora en la selva alta perennifolia (Arzudía *et al.*, 1995). En Coatlán del Río y Tetecala de la Reforma, Morelos, México, en el cultivo del zapote mamey se tiene una producción de 12 t/ha (SIAP, 2023), obtenida principalmente de material criollo, pero con calidad de comercialización (Gaona-García *et al.*, 2008).

La mosca del zapote afecta el rendimiento y calidad comercial de *P. sapota*: al ovipositar en los frutos sus larvas se alimentan de la pulpa, lo que afecta la calidad fitosanitaria del producto en mercados nacionales e internacionales (Lasa y Cruz, 2014). Para reducir esta afectación, es indispensable determinar la dinámica poblacional de la especie. En moscas de la fruta es común el uso de atrayentes y trampas como herramienta esencial para el monitoreo efectivo de plagas en cultivos frutales (Rodríguez *et al.*, 2015), de esta manera se puede detectar la presencia o ausencia de estas moscas e implementar una medida de control oportuna (Vázquez *et al.*, 2022). Sin embargo, se desconoce la abundancia poblacional a nivel de huertos de zapote mamey en las zonas productoras de Morelos, México. Este estudio ayudará a productores de esta fruta a integrar una metodología de manejo integrado sobre esta plaga. Por lo antes expuesto, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la abundancia poblacional y la prevalencia de *A. serpentina* en huertos de zapote mamey en Coatlán del Río y Tetecala de la Reforma, Morelos, México.

## Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en ocho huertas ubicadas en etapa de fructificación en Coatlán del Río (4 huertas) y Tetecala de la Reforma (4 huertas), Morelos, México (Figura 1), donde los árboles de zapote mamey son de 15 a 30 años de edad aproximadamente, con altura de 20 a 30 metros.

Las trampas utilizadas fueron hechas de botellas de pet, transparentes de 600 mL de capacidad y con cuatro orificios de 5 mm en posición equidistantes colocados a 8 cm de la tapa, y una franja cuadrada sin orificios para facilitar el mantenimiento de las trampas. Como cebo alimenticio en cada trampa se utilizaron 250 mL de Cera Trap® (Agrotecnología Alternativa, S.A. de C.V., Ciudad de México, México), proteína hidrolizada con atracción a varias especies de *Anastrepha* (Lasa y Cruz, 2014; Rodríguez *et al.*, 2015). El periodo de trampeo fue del 24 de julio al 26 de septiembre de 2024, con ocho fechas de revisión de trampas. Por cada localidad se colocaron nueve trampas, las cuales se colocaron dentro del dosel y a  $\frac{3}{4}$  partes de la altura del árbol que se seleccionaba al azar. La distancia entre trampas fue de cerca de 30 m. Cada 8 días se revisaban las trampas y las moscas de la fruta capturadas se colocaban en frascos rotulados con alcohol al 70% para su preservación temporal. Los adultos fueron determinados con características morfológicas con las claves de Hernández-Ortíz *et al.* (2010).

Se establecieron cuatro categorías (Baja, Media, Alta y Muy Alta) para clasificar el total de moscas capturadas, con base al cálculo de cuartiles de las capturas totales por trampa, con GeoDa 1.22.0.4 (Anselin *et al.*, 2006). El índice de moscas x trampa x día (MTD) se calculó de acuerdo con lo propuesto por SAGAR (1999), con la ecuación siguiente:

$$\text{MTD} = \text{M/T} \times \text{D}$$

Donde, M= número de moscas capturadas, sobre T= número de trampas inspeccionadas, por D= número de días de exposición de las trampas. El valor calculado se expresa en diezmilésimas (0.0000) y se clasificó con la escala fitosanitaria para la campaña nacional contra moscas de la fruta siguiente: Nula prevalencia (0.0000); baja prevalencia ( $\leq 0.0100$ ) y alta prevalencia ( $>0.0100$ ) (SAGAR, 1999).

Para comparar las capturas de hembras y machos entre localidades, se aplicó una prueba de t de Student para muestras independientes. Además, se aplicó una prueba ANOVA de dos vías con la función *aov*, la cual permitió analizar el efecto de los factores sitio y fecha, en el número de capturas de adultos de *A. serpentina*. Además, se evaluó la interacción entre ambos factores. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) para comparaciones múltiples entre los niveles del factor sitio, para ello se utilizó la

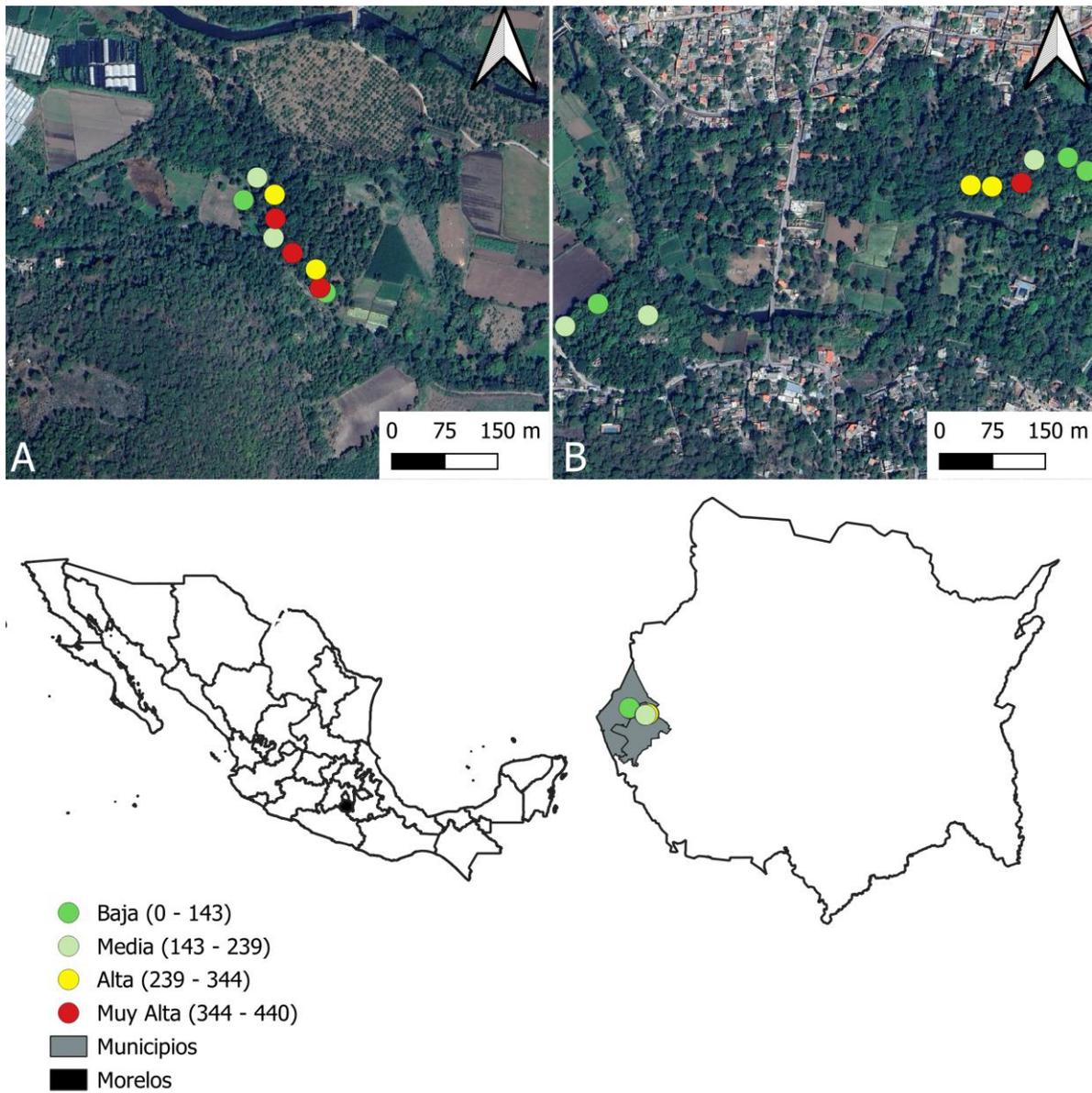
función `glht` del paquete `multcomp`. Los análisis fueron conducidos en Rstudio© 2024.04.2 Build 764 (Rstudio Team, 2024).

### Resultados y Discusión

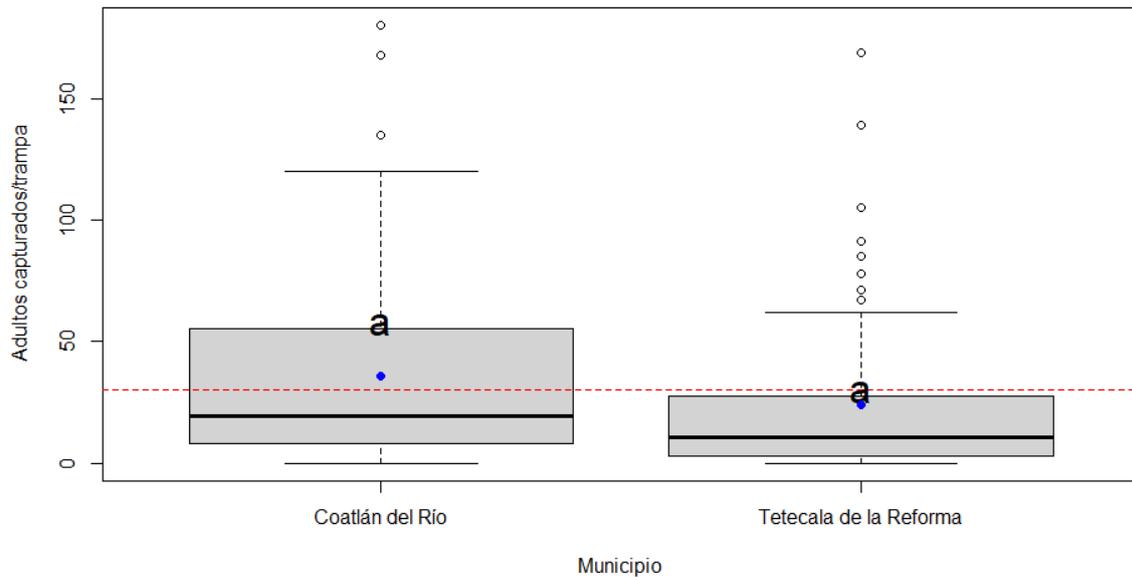
La abundancia poblacional de *A. serpentina* en los huertos de zapote mamey de Coatlán del Río, fue de 1,516 hembras y 1,059 machos (1.43: 1); mientras que, para los huertos de Tetecala de la Reforma, fue de 1,038 hembras y 649 machos (1.59: 1). No se observaron diferencias significativas de las hembras colectadas entre ambas localidades ( $t = 1.6587$ ,  $gl = 141.9$ ,  $p = 0.09939$ ), pero sí entre los machos capturados ( $t = 2.211$ ,  $gl = 124.08$ ,  $p = 0.02887$ ). De acuerdo con González-López *et al.* (2019) esta proporción sexual detectada puede evitar la interrupción de cópula por machos, al disminuir la competencia.

Las capturas totales por trampa fueron mayores en Coatlán del Río que en Tetecala de la Reforma, esto asegura tener poblaciones constantes y flujo de adultos entre plantaciones y localidades estudiadas (Figura 1). Aspecto a considerar si se planea abordar estrategias de manejo integrado de la mosca del zapote, con la finalidad de aplicar estrategias basadas en la NOM-023-FITO-1995 (SAGAR, 1999) en ambos sitios al mismo tiempo.

Los resultados mostraron que para el factor sitio, no se encontraron diferencias significativas ( $Pr(>F) = 0.0545$ ) al nivel de significancia establecido (Figura 2). Lo mismo ocurrió para el factor fecha ( $Pr(>F) = 0.1331$ ) y para la interacción sitio·fecha ( $Pr(>F) = 0.6997$ ). Lo anterior implica que no existe efecto de las condiciones ambientales o de factores antropogénicos que influyan en la abundancia temporal de la mosca del zapote, o que al ser una especie multivoltina y polífaga, es capaz de mantener poblaciones constantes al utilizar hospederos que ofertan frutos durante el todo el año (Aluja *et al.*, 2001).



**Figura 1. Captura total de adultos de *A. serpentina* por trampa, en huertas de mamey en Coatlán del Río (A) y Tetecala de la Reforma (B), Morelos, México. Cada punto indica una trampa y el color asignado, la cantidad total por trampa, de acuerdo con la clasificación Baja, Media, Alta y Muy Alta.**



**Figura 2. Captura de adultos de *A. serpentina* en dos localidades de Morelos, México (n = 77). Línea punteada indica la media de ambas localidades, y el punto azul, la media por localidad.**

De acuerdo con el índice MTD promedio calculado (Cuadro 1), existe en ambas localidades un alto nivel de prevalencia de *A. serpentina*, lo que confirma que el área de producción de zapote mamey en la región, cuenta con las condiciones ambientales (abióticas) y de hospederas (bióticas) adecuadas para la reproducción continua de esta especie de mosca de la fruta. El área de estudio se clasifica como Zona Bajo Control Fitosanitario (MTD >0.0100), donde se debe aplicar promoción y control integrado, al incrementar la divulgación, establecimiento de parcelas demostrativas, implementar densidades de trapeo y muestreo bajos, así como realizar medidas de control químico y mecánico (SAGAR, 1999). La prevalencia poblacional en el área de estudio supera enormemente lo registrado en Chiapas (promedio inferior a 0.1000) (Flores *et al.*, 2018), Campeche (máximo de 0.2000) (Tucuh-Cauich *et al.*, 2008), o Tabasco (máximo registrado 0.2375) (Martínez-Morales *et al.*, 2009) para *A. serpentina* en zapote mamey. Pero inferiores a lo reportado para Veracruz ( $23.1000 \pm 2.8000$ ) en chicozapote [*Manilkara zapota* (L.) P. Royen] (Rodríguez *et al.*, 2015).

Parece ser que las diferencias en los MTD de adultos capturados obedecen principalmente al hospedero donde se realice el estudio. Flores *et al.* (2018) registraron 19 adultos de *A. serpentina* en trampas colocadas donde hay diferentes hospederos, en tanto que, en monocultivos, fueron 265 adultos; por otro lado, Rodríguez *et al.* (2015) registraron en plantaciones de chicozapote 1,359 adultos, semejante a nuestro estudio.

**Cuadro 1. MTD máximos, mínimos y promedios para *A. serpentina* en ocho semanas en dos localidades productoras de zapote mamey en Morelos, México.**

Municipio	MTD máximo	MTD mínimo	MTD Promedio	Semanas con valores de MTD = 0
Coatlán del Rio	6.4761	0.5714	3.5456	0
Tetecala de la Reforma	8.8888	0.2222	2.9761	0

En la región de estudio se cultiva de forma comercial el zapote mamey como monocultivo o en policultivo, donde es común la presencia de especies de naranja, toronja, guayaba, chicozapote, ciruela. caimito; hospederos potenciales de *A. serpentina* (Foote *et al.*, 1993). Esta presencia de hospederos de *A. serpentina* facilita el desarrollo de las poblaciones de esta mosca del zapote a lo largo del año y en ambas localidades, lo que permite el registro alto de MTD en cada una de las trampas.

Para Nicácio *et al.* (2019), establecer un MTD de 0.5000 como nivel de acción, significa que, en campo, las poblaciones de *Anastrepha* spp. ya alcanzaron el nivel de daño económico. Por lo que podría considerarse un MTD= 0.1430 como indicativo de inicio de actividades de control, como ocurre en *A. ludens* (Loew) (Vanoye-Eligio *et al.*, 2015). De acuerdo con nuestros resultados en el área de estudio existen prevalencia alta de la mosca del zapote y que actualmente los productores locales ya registran pérdidas por lo que se recomienda realizar prácticas de manejo.

## Agradecimientos

A los productores de los municipios de Coatlán del Río y Tetecala de la Reforma, por el acceso a sus huertas. A Álvaro Gaona García (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Morelos) por facilitar el acceso al área productiva de zapote mamey del estado de Morelos.

## Literatura citada

- Anselin, L., I. Syabri, Y. Kho. 2006. GeoDa: An introduction to spatial data analysis (v. 1.0.0). GeoDa Center for Geospatial Analysis and Computation. Arizona State University. <https://geodacenter.github.io/>
- Aluja, M., R.L. Mangan. 2008. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological and regulatory considerations. *Annual Review of Entomology*. 53: 449-472.
- Aluja, M., J. Piñero, I. Jácome, F. Díaz-Fleischer, J. Sivinski. 2001. Behavior of flies in the genus *Anastrepha* (Trypetinae: Toxotrypanini). pp. 375-406. *In*: Aluja, M., A. L. Norrbom. *Fruit Flies (Tephritida) Phylogeny and Evolution of Behavior*. CRC Press.
- Arzudía, C., E. Martínez, H. Ayala. 1995. Algunas sapótaceas de Petén, Guatemala. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*. 39: 119-126.
- Flores, S., F. López, S.E. Campos, P. Montoya. 2018. Sistemas de monitoreo y control de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) basados en atrayentes proteicos. *Uso y alternativas futuras en México*. *Phytoma*. 298: 51-53.
- Foot, R.H., F.L. Blanc, A.L., Norrbom. 1993. *Handbook of the fruit flies (Diptera: Tephritidae) of America North of Mexico*. Cornell University Press. 571 p.
- Gaona-García, A., I. Alía-Tejacal, V. López-Martínez, M. Andrade-Rodríguez, M. T. Colinas-León, O. Villegas-Torres. 2008. Caracterización de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota*) en el suroeste del estado de Morelos. *Revista Chapingo serie Horticultura*. 14: 41-47.
- González-López, G.I., E. Solís-Echeverría, F. Díaz-Fleischer, D. Pérez-Staples. 2019. When less is more: sex ratios for the mass-rearing of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*. 112: 2997-3001.
- Hernández-Ortiz, V., J. Guillén-Aguilar, L. López. 2010. Taxonomía e Identificación de moscas de la fruta de importancia económica en América. Pp. 49-80. *En*: Montoya, P., J. Toledo, E. Hernández (Eds). *Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo*. S y G Editores. Coyoacán, México.
- Lasa, R., A. Cruz. 2014. Efficacy of new commercial traps and the lure Ceratrap® against *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*. 94: 1369-1377.
- Martínez-Morales, A., I. Alía-Tejacal, L.U. Hernández-Hernández, M.J. García-Ramírez, V. López-Martínez, V. 2009. Monitoreo de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en huertas de zapote mamey: efecto de la orientación de trampas Mcphail. *Folia Entomológica Mexicana*. 48: 161-164.
- Nicácio, J., I. de Oliveira, M.A. Uchoa, O. Faccenda, A.R. Abot, M.G. Ferenandez, F.R.M. García. 2019. Spatial distribution and control levels of

- Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in guava orchards. Anais da Academia Brasileira de Ciencias. 91: e20180428.
- RStudio Team. 2024. RStudio: Integrated development environment for R. Versión 2024.04.2 Build 764. RStudio. [www.rstudio.com](http://www.rstudio.com)
- Rodríguez, C., E. Tadeo, J. Rull, R. Lasa. 2015. Response of the sapote fruit fly, *Anastrepha serpentina* (Diptera: Tephritidae), to commercial lures and trap designs in sapodilla orchards. Florida Entomologist. 98: 1199-1203.
- SAGAR. 1999. Norma Oficial Mexicana NOM-023-FITO-1995, por la que se establece la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). Diario Oficial de la Federación. 11 de febrero de 1999.
- SIAP. 2023. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Disponible en <http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: 15 de octubre de 2024.
- Tucuch-Cauich, F.M., G. Chi-Que, F. Orona-Castro. 2008. Dinámica poblacional de adultos de la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) en Campeche, México. Agricultura Técnica en México. 34: 341-347.
- Vanoye-Eligio, V., R. Pérez-Castañeda, G. Gaona-García, M. Lara-Villaón, L. Barrientos. 2015. Fluctuación poblacional de *Anastrepha ludens* en la región de Santa Engracia, Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 6: 1077-1091.
- Vázquez, A., K.R. Cloonan, B.B. Rohde, M.A. Gill, L.K. Mosser, J.H. Crane, D. Carrillo, P.E. Kendra. 2022. Attraction and longevity of 2- and 3-component food cone lures for the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae), *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology. 115: 1231-1239.

## CAPÍTULO 5

# Análisis de la bioconversión por *Hermetia illucens* Linnaeus (Diptera: Stratiomyidae) como estrategia para el tratamiento de residuos orgánicos municipales

Itzel Lucero Mondragón de la Peña<sup>1\*</sup>, Martha Lucia Baena Hurtado<sup>2</sup>, María de los Ángeles Piñar-Álvarez<sup>3</sup>

### Resumen

La generación de residuos sólidos urbanos (RSU) es uno de los principales desafíos que enfrentan los gobiernos locales en México. Aproximadamente el 46.42% de RSU corresponden a la fracción orgánica, mientras que el 53.58% restante corresponde a la fracción inorgánica (susceptible de ser reciclada). Los principales procesos para el tratamiento de los residuos orgánicos son el compostaje, que conlleva largos periodos de tiempo para la degradación, y la quema de inorgánicos, que libera gases contaminantes como el CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>. De ahí que se requieran nuevas tecnologías de bioconversión, donde intervienen diferentes organismos, como la larva de la mosca soldado o *Hermetia illucens*, que metabolizan los residuos orgánicos, convirtiéndolos en productos de alto valor. Esta especie es común en numerosos países, siendo objeto de interés en la investigación científica y tecnológica, debido a sus posibilidades en la producción de proteína animal y como bio-convertidor de residuos orgánicos. No obstante, la información sobre el uso de las larvas para el tratamiento de residuos orgánicos aún es limitada. Este trabajo analiza la eficiencia de *H. illucens* en el procesamiento de la fracción orgánica de los RSU. El método usado fue el análisis bibliométrico. Como resultado se encontró que las larvas de moscas soldado tienen la capacidad de degradar desechos orgánicos, incluyendo productos cárnicos, cuenta con un amplio rango de tolerancia climática, genera abono con altos contenido de nutrientes, siendo una fuente importante de proteína y, asimismo, proporciona beneficios al combatir bacterias en el sustrato. En conclusión, esta especie es una importante alternativa para el tratamiento de los residuos orgánicos, por su adaptación a una gran variedad de alimentos y su sencillo manejo.

**Palabras claves:** compostaje, degradación de residuos, fracción orgánica, gestión de residuos, mosca soldado negra.

---

<sup>1</sup>Posgrado en Biología Integrativa, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Biológicas. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>3</sup>El Colegio de Veracruz. Xalapa, Veracruz, México.

\*Autor de correspondencia: [cinedaver@gmail.com](mailto:cinedaver@gmail.com)

## Introducción

La bioconversión es un proceso donde la materia orgánica desechada se convierte en productos con alto valor añadido (Chavan *et al.*, 2022), fomentando tanto el ahorro energético como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el vertido de residuos en el medio ambiente. En el proceso de bioconversión intervienen diferentes organismos como las lombrices, larvas de moscas y de escarabajos, que metabolizan los residuos orgánicos convirtiéndolos en productos valorizables, tales como fertilizantes, abonos, entre otros (Wang y Shelomi, 2017).

Un organismo prometedor para ser utilizado en la bioconversión es la larva de la mosca soldado negra (MSN), *Hermetia illucens* Linnaeus (Diptera: Stratiomyidae), la cual tiene la capacidad de degradar carne, fruta, verdura, heces fecales, entre otros residuos orgánicos (Diener *et al.*, 2011; Nguyen *et al.*, 2011; Zhou *et al.*, 2013). Además, esta especie genera abono con altos contenido de nutrientes necesarios para el desarrollo de cultivos (N, P, K), conocido como frass (Schmitt y Vries, 2020).

La biomasa generada por esta mosca contiene un 40-50% de proteína y un 30% de grasas, siendo una fuente importante de alimentación para diferentes mamíferos, aves y reptiles (Hu *et al.*, 2020). Esta mosca en su etapa adulta no se alimenta, por lo que no se vuelve un vector contaminante o de enfermedades. Al contrario, tiene la capacidad de liberar péptidos, siendo una especie de alto interés médico por su capacidad antibiótica (Adler 1995, Correa *et al.*, 2019, Mulieri *et al.*, 2019). Estas características, sumado a su sencillo manejo, la convierte en una alternativa importante para el tratamiento de los residuos orgánicos municipales. En este sentido el objetivo del presente trabajo es analizar el uso potencial de *H. illucens* en la bioconversión de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos.

## Materiales y Métodos

Se realizó un análisis bibliométrico a partir de la base de datos obtenida mediante las plataformas Dimensions y Google Scholar, utilizando la siguiente estrategia de búsqueda: ('*Hermetia illucens*' OR 'blacknsoldier fly') AND ('municipal solid waste' OR 'organic waste') en los campos título, resumen y palabras clave. Se aplicaron filtros para incluir documentos publicados entre

2010 y 2024 que correspondieran a artículos originales y tesis. Se eliminaron registros duplicados y se exportaron los datos para su análisis en el software VOSviewer para crear la red de palabras clave en coocurrencia. A través de Excel se realizó un cuadro donde se extrajo los sustratos utilizados, tipo de análisis y tiempo de degradación de cada estudio. Con los instrumentos se logró caracterizar los tipos de residuos de los que se alimenta la especie, el tiempo de degradación, los rangos de temperatura, el pH y la humedad.

## Resultados y Discusión

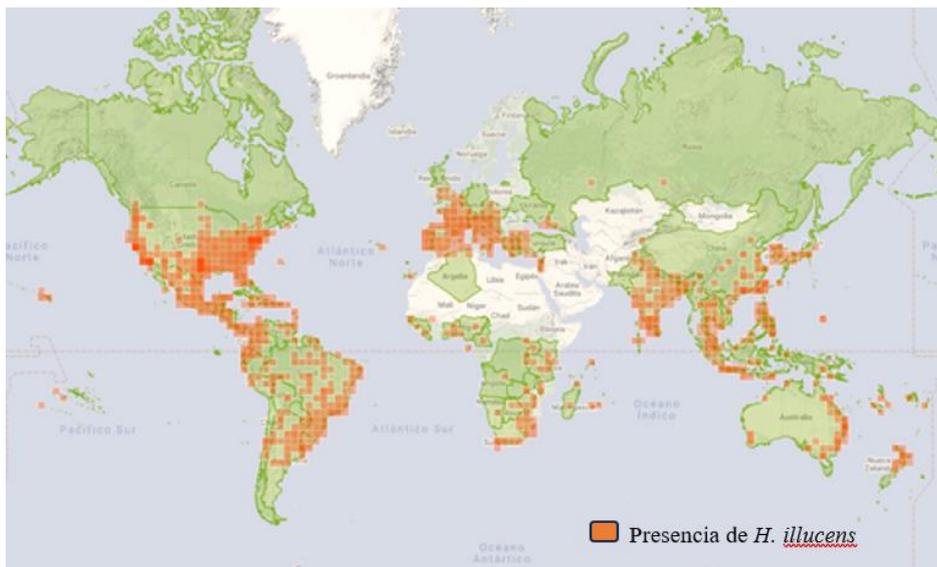
### Ciclo de vida y distribución de *H. illucens*

*H. illucens* en su etapa adulta se caracteriza por ser de color negro con reflejos metálicos que van del azul al verde en el tórax. Muy diferente a la mosca común. La hembra puede colocar entre 206 y 639 huevos. De acuerdo con Oviedo (2022), esta especie posee un ciclo de vida aproximado de 10 a 31 días, sin embargo, puede extenderse hasta cinco meses dependiendo de las condiciones climáticas y la disposición de alimento (Figura 1). La temperatura óptima de su desarrollo va de 25 a 30 °C, tolera una humedad relativa del 70 al 90% y un rango de pH de 3-10 (Pazmiño-Palomino *et al.*, 2022).



**Figura 1. Ciclo de vida de la MSN. Fuente: Oviedo (2022, 55)**

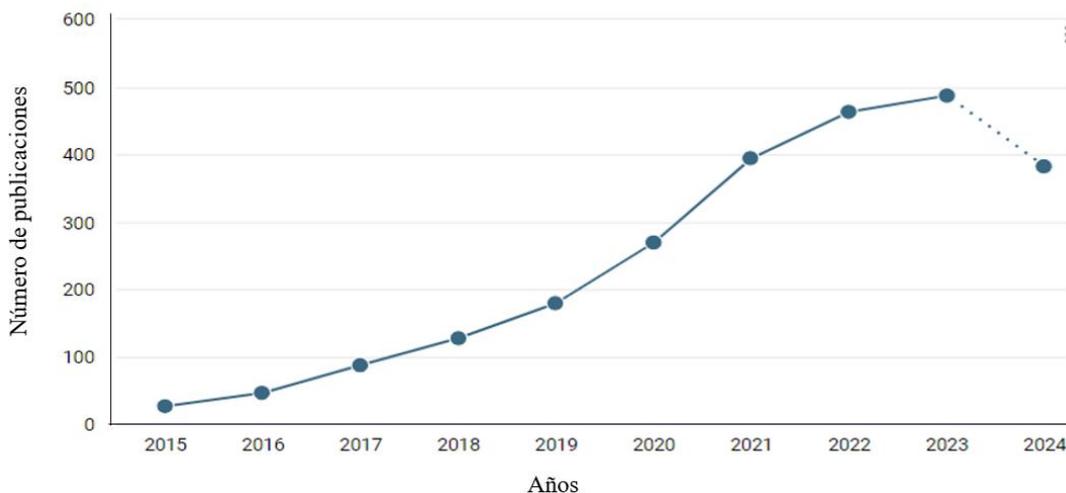
Esta especie de mosca es nativa de regiones tropicales, subtropicales y templadas del continente americano (Pazmiño-Palomino *et al.*, 2022). Actualmente se distribuye a lo largo del planeta, excepto en los polos norte y sur (Singh *et al.*, 2019) (Figura 2).



**Figura 2. Distribución de *Hermetia illucens*. Fuente: Pazmiño-Palomino et al. (2022).**

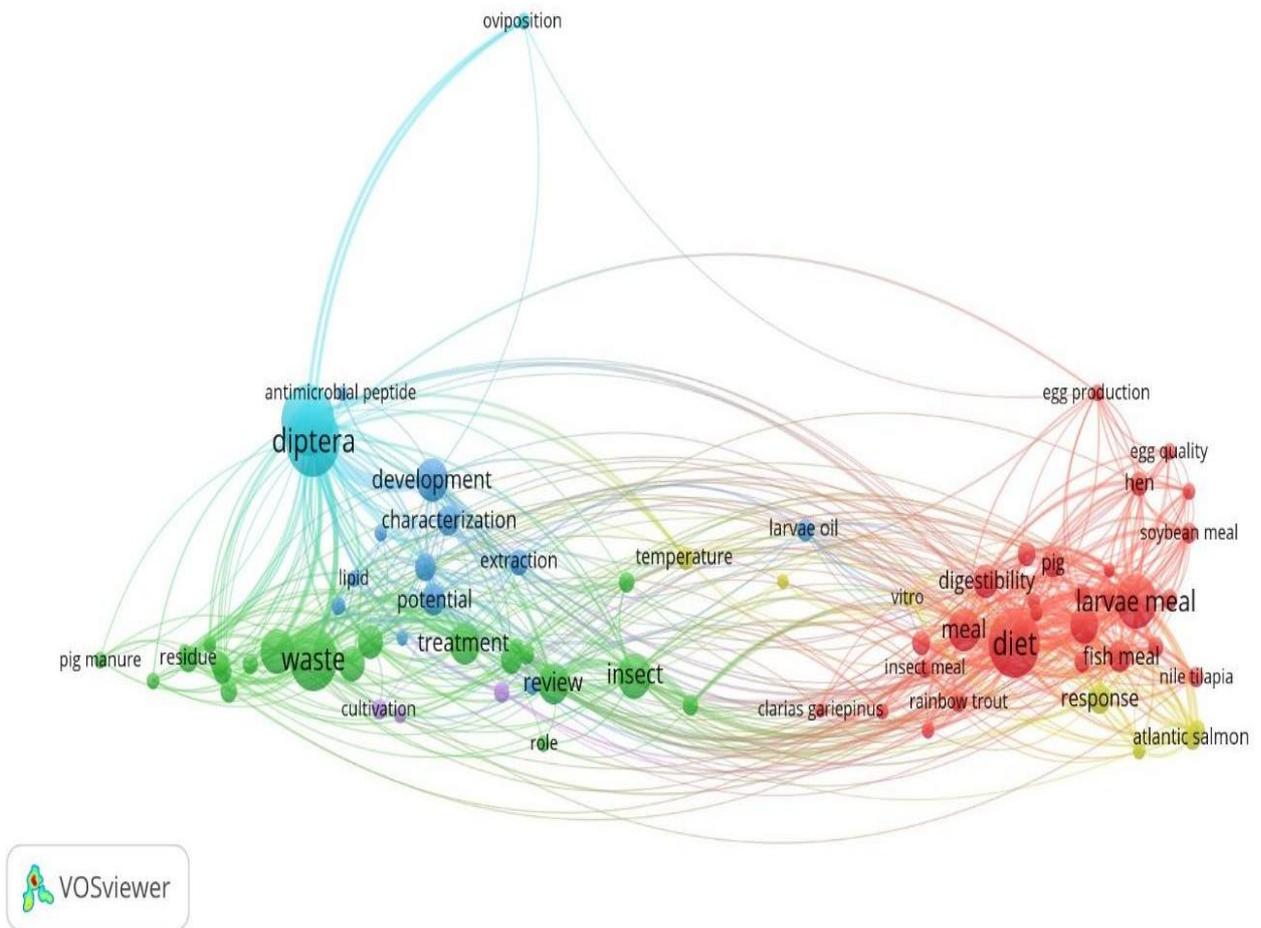
**Publicaciones sobre *H. illucens***

En la Figura 3 se muestra un interés por el estudio de la mosca soldado negra (MSN) a partir del año 2015 y el incremento de publicaciones a partir de 2018, con un total de 2580 investigaciones en la materia.



**Figura 3. Publicaciones anuales de MSN (2015-2024). Elaboración propia con Dimensions, 2024.**





**Figura 5. Palabras claves de investigación de la MSN. Elaboración propia con VOSviewer, 2024.**

**Cuadro 1. Sustratos utilizados para la bioconversión con *H. illucens*. Fuente: Elaboración propia, 2024**

Sustrato	Variables	Resultados	Año	Autor
Palma aceitera	La reducción de desechos RD y eficiencia de bioconversión EB	RD (11,7% ± 6,76) y EB (71,5% ± 1,12)	2023	Brahmani
Heces humanas y desechos alimenticios	Tasa de descomposición, efecto de las larvas de mosca soldado negra sobre la concentración de microorganismos patógenos en las heces humanas	Mejores resultados combinados, reducción en salmonella spp. En heces humanas en ocho días, en comparación con una reducción en el control. No se observó una mayor reducción para <i>Enterococos</i> spp., Bacteriófago o <i>Ascaris suum ova</i>	2012	Lalander
Estiércol de conejo, cabra, vaca y de pollo	Crecimiento de larvas, tiempo	Mejor crecimiento en estiércol de pollo, 5-14 días	2021	Sanjaya
Residuos orgánicos municipales mixtos	Reducción de residuos, tiempo	65,5 y el 78,9%, degradación en 14 días, 50T/d	1994	Sheppard
Leche + desechos vegetales + salvado y pesado	Reducción de residuos	90%	2011	Diener
Frutas, verduras y residuos de alimentos	Eficiencia de bioconversión 67% de reducción de sustrato, 10,8% de eficiencia de conversión de alimento digerido, 5,7%	67%	2013	Zheng
Alimento para pollos	Conversión de desechos orgánicos por saprófagos (eficiencia de reducción de material, producción de biomasa)	Reducción de material 41,8% y la producción de biomasa (peso seco prepupal) 48,0 mg	2015	Li
Desechos del mercado	Potencial de alimentación diaria	Capacidad potencial de alimentación diaria 3-5 kg/m2 y 6,5 kg/m2	2024	Tao
Aguas residuales	Compara el vermicompostaje y el compostaje con larvas de mosca soldado negra para tratar lodos de aguas residuales humanas	Alta capacidad de composteo de <i>H. illucens</i> en ambientes inundados	2009	Diener
Residuos en la producción	Tiempo	15 días	2014	Lalander
			2016	Smetana

de harina de centeno			
Pulpa de café	Tiempo	14 días	2013 Nguyen 2015 Lalander
Pulpa de café	Tiempo	14, 12 días	2013 Nguyen 2016 Díaz
Carne	Tiempo	7 días	2013 Nguyen
Residuos de pescado	Tiempo	8 días	2015 Lalander

El metabolismo de la larva de *H. illucens*, puede verse afectado por la época del año. Varios estudios han demostrado que las larvas de esta especie experimentan cambios en su tasa metabólica y en la eficiencia de su digestión dependiendo de la temperatura ambiental y la disponibilidad de alimento (Cai *et al.*, 2019). Según Tomberlin *et al.* (2012) y Cai *et al.* (2019), las larvas de MSN tienen una tasa metabólica más alta en condiciones de temperatura cálidas, lo que les permite crecer y desarrollarse más rápidamente. Además, se observó que las larvas son capaces de digerir y asimilar mejor los nutrientes en temperaturas más altas.

Para desarrollar un sistema de procesamiento de residuos orgánicos utilizando larvas de la MSN se debe de considerar un lugar adecuado, con una humedad del 50 al 70 % y una temperatura que oscile entre los 18 y 35° C. Además, el contenedor del sistema puede ser de plástico, cemento o madera. El proceso incluye preparar el sustrato (materia orgánica), comprobar y ajustar el sistema (si requiere más o menos agua y sustrato) y recoger el producto final "composta de larvas": este residuo es un excelente fertilizante y fungicida.

### Conclusiones

El análisis biométrico sobre la mosca soldado negra o *H. illucens* mostró su eficacia como una alternativa sostenible y eficiente para la gestión de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos. Las características biométricas de la especie, como el rápido crecimiento larval, la elevada tasa de conversión de residuos en biomasa y la capacidad de tolerar diversos tipos de residuos, destacan su potencial para reducir significativamente el volumen de los residuos en municipios.

Por otra parte, la biomasa generada por larvas de la MSN puede ser aprovechada como fuente de proteínas para alimentación animal o como materia prima en procesos industriales. Estos resultados refuerzan la viabilidad de

integrar a *H. illucens* en los sistemas de prevención y manejo integral de residuos sólidos urbanos en los municipios del país, promoviendo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el reciclaje de nutrientes. Esta representa una solución innovadora y ambientalmente responsable para el tratamiento de la fracción orgánica, contribuyendo a la transición hacia modelos de economía circular y manejo sostenible de recursos.

Esta investigación demuestra que la especie *H. illucens* aporta beneficios y la convierten en una importante alternativa para el tratamiento de los residuos orgánicos municipales, por su adaptación a una gran variedad de alimentos y el sencillo manejo, lo que le da ventajas en los procesos de bioconversión a escala de vivienda y de municipio. Esta especie puede y debe ser usada para atender la problemática de los residuos en los diferentes municipios en México, sin embargo, futuras investigaciones deberían enfocarse en la optimización de las condiciones de cultivo y la evaluación de la escalabilidad del sistema en diferentes contextos urbanos.

#### Literatura citada

- Adler, A.I., F.P. Brancato. 1995. Human furuncular myiasis caused by *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of Medical Entomology*. 32: 745-746.
- Bajra, B.D., M.E.S. Lubis, B.G. Yudanto, F.R. Panjaitan, I.F. Rizki, M.E. Mulyono, M.S. Kusumah. 2023. Determinación del rendimiento de las larvas de la mosca soldado negra para la reducción de residuos y la conversión de biomasa a partir de palma aceitera. *Journal of Environmental Management*. 343: 118269.
- Cai, M., C. Zhang, Y. Yang, L. Wang, J. Zhang. 2019. Effects of temperature on growth, development, and metabolic rate of black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larvae. *Journal of Insect Science*. 19: 1-8.
- Chavan, S., B. Yadav, A. Atmakuri, R.D. Tyagi, J.W. Wong, P. Drogui. 2022. Bioconversion of organic wastes into value-added products: A review. *Bioresource Technology*. 344: 126398.
- Correa, Y., B. Cabanillas, V. Jullian, D. Álvarez, D. Castillo, C. Dufloer, M. Sauvain. 2019. Identification and characterization of compounds from

- Chrysosporium multifidum*, a fungus with moderate antimicrobial activity isolated from *Hermetia illucens* gut microbiota. PloS one. 14: e0218837.
- Diener, S., N.M. Studt Solano, F. Roa Gutiérrez, C. Zurbrügg, K. Tockner. 2011. Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. Waste and Biomass Valorization. 2: 357-363.
- Hu, Y., Y. Huang, T. Tang, L. Zhong, W. Chu, Z. Dai, Y. Hu. 2020. Effect of partial black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal replacement of fish meal in practical diets on the growth, digestive enzyme and related gene expression for rice field eel (*Monopterus albus*). Aquaculture Reports. 18: 100345.
- Karthikeyani, T., K. Sivasubramanian, M. Maheswari, N. Chitra, S. Saravanan, P. Jothimani, S. Karthika. 2024. The efficiency of black soldier fly larvae with vegetable, fruit and food waste as biological tool for sustainable management of organic waste. International Journal of Environment and Climate Change. 18: 441-448.
- Lalander, C., S. Diener, M.E. Magri, C. Zurbrügg, A. Lindström, B. Vinnerås. 2013. Faecal sludge management with the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) from a hygiene aspect. Science of the Total Environment. 458: 312-318.
- Lalander, C.D.S.Z., S. Diener, C. Zurbrügg, B. Vinnerås. 2019. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). Journal of Cleaner Production. 208: 211-219.
- Leong, S.Y., S.R. M Kutty, C.K. Tan, L.H. Tey. 2015. Comparative study on the effect of organic waste on lauric acid produced by *Hermetia illucens* larvae via bioconversion. Journal of Engineering Science and Technology. 8: 52-63.
- Mulieri, P.R., L.D. Patitucci, A. Scolaro. 2019. A rare case of pseudomyiasis in a dog by *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). Journal of Medical Entomology. 56: 1726-1728.
- Nguyen, T.T., J.K. Tomberlin, S. Vanlaerhoven. 2013. Influence of resources on *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larval development. Journal of Medical Entomology. 50: 898-906.

- Oviedo, M.B., J.F. García, A.C. Gutiérrez. 2022. Mosca soldado negra: eslabón perdido en la cadena de revalorización de residuos orgánicos. *Ciencia*. 73: 52-59.
- Pazmiño-Palomino, A., C. Reyes-Puig, A.G. Del Hierro. 2022. How could climate change influence the distribution of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera, Stratiomyidae)? *Biodiversity Data Journal*. 10.
- Purkayastha, D., S. Sarkar. 2023. Performance evaluation of black soldier fly larvae fed on human faeces, food waste and their mixture. *Journal of Environmental Management*. 326: 116727.
- Sanjaya, Y., M. Nurjhani, M. Halimah. 2019. Effect of contaminant of insecticide organic wastes on biology of black soldier fly, *Hermetia illucens* and its conversion capability to biomass. *Journal of Entomological Research*. 43: 499-502.
- Schmitt, E., W. de Vries. 2020. Potential benefits of using *Hermetia illucens* frass as a soil amendment on food production and for environmental impact reduction. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 25: 100335.
- Singh, A., D. Marathe, K. Raghunathan, K. Kumari. 2022. Effect of different organic substrates on selected life history traits and nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Environmental Entomology*. 51: 182-189.
- Siswi, N.R.T., M.G. Purwanto, M.N. Kusumastuti, Y. Sanjaya. 2021. Promoting black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) to recycle organic waste in senior high school. p. 012147. *In: Journal of Physics: Conference Series* Vol. 1806. IOP Publishing.
- Sheppard, D.C., G.L. Newton, S.A Thompson, S. Savage. 1994. A value added manure management system using the black soldier fly. *Bioresource Technology*. 50: 275-279.
- Smetana, S., M. Palanisamy, A. Mathys, V. Heinz, 2016. Sostenibilidad del uso de insectos para piensos y alimentos: perspectiva de evaluación del ciclo de vida. *Journal of Cleaner Production*. 137: 741-751.
- Tao, X., F. Xiang, F.Z.A. Khan, Y. Yan, J. Ma, B. Xu, Z. Zhang. 2023. Proceso de descomposición y humificación de residuos biodegradables domésticos

- por larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens* L.) desde la perspectiva de la materia orgánica disuelta. *Chemosphere*. 317: 137861.
- Tomberlin, J.K., D.C Sheppard, J.A. Joyce. 2012. Selected life-history traits of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) reared on three artificial diets. *Annals of the Entomological Society of America*. 105: 242-250.
- Wang, Y.S., M. Shelomi. 2017. Review of black soldier fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food. *Foods*. 6: 91
- Zheng, L., T.L. Crippen, L. Holmes, B. Singh, M.L. Pimsler, M.E. Benbow, T.L. Tomberlin. 2013. Bacteria mediate oviposition by the black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.), (Diptera: Stratiomyidae). *Scientific Reports*. 3: 2563.
- Zhou, F., J.K. Tomberlin, L. Zheng, Z. Yu, J. Zhang. 2013. Developmental and waste reduction plasticity of three black soldier fly strains (Diptera: Stratiomyidae) raised on different livestock manures. *Journal of Medical Entomology*. 50: 1224-1230.

## CAPÍTULO 6

# Análisis geoespacial y temporal de la densidad poblacional de la langosta centroamericana *Schistocerca piceifrons* subsp. *piceifrons* (Walker) (Orthoptera: Acrididae) en México

Víctor López-Martínez<sup>1\*</sup>, Nidia Bélgica Pérez-de la O<sup>2</sup>, Iran Alia-Tejaca<sup>1</sup>, Adán Velázquez-Martínez<sup>1</sup>, Liliana Arios Caro<sup>3</sup>

### Resumen

La langosta centroamericana, *Schistocerca piceifrons* subsp. *piceifrons* (Walker), es considerada una plaga de relevancia histórica en México. Sus hábitos de agregación, polifagia y su capacidad para generar explosiones demográficas, son las características ecológicas que destacan su importancia económica. Para aportar información sobre la distribución espacial y temporal de esta especie se analizó la densidad poblacional registrada por la Campaña contra la Langosta durante el período 2020-2023 en tres regiones epidemiológicas fitosanitarias del país: Golfo, Istmica-Chiapanea y Península de Yucatán. La densidad poblacional se clasificó alta (>30 individuos/100m<sup>2</sup>), media (11-29 individuos/100m<sup>2</sup>), y baja (0-10 individuos/100m<sup>2</sup>). Las infestaciones de la langosta centroamericana se documentaron en 35 especies incluyendo cultivos de granos básicos, cultivos industriales, frutales, especies forestales y maderables de importancia económica, así como plantas no cultivadas como pastos y hospederas silvestres. Se observó un efecto significativo de la región epidemiológica fitosanitaria y del año de estudio en los niveles de infestación poblacional ( $p < 2e-16$ ). Además, se identificaron cambios temporales y geográficos de la densidad poblacional, particularmente en las regiones del Golfo y la Península de Yucatán, lo que refleja la dinámica compleja de esta plaga en distintos contextos agroecológicos del país.

**Palabras Clave.** Distribución, epidemiología, plaga.

---

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>2</sup>Posgrado en Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Carr. México-Texcoco km 36.5, 56230, Montecillo, Estado de México, México.

<sup>3</sup>Ingeniería en Agricultura Sustentable y Protegida, Universidad Tecnológica del Sur del Estado de Morelos, Carretera Puente de Ixtla- Mazatepec km 2.35, Col. 24 de febrero, 62665, Puente de Ixtla, Morelos, México.

\*Autor para correspondencia: victor.lopez@uaem.mx

## Introducción

La langosta centroamericana *Schistocerca piceifrons* (Walker 1870) (Orthoptera: Acrididae) es una especie de gran relevancia agrícola en México y Centroamérica debido a su impacto sobre la producción de varios cultivos. Esta especie incluye dos subespecies: *Schistocerca piceifrons* subsp. *piceifrons* (Walker), distribuida desde el centro-sur de México hasta Centroamérica; y *Schistocerca piceifrons* subsp. *peruviana* Lynch Arribalzaga, cuya distribución se limita a Perú (Barrientos *et al.*, 1992; Harvey, 1983). La subespecie *S. piceifrons* subsp. *piceifrons* destaca por su polifagia y capacidad de desplazamiento grupal (Barrientos *et al.*, 1992; García 2012, 2022), características que, junto con la presencia de fase solitaria y gregaria (Foquet *et al.*, 2022), la convierten en una amenaza significativa para los sistemas de producción agrícola. Históricamente, su impacto ha sido ampliamente documentado (Contreras y Galindo, 2022).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas clave para el análisis de datos geospaciales, proporcionando representaciones visuales efectivas a través de mapas (Deleon *et al.*, 2017). En el contexto del manejo de insectos plaga, los SIG permiten visualizar patrones geospaciales de distribución y densidad poblacional, especialmente a escalas espaciales grandes (Sciarretta y Trematerra, 2014; Sabtu *et al.*, 2018). Esto facilita una planificación más eficiente de estrategias de manejo y una mejor comunicación entre productores, autoridades fitosanitarias y otros actores del sector agrícola.

En México, existen reportes regulares de la distribución de *S. piceifrons* subsp. *piceifrons* (Poot-Pech *et al.*, 2018; Puga-Patlán *et al.*, 2024); sin embargo, la representación cartográfica de las densidades poblacionales en función del tiempo no ha sido suficientemente abordada. Este vacío limita la capacidad de implementar estrategias de manejo basadas en evidencia y planificación espacial. El presente estudio tiene como objetivo ilustrar y comparar la distribución de la densidad poblacional de *S. piceifrons* subsp. *piceifrons* en las áreas de intervención de la Campaña contra la Langosta (2020-2023). Los resultados se presentan en forma de mapas base que buscan optimizar la planificación de estrategias de manejo en regiones críticas afectadas por esta plaga.

### Materiales y Métodos

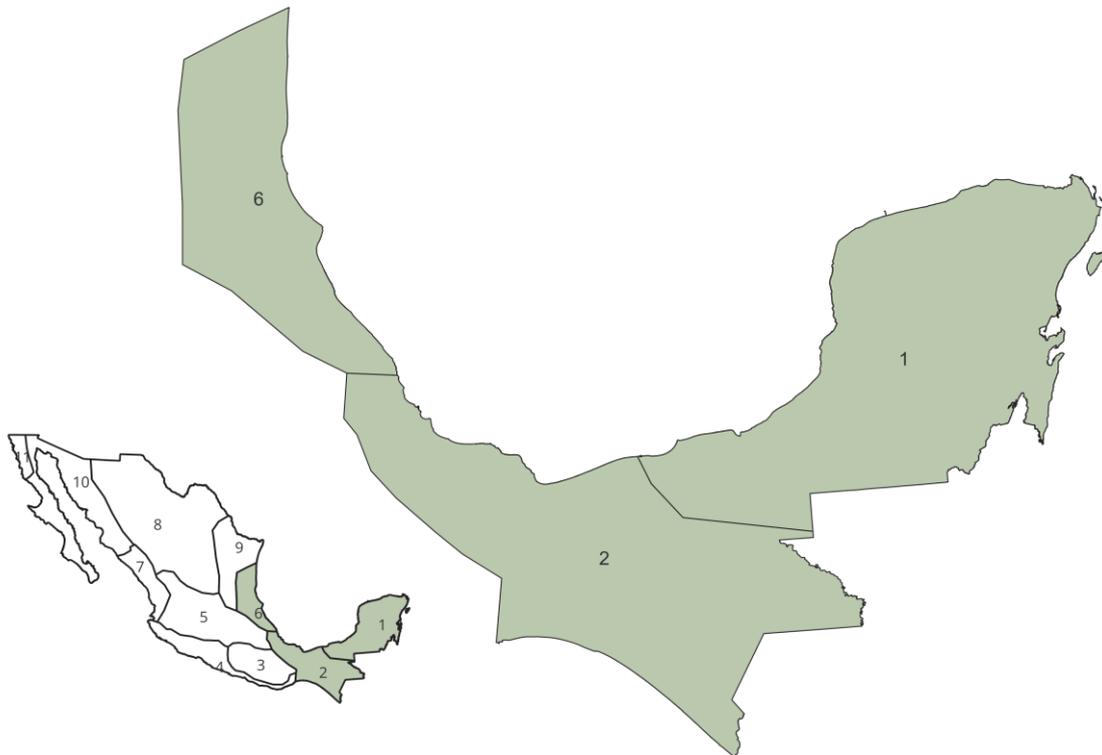
El análisis de la información se centró en en tres regiones epidemiológicas fitosanitarias de México: Golfo, Istmica-Chiapanea y Península de Yucatán (Galindo y Contreras, 2015) (Cuadro 1, Figura 1). Los datos fueron obtenidos del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), en el marco de la Campaña contra la Langosta (2020-2023). La información procesada incluyó coordenadas geográficas (latitud y longitud en grados decimales), niveles de infestación y cultivos afectados. Los datos fueron proyectados sobre un shapefile de las regiones epidemiológicas fitosanitarias seleccionadas del país (Figura 1), eliminando registros fuera de los polígonos de interés (Golfo, Istmica-Chiapanea, Península de Yucatán). La información proviene del muestreo que se realiza en una banda con longitud de 100 m y anchura de un metro en cada sitio de colecta (García, 2019). La densidad poblacional observada se clasificó según la escala establecida por García (2019): **Alta** (>30 individuos/100m<sup>2</sup>), **Media** (11-29 individuos/100m<sup>2</sup>) y **Baja** (0-10 individuos/100m<sup>2</sup>).

**Cuadro 1. Regiones epidemiológicas fitosanitarias de México que comprenden el estudio (Adaptado de Galindo y Contreras, 2015).**

<i>Región</i>	<i>Aspectos ecológicos/agronómicos</i>
<i>Istmica-Chiapanea</i>	<p>Ecológicos: Selva cálido- húmeda con bosques de pino en la sierra norte. Predominan temperaturas cálidas y húmedas, también con temperaturas templadas.</p> <p>Agronómicos: Ganadería presente en ambos litorales, predominancia de pastos. Actividad agrícola de temporal.</p> <p>Extensión: 143,000 km<sup>2</sup>.</p>
<i>Golfo</i>	<p>Ecológicos: Clima cálido, el sur más húmedo y selva mediana. En la Sierra Madre Oriental con bosques mesófilos de montaña. Al norte vegetación natural con selvas bajas y matorrales.</p> <p>Agronómicos: Espacio alterado por actividades de ganadería y agricultura.</p> <p>Extensión: 72,000 km<sup>2</sup>.</p>
<i>Península de Yucatán</i>	<p>Ecológicos: Superficie principalmente plana, sin sistemas montañosos. Climas cálidos y subhúmedos y vegetación de selva mediana subperennifolia.</p> <p>Agronómicos: Agricultura de temporal con pastizales para la ganadería.</p> <p>Extensión: 156,000 km<sup>2</sup>.</p>

### Análisis geoespacial

El nivel de infestación de la langosta centroamericana se analizó inicialmente a nivel regional epidemiológica fitosanitaria utilizando GeoDA© 1.22.0.4 para obtener estadísticas descriptivas básicas. La información obtenida fue proyectada y visualizada en Qgis© 3.38.0.-Grenoble.



**Figura 1. Ubicación en el espacio geográfico de las regiones epidemiológicas fitosanitarias de México (Galindo y Contreras 2015). 1: Península de Yucatán; 2: Istmica-Chiapanea; 3: Serrana; 4: Costa del Pacífico; 5: Central; 6: Golfo; 7: Occidente; 8: Altiplano; 9: Noreste; 10: Golfo de California; 11: Mediterránea (Galindo y Contreras, 2014).**

### Análisis estadístico

Para evaluar los efectos de las variables región epidemiológica fitosanitaria y año, se verificó la normalidad de los datos con el paquete stats. Posteriormente, se aplicó un ANOVA y una comparación múltiple con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), utilizando los paquetes stats y multcomp. El análisis de datos fue realizado con Rstudio© 2024.04.2 Build 764.

### Resultados y Discusión

La langosta centroamericana es reconocida por su polifagia, afectando a cultivos agrícolas como el maíz, soya, frijol, sorgo, cacahuate, algodón, caña de azúcar, jitomate, plátano y chile (Bautista, 2023), además de hospederas silvestres (Poot-Pech *et al.*, 2016). En este estudio se registraron infestaciones en algún grado por *S. piceifrons piceifrons* en 35 especies cultivadas incluyendo granos básicos, cultivos industriales, frutales y especies con importancia forestal y maderable. (Cuadro 2).

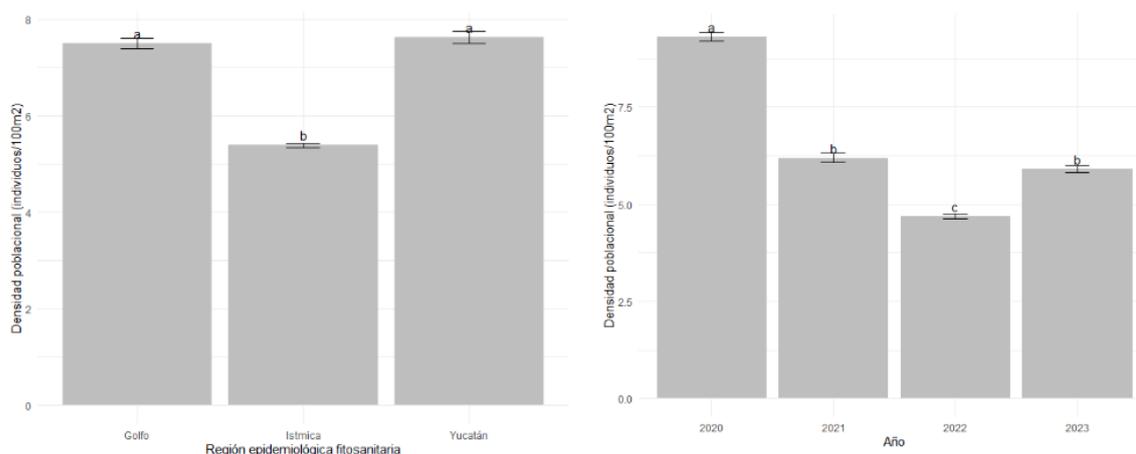
Se ha documentado que *S. piceifrons piceifrons* afecta principalmente maíz, caña de azúcar y pastos en cuatro regiones epidemiológicas: Istmica-Chiapanea, Golfo, Occidente y Península de Yucatán (Contreras, 2022).

**Cuadro 2. Densidad de infestación de la langosta centroamericana en tres regiones epidemiológicas fitosanitarias en México en plantas cultivadas o silvestres (2020-2023).**

	Golfo	Istmica	Yucatán
Achiote	—	0.40	—
Agave	9.46	1.40	—
Ajonjolí	8.44	—	—
Arroz	0.40	1.44	—
Cacahuate	21.72	7.03	—
Café	5.60	—	—
Calabaza	20.26	9.60	1.04
Caña de azúcar	7.55	6.41	4.18
Cártamo	2.63	—	—
Cedro	9.60	5.84	—
Ceiba	8.80	—	—
Cocotero	—	—	7.40
Frijol	13.36	5.95	—
Girasol	4.15	—	—
Guaje	—	2.60	—
Guanábana	—	5.40	—
Hospedera silvestre	48.46	5.21	5.45
Huizache	45.80	—	—
Limón	9.48	2.33	—
Maíz	9.64	6.36	15.66
Mango	—	5.25	90
Melina	23.22	—	3.45
Melón amargo	4.40	—	—
Naranja	8.87	0.60	—
Nogal	3.20	—	—
Palma de aceite	—	—	18.17

Papaya	9.38		
Pasto	5.32	4.69	8.02
Piña	—	3.49	—
Plátano	—	6.40	—
Quelite	1.40	—	—
Sandía	—	0.20	—
Sorgo	5.39	7.92	1.15
Soya	13.97	—	23.47
Teca	9.20	—	2.00
Toronja	—	2.24	—

La langosta centroamericana ha mostrado una notable preferencia por hábitats perturbados antropogénicamente, donde la pérdida de vegetación natural ha dado lugar a pastizales o vegetación herbácea de porte bajo (García, 2012). Este análisis confirmó lo anterior, ya que en las regiones estudiadas la infestación se concentró principalmente en especies de Poaceae, tanto cultivada como silvestre (Cuadro 2).



**Figura 2. Densidad poblacional de la langosta centroamericana, como efecto de la región epidemiológica fitosanitaria estudiada (izquierda) y el año de muestreo (derecha).**

Además de su afinidad por Poaceae, las observaciones coinciden con estudios previos que reportan ataques ocasionales a cultivos como arroz y café (Barrientos *et al.*, 1992). En este caso, ambos cultivos presentaron niveles bajos de infestación en las regiones epidemiológicas fitosanitarias analizadas. La

densidad poblacional varió significativamente según la región epidemiológica fitosanitaria estudiada ( $p < 2e-16$ ; Figura 2). Lo que sugiere que factores geográficos y ambientales específicos, como temperatura promedio (27 °C), precipitación anual (1,000 mm) y clima subhúmedo cálido (AW), influyen en la dinámica de esta plaga (Poot-Pech *et al.*, 2018; Puga-Patlán *et al.*, 2024). En particular la península de Yucatán destaca como un sitio clave para la reproducción gregaria de la langosta centroamericana, con vegetación herbácea que facilita el desarrollo de sus poblaciones (Poot-Pech *et al.*, 2018).

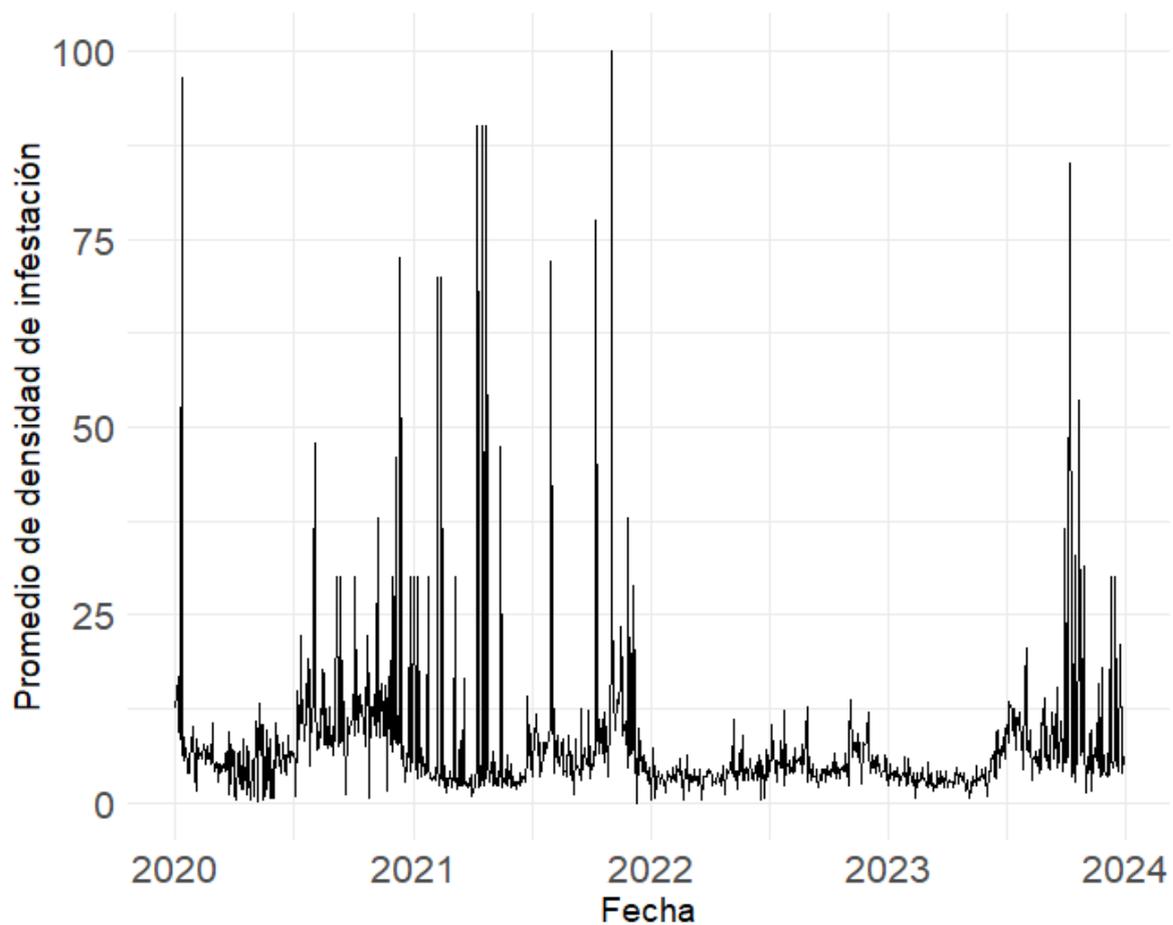
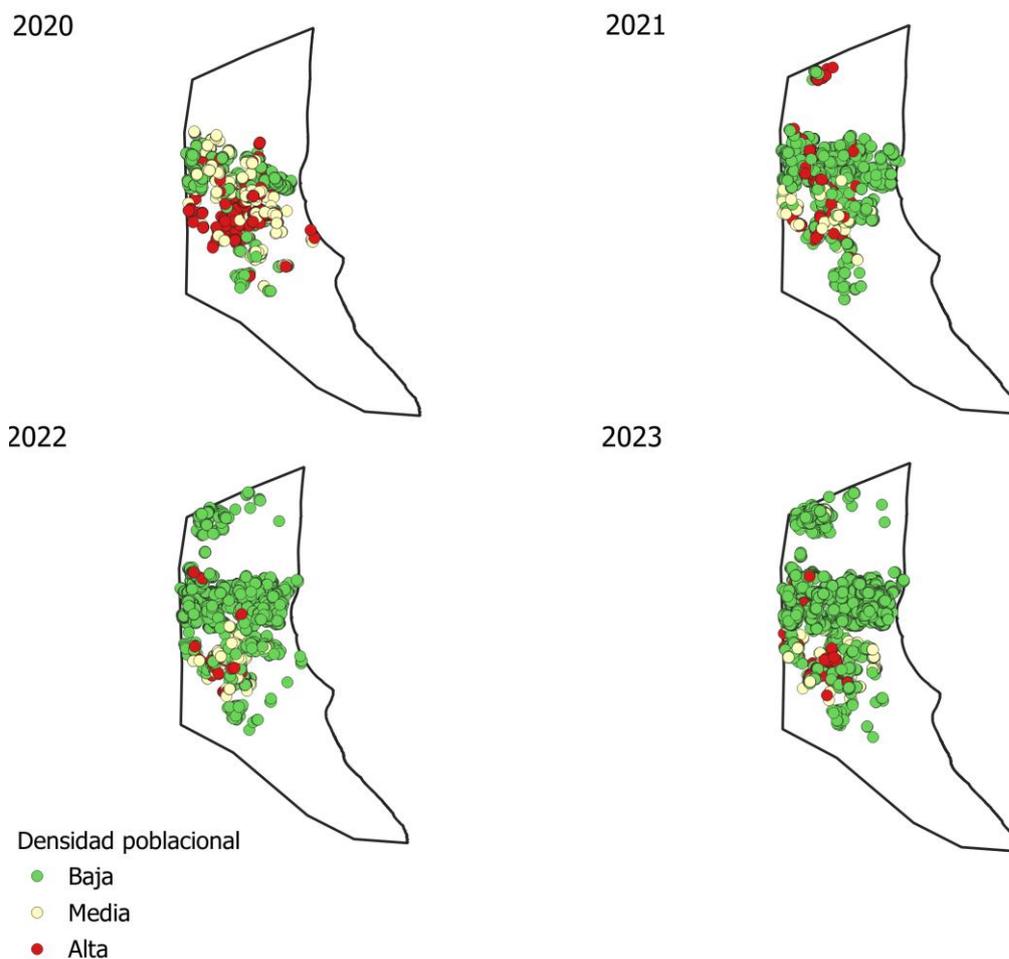


Figura 3. Fluctuación de la densidad poblacional de *Schistocerca piceifrons piceifrons* en el período 2020-2023.

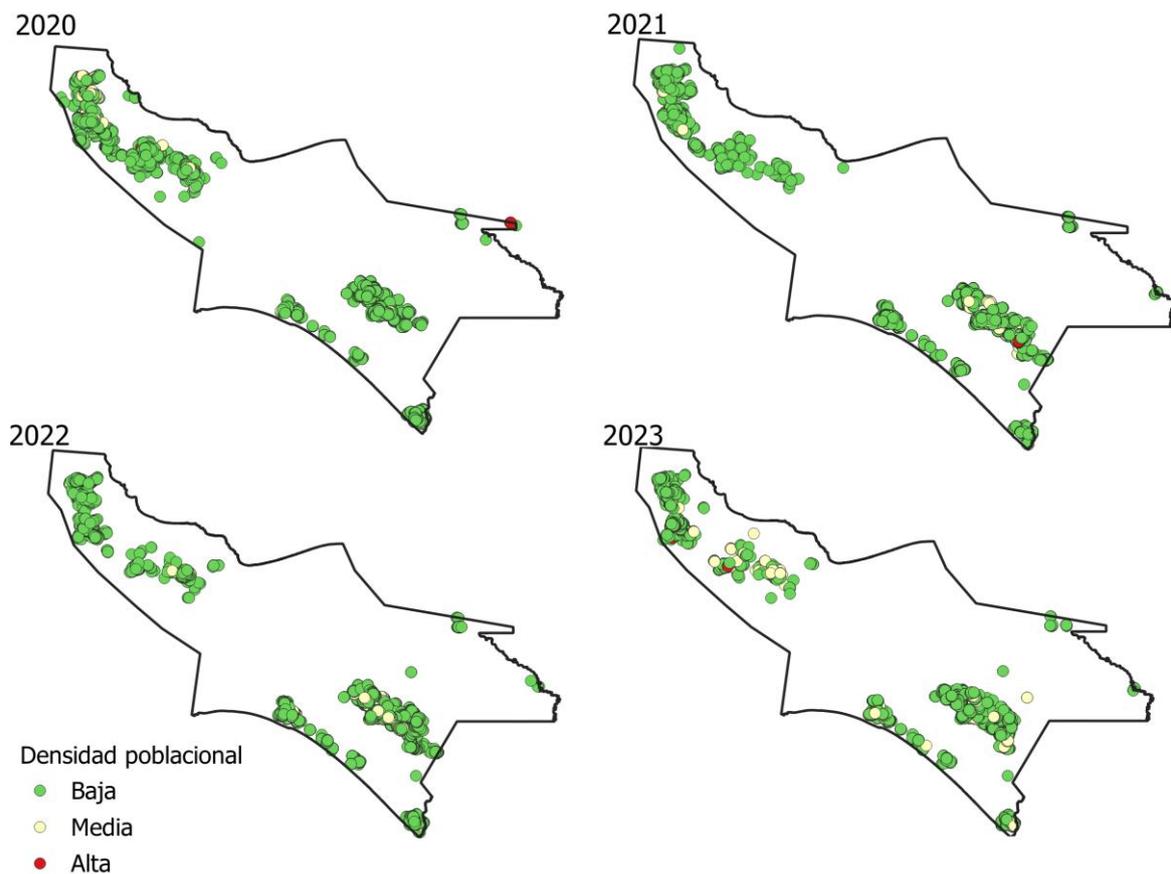
En cuanto al año de estudio, se observaron diferencias significativas en la densidad ( $p < 2e-16$ ), con disminución continua de 2020 a 2022, seguida de un repunte en 2023 (Figura 2). A pesar de este descenso inicial entre 2022 y mediados de 2023, la densidad poblacional permaneció relativamente estable antes de experimentar un incremento hacia finales del 2023 (Figura 3). Este comportamiento puede estar influenciado por factores como las estrategias de manejo implementadas en la Campaña contra la Langosta y variaciones ambientales globales, que afectan la dinámica poblacional de manera temporal.



**Figura 4. Fluctuación de la densidad poblacional de *Schistocerca piceifrons piceifrons* en la región epidemiológica fitosanitaria Golfo en el período 2020-2023.**

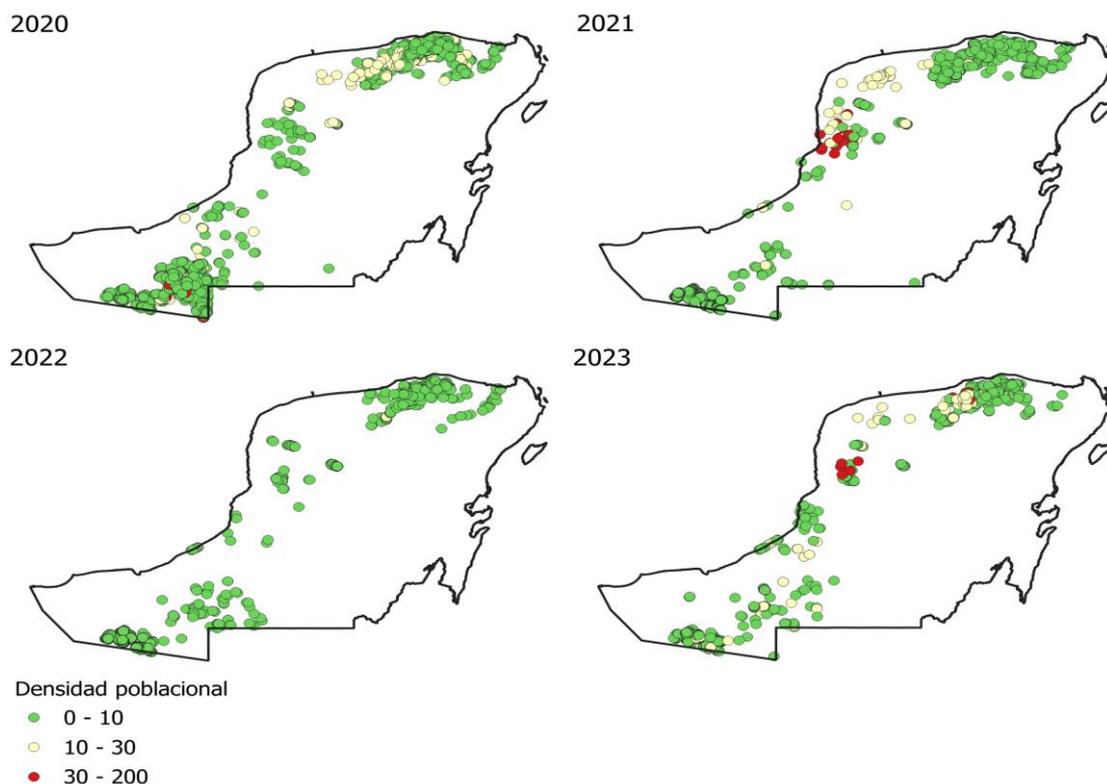
En cuanto a la distribución espacial de la densidad poblacional, se observan diferencias en los patrones de distribución entre las distintas regiones epidemiológicas fitosanitarias y a lo largo del tiempo (Figuras 4, 5 y 6). En la

región del Golfo, destaca que, a partir de 2021, la densidad poblacional en el área norte aumentó significativamente, casi formando un continuo con la zona central de la región (Figura 4). En contraste, la región Istmica-chiapaneca muestra estabilidad-espacio temporal, sin cambios drásticos en su distribución geográfica o a lo largo del tiempo (Figura 5). Por su parte, la región de la Península de Yucatán exhibe variaciones marcadas entre los años analizados y dentro de su propia área: las áreas con altas densidades de la langosta centroamericana se expanden y contraen en la parte norte de la región, con una reducción notable en 2022 (Figura 6).



**Figura 5. Fluctuación de la densidad poblacional de *Schistocerca piceifrons piceifrons* en la región epidemiológica fitosanitaria Istmica-chiapaneca en el período 2020-2023.**

La distribución y abundancia de la langosta centroamericana están influenciadas por diversos factores bióticos y abióticos, incluidos el clima, migración de poblaciones, y tiempo (años), reconocidos como fundamentales. Se ha determinado que *S. piceifrons piceifrons* prefiere temperatura de 27°C, con 1,000 mm de precipitación pluvial anual, dentro de un clima subhúmedo cálido (Poot-Pech *et al.*, 2018; Puga-Patlán *et al.*, 2024). Por ejemplo, Puga-Patlán *et al.* (2024) reportaron nuevas áreas de distribución y reproducción en Tamaulipas, consecuencias de que la especie ha comenzado a ajustar sus requerimientos ambientales en respuesta al cambio climático. Estos autores reportan sitios nuevos de distribución y de reproducción para este acrídido, lo que podría reflejar una ampliación de su rango ecológico. Además, eventos climáticos globales como el Niño y la Niña podrían influir en la dinámica poblacional de esta langosta, afectando variables clave como lo son la temperatura, precipitación, humedad del suelo y del viento; impactando en estas dinámicas (Liu *et al.*, 2024).



**Figura 6. Fluctuación de la densidad poblacional de *Schistocerca piceifrons piceifrons* en la región epidemiológica fitosanitaria Península de Yucatán en el período 2020-2023.**

De acuerdo con Poot-Pech (2023) existe un ciclo de resurgencia de cuatro años. Durante el primero, las áreas bajo control son reducidas, mientras que en el cuarto se observa la migración de poblaciones de Yucatán a Campeche. Sin embargo, si el manejo de la langosta centroamericana no se lleva a cabo de manera oportuna y adecuada este ciclo puede alterarse, prolongando la densidad poblacional (Poot-Pech, 2023).

El tiempo (año) y región epidemiológica fitosanitaria, influyeron en el nivel de infestación causado por la langosta centroamericana en México en el período 2020-2023; la polifagia de *S. piceifrons piceifrons* se registró en 35 especies cultivadas y silvestres, con preferencia por especies de Poaceae.

#### Literatura citada

- Barrientos, L., O. Astacio, F. Alvarez, O. Poot. 1992. Manual Técnico sobre la langosta voladora (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker, 1870= y otros acridoideos de Centro América y Sureste de México. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. 162 p.
- Bautista, N. 2023. Insectos y Ácaros de importancia agrícola en México. Colegio de Postgraduados. 421 p.
- Contreras, C. 2022. Las regiones fitosanitarias de México y su importancia para la vigilancia epidemiológica. Revista Inclusiones. 9: 237-260.
- Contreras, C., M.G. Galindo. 2022. Historia de la plaga de langosta centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker) en México. Revista Inclusiones. 9: 178-205.
- Deleon, L., M.J. Brewer, I.L. Esquivel, J. Halcomb. 2017. Use of a geographic information system to produce pest monitoring maps for south Texas cotton and sorghum lan managers. Crop Protection. 101: 50-57.
- Foquet, B., D.W. Little, J.H. Medina-Durán, H. Song. 2022. The time course of behavioural phase change in the Central American locust *Schistocerca piceifrons*. Journal of Experimental Biology. 225: jeb244621.
- Galindo, M.G., C. Contreras. 2015. Atlas Nacional Fitosanitario. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 138 p.
- García, A. 2012. La langosta, los mayas y el colonialismo en Yucatán, México, 1883. Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad. 33: 215-249.

- García, E. 2019. Manual operativo de la campaña contra la langosta (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker 1870). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.
- García, A. 2022. *Saak'* y el retorno del fin del mundo. *Ancient Mesoamericana*. 16: 327-244.
- Harvey, A.W. 1983. *Schistocerca piceifrons* (Walker) (Orthoptera: Acrididae), the swarming locust of tropical America: a review. *Bulletin of Entomological Research*. 73: 171-184.
- Liu, X., D. Zhang, X. He. 2024. Unveiling the role of climate in spatially synchronized locust outbreak risks. *Science Advances*. 10: eadj1164.
- Poot-Pech, M. A. 2023. Probability of a Central American locust *Schistocerca piceifrons piceifrons* upsurge in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Orthoptera Research*. 32: 33-42.
- Poot-Pech, M.A., E. Ruiz-Sánchez, H. S. Ballina-Gómez, M. M. Gamboa-Angulo, A. Reyes-Ramírez. 2016. Olfactory response and host plant feeding of the Central American locust *Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker to common plants in a gregarious zone. *Neotropical Entomology*. 45: 382-388.
- Poot-Pech, M.A., E. Ruíz-Sánchez, M. Gamboa-Angulo, H. . Ballina-Gómez, A. Reyes-Ramírez. 2018. Population fluctuation of *Schistocerca piceifrons poceifrons* (Orthoptera: Acrididae) in the Yucatán Península and its relations with the environmental conditions. *Revista de Biología Tropical*. 66: 403-414.
- Puga-Patlán, P., L. Barrientos-Lozano, U.J. Sánchez-Reyes, A.Y. Rocha-Sánchez, P. Almaguer-Sierra. 2024. Impact of climate change on the generation of new breeding areas of *Schistocerca piceifrons piceifrons*. *Southwestern Entomologist*. 49: 364-389.
- Sabtu, N.M., N.H. Idris, M.H. Ishak. 2018. The role of geospatial in plant pests and diseases: an overview. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 169: 012013.
- Sciarretta, A., P. Trematerra. 2014. Geostatistical tools for the study of insect spatial distribution: practical implications in the integrated management of orchard and vineyard pests. *Plant Protection Science*. 50: 97-110.

## CAPÍTULO 7

# Efecto de diferentes hongos entomopatógenos en la mortalidad de *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae)

Jesús Fortunato Ruiz-Ramírez<sup>1</sup>, Everardo López-Bautista<sup>1\*</sup>, Fortunato Ruiz-Martínez<sup>1</sup>, Fernando Alberto Valenzuela-Escoboza<sup>1</sup>

### Resumen

En este estudio, se evaluó el efecto de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill, *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin, *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare y W. Gams y *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown y Smith en Ahome, Sinaloa, sobre la mosca africana del higo, *Zaprionus indianus* Gupta, la cual es considerada una plaga invasora que ocasiona pérdidas en la producción de esta infrutescencia. Para esto, se realizaron bioensayos en condiciones de laboratorio para determinar la patogenicidad de los hongos entomopatógenos sobre esta plaga. Se estableció un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones y se determinó que *P. fumosoroseus* y *M. anisopliae* a dosis comerciales se muestran promisorios como biocontroladores ya que mostraron una mortalidad de 84.5 y 77.6% respectivamente, por lo tanto, se recomiendan para desarrollar un programa de control biológico para *Z. indianus* que ayude a disminuir las aplicaciones de insecticidas químicos.

**Palabras clave:** Hongos entomopatógenos, Patogenicidad, *Zaprionus indianus*.

---

<sup>1</sup>Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, Universidad Autónoma de Sinaloa. 81110, Juan José Ríos, Sinaloa, México.

\*Autor de correspondencia: everardolob@uas.edu.mx

## Introducción

La mosca africana del higo *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) se reportó por primera vez en el continente americano en el cultivo de higo en 1998 provocando pérdidas del 40 al 50% en la producción (Castro y Valente, 2001; Galego y Márcia, 2017). Sin embargo, fue hasta el año 2002 que se encontró por primera vez en México (Bautista *et al.*, 2007; Castrezana, 2007).

Las hembras de *Z. indianus* ovipositan en el ostiolo o incluso dentro del higo. Prefieren los siconos maduros; aunque, pueden ovipositar en siconos previos a la madurez, posteriormente las larvas se alimentan de su pulpa y se vuelve blanda (Bragard *et al.*, 2022; Bautista, 2023) e interrumpe su comercialización. Por lo que es importante evaluar métodos para su control.

Por lo anterior, es relevante evaluar la patogenicidad de hongos entomopatógenos como *B. bassiana* (Bals.) Vuill (Hypocreales: Cordycipitaceae), *M. anisopliae* (Metschn.) Sorokin (Hypocreales: Cordycipitaceae), *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare y W. Gams (Hypocreales: Cordycipitaceae) y *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown y Smith (Eurotiales: Trichocomaceae) ya que se muestran promisorios como biocontroladores sobre *Z. indianus* (Svedese *et al.*, 2012). Esta investigación tiene como objetivo generar conocimiento para el manejo de *Z. indianus* con hongos entomopatógenos.

## Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de Entomología Agrícola de la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte (FAVF) de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) en Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa, México (25°51'20"N 108°46'06"O).

Se recolectaron ejemplares de *Z. indianus* en un predio productor de higo ubicado en Ejido Corerepe, Guasave, Sinaloa, México (25°37'38"N 108°46'32"O). Para esto, se recolectaron siconos con infestación natural de larvas y se mantuvieron a  $23 \pm 2$  °C,  $60 \pm 10\%$  de humedad relativa (HR) y fotoperiodo de 16L:8D (luz: oscuridad) (Dettler *et al.*, 2021) hasta la emergencia de los adultos donde se mantuvieron con dieta artificial de jugo comercial (GREAT VALUE®) de manzana con granada (19 y 6% de concentración respectivamente), así como agua destilada, la dieta se suministró por capilaridad

con algodón humedecido (Bernardi *et al.*, 2016). Se evaluaron cuatro hongos entomopatógenos comerciales (Cuadro 1) más un testigo absoluto. Los productos comerciales se seleccionaron por tener registro COFEPRIS, además de ser accesibles y utilizados en la región.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Cada tratamiento incluyó cuatro repeticiones. Se utilizaron 15 adultos de *Z. indianus* de 8 días de emergidos por repetición y se colocaron a 0°C por 30 segundos en un congelador (MABE®) para entumecerlos y poder sumergirlos en los tratamientos durante tres segundos (Grimm y Guharay, 1998).

**Cuadro 1. Tratamientos de los hongos entomopatógenos evaluados en el proyecto de investigación.**

Agente patógeno	Concentración del producto	Dosis* (g/ha)	Nombre comercial	Empresa
<i>Beauveria bassiana</i>	5.3x10 <sup>9</sup> conidios/g	250	Atento®	Versa®
<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 <sup>11</sup> conidios/g	500	Biomett®	Agrorgánicos®
<i>Verticillium lecanii</i>	2.1x10 <sup>7</sup> conidios/g	150	Eday®	Versa®
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	1x10 <sup>8</sup> UFC/g	500	Paecil®	Bioamin®

\*Dosis recomendada en campo

Los adultos inoculados se incubaron en condiciones controladas (20 ± 2 °C, 85 ± 5% de humedad relativa (HR) y fotoperiodo (12L:12O) (Walsh *et al.*, 2011) y se mantuvieron con la dieta artificial antes mencionada. Para evaluar la mortalidad, se llevó a cabo un seguimiento durante un periodo de 120 horas, con mediciones realizadas en intervalos de 24 h después de la inmersión. Las moscas se consideraron muertas cuando no se movían al ser excitadas por un pincel. Para calcular el porcentaje de mortalidad, se utilizó la fórmula de Abbott (1925). Los adultos considerados muertos se colocaron en una incubadora (TERLAB®) a 26 °C para verificar la esporulación post mortem (Butt y Goettel, 2000a). Para comprobar la que la muerte fue causada por el entomopatógeno, se recolectaron las moscas restantes al finalizar su ciclo biológico (25 ± 5 días) y se incubaron bajo las mismas condiciones sin mostrar esporulación.

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, homogeneidad de varianzas de Bartlett y un análisis de varianza, para proseguir con una comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) en el programa SAS.

### Resultados y Discusión

El análisis de varianza arrojó diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.0001$ ). A las 72 h de aplicados los tratamientos (hpt) se determinó que los hongos que provocaron mayor mortalidad son *P. fumosoroseus* y *M. anisopliae* con 84.5% y 77.6%, respectivamente (Cuadro 2). Sin embargo, la esporulación se presentó hasta las 120 hpt.

Estos resultados sugieren que *P. fumosoroseus* y *M. anisopliae* son promisorios como biocontroladores de *Z. indianus*. La mortalidad causada por estos hongos es comparable con la reportada por otros autores. Por ejemplo, Svedese *et al.* (2012) encontraron que *B. bassiana* y *M. anisopliae* causaron 98.7% y 100% de mortalidad en adultos de *Z. indianus* en condiciones de laboratorio. La diferencia entre los resultados de esta investigación y otros autores puede ser atribuida a la concentración de los hongos entomopatógenos. Por ejemplo, Svedese *et al.* (2012) determinaron que la concentración de *B. bassiana* puede afectar la mortalidad de *Z. indianus*. En consecuencia, es crucial estudiar como influye la relación entre la concentración y esporulación de los hongos y la mortalidad.

**Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de adultos de *Zaprionus indianus* tratados con cuatro aislamientos de hongos entomopatógenos.**

Entomopatógeno	Mortalidad (% $\pm$ EE)	Tukey ( $P \leq 0.05$ )
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	84.5 $\pm$ 3.3	a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	77.6 $\pm$ 4.3	a
<i>Beauveria bassiana</i>	39.6 $\pm$ 4.3	b
<i>Lecanicillium lecanii</i>	29.3 $\pm$ 5.1	b
Testigo	3.3 $\pm$ 1.9	c

EE= Error estándar

Así mismo, es importante destacar que la esporulación tardía observada en este estudio puede ser un factor limitante para el control de *Z. indianus*. La esporulación es un proceso crítico para la dispersión y persistencia de los hongos entomopatógenos en el ambiente (Butt y Goettel, 2000b). Es fundamental evaluar la compatibilidad de estos hongos con otros enfoques de control, como el uso de insecticidas químicos o biorracionales. La combinación de diversas

estrategias de manejo puede resultar en una alternativa eficaz para el control de las poblaciones de *Z. indianus* (Gao *et al.*, 2012).

De acuerdo a las condiciones del experimento, todas las especies de hongos entomopatógenos evaluadas mostraron cierto nivel de mortalidad en los adultos de *Z. indianus*. No obstante, *P. fumosoroseus* y *M. anisopliae* destacaron por su eficiencia, lo que los posiciona como candidatos prometedores para ser utilizados como biocontroladores. Estos resultados respaldan el desarrollo de un programa de manejo integrado innovador, enfocados en estrategias de control biológico para esta plaga. Además, su implementación podría fomentar la reducción del uso de insecticidas químicos, contribuyendo a una mayor conciencia ambiental. Se muestran promisorios, por tanto, se pueden considerar como biocontroladores para desarrollar un programa de manejo innovador dentro de las estrategias del control biológico para esta especie plaga, y con ello una concientización de disminuir el uso de insecticidas químicos.

#### Literatura citada

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economy Entomology*. 18: 265-267.
- Bautista, N. 2023. Insectos y ácaros de importancia agrícola en México. (S. I. Gil, Ed.) Texcoco, Estado de México, México: Editorial del Colegio de Postgraduados.
- Bautista, N., C. Illescas, E. López, L. Velaquez, C.D. García. 2017. Presence of *Drosophilidae* (Diptera: Ephydroidea) flies associated with fig fruits in Morelos, México. *Florida Entomologist*. 100: 813-816.
- Bernardi, D., F. Andrezza, M. Botton, C.A. Baronio, D.E. Nava. 2016. Susceptibility and Interactions of *Drosophila suzukii* and *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in damaging strawberry. *Neotropical Entomology*. (46): 1-7.
- Bragard, C., P. Baptista, E. Chatzivassiliou, F. Di Serio, P. Ginthier, J. Jaques, E. Stefani. 2022. Pest categorisation of *Zaprionus indianus* European Food Safety Authority Journal. 1-24.
- Butt, T. M., M.S. Goettel. 2000a. Bioassays of entomogenous fungi. pp.141-195 *In*: Navon, A. and Ascher, K. R. (Eds.). Bioassays of entomopathogenic microbes and nematodes. Bet Dagan, Israel. CABI Publishing.

- Butt, T. M., M.S Goettel. 2000b. Biocontrol of insects using fungi. En J. M. Lynch, J. S. Wiseman, & J. F. S. Wiseman (Eds.), *Biopesticides: opportunities for safer insect control* (pp. 71-94). Cambridge University Press.
- Castrezana, S. 2007. New records of *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae) in North America and key to identify some *Zaprionus* species deposited in the *Drosophila* Tucson Stock Center. *Drosophila* information service, 90, 34-36.
- Castro, F.L., V.L. Valente. 2001. *Zaprionus indianus* invading communities in the southern Brazilian city of Porto Alegre. *Drosophila* Information Service 84: 15-17.
- Dettler, M.A., G.N. Barrientos, E. Martinez, M.A. Anda, M.V. Santadino, C.E. Coviella, M.B. Riquelme. 2021. Field infestation level of *Zaprionus indianus* Gupta and *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in *Ficus carica* L. (Rosales: Moraceae) and *Rubus idaeus* L. (Rosales: Rosaceae) in the northeast of Buenos Aires province. *Revista de la Sociedad Entomológica de Argentina*. 3: 43-47.
- Galego, L., C. Márcia 2017. Analysis of the Drosophilidae *Zaprionus indianus* introduction in Brazil: Contribution of esterase loci polymorphisms. *Drosophila* Information Service. 79-84.
- Gao, Y., S.R. Reitz, Q. Wei. 2012. Integration of insecticidal soap and *Beauveria bassiana* for management of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*. 105: 1096-1104.
- Grimm, C., F. Guharay. 1998. Control of leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* and shield-backed bug *Pachycoris klugii* with entomopathogenic fungi. *Biological Science and Technology*. 8: 365-376
- Svedese, V.M., R. da Silva Lopez, J.F. dos Santos, E.A. Lima, 2012. Action of entomopathogenic fungi on the larvae and adults of the fig fly *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae)/Acao de fungos entomopatogenicos em larvas e adultos da mosca do figo *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae). *Ciencia Rural*. 42: 1916-1923.

## CAPÍTULO 8

# Evaluación de pulverizados vegetales para el control del gorgojo *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en maíz almacenado

Yoselin Guerrero Guerrero<sup>1</sup>, Dalia Castillo-Hernández<sup>1\*</sup>, Silvia Luna-Suárez<sup>1</sup>, Agustín Aragón-García<sup>2</sup>, Maribel Carrera-Fernández<sup>3</sup>

### Resumen

El gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), es una de las principales plagas a nivel internacional en granos almacenados, causando pérdidas económicas hasta de un 40% de la producción. Para disminuir el ataque de estos insectos, los agricultores emplean insecticidas químicos, lo cual tienen altos costos; provocando resistencia de las plagas, acumulación de residuos químicos en los alimentos, eliminación de enemigos naturales y daños a la salud. En este trabajo se ensayaron diferentes pulverizados vegetales con potencial antialimentario o insecticida que favorecerían el control de *S. zeamais* en maíz almacenado. El bioensayo consistió en 10 tratamientos de pulverizados vegetales y un testigo, realizando cinco repeticiones. Se adaptaron las condiciones idóneas para obtener la cría del gorgojo en un cuarto de cría, se determinó la mortalidad del insecto en presencia de los pulverizados, el porcentaje del daño en el grano de maíz amarillo (variedad arrocillo). Se determinó la pérdida del grano y el porcentaje de germinación de la semilla tratada con los pulverizados. Se encontró que el pulverizado de *Piper auritum* fue el más efectivo, obteniendo un 100% de mortalidad del insecto adulto a los 60 días, con este tratamiento también, se logró obtener una mejor protección de las semillas de maíz, frente al ataque del insecto, obteniendo solo el 2.46% de afectación en el grano, en comparación con el testigo que no tenía ningún pulverizado, que presentó una pérdida de 13% del grano. Además, el uso de pulverizados no afectó la germinación de la semilla de maíz.

**Palabras clave:** Picudo de maíz, Plaga en granos, Planta antialimentaria, Planta insecticida, *Zea mays*.

---

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional, Carr. Est. Tecuexcoma-Tepetitla Km. 1.5, 90700, Tepetitla, Tlaxcala, México.

<sup>2</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias, Centro de Agroecología, Manejo Sostenible de Agroecosistemas, Edificio VAL1, Km 1.7, carr. a San Baltazar Tetela, 72960. San Pedro Zacachimalpa, Puebla, México.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, 130213 Ciudadela Universitaria, Manta, Ecuador.

\*Autor de correspondencia: dcastillohe@ipn.mx

## Introducción

En México, el maíz forma parte de la dieta alimentaria debido a sus valores nutricionales, es el cultivo con mayor presencia en el país, se estima que en el 2022 se cultivó una extensión de 7.4 millones de hectáreas, y una producción anual de 27,503,477.82 t, además de que constituye un insumo de alto valor para el sector pecuario y para la obtención de numerosos productos industriales (SENASICA, 2020; SIAP, 2022). Su producción se mantiene todo el año, lo que genera condiciones favorables para el desarrollo de plagas y enfermedades durante la cosecha y postcosecha, cuya prevalencia es un riesgo potencial para el manejo del cultivo (Hernández *et al.*, 2023). Durante la etapa de postcosecha se ha reportado daños que alcanzan hasta un 40%. El daño ocasionado por insectos plaga se estima que un 10% afecta el proceso de germinación, teniendo en cuenta que zonas tropicales y subtropicales puede incrementar los daños debido a que la temperatura favorece el desarrollo de estos insectos en los granos (Torres y del Carmen, 2022). Además, se considera que 13 especies de insectos suelen adaptarse a las condiciones de maíz almacenado viviendo y alimentándose de estos, los daños suelen presentarse tanto en el campo como en las condiciones de almacenamiento comercial.

El gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky es una de las plagas de interés mundial debido a que afecta los granos almacenados pre y postcosecha, donde provoca hasta un 60% de pérdidas de peso y calidad dentro de los 3 a 6 primeros meses de almacenamiento en los países en desarrollo. Los adultos perforan el grano para ovipositar, mientras que las larvas se alimentan del endospermo, su ciclo de vida es de 30 a 113 días, y su presencia favorece el ataque de otros organismos (García *et al.*, 2019). Su distribución es mundial, afecta principalmente a regiones tropicales, subtropicales húmedas y templadas (Hong *et al.*, 2018). Teniendo como resultado graves consecuencias como daños a la salud en los agricultores que están expuestos o aplican dichos productos. El uso de plantas con propiedades antialimentarias, insecticidas o como repelentes podría ser una alternativa para evitar que grano almacenado se vea afectado por insectos. Abdullahí *et al.* (2019) mencionan que diferentes plantas presentan componentes fitoquímicos como; taninos, flavonoides, linalol, saponinas, compuestos fenólicos, terpenoides, piperina y piperidina. González *et al.*, 2009 aluden que los alcaloides pueden bloquear la transmisión del nervio

motor y causar parálisis flácida del músculo esquelético en el cuerpo de algunos insectos, Quiñones *et al.* (2017) mencionan que isobutil amina funciona como repelente y neurotóxico.

Por lo que, en este proyecto, se evaluaron diferentes pulverizados vegetales de la región Norte del estado de Puebla con potencial insecticida para el control del gorgojo *S. zeamais* en maíz almacenado.

### **Materiales y Métodos**

#### **Procedencia de los Insectos y material vegetal**

Los insectos fueron proporcionados por productores de maíz que tenían problemas con granos infestados de gorgojos (*S. zeamais*) en la localidad del Progreso Zacapoaxtla, ubicado en la sierra Norte del estado de Puebla. Los organismos fueron llevados al laboratorio del Centro de Investigación de Biotecnología Aplicada en Tlaxcala para establecer las condiciones de cría.

Las plantas que se utilizaron para el control del maíz almacenado fueron recolectadas en el municipio de Zacapoaxtla Puebla, solo el clavo y la pimienta se obtuvieron en el mercado local del municipio mencionado. Las plantas empleadas fueron las siguientes *Equisetum arvense* (Cola de caballo), *Zingiber officinale* (Jengibre), *Osimum basilicum* (Albahaca), *Artemisia absinthium* (Ajenjo), *Piper auritum* (Hoja santa), *Piper nigrum* (Pimienta negra), *Syzygium aromaticum* (Clavo), *Cuminum cyminum* (Comino), *Cinnamomum verum* (Canela), *Capsicum annuum* (Chiltepín). Las plantas se secaron a temperatura ambiente en obscuridad durante un mes y se molieron con ayuda de un molino manual (marca estrella) hasta obtener el polvo, y se tamizó con una malla 3mm.

El maíz que se utilizó en este proyecto fue arrocillo amarillo, proporcionado por un productor de la localidad de Tzinacantepec municipio de Tlatlauquitepec, Puebla. Esta variedad de maíz se cultiva a una altitud de 2,063 msnm en las regiones templadas-frías con alta nubosidad de la Sierra Norte de Puebla y áreas aledañas al estado de Veracruz.

#### **Condiciones de cría de *Sitophilus zeamais***

Los insectos de *S. zeamais* se mantuvieron en un cuarto de cría, colocándose en recipientes de plástico de 1L con 500g de maíz y 30 organismos (15 machos y 15 hembras) y se colocaron las tapas perforadas para ventilación. La temperatura fue controlada a  $30 \pm 31^{\circ}\text{C}$ , la humedad relativa del ambiente

presentó un promedio del 70% y fue verificada con ayuda de termohigrómetro Digital (marca Traceable®) durante 3 meses.

### **Pruebas de actividad insecticida por contacto**

En frascos de plástico de 1000 mL se depositaron 100 g de maíz, los cuales se mezclaron con 1g de polvo vegetal (1%). Después, en cada frasco se colocaron 10 hembras y 10 machos de *S. zeamais* en etapa adulta. Se realizaron 10 tratamientos de pulverizados vegetales y un testigo, realizando cinco repeticiones por tratamiento, El testigo consistió en que no tenía ningún pulverizado.

### **Evaluación de mortalidad de *S. zeamais* en adultos**

El porcentaje de mortalidad se determinó cada 8 días en un lapso de 60 días una vez realizada la infestación del maíz, y se contó el número de insectos adultos vivos y muertos para los tratamientos y sus repeticiones (Silva *et al.*, 2005). Se empleo la siguiente fórmula: Porcentaje de mortalidad = número de insectos muertos / total de insectos x 100.

### **Determinación del porcentaje de granos dañados**

Al finalizar el estudio se revisaron los granos no afectados y los dañados a cusa de *S. zeamais*. Por tratamiento se tomaron 100 semillas al azar. Se utilizó la siguiente fórmula: el porcentaje de semillas dañadas = número total de granos dañados / 100 x 100.

### **Porcentaje de pérdida de peso en maíz almacenado**

Se determino por diferencia de peso de los tratamientos al inicio (100g) y a los dos meses que finalizó el experimento, para todos los tratamientos y se verificó si hay afectaciones por el gorgojo en presencia de los pulverizados vegetales.

### **Germinación de las semillas**

Se calculó el porcentaje de germinación de los granos de maíz que fueron mezcladas únicamente con pulverizados vegetales y almacenados durante dos meses para verificar si estos influían en la germinación. Se colocaron 10 semillas en una caja Petri con papel de filtro humedecido y se dejó a temperatura ambiente. Este procedimiento se realizó para cada tratamiento por duplicado y a los ocho días, se contaron las semillas germinadas y se consideró como 100% el número de granos germinados en el testigo que no estuvo en contacto con los pulverizados.

## Análisis estadístico

Todos los análisis se realizaron por quintuplicado, se realizó una ANOVA y se hizo un análisis de medias utilizando la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%.

## Resultados y Discusión

### Porcentaje de mortalidad de *Sitophilus zeamais*

Los pulverizados que mostraron efecto sobre la mortalidad del gorgojo en etapa adulta fueron *P. auritum*, *S. aromaticum*, *C. verum* y *C. annum*. El que mostró mayor efectividad fue el de *P. auritum* con un 100% de mortalidad, seguido del tratamiento con *S. aromaticum* con el 28.08% (Figura 1). No se observó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre el testigo y *E. arvense*, *Z. officinale*, *O. basilicum*, *A. absinthium*, *P. nigrum* y *C. cyminum*. Diversos estudios han reportado que los usos de pulverizados vegetales en granos almacenados pueden resultar efectivos para el testigo de insectos, con efectos repelentes, insecticidas y antialimentaria. Los resultados obtenidos para *P. auritum* son mejores a los obtenidos por Silva et al., 2003, quienes obtuvieron una mortalidad del 65.8%, la diferencia se puede deber a que ellos evaluaron a un tiempo de 15 días, y en este trabajo se evaluó a los 30 días. En el caso de *S. aromaticum* se ha reportado una mortalidad del 100% pero utilizando el aceite esencial (Fraciele, 2016) y en el caso de *C. verum* se ha reportado una mortalidad del 50% utilizando extractos (Bastida, 2016).

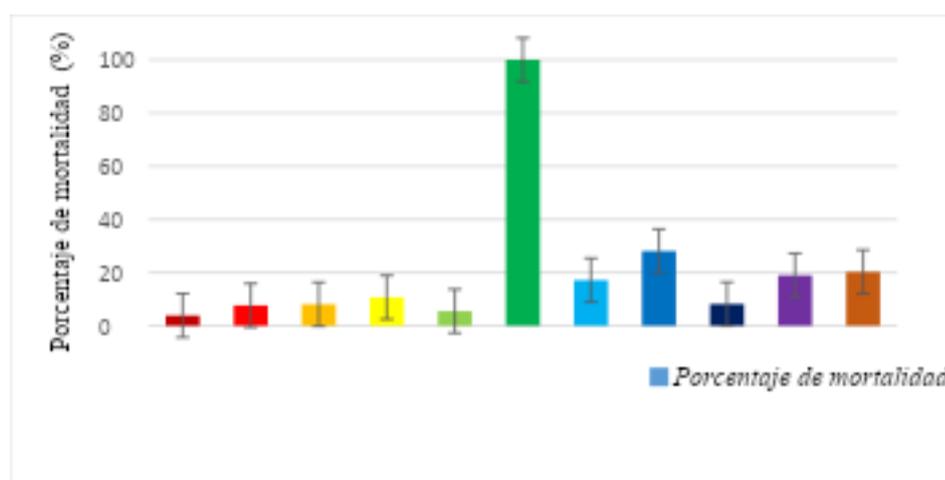
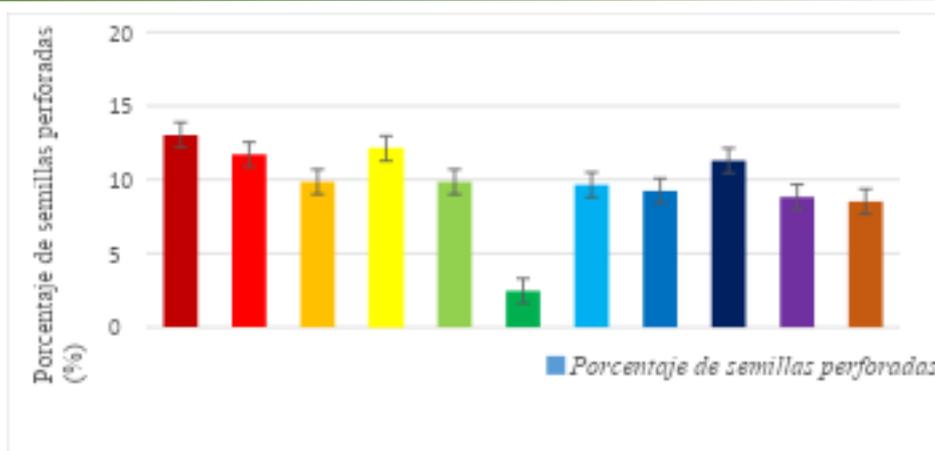


Figura 1. Porcentaje de mortalidad de insectos adultos de *S. zeamais* utilizando pulverizados vegetales en semillas de *Z. mays*.

Respecto a la muerte de los insectos puede atribuirse a diferentes causas como los constituyentes fitoquímicos, bloqueo de los espiráculos o afectación en el desarrollo cuticular del insecto, dependiendo del fitoquímico, puede causar la muerte en alguna etapa de su ciclo biológico, afectación en las rutas metabólicas, envenenamiento por contacto, reducir la longevidad, evitar la oviposición, interferencia con los receptores de acetil colina (Higuera *et al.*, 2021; Abdullahí *et al.*, 2019). Es probable que la acción insecticida del *P. auritum* sea debido al compuesto safrol que contiene la planta, éste compuesto se ha reportado con actividad insecticida y plaguicida (Delgado y Cuca, 2007). Sin embargo, se requieren estudios más minuciosos para determinar los diferentes mecanismos de muerte de los insectos y los compuestos involucrados. Por otro lado, la efectividad de la mortalidad va a depender de las especies de las plantas, la cantidad de los pulverizados, la presencia de los diferentes componentes fitoquímicos, las especies de insectos a controlar entre otros aspectos.

#### **Porcentaje de semillas dañadas de *Z. mays***

Se evaluó el porcentaje de granos perforados de amarillo maíz (variedad arrocillo) en presencia de *S. zeamais* y con diferentes pulverizados vegetales anteriormente mencionados. Los resultados obtenidos a los 60 días fueron los siguientes; para el testigo que no contenía ningún pulverizado, se obtuvo la mayor afectación presentando un 13.03% de granos perforados causado por *S. zeamais*, seguido del tratamiento *O. basilicum* con un 12.11%, además para el tratamiento con *E. arvense* con un 11.70%, también para los siguientes tratamientos se obtuvo arriba del 9% de daños en el grano los siguientes pulverizados: *Z. officinale*, *A. absinthium*, *P. nigrum* y *S. aromaticum*. Además, para *C. verum* y *C. annuum* se obtuvo un 8%. Por último, el tratamiento que mostró menor afectación fue para *P. auritum* con solo el 2.46% de afectación de semillas causado por *S. zeamais* como se muestra en la Figura 2.

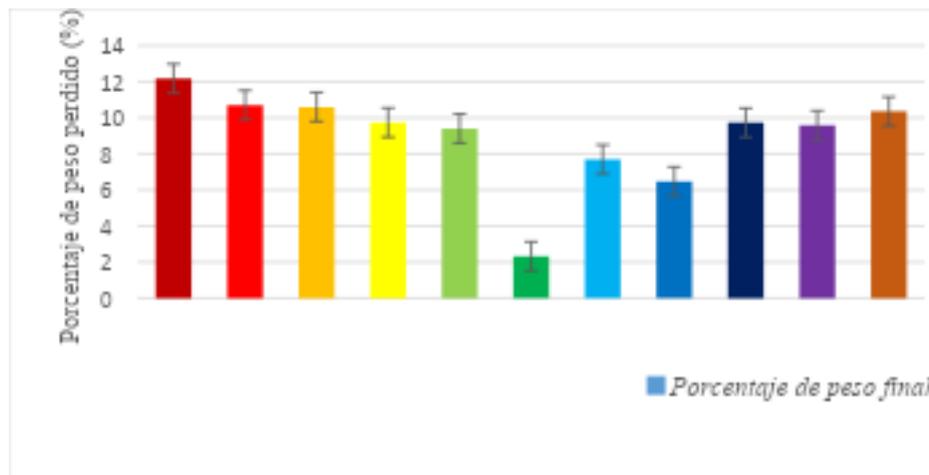


**Figura 2. Porcentaje de semillas dañadas de *Z. mays* causado por insectos adultos de *S. zeamais*.**

Consideramos que el tratamiento con *P. auritum* fue efectivo en este estudio, debido al posible efecto insecticida sobre los insectos adultos. Gómez *et al.* (2018) mencionan que la disminución de los daños en las semillas de maíz que fueron tratadas con polvos vegetales puede deberse a la acción de los metabolitos con efecto antialimentario.

#### **Porcentaje de pérdida de peso en semillas de *Z. mays***

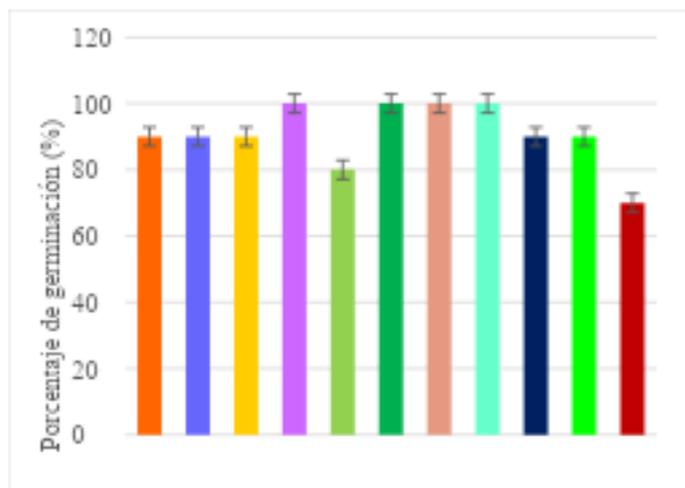
El tratamiento con mayor pérdida de peso de las semillas de *Z. mays* durante los 60 días evaluados fue para testigo con el 12.18% causado por el insecto *S. zeamais*, seguido del tratamiento con *E. arvense* con el 10.71%, mientras que para el tratamiento con *Z. officinale* el 10.60%, además, para el tratamiento con *C. annuum* presentó el 10.35%, también hubo 4 tratamientos con efecto similar arriba del 9% los cuales fueron: *O. basilicum*, *C. cyminum*, *C. verum* y *A. absinthium*. Sin embargo, para el tratamiento con *P. nigrum* se observó el 7.69% y para el tratamiento *S. aromaticum* el 6.47%. Finalmente, el que tuvo menor porcentaje de pérdida de peso de la semilla fue el tratamiento con *P. auritum* con el 2.32% el cual funciona como protector de granos almacenados (Figura 3). En este proyecto el pulverizado que presentó menor pérdida de peso del grano puede ser debido al efecto antialimentario, lo cual coincide con lo reportado con González *et al.* (2009) quienes mencionan que el polvo de vegetales que tienen algunos metabolitos puede tener efecto antiinsecto o antialimentario.



**Figura 3. Porcentaje de pérdida de peso en semillas de *Z. mays* causada por *S. zeamais* adultos.**

#### **Porcentaje de germinación de semillas de *Z. mays***

En general, se observó que no se ve afectada la germinación de las semillas que fueron tratadas con los pulverizados vegetales y el control. Los resultados obtenidos fueron que, germinó el 100% de las semillas de *Z. mays* para los tratamientos con *O. basilicum*, *P. auritum*, *P. nigrum* y *S. aromaticum*, seguidos de los tratamientos *E. arvense*, *Z. officinale*, *C. cyminum* y *C. verum* los cuales germinaron el 90% de las semillas, para el tratamiento con *A. absinthium* se obtuvo un 80% y por último para el tratamiento con *C. annuum* germinó el 70% de las semillas de *Z. mays*, como se muestra en la figura 4. Gómez *et al.* (2018) coinciden con nuestros resultados en que el uso de pulverizados vegetales no afecta la germinación de las semillas y consideran que la germinación está más relacionada con la calidad de las semillas para lograr germinar y producir una plántula. También, mencionan que el potencial de germinación puede verse afectado por factores abióticos obióticos como granos dañados por insectos y el manejo de los cultivos.



**Figura 4. Germinación de las semillas de *Z. mays* tratados con los pulverizados vegetales.**

### Conclusión

Como conclusiones se puede mencionar que los productores pueden utilizar pulverizados de plantas con propiedades repelentes o insecticidas para el control de *S. zeamais* en granos de maíz, como una alternativa redituable. Además, en este proyecto se evidenció que la aplicación del pulverizado de la hoja santa (*P. auritum*) mostró mayor efectividad logrando una mortalidad del 100% sobre *S. zeamais* y protegiendo las semillas hasta un 97.68% sin presentar perforación alguna en las semillas de maíz. Además, los pulverizados vegetales no afectan en la germinación de las semillas de maíz.

### Literatura citada

- Abdullahi, A.M., A. Sarki, M.S Hafizu, I.Z., Kunihya, A.A. Kolawole, I. Nassai, M. Y. Haruna. 2019. Phyto-chemicals of some plant leaf powder as anti-insect agents against maize weevils *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). FUDMA Journal of Sciences. 3: 291-295.
- Bastida, H.L.M. 2016. Evaluación de extractos vegetales como una alternativa de control para el picudo de maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). Tesis de licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- Delgado A.W., S.L.E. Cuca 2007. Composición química del aceite esencial de *Piper hispidum*. Revista de Productos Naturales. 1: 5-8.
- Franciele, C.M. 2016. Ação de óleos essenciais de *Syzygium aromaticum* e *Thymus vulgaris* sobre *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* em laboratório. Tesis de maestría, Universidad Federal de Pelotas, Brasil.

- García, L.S., C. Chuck Hernández, S.O. Serna. 2019. Development and structure of the corn kernel. pp. 147- 163. *En*: S. O. Serna-Saldivar [ed.] Corn: Chemistry and Technology.
- Gómez, H.A., M.O. González, J.C. González. 2018. Vegetales pulverizados para el manejo de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en almacenamiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9: 787-798.
- González, S., O. Pino, R.S. Herrera, N. Valenciaga, D. Fortes, Y. Sánchez. 2009. Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales de una especie de la familia Fabacea (49-1-XIV). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 43: 321-325.
- Hernández-Cruz, J., A. Luna-Cruz, E. Loera-Alvarado, E. Villanueva-Sánchez, N. Landero-Valenzuela, B.H. Zárate-Nicolás, F. Diego-Nava, C.A. Granados-Echegoyen. 2023. Efficiency of the essential oil of *Porophyllum linaria* (Asteraceae) a Mexican endemic plant against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Insect Science*. 23: 19.
- Higueras, C., G. Silva-Aguayo, A. Urbina, I. Figueroa, J.C. Rodríguez-Maciél, A. Lagunes-Tejeda, L. Aguilar-Marcelino. 2021. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvos de follaje de dos especies del género *Eucalyptus*. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*. 37: 101-111.
- Hong, K. J., W. Lee, Y. J. Park, J. Yang. 2018. First confirmation of the distribution of rice weevil, *Sitophilus oryzae*, in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. 11: 69-75.
- Marques, S.C., P.J. Gondim, R.R. Pereira. 2021. Polvos vegetales para el control de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) en granos de maíz almacenados. *Revista de Ciencias Agrarias*. 44:184-192.
- Quiñones Dena, H., M. Flores Davila, E. Cerna Chávez, L.A. Aguirre Uribe, J. Landeros Flores, Y. M. Ochoa Fuentes, G.A. Frías Treviño. 2017. Efectividad de polvos vegetales sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky Coleoptera: Curculionidae. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8: 721-726.
- Rangel Fajardo, M.A., J.I. Tucuch Haas, N.O. Gómez Montiel, J.A. Burgos Díaz. 2020. Control del gorgojo (*Sitophilus zeamais* motschulsky) con polvo de

- epazote (*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants) en diferentes genotipos de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 43: 307-315.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [SENASICA]. 2020. <https://www.gob.mx/senasica>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. 2022. <https://www.gob.mx/siap>
- Silva Aguayo, G., R. Kiger Melivilu, R. Hepp Gallo, M. Tapia Vargas. 2005. Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales de tres especies del género *Chenopodium*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 40: 953-960.
- Silva, G, A. Lagunes, J. Rodríguez. 2003. Control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. *Ciencia e Investigación Agraria*. 30: 153-160.
- Torres, G., M. del Carmen. 2022. Protección de semilla de maíz con *Phoradendron* spp. Pulverizado ante el daño de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky). Tesis de licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.

## CAPÍTULO 9

# Eficiencia de trampas para la captura de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en palma de aceite

Luis David García-García<sup>1</sup>, Rodolfo Osorio-Osorio<sup>1\*</sup>, Juan Cibrían-Tovar<sup>2</sup>, Gabriela de la Cruz-Zapata<sup>1</sup>, Luis Ulises Hernández-Hernández<sup>1</sup>, Karen Zuleyma Ruíz-Jiménez<sup>1</sup>

### Resumen

El picudo de las palmas *Rhynchophorus palmarum* L. es una de las plagas más importantes en plantaciones de palma de coco *Cocos nucifera* L. y palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. en Tabasco, México. Un método efectivo para la captura de adultos de esta especie es el uso de trampas cebadas con feromona de agregación rincoforol + atrayente alimenticio. Por lo tanto, el objetivo fue comparar la eficiencia de captura de tres diseños de trampas cebadas con rincoforol + piña para la captura de adultos de *R. palmarum*. El experimento se realizó en plantaciones de palma de aceite en los municipios de Tacotalpa y Macuspana, Tabasco, de marzo a junio de 2024. Las trampas fueron cebadas con 1 g de rincoforol + un trozo de 0.5 kg de piña madura. Estas se colocaron a una distancia de 100 m entre sí, a una altura de 1.5 m y en contacto con el estípite de la palma. La trampa tipo cilindro con embudo capturó el mayor número de picudos, en promedio (EE) 4.00.8 picudos/trampa por semana en Tacotalpa y 3.70.7 en Macuspana. Las trampas tipo cubeta con tapa y tipo cubeta con embudo capturaron 3.70.6 y 2.30.3 picudos/trampa por semana en Tacotalpa, y 1.80.5 y 1.80.8 picudos/trampa por semana en Macuspana. En adición, la trampa tipo cilindro con embudo fue cinco veces más barato que los otros dos tipos de trampa; por lo tanto, representó el diseño más eficiente para la captura de *R. palmarum* en plantaciones de palma de aceite en Tabasco, México.

**Palabras Clave:** Picudo de las palmas, palma de coco, feromona de agregación

---

<sup>1</sup>División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Km. 25 Carr. Villahermosa-Teapa. Centro, Tabasco, México.

<sup>2</sup>Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados Carr. México, Km. 36.5 Carr. México- Texcoco, 56230 Montecillo, Estado de México, México.

\*Autor de correspondencia: rodolfo.osorio@gmail.com

## Introducción

El picudo de las palmas *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) es una de las plagas más importantes en plantaciones de palma de coco *Cocos nucifera* L. y palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. (Arecales: Arecaceae) en Tabasco, México (Osorio-Osorio *et al.*, 2003, 2021). Las larvas de *R. palmarum* se alimentan del cogollo (incluyendo tallo y peciolos de las frondas) de ambas especies de palmas. Los daños más importantes en palma de aceite lo ocasionan los adultos. En Costa Rica, actúan como vectores del nemátodo *Bursaphelenchus cocophilus* Cobb, causante de la enfermedad del anillo (Oehlschlager *et al.*, 2002); mientras que, en Colombia, son transmisores de las esporas del hongo *Phytophthora palmivora* Butler, agente causal de la pudrición del cogollo (Torres *et al.*, 2016). Además, ocasionan daño a las inflorescencias andrógenas de palmas híbridas de *Elaeis oleifera* *E. guineensis* (Aldana *et al.*, 2010). Por lo tanto, la captura de adultos de *R. palmarum* es una de las estrategias más utilizadas para el monitoreo o la reducción de sus niveles poblacionales, y en consecuencia, el manejo de esta plaga (Torres *et al.*, 2016).

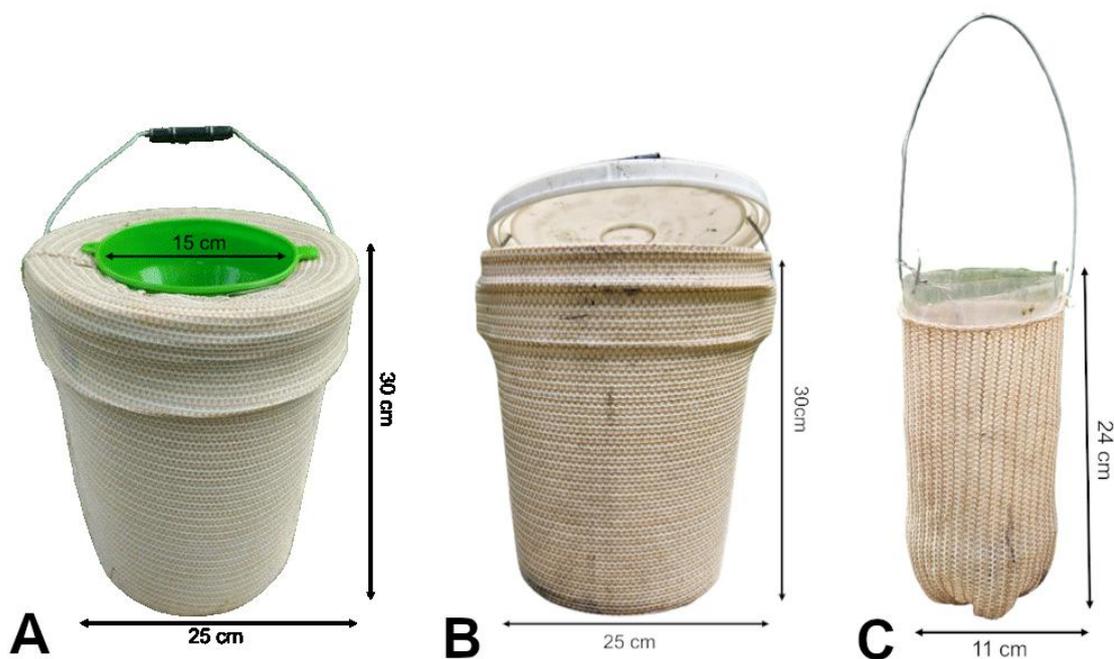
Los machos de *R. palmarum* producen una feromona de agregación cuando perciben los compuestos volátiles producidos por el tejido de plantas huéspedes (Rochat *et al.*, 1991a). El compuesto principal de esta feromona es el rinfoforol (2-metil-5-(*E*)-hepten-4-ol) (Rochat *et al.*, 1991b; Oehlschlager *et al.*, 1992). La mezcla racémica de rinfoforol y su isómero quiral *S* es altamente atractiva para machos y hembras de esta especie en condiciones de campo, particularmente en combinación con una fuente de alimento del insecto (Oehlschlager *et al.*, 1992). Es decir, la adición de material vegetal en fermentación en trampas cebadas con rinfoforol incrementa significativamente las capturas de adultos de *R. palmarum* (Oehlschlager, 2016). La captura masiva mediante trampas cebadas con feromona más un atrayente vegetal se ha utilizado durante varias décadas, como la principal forma de monitorear y capturar masivamente las poblaciones de picudo de las palmas (Pinilla-Gallego *et al.*, 2024). Es la única estrategia actualmente disponible para reducir las poblaciones del picudo *R. palmarum* en las plantaciones de palma aceite (Löhr y Parra, 2014; Aldana *et al.*, 2020); y por lo general, es económicamente viable (Oehlschlager, 2016).

La necesidad de disponer de un sistema de captura masiva más eficiente en términos del número de insectos capturados, costo de materiales y tiempo de trabajo invertido condujo al diseño y evaluación de diferentes diseños de trampas (Oehlschlager *et al.*, 1993; Osorio-Osorio *et al.*, 2003; Moya-Murillo *et al.*, 2015; Milosavljević *et al.*, 2020). Entre los diseños de trampa más comúnmente usados se conocen la trampa tipo cubeta con tapa (Oehlschlager *et al.*, 1993) o la trampa tipo bidón con ventanas, ambas elaboradas a partir de recipientes de plástico de 20 L, y si ésta última se forra con lona, su capacidad de captura incrementa significativamente (Moya-Murillo *et al.*, 2015). En México, los estudios de trampeo de *R. palmarum* se ha enfocado de forma recurrente en palma de coco, pero no así en el cultivo de palma de aceite. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue comparar la eficiencia de tres diseños de trampas cebadas con feromona rincoforol + piña para la captura de *R. palmarum*, así como el registro de las tasas de liberación del cebo feromonal en plantaciones de palma de aceite en Tabasco, México.

### **Materiales y Métodos**

El experimento se realizó en dos plantaciones de palma de aceite *E. guineensis* en Tabasco, México por un periodo de dos meses: 1) Rancho Astrorey del municipio de Tacotalpa (450 ha; 10 años de edad; 17°34' 09" N, 92°49'47" O, 20 msnm; marzo 7 – mayo 24, 2024) y 2) Rancho Bienvenido del municipio de Macuspana (120 ha; 7 años de edad; 17°49'9" N, 92°29'58" O, 10 msnm; abril 6 – junio 22, 2024). Los diseños de trampa fueron (Figura 1): a) Trampa tipo cubeta de 10 L con embudo, b) Trampa tipo cubeta de 10 L con tapa, y c) trampa tipo cilindro de 3 L con embudo (elaborada a partir de botellas de polietileno [PET] desechadas de refrescos). Las trampas fueron cebadas con 1 g de rincoforol (2-metil-5-(*E*)-hepten-4-ol) (proporcionado por Dr. J. Cibrián del Colegio de Postgraduados) más un trozo de 0.5 kg de piña madura (*Ananas comosus* L.) como atrayente alimenticio. Todas las trampas fueron forradas con malla sombra de jardín para facilitar el acceso de los picudos, y provistas de orificios basales para evitar la acumulación de agua de lluvia. Su disposición espacial en las plantaciones se realizó en un diseño de bloques completos al azar, usando seis repeticiones por diseño de trampa. Las trampas fueron colocadas a 100 m de distancia entre sí, a una altura de 1.5 m en contacto con el estípote de la palma, en la periferia de las plantaciones.

El conteo de las capturas de *R. palmarum* se realizó de forma semanal; realizando, además, el reemplazo de la piña y el registro del peso del cebo feromonal. Al final del experimento, se realizó la suma del número de insectos capturados por trampa, a los cuales se les aplicó el análisis de la varianza y la comparación de medias mediante el método de Tukey (Zar, 2012), usando el paquete estadístico SAS® OnDemand for Academics (SAS Institute Inc, 2024). El análisis del costo de las trampas se calculó según los precios actuales de los materiales utilizados para su elaboración y el tiempo de mano de obra requerido, basado en el salario mínimo vigente en México (CONASAMI, 2023).



**Figura 1. a) Trampa tipo cubeta con embudo, b) Trampa tipo cubeta con tapa y c) Trampa tipo cilindro con embudo.**

### Resultados y Discusión

El número picudos capturados en los diseños de trampa fueron estadísticamente diferentes en ambas plantaciones (Tacotalpa:  $F = 4.8$ ,  $gl = 2$ ,  $P = 0.03$ ; Macuspana:  $F = 5.3$ ,  $gl = 2$ ,  $P = 0.02$ ). En ambas localidades, la trampa tipo cilindro con embudo capturó el mayor número de adultos de *R. palmarum*, con un promedio (EE) de 4.00.8 picudos/trampa por semana en Tacotalpa y 3.70.7 en Macuspana (Cuadro 1). En Tacotalpa, la trampa tipo cubeta con tapa capturó en promedio 3.70.6 picudos/trampa, estadísticamente igual que la

trampa tipo cilindro con embudo ( $P>0.05$ ). En Macuspana, las trampas tipo cubeta con tapa y tipo cubeta con embudo capturaron significativamente menos adultos de *R. palmarum* (1.80.5 y 1.80.8, respectivamente) que la trampa tipo cilindro con embudo ( $P>0.05$ ) (Cuadro 1).

Estos resultados resaltan la importancia del diseño de la trampa en la eficiencia de captura de *R. palmarum*. La mayor cantidad de picudos capturados en la trampa tipo cilindro con embudo puede deberse al tamaño del recipiente (al ser más pequeña que las otras tuvo mayor contacto con el estípite de la palma) y al diseño del acceso (al coincidir los diámetros del perímetro del embudo y el cuerpo de la trampa) (Figura 1c). El tamaño simplificó el encuentro del acceso hacia la trampa por el insecto, y el diseño de la entrada facilitó el acceso de los insectos al interior de la trampa. En observaciones adicionales, los picudos atraídos vuelan hacia la palma donde se encuentra instalada la trampa, después de realizar círculos concéntricos se posan en el estípite, luego caminan hacia el acceso de la trampa y finalmente acceden. El forro de las trampas permitió que los picudos caminaran sin dificultad sobre la superficie de la trampa hasta encontrar el acceso. Las trampas no contenían ningún agente tóxico, por lo tanto, la colocación de un embudo en las trampas fue de vital importancia para procurar la retención efectiva de los ejemplares capturados.

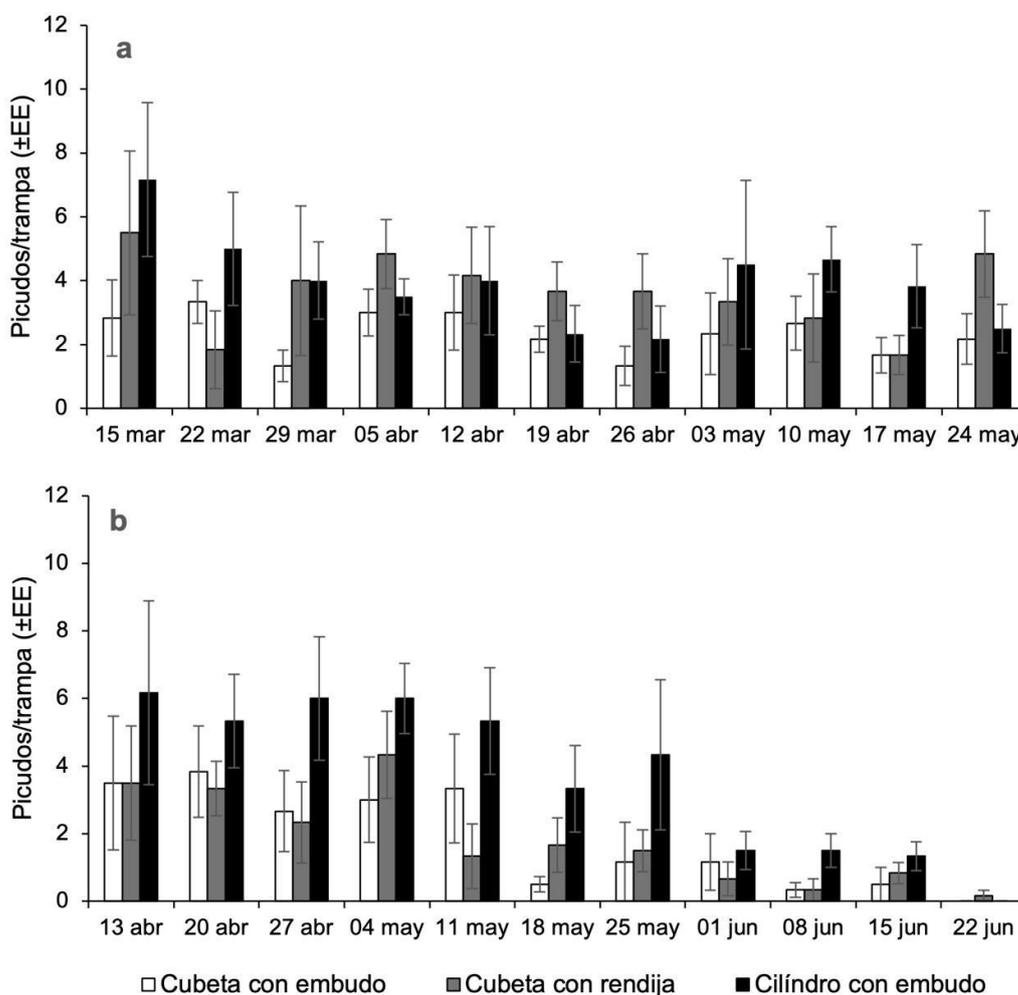
**Cuadro 1. Capturas de adultos de *R. palmarum* utilizando tres diseños de trampas en dos plantaciones de palma de aceite en Tabasco, México.**

Diseño de trampa	Picudos capturados/trampa por semana (EE)	
	Tacotalpa (marzo 7 – mayo 24, 2024)	Macuspana (abril 6 – junio 22, 2024)
Cilindro con embudo	4.00.8 <sup>a</sup>	3.7±0.7a
Cubeta con tapa	3.70.6ab	1.80.5b
Cubeta con embudo	2.30.3b	1.80.8b

Medias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey,  $P > 0.05$ ). EE = Error estándar.

La proporción sexual hembra: macho encontrada en las capturas de Tacotalpa fue de 1: 0.93 y en Macuspana de 1: 0.75. En estudios previos también se ha observado un ligero incremento en la proporción de machos o hembras capturadas (Osorio-Osorio *et al.*, 2003; Murguía-González *et al.*, 2017). En términos generales, se cree que ambos sexos son igualmente atraídos por la feromona rincoforol (Oehlschlager *et al.*, 1993).

En cuanto al número promedio de picudos capturados por trampa por semana a través del periodo de estudio, en Tacotalpa hubo una variación sostenida de las capturas para los tres diseños de trampa (Figura 2a). En contraste, en Macuspana se observó una tendencia a la baja de las capturas al final del periodo (Figura 2b).



**Figura 2. Número promedio de picudos capturados por trampa por semana en dos plantaciones de palma de aceite: a) Tacotalpa y b) Macuspana, Tabasco, México, de marzo a junio 2024.**

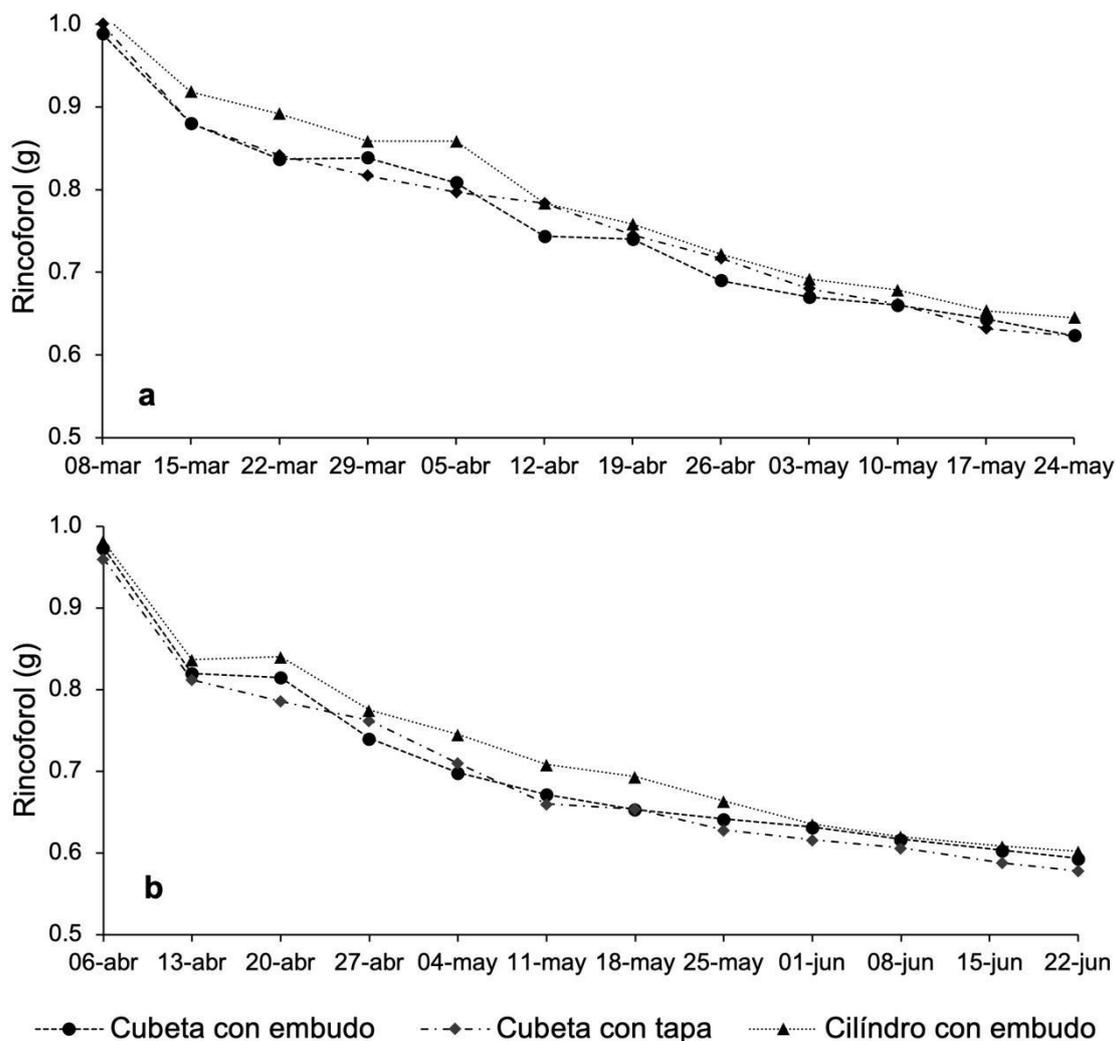
Estas tasas de captura de *R. palmarum* fueron relativamente similares que los registrados en estudios previos, donde fueron evaluados diferentes tipos de trampas cebadas con rincoforol + atrayente alimenticio. En plantaciones de palma de coco (*C. nucifera*) en Tabasco, México las trampas elaboradas a base de cubetas de 11 L con embudo capturaron en promedio entre 4.8 picudos/trampa por semana (Osorio-Osorio *et al.*, 2003). Asimismo, las tasas de captura en cuatro tipos de trampas elaboradas a base de cubetas de 20 L y botellas PET de 3 L colocadas en policultivos de palmas ornamentales en Veracruz, México, durante la época seca del año, capturaron entre 0.4 y 0.9 picudos/trampa por día (Murguía-González *et al.*, 2017).

Las tasas de liberación del cebo feromonal para los tres tipos de trampa en ambos sitios de estudio, a través del periodo de captura en campo, fueron relativamente similares (Figura 3). Las tasas de liberación de los cebos en las trampas tipo cubeta con embudo, tipo cubeta con tapa y tipo cilindro con embudo en Tacotalpa fueron de 5.2, 5.4 y 5.2 mg/día y en Macuspana de 5.4, 5.5 y 5.4 mg/día, respectivamente. Esto sugiere que la forma y el tamaño de la trampa no influyó en las tasas de liberación de la feromona, y por lo tanto, tampoco en las diferencias de captura de *R. palmarum* observadas por tipo de trampa.

En todos los casos, la carga feromonal del cebo y las tasas de liberación por semana se redujeron a través del periodo de captura (Figura 3); a medida que la carga del cebo se redujo a menos de 0.65 g (en el tercio final del periodo de captura en Macuspana, Figura 3b) se observó una tendencia a la baja del número de picudos capturados (Figura 2b). De esta forma, la efectividad de atracción de la feromona depende de las tasas de liberación, que a su vez está en función de la carga feromonal del cebo, y muy probablemente, con la estabilidad del compuesto químico en condiciones de campo.

El análisis del costo unitario de los tipos de trampa muestra que la trampa tipo cilindro con embudo fue el más barato, con un costo unitario de \$22.4 MXN. Por su elaboración a base de materiales de reciclaje (botellas PET) y por su simplicidad en su ensamblaje, puede motivar su aceptación por productores de escasos recursos económicos. Como lo establecieron Murguía-González *et al.* (2017), el empleo de botellas PET para la captura de *R. palmarum* podría representar ventajas significativas para los cultivadores con recursos económicos limitados, que pueden construir y usar fácilmente esta trampa

sencilla, durable y barata. En contraste, las trampas tipo cubeta con tapa y tipo cubeta con embudo tienen un costo unitario de \$129 MXN y \$158.5 MXN, respectivamente; y dado su mayor volumen, estos costos pueden incrementar por el concepto de traslado durante su uso en campo.



**Figura 3. Tasas de pérdida de feromona rincoforol, por semana, en dos plantaciones de palma de aceite: a) Tacotalpa y b) Macuspana, Tabasco, México, de marzo a junio de 2024.**

En resumen, los hallazgos del presente estudio son cruciales para reducir los costos de la captura en campo de adultos de *R. palmarum*. La trampa tipo cilindro con embudo representó el diseño más eficiente para implementar la captura masiva de *R. palmarum*, basado en feromona rincoforol y atrayente alimenticio, en plantaciones de palma de aceite en Tabasco, México.

#### Literatura citada

- Aldana, R.C., J.A. Aldana., O.M. Moya-Murillo. 2010. Biología, hábitos y manejo de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Boletín técnico 23. CENIPALMA. Bogotá, Colombia. 54 p.
- Aldana, R.C., L.G. Montes-Bazurto, A.E. Bustillo-Pardey. 2020. Rate of release of rhynchophorol pheromone in relation to attraction of *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Dryophthoridae) in oil palm plantations in Colombia. Journal of Entomological Science 55: 487-498.
- CONASAMI (Comisión Nacional de los Salarios Mínimos). 2023. Incremento a los Salarios Mínimos para 2024. Resolución del H. Consejo de Representantes de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos que fija los salarios mínimos generales y profesionales que habrán de regir a partir del 1 de enero de 2024. Diario Oficial de la Federación 12 de diciembre de 2023.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/875782/Resoluci\\_n\\_SM\\_2024\\_DO231212.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/875782/Resoluci_n_SM_2024_DO231212.pdf)
- Löhr, B., P.P. Parra. 2014. Manual de trampeo del picudo negro de las palmas *Rhynchophorus palmarum*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Publicación CIAT No. 399. Colombia. 16 p.
- Milosavljević, I., C.D. Hoddle, A. Mafra-Neto, F. Gómez-Marco, M.S. Hoddle. 2020. Use of digital video cameras to determine the efficacy of two trap types for capturing *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology 113: 3028-3031.
- Moya-Murillo, O.M., R.C. Aldana-De La Torre., A.E. Bustillo-Pardey. 2015. Eficacia de trampas para capturar *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Dryophthoridae) en plantaciones de palma de aceite. Revista Colombiana de Entomología 41: 18-23
- Murguía-González, J., I. Landero-Torres, O. Leyva-Ovalle, M. Galindo-Tovar, R. Llarena-Hernández, E. Presa-Parra, Ma García-Martínez. 2017. Efficacy

- and cost of trap–bait combinations for capturing *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) in ornamental palm polycultures. *Neotropical Entomology*. 47: 302-310.
- Oehlschlager, A.C. 2016. Palm weevil pheromones – discovery and use. *Journal of Chemical Ecology*. 42: 617–630.
- Oehlschlager, A.C., C. Chinchilla, G. Castillo, L. Gonzalez. 2002. Control of red ring disease by mass trapping of *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist*. 85: 507-513.
- Oehlschlager, A.C., C.M. Chinchilla, L.M. Gonzalez, L.F. Jiron, R. Mexzon, B. Morgan. 1993. Development of a pheromone-based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*. 86: 1381-1392.
- Oehlschlager, A.C., H.D. Pierce Jr., B. Morgan, P.D.C. Wimalaratne, K.N. Slessor, G.G.S. King, G. Gries, R. Gries, J.H. Borden, L.F. Jiron, C.M. Chinchilla, R.G. Mexzan. 1992. Chirality and field testing of rhynchophorol, the aggregation pheromone of the American palm weevil. *Naturwissenschaften*. 79: 134-135.
- Osorio-Osorio R., J. Cibrián-Tovar, J. López-Collado, H. Cortez-Madrigal, J. Cibrián-Tovar. 2003. Exploración de factores para incrementar la eficiencia de captura de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Dryophthoridae). *Folia Entomológica Mexicana*. 42: 27-36.
- Osorio-Osorio, R., J.M. Valdez-Carrasco, L.U. Hernández-Hernández. 2021. *Insectos Fitófagos de la Palma de Aceite*. Federación Mexicana de Palma de Aceite. Villahermosa, Tabasco, México. 91 p.
- Pinilla-Gallego, M.S., J.M. Santos-Holguín, J.R. Mejía-Salazar, V. Moncayo, F. A. Guzmán. 2024. Efficacy of three pheromone lures on trapping the palm weevils *Rhynchophorus palmarum* and *Dynamis borassi* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of Applied Biology*. 1-10. DOI: 10.1111/aab.12931.
- Rochat, D., A. Gonzalez V., D. Mariau, A. Villanueva G., P. Zagatti. 1991a. Evidence for male-produced aggregation pheromone in American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera, Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology* 17: 1221-1230.
- Rochat, D., C. Malosse, M. Lettere, P.H. Ducrot, P. Zagatti, M. Renou, C. Descoins. 1991b. Male-produced aggregation pheromone of the American

palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera, Curculionidae): Collection, identification, electrophysiological activity and laboratory bioassay. *Journal of Chemical Ecology*. 17: 2127-2141.

SAS Institute Inc. 2024. SAS OnDemand for Academics. SAS® Studio release 9.04. Cary, NC, USA.

Torres, G.A., G.A. Sarria, G. Martínez, F. Varon, A. Drenth, D.I. Guest. 2016. Bud rot caused by *Phytophthora palmivora*: a destructive emerging disease of oil palm. *Phytopathology*. 106: 320-329.

Zar, J.H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th ed. Prentice Hall, NJ.

La edición de esta obra se realizó en el Departamento de Parasitología de la  
Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México – Texcoco km 38.5,  
Texcoco, Edo. de México, C.P. 56230.

Fecha de publicación: septiembre 2025