

EVALUACIÓN DE EXTRACTOS FRUTALES DE *Casimiroa pubescens* (Ramírez) COMO ATRAYENTE DE LA MOSCA MEXICANA DE LA FRUTA, *Anastrepha ludens* (Loew), (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

Francisco Antonio Reyes-Soria¹, Ludivina Barrientos-Lozano¹✉, Alfredo Sánchez-González¹, Víctor Hugo Chan-Pech²

¹Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. Blvd. Emilio Portes Gil No. 1301. Ciudad Victoria, Tamaulipas. México. C. P. 87010.

²Escuela Militar de Materiales de Guerra. Campo Militar 1-F, Santa Fe. Delegación Álvaro Obregón, Ciudad de México. C. P. 01210.

✉ Autor de correspondencia: ludivinab@yahoo.com

RESUMEN. Algunas moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) basan su comportamiento en el sentido del olfato. Muchas moscas integrantes de esta familia son plaga de árboles frutales alrededor del mundo, representando una amenaza para la economía de muchas regiones agrícolas y frutícolas de esos países. Para el manejo de esta plaga es frecuente utilizar trampas y cebos artesanales (naturales) y sintéticos, donde el objetivo es la captura de las moscas mediante un atrayente. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar en campo dos cebos naturales (extracto del fruto de *C. pubescens* al 2 % y extracto del fruto de *C. pubescens* al 2 % + 10 % sacarosa) vs., dos cebos comerciales (CeraTrap® y Torula); como control se usó agua más sacarosa. Con cada uno de los dos cebos naturales se prepararon trampas en botellas PET de 500 ml. El trabajo se realizó de febrero a abril de 2016, en el área cítrica de la región centro de Tamaulipas. Después de siete semanas consecutivas de trapeo se capturaron 186 moscas de la fruta, *Anastrepha ludens* (Loew). El análisis estadístico, prueba de Kruskal-Wallis, mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, $H = 11.904 > X^2 = 9.487, p < 0.05$. El tratamiento con extracto del fruto de *C. pubescens* al 2 % + 10 % sacarosa mostró buen potencial de captura de adultos de *A. ludens*. Los resultados sugieren que este cebo natural puede ser una alternativa viable en el monitoreo y manejo de poblaciones de *A. ludens* en el área cítrica de Tamaulipas.

Palabras clave: *Anastrepha ludens*, atrayentes, cebos naturales, cítricos, Tamaulipas.

Evaluation of fruit extracts of *Casimiroa pubescens* (Ramírez) as an attractant of Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* (Loew), (Diptera: Tephritidae)

ABSTRACT. Some fruit flies (Diptera: Tephritidae) base their behavior on the olfactory sense (Tephritid olfaction). Many flies in this family are important plagues of fruit trees around the world, representing a threat to the economy of many agricultural and fruit regions of those countries. For management of these pests, it is common to use traps and baits, natural and synthetic, where the objective is the capture of flies through an attractant. This work aimed to assess two natural baits (2 % *C. pubescens* fruit extract and 2 % *C. pubescens* fruit extract + 10 % sucrose) vs. two commercial baits (CeraTrap® and Torula); water plus sucrose was used as control. For each of the two natural baits, traps were prepared in 500 ml PET bottles. The work was carried out during February-April 2016, in the citrus area of the central region of Tamaulipas. After seven consecutive weeks of trapping, 186 *Anastrepha ludens* (Loew) fruit flies were captured. The Kruskal-Wallis test, showed statistically significant differences between treatments, $H = 11.904 > X^2 = 9.487, p < 0.05$. The treatment prepared with fruit extract of *C. pubescens* at 2 % + 10 % sucrose showed good potential for capturing adults of *A. ludens*. It is concluded that this natural bait may be a viable alternative in the monitoring and management of *A. ludens* populations in the citrus area of Tamaulipas.

Keyword: *Anastrepha ludens*, attractants, natural baits, citrus, Tamaulipas.

INTRODUCCIÓN

En los humanos y en los insectos, entre otros grupos de organismos, el sentido del olfato es de suma importancia en diferentes facetas de la vida (Guidobaldi y Guerenstein, 2012). En los insectos, los receptores olfativos que responden a compuestos volátiles se encuentran organizados

en sensilias, estructuras de apariencia similar a un pelo que se localizan en las antenas y a veces en los palpos. Éstas reconocen olores a través de múltiples receptores olfativos que son activados por el solapamiento de moléculas odoríferas que estimulan la percepción olfativa en el cerebro (Keller y Vosshall, 2007). En el caso de las moscas, en especial los tefrítidos, utilizan el sentido del olfato, además del visual, para localizar lugares esenciales como frutos hospederos específicos para su oviposición (Tan *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2016). Muchas de las moscas integrantes de esta familia son plaga de árboles frutales alrededor del mundo, representando una amenaza para la economía de muchas regiones agrícolas y frutícolas de esos países (Aluja, 1993). Para el manejo de este problema fitosanitario es frecuente utilizar trampas y cebos, donde el objetivo es capturar las moscas que responden mediante receptores olfativos a compuestos volátiles. La mayoría de las veces se utilizan cebos y trampas para el monitoreo y protección de frutos hospederos, pues es allí donde radica el problema con estos insectos: la oviposición dentro de la fruta (Joachim-Bravo *et al.*, 2001). Las moscas buscan frutos para depositar los huevos para que pasen al estado larval y empiezan a alimentarse de la pulpa, obligando al fruto a madurar antes de tiempo y promoviendo su caída prematura. Las larvas caen al suelo para pupar y las moscas adultas continúan su ciclo de vida fuera del fruto (Fitt, 1984). La utilización de estímulos atrayentes para las moscas, ha desencadenado el uso de compuestos químicos sintéticos a partir de sustancias emanadas por los mismos insectos u otros materiales como la proteína hidrolizada, levaduras y compuestos orgánicos obtenidos de extractos vegetales y frutos. Éstos últimos han sido considerados una alternativa ideal para el control de las moscas, gracias a que dan resultados similares a compuestos más agresivos con el medio ambiente y son competitivos en cuanto a su costo, por lo que son una excelente opción para el manejo de plagas (Martín y Piñero, 2004). Actualmente el desarrollo y/o implementación de productos de tipo natural representan la alternativa más factible para la agricultura de países en desarrollo, pues se explota la vegetación nativa y no se afecta con residuos químicos que puedan perjudicar a otras especies, inclusive la misma planta en cuestión. El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de un producto natural derivado del fruto de *Casimiroa pubescens* (Ramírez) (Rutacea), como atrayente de moscas de la fruta.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de Estudio. Huerta citrícola de 1.7 ha ubicada en la localidad de Estación Santa Engracia, municipio de Hidalgo, Tamaulipas, México. El área de trabajo se ubica en las coordenadas 24.015278 de Latitud y -99.201944 de Longitud, a 220 msnm. El clima es semiárido, la temperatura media anual es de 23.7 °C aproximadamente. El mes más seco es febrero, con 16 mm de precipitación media, mientras que septiembre se considera el mes con mayor precipitación, siendo ésta de 161 mm, en promedio.

Diseño de Trampas. Se utilizaron botellas de PET transparentes con una capacidad de 500 ml, en las que se realizaron hendiduras horizontales de 3 y 2 cm de ancho por 1 mm de alto. Éstas se hicieron sobre la pared de un solo lado y a una altura de la botella de 2/4 y 3/4, respectivamente (Modificación de Lasa *et al.*, 2015). La tapa fue perforada para introducir a manera de gancho 30 cm de alambre galvanizado.

Elección y preparación de cebos. Se utilizaron en total cinco cebos atrayentes, dos de uso comercial, en un volumen de 250 ml de agua. Dos cebos naturales obtenidos a partir del fruto hervido de *C. pubescens* al 2 % y *C. pubescens* al 2 % más 10 % de sacarosa. CeraTrap® (Bioibérica, Barcelona, España), es una solución de proteína hidrolizada a partir de la mucosa intestinal de cerdos, con liberación de aminas y ácidos orgánicos. Torula (ERA International, Freeport, NY), es una proteína sólida de levadura. Como control se utilizó una solución azucarada preparada con agua más 10 % de sacarosa comercial.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, en tres bloques. Los tres bloques fueron distribuidos de manera uniforme en la huerta, entre cada repetición había una distancia de tres metros y entre bloques de 10 metros.

Colocación de trampas cebadas. Cada trampa se colocó en el árbol a un altura de a 2.5 a 3 m y a 2/3 de la copa del árbol, con exposición hacia el norte. La orientación de las trampas se eligió arbitrariamente al inicio del experimento, con el propósito de mantener la misma orientación durante el desarrollo del trabajo y disminuir algún error experimental que esto pudiese causar. Las trampas se colocaron con una varilla extensora de aluminio con gancho de acero, fabricada en el Instituto de Ecología Aplicada de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (IEA-UAT).

Revisión de trampas. Las trampas fueron revisadas y vaciadas semanalmente, durante siete semanas, para la recolección de los insectos atrapados. Después de cada revisión se realizó el recambio de las soluciones, a excepción de las trampas con CeraTrap®, ya que este producto es viable hasta por siete semanas. Los insectos recolectados se vaciaron en frascos con alcohol al 70 % y se depositaron en hieleras para su transporte al laboratorio.

Identificación y determinación de las especies. Ejemplares de mosca de la fruta recolectados se confirmaron a nivel de especie con apoyo de personal del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM). En el caso de ejemplares de *A. ludens* se determinó la proporción sexual. Otros insectos capturados se identificaron en laboratorio a nivel de orden, con ayuda de un microscopio y claves de Tripplehorn y Johnson (2005).

Análisis de los datos. Los datos obtenidos se analizaron a un nivel de confianza de 95% mediante el programa de análisis estadístico R (Bell Laboratories-GNU project). Se obtuvieron parámetros estadísticos descriptivos, previo a la prueba de homogeneidad de varianzas, para saber el comportamiento de la distribución de los datos. Posteriormente se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para la evaluación y comparación de los tratamientos (Herrera *et al.*, 2016). Para determinar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos se realizó una prueba de Dunn.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 19,960 individuos atrapados en las trampas utilizadas, de éstos 187 fueron ejemplares de moscas de la fruta. En total se obtuvieron 186 moscas de *A. ludens* y una de *Trupanea texana* (Maloch). El número de moscas *A. ludens* capturadas por tratamiento se indica a continuación: CeraTrap® (96), Torula (24), extracto de *C. pubescens* al 2 % (5), extracto de *C. pubescens* al 2 % + 10 % sacarosa (50), sacarosa (11). La relación de captura de *A. ludens* en cuanto a sexo fue de 121 hembras (65%) vs. 65 machos (35 %). El tratamiento con extracto de *C. pubescens* al 2 % + 10 % sacarosa (fruto + sacarosa) atrajo el mayor número de moscas de la fruta y otros insectos, contabilizándose 8,731. La prueba de homogeneidad de varianzas mostró que los datos no se ajustan a una distribución normal. Debido a esto se prosiguió con la prueba de Kruskal-Wallis (no paramétrica) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ %. Kruskal-Wallis proporcionó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($H = 11.904 > X^2 = 9.487, p < 0.05$) (Fig. 2). Para dilucidar el comportamiento del tratamiento de nuestro interés (extracto de *C. pubescens* al 2 % + 10 % sacarosa (fruto + sacarosa), se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Dunn; no encontrándose diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento comercial CeraTrap® y el natural, extracto de *C. pubescens* al 2 % + 10 % sacarosa (Fig. 1).

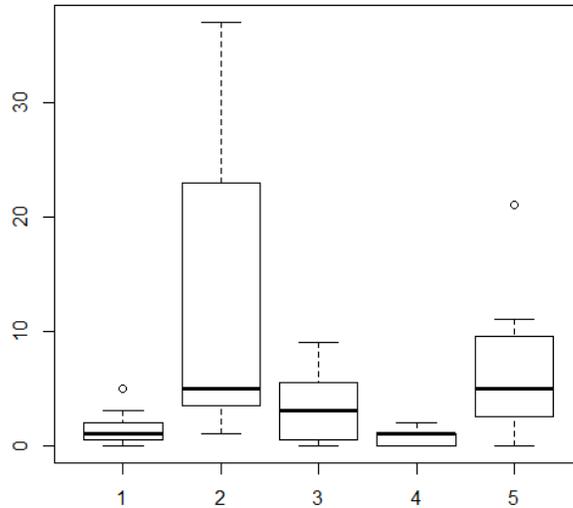


Figura 1: Diagrama de Cajas y Boxplot mostrando los valores de frecuencia mínimos y máximos (0-60), así como la dispersión de sus medias. Control (1), CeraTrap® (2), Torula (3), extracto de *C. pubescens* al 2 % (4), extracto de *C. pubescens* al 2 % + 10 % sacarosa (5).

```
> dunn.test(Frecuencia, Muestra, method="hochberg", list=TRUE)
Kruskal-Wallis rank sum test

data: Frecuencia and Muestra
Kruskal-Wallis chi-squared = 11.9036, df = 4, p-value = 0.02

Comparison of Frecuencia by Muestra
(Hochberg)
Col Mean-|
Row Mean |      1      2      3      4
-----|-----
2 | -2.357229  0.0736
   |          0.6637  0.3361
3 | -0.768086  1.589143
   |          0.2668  0.0144*  0.4109
4 |  0.622414  2.979644  1.390500
   |          0.2897  0.5337  0.6674  0.0829
5 | -1.734815  0.622414 -0.966729 -2.357229
   |          0.2897  0.5337  0.6674  0.0829
```

Figura 2: Prueba de diferencia de medias de Dunn. No muestra diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos 2 vs. 5. Sin embargo, muestra diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos 2 vs. 4 (0.0144, $p < 0.05^*$). Control (1), CeraTrap® (2), Torula (3), extracto de *C. pubescens* al 2 % (4), extracto de *C. pubescens* al 2 % + 10 % sacarosa (5).

En las semanas seis y siete el número de capturas declinó notablemente, esto se debió probablemente a la aplicación de un insecticida de amplio espectro en la Huerta experimental. No obstante, se muestra el potencial del atrayente natural “extracto de *C. pubescens* al 2 % + 10 % sacarosa” para utilizarse en trampas que apoyen en el monitoreo y manejo de mosca mexicana de la fruta, *A. ludens*. Estos resultados son de interés porque *C. pubescens* es un hospedero natural de *A. ludens* en la región citrícola del centro de Tamaulipas y el diseño de las trampas es sencillo y económico, en contraste con las trampas comerciales que generalmente son importadas y costosas. El éxito de captura con extracto de *C. pubescens* al 2 % + 10 % sacarosa en trampas diseñadas a partir de botellas PET de 500 ml, coincide con el éxito de captura obtenido por Lasa *et al.* (2015) con una trampa similar. Además, se confirma la noción de infestación de la huerta, ya que el simple

hecho de una captura de adulto de *Anastrepha spp.*, en una trampa, es un indicador para una pronta movilización y tomar acciones para el manejo de la población (NOM-023-FITO-1995). El pico poblacional de captura de dípteros de la familia Tephritidae (semanas 3 y 4) ocurrió en el mes de marzo, durante el cual la temperatura y precipitación promedio en la región de Santa Engracia, Tamaulipas, son de 22 °C y 19 mm, respectivamente. Es decir coincide con la entrada de la primavera, lo cual es un indicativo de la relación entre los factores bióticos y abióticos en el agroecosistema. El pico poblacional de mosca de la fruta coincidió también con la época de cosecha de su hospedero silvestre *Citrus sinensis*, como lo indican Vanoye-Eligio *et al.* (2015a). El trabajo muestra la competitividad en cuanto a frecuencias de capturas entre los cebos comerciales CeraTrap® y Torula *vs.*, extracto de fruto de *C. pubescens* al 2 % + 10 % sacarosa, lo cual está de acuerdo con el estudio de Vanoye-Eligio *et al.* (2015b) quienes reportaron a *C. pubescens* como hospedero silvestre de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en Tamaulipas.

CONCLUSIÓN

Este estudio abre la posibilidad para profundizar en el estudio de extractos del fruto de *C. pubescens* como atrayente natural de mosca mexicana de la fruta. El extracto del fruto de esta hospedera natural tiene potencial para utilizarse a mediano plazo como cebo artesanal en el monitoreo y manejo de poblaciones de mosca mexicana de la fruta, *A. ludens*, en la región citrícola de Tamaulipas. También es posible su uso como atrayente de la entomofauna regional en huertas de cítricos y otros ecosistemas. Favoreciendo estudios sobre ecología y comportamientos de otros grupos de insectos.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Tamaulipas por el apoyo económico proporcionado al Dr. Venancio Vanoye Eligio para realizar el proyecto: “Aspectos ecológicos de la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera Tephritidae) en el altiplano mexicano de la Sierra Madre Oriental, Tamaulipas, México”. Clave: PFI-2015-01. Al Dr. Jorge Ariel Torres Castillo, Instituto de Ecología Aplicada-Universidad Autónoma de Tamaulipas, por el financiamiento personal y facilidades otorgadas. Al Instituto Tecnológico de Cd. Victoria-División de Estudios de Posgrado e Investigación, por la beca proporcionada en el marco del Proyecto: “Sistemática y Biogeografía de los Ortópteros de México”. Clave: CONACyT-CB/2013/01219979. Al C- Biól. Luis Ángel Guardiola Alcocer, Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM), por su ayuda en la determinación de moscas de la fruta.

Literatura Citada

- Aluja, M. 1993. *Manejo Integrado de Moscas de la Fruta*. Editorial Trillas. México, D. F. 321 pp.
- Fitt, G. P. 1984. Oviposition behaviour of two tephritid fruit flies, *Dacus tryoni* and *Dacus jarvisi*, as influenced by the presence of larvae in the host fruit. *Oecologia*, 62: 37–46.
- Guidobaldí, F., Guerenstein, P. 2012. El Sistema olfativo de los insectos. Pp. 46–71. In: J.C. Rojas y E.A. malo. (Eds.). *Temas Selectos en Ecología Química de Insectos*. El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Herrera, F., Miranda, E., Gómez, E., Presa-Parra, E. and R. Lasa. 2016. Comparison of hydrolyzed protein baits and various grape juice products as attractants for *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of economic entomology*, 109(1): 161–166.
- Joachim-Bravo, I. S., Fernández, O. A., Bortoli, S. A. and F. S. Zucoloto. 2001. Oviposition behavior of *Ceratitidis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): association between oviposition preference and larval performance in individual females. *Neotropical Entomology*, 30(4): 559–564.

- Keller, A. and L. B. Vosshall. 2007. Influence of odorant receptor repertoire on odor perception in humans and fruit flies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(13): 5614–5619.
- Lasa, R., Herrera, F., Miranda, E., Gómez, E., Antonio, S. and M. Aluja. 2015. Economic and highly effective trap–lure combination to monitor the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) at the orchard level. *Journal of Economic Entomology*, 108(4): 1637–1645.
- Liu, Z., Smagghe, G., Lei, Z. and J. J. Wang. 2016. Identification of Male-and Female-Specific Olfaction Genes in Antennae of the Oriental Fruit Fly (*Bactrocera dorsalis*). *PloS one*, 11(2). doi.org/10.1371/journal.pone.0147783.
- Martín, A. and J. Piñero. 2004. Testing human urine as a low-tech bait for *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in small guava, mango, sapodilla and grapefruit orchards. *Florida Entomologist*, 87(1): 41-50.
- Norma oficial mexicana NOM-023-FITO-1995, por la que se establece la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta. 1999. México. V1.
- Tan, K. H., Nishida, R., Jang, E. B. and T. E. Shelly. 2014. Pheromones, male lures, and trapping of tephritid fruit flies, Pp. 15–74. In: *Trapping and the Detection Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies*. Springer Netherlands.
- Vanoye-Eligio, V., Pérez-Castañeda, R., Gaona-García, G., Lara-Villalón, M. y L. Barrientos-Lozano. 2015a. Fluctuación poblacional de *Anastrepha ludens* en la región de Santa Engracia, Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5): 1077–1091.
- Vanoye-Eligio, V., Barrientos-Lozano, L., Gaona-García, G. and M. Lara-Villalón. 2015b. New Wild Host of *Anastrepha ludens* in Northeastern Mexico. *Southwestern Entomologist*, 40(2): 435–438.
- Vosshall, L. B., Wong, A. M. and R. Axel. 2000. An olfactory sensory map in the fly brain. *Cell*, 102(2): 147–159.