



Evaluación de especies botánicas con efecto atrayente para la mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha ludens* Loew) (Diptera: Tephritidae), bajo condiciones de laboratorio

María Idalia Cuevas Salgado¹, Carlos A. Romero Nápoles²
& Vicente Neftalí Jiménez Serrano³

Laboratorio de Entomología, Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Avenida Universidad 1001 Colonia Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. México. Código Postal 62209. Teléfono 3297000 Ext. 3216. ¹idalia_cuesal@hotmail.com ²nápoles_60@hotmail.com ³vicentejimenez95651@hotmail.com.

Resumen: Para la atracción de *A. ludens* se evaluaron las infusiones foliares de *Mangifera indica*, *Citrus sinensis*, *Psidium guajava*, *Citrus aurantifolia*, *Eucalyptus* sp., *Citrus reticulata*, *Prunus persica*, *Eriobotrya japonica* y *Persea americana*, cuya formulación para cada una de ellas fue de 8 g de hoja picada y 4 gr de piloncillo en 100 ml de agua a 90°C. Los tratamientos más importantes y estadísticamente significativos para la atracción de *A. ludens* fueron: la infusión de *C. sinensis*, con una media porcentual de 42.8% en machos, en comparación al testigo regional, Captor 300 (14.2%); con el mismo sexo *Psidium guajava*, con 40.4%, en contraste con el testigo absoluto, agua (2.3%); así como la disolución del piloncillo, con 38% con respecto al testigo absoluto, agua (26.1%). El tratamiento más sobresaliente (*C. sinensis*), registró, en promedio, un efecto atrayente constante de cinco días.

Palabras clave: Diptera, Tephritidae, *Anastrepha ludens*, *Citrus sinensis*, *Psidium guajava*, piloncillo, atracción, infusión foliar, efecto residual.

Evaluation of botanical species attractive to the Mexican fruit fly (*Anastrepha ludens* Loew) (Diptera: Tephritidae), under laboratory conditions

Abstract: For the attraction of *A. ludens* were evaluated infusions made with the leaves of *Mangifera indica*, *Citrus sinensis*, *Psidium guajava*, *Citrus aurantifolia*, *Eucalyptus* sp., *Citrus reticulata*, *Prunus persica*, *Eriobotrya japonica* and *Persea americana*, whose formulation for each of them consisted of 8 g of chopped leaf and 4 gr of piloncillo in 100 ml of water at 90°C. The treatments found to be the most important and statistically significant for the attraction of *A. ludens* were: the infusion of *C. sinensis*, with an average percentage of 42.8% in males, compared with the regional witness, Captor 300 (14.2%). With the same sex *Psidium guajava*, at 40.4%, in contrast with the absolute witness, water (2.3%), as well as the piloncillo solution, at 38% with regard to the absolute witness, water (26.1%). The most important treatment (*C. sinensis*) presented, on average, a constant attractive effect of five days

Key words: Diptera, Tephritidae, *Anastrepha ludens*, *Citrus sinensis*, *Psidium guajava*, piloncillo, attraction, infusion of leaves, residual effect.

Introducción

Actualmente la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew, 1873), se ha convertido en una plaga importante para la fruticultura mexicana ya que ataca principalmente cítricos y mango (SAGARPA, 2002; SAGARPA-SENASICA-DGSV, 2004; Weems *et al.*, 2004); lo que ha ocasionado además de las altas pérdidas en producción, sobre todo en zonas rurales, la dificultad por parte de los fruticultores para la comercialización de sus productos tanto en el mercado nacional como internacional. El planteamiento de esta problemática justifica la búsqueda de nuevas opciones de control accesibles a sectores frutícolas marginados o poco tecnificados; a lo cual la presente investigación intenta contribuir, al evaluar diferentes atrayentes naturales a base de infusiones foliares para mosca de la fruta como alternativa a los atrayentes comerciales, constituyendo así un método preventivo y permanente de control a través del trapeo masivo para reducir la incidencia de esta plaga.

En este contexto, son diversas las investigaciones desarrolladas en torno a la búsqueda de atrayentes naturales

para *A. ludens*, así como para algunos otros tefritidos; sin embargo, hasta el momento no se han registrado aportaciones científicas orientadas hacia el uso de infusiones foliares de especies botánicas. Por el contrario, la mayoría de los estudios se han enfocado a la experimentación de gran diversidad de atrayentes naturales y sintéticos en diferentes tipos de trampas, pasando desde la clásica proteína hidrolizada hasta el empleo de atrayentes producidos por bacterias (Robacker y Warfield, 1993), urea (Boscán de Martínez y Godoy, 1995), volátiles de heces aviares (Epsky *et al.*, 1997), melaza (Arcos *et al.*, 1998), atrayentes de plantas hospederas (Cornelius *et al.*, 2000) y jugos de frutas tanto en fresco como fermentadas (Portal Agrario, 2005). De estos últimos se han valorado en *A. ludens* frutos como *Diospyrus kaki*, *Pyrus Malus*, *Cucumis melo* y *Pyrus communis* (García y Camacho, 1995); jugo de naranja (Delhi *et al.*, 1996); cáscara de piña fermentada, melaza de caña y agua azucarada (Ríos *et al.*, 2005), entre otros.

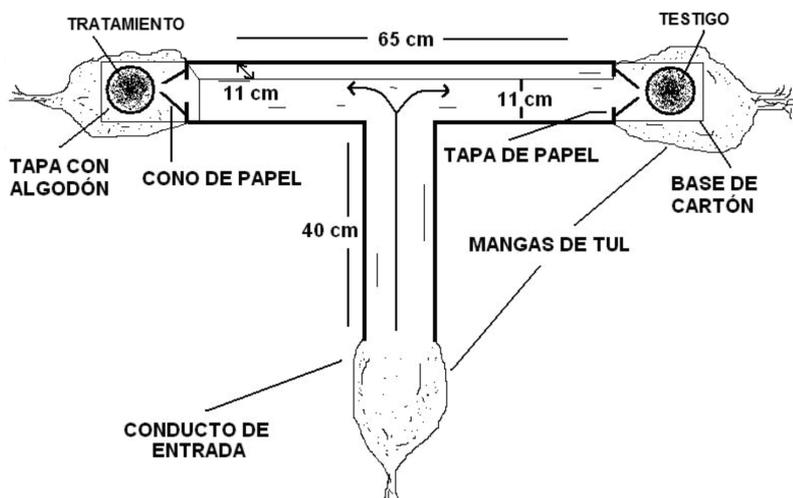


Fig. 1. Dispositivo de libre elección.

Material y métodos

Dado que la investigación se desarrolló bajo condiciones de laboratorio ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$ y H. R. de $57\pm 2\%$), fue preciso implementar un pie de cría de mosca mexicana de la fruta a fin de contar con el material suficiente que abasteciera los ensayos experimentales. Para establecerlo, se colectaron mangos infestados a partir de los cuales se obtuvieron adultos que se utilizaron en la reinfestación de mangos sanos, hasta obtener una población estable de organismos. Los adultos se alimentaron con una solución nutritiva que consistió en una mezcla de 200 ml de jugo comercial de mango y 50 ml de agua, en la cual se disolvían 5 ml de proteína hidrolizada (Captor 300), 0.5 gr de levadura, 20 gr de miel de abeja y 500 mg de complejo vitamínico comercial (Farcovit plus mujer).

Para la realización de los bioensayos se fabricaron dispositivos de libre elección en forma de "T" (Fig. 1), los cuales fueron construidos con vidrio transparente y fijados con silicona translúcida.

De la amplia variedad de plantas hospederas registradas para *A. ludens*, se decidió seleccionar aquellas de mayor importancia económica; sin embargo, también se probaron algunas otras que aunque no son hospederas naturales, presentan aromas que pudieran en determinado momento ejercer algún grado de atracción sobre la mosca. En este contexto las especies vegetales evaluadas fueron: mango, *Mangifera indica* Linneo (Anacardiaceae); naranja, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (Rutaceae); guayaba, *Psidium guajava* Linneo (Myrtaceae); limón, *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle (Rutaceae); eucalipto, *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae); mandarina, *Citrus reticulata* Blanco (Rutaceae); durazno, *Prunus persica* (L.) Batsch (Rosaceae); nispero, *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindley (Rosaceae) y aguacate, *Persea americana* Miller (Lauraceae).

En la obtención de los tratamientos se utilizaron únicamente las hojas en fresco de las especies vegetales citadas, propuesta innovadora en comparación al resto de las investigaciones desarrolladas por otros autores, en donde generalmente se utiliza la pulpa de los frutos hospederos. La extracción de sus componentes se realizó a través del proceso de infusión, el cual consistió en colocar en un matraz Erlenmeyer de vidrio de 200 ml de capacidad, 8 gr de hoja picada de la planta elegida y 4 gr de piloncillo (jugo de caña de azúcar solidificada) para la alimentación de las moscas agregando posteriormente 100 ml de agua a 90°C , proce-

diendo a taparlo inmediatamente con papel aluminio para evitar su evaporación. La infusión se dejaba reposar durante 24 horas, después de las cuales estaba en condiciones de ser utilizada para su evaluación.

Es necesario puntualizar que en vista de haber sido agregado piloncillo a todos los tratamientos, se volvió prioritario conocer su efecto de atracción sobre las moscas, y con ello, el papel que desempeñó dentro de cada tratamiento. Por tal motivo, este producto fue considerado como un tratamiento más a evaluar, utilizando la misma concentración inicial (4 gr por 100 ml de agua). Por otra parte, los tratamientos que se utilizaron como testigos fueron de dos tipos: un formulado comercial a base de proteína hidrolizada (6 ml de Captor 300® en 44 ml de agua), que sirvió para comparar la efectividad de atracción de las infusiones; y un testigo absoluto, compuesto únicamente por agua. Éste último tuvo la finalidad de establecer, aún cuando resultaran sin significancia estadística en comparación al testigo comercial, si eran capaces de mantener o incrementar su poder de atracción en ausencia de la competencia que representaba el Captor 300.

Debido a que el experimento se desarrolló bajo condiciones controladas, se consideró como lo más adecuado implementar un diseño estadístico completamente al azar (Jonson, 1979; Reyes, 1985). El cual estuvo conformado por seis dispositivos de libre elección, tres para hembras y tres para machos, lo que se traduce en la utilización de tres repeticiones por tratamiento y sexo, enfatizando que las evaluaciones de éstos se llevaron a cabo de manera independiente; es decir, cada infusión fue probada por separado, tanto para hembras como para machos. En resumen, se puede señalar que se efectuaron 40 bioensayos diferentes, cuatro para cada infusión. Esto es, uno para hembras y otro para machos, ambos con Captor como testigo; y el mismo número de pruebas pero ahora con agua como testigo. Así mismo, en cada repetición se valoraron tres categorías: las moscas que no eligieron ningún tratamiento (sin elegir S/E), aquellas que fueron atraídas al Testigo (el que correspondiese) y las que lo hicieron hacia el tratamiento (el evaluado en el momento).

Aunado a lo anterior, se establecieron varias pruebas estadísticas para dar sustento científico a los resultados experimentales, utilizando el paquete estadístico XLSTAT Versión 7.5.2. para EXCEL. Con él se aplicaron: la prueba

► **Tabla I. Porcentajes de atracción para los tratamientos más importantes.**

de normalidad de Shapiro-Wilk, análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple de medias con diferentes grados de severidad como la de Duncan, Newman-Keuls, Dunn-Sidak, Bonferroni, Fisher y Tukey, todas con un intervalo de confianza del 95%. Adicionalmente se practicaron transformaciones logarítmicas $[\log(x)]$, solamente en aquellos datos que no presentaban una distribución normal. Es importante destacar que en virtud de que cada bioensayo contó con su testigo específico, fue necesario desarrollar análisis estadísticos individualizados.

De modo general el procedimiento seguido para ejecutar cada uno de los bioensayos fue el siguiente. Inicialmente se situaban los dispositivos en "T" sobre dos mesas, ubicando en la primera de ellas tres módulos exclusivamente para hembras, en tanto que los tres restantes se colocaban en la otra y se destinaban únicamente para machos. Realizado lo anterior, se saturaban los algodones contenidos en pequeñas tapas con la infusión de la planta a evaluar y con el cebo que se utilizaría como testigo, contabilizando en total seis tapas para el testigo y seis para la infusión. Como siguiente paso, se ubicaban éstas en los extremos de las "T" y se cerraban las mangas de tul con ligas para evitar la fuga de moscas. Así mismo, se introducían en cada dispositivo 14 individuos del sexo que correspondiese (de 5 a 10 días de edad y con 12 horas de ayuno) y se mantenían en confinamiento por 24 horas. Cumplido el plazo se realizaban los conteos de atracción, cuantificando el número de moscas por sexo, categoría y repetición, reiniciando el ciclo de prueba para un nuevo testigo o infusión.

Finalmente en lo que respecta al efecto residual, éste se determinó utilizando el mejor tratamiento, empleando el mismo número de moscas que en los ensayos anteriores y renovándolas por periodos de 24 horas, hasta que el tratamiento en cuestión manifestara una reducción del efecto atrayente. En este caso en particular solamente se emplearon tres repeticiones, haciendo notar que las tapas con el tratamiento nunca se cambiaban, solamente se humedecían con un poco de agua para evitar su resequeidad.

Resultados y discusión

De los 40 tratamientos evaluados, 26 lograron ser estadísticamente significativos con respecto a su Testigo. No obstante, dado que en cada bioensayo se agregó la categoría sin elegir (S/E), se consideró importante tomarla en cuenta para descartar aquellos tratamientos que sobrepasaran el 60% de moscas que no eligieron ninguna opción, a pesar de haber obtenido una atracción mayor a la del testigo. Esta acción tuvo por objeto dar la certeza experimental de que el éxito del tratamiento fuera debido a la atracción de la infusión y no por algún evento fortuito. Por tal motivo, de los 26 tratamientos estadísticamente importantes, la lista se acortó a sólo 13 realmente efectivos (Tabla I). De éstos, el más sobresaliente fue el tratamiento 6 (infusión naranja-testigo comercial Captor

Tratamiento	Categorías	Sexo	Infusión	Testigo
			\bar{x} %	\bar{x} %
3	Infusión Manqo - Testigo Absoluto (Aqua)	♀	23.8	16.6
6	Infusión Naranja - Testigo Regional (Captor)	♂	42.8*	14.2
	<u>Categorías</u>			
	Media	Agrupamientos		
	NARANJA	A		
	S/E	A		
	TESTIGO	B		
7	Infusión Naranja - Testigo Absoluto (Aqua)	♀	38	9.5
10	Infusión Guayaba - Testigo regional (Captor)	♂	30.9	26.1
11	Infusión Guayaba - Testigo Absoluto (Aqua)	♀	26.1	9.5
12	Infusión Guayaba - Testigo Absoluto (Aqua)	♂	40.4*	2.3
	<u>Categorías</u>			
	Media	Agrupamientos		
	S/E	A		
	GUAYABA	B		
	TESTIGO	C		
15	Infusión Limón - Testigo Absoluto (Aqua)	♀	35.7	11.9
16	Infusión Limón - Testigo Absoluto (Aqua)	♂	30.9	19
22	Piloncillo-Testigo Regional (Captor)	♂	26.1	26.1
24	Piloncillo - Testigo Absoluto (Aqua)	♂	38*	26.1
	<u>Categorías</u>			
	Media	Agrupamientos		
	PILONCILLO	A		
	S/E	A B		
	TESTIGO	B		
34	Infusión Níspero - Testigo Regional (Captor)	♂	26.1	16.6
35	Infusión Níspero - Testigo Absoluto (Aqua)	♀	26.1	14.2
36	Infusión Níspero - Testigo Absoluto (Aqua)	♂	33.3	26.1
			* Porcentajes de atracción más altos $\bar{x} = \frac{\sum n = 3}{3}$	

300), el cual quedó respaldado por la comparación múltiple de medias de Tukey, Fisher, Newman-Keuls y Duncan; no así por la de Bonferroni y Dun-Sidak, que no lo consideraron diferente al testigo. No obstante, se le atribuye la mayor importancia en virtud de haber obtenido una atracción media de 42.8% en machos.

Siguiéndole en jerarquía, la infusión de hojas de guayaba (tratamiento 12) alcanzó una atracción en machos del 40.4%, a pesar de haber quedado estadísticamente por debajo de la categoría S/E pero por arriba del testigo, aspecto reconocido por todas las comparaciones múltiples de medias. Con respecto a la disolución de piloncillo (tratamiento 24), la mayoría de las comparaciones lo consideran como no significativo dada su igualdad con las categorías S/E y testigo. Sin embargo, el análisis de Fisher y Duncan le atribuyen significancia con respecto a su testigo, lo que se corrobora al observar que ejerció una atracción del 38% en moscas macho, en comparación al testigo que obtuvo 26.1%.

A partir de la disolución de piloncillo, se desconoce si en el resto de las infusiones que le siguieron en importancia su efecto de atracción fue debido a la infusión propiamente dicha o al piloncillo incluido en su formulación, ya que éste por sí solo alcanzó una atracción del 38%. No obstante, se consideraría pertinente, antes de descartar alguna de ellas, su evaluación a nivel de campo, incluyendo posibles mezclas entre éstas para valorar un probable efecto sinérgico que maximice los efectos de atracción.

En lo que se refiere al efecto residual, para su valoración se utilizó el tratamiento con mayor porcentaje de atracción, que correspondió a la infusión de naranja en machos con Captor 300 como testigo. El procedimiento seguido en su experimentación fue el planteado en la metodología, obteniendo el siguiente resultado.

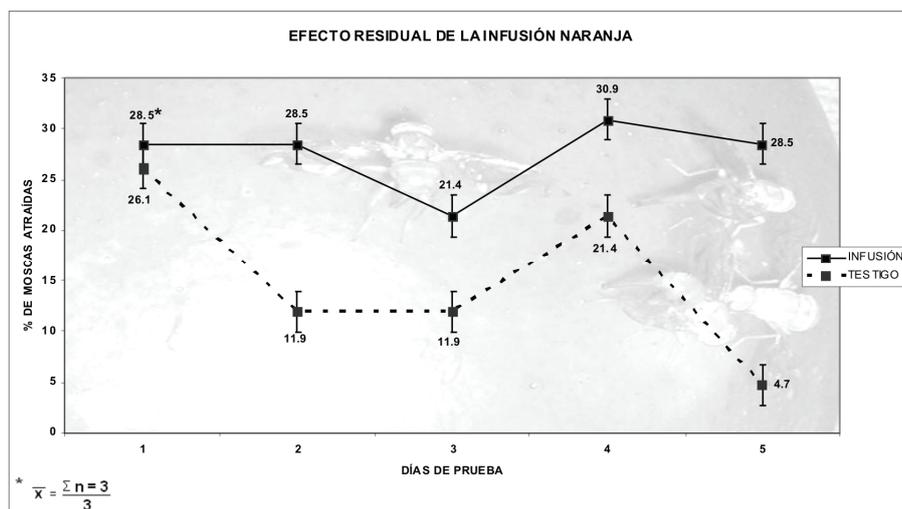


Fig. 2. Atracción de la infusión de naranja con respecto al testigo comercial Captor 300 en machos, para la determinación del efecto residual.

la infusión como del testigo, con dos ml de agua a las 48 y 96 horas para evitar en lo posible la sequedad de los mismos. El resultado obtenido mostró que la infusión de naranja permaneció activa durante los cinco días de la evaluación (Fig. 2), sobrepasando en todos los casos al testigo y revelando, en general, un nivel de atracción

En vista de que generalmente en un trapeo comercial para monitoreo y/o control de moscas se realizan inspecciones semanales para la substracción de organismos y renovación del cebo atrayente, que normalmente se encuentra casi seco por la evaporación; se decidió realizar la prueba por un periodo de cinco días, humedeciendo los algodones tanto de

constante; aunque es lógico suponer que a mayor periodo de exposición, el poder de atracción debiera ir disminuyendo paulatinamente. Sin embargo, con el experimento se reafirma la potencialidad de la infusión de naranja para permanecer activa como cebo atrayente, al menos, durante los cinco o seis días que son expuestas normalmente las trampas en el campo.

Literatura citada

- ARCOS, C. G., H. B. MOJICA, J. C. SÁNCHEZ & H. G. HERNÁNDEZ 1998. Efecto de atrayentes alimenticios y cebos tóxicos sobre *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) y *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashm) (Hymenoptera: Braconidae). *Memorias del XXXIII Congreso Nacional de Entomología*. México. pp. 190.
- BORROR, J. D., M. D. DELONG & C. A. TRIPLERTON 1981. *An introduction to the study of insects*. 5th edition. Saunders College Publishing. United States of America. pp. 605-606.
- BOSCÁN DE MARTÍNEZ, N. & F. J. GODOY 1995. Uso de urea como atrayente de moscas de las frutas del género *Anastrepha* en Venezuela. *Agronomía Tropical*, **46**(3): 335-340.
- CORNELIUS, L. M., L. NERGER, J. J. DUAN & R. LL. MESSING 2000. Responses of female oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) to protein and host fruit odor in field cage and open field tests. *Environmental Entomology*, **29**(1): 14-19.
- DELHI, M., S. MORÁN, F. NÚÑEZ & G. GRANADOS 1996. Eficiencia de cebos como atrayentes de moscas de la fruta en El Salvador. *Agronomía Mesoamericana*, **7**(2): 13-22.
- EPSKY, N. D., B. D. DUEBEN, R. R. HEATH, C. R. LAUZON & R. J. PROKOPY 1997. Attraction of *Anastrepha suspense* (Diptera: Tephritidae) to volatiles from avian fecal material. *Florida Entomologist*, **80**(2): 270-277.
- GARCÍA, C. & R. P. CAMACHO 1995. Productos de origen vegetal como atrayentes de mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae). *Memorias del XXX Congreso Nacional de Entomología*. México. pp. 210.
- JONSON, R. 1979. *Estadística elemental*. Ed. Trillas. Primera reimpresión. México. 515 pp.
- NORRBOM, A. L., L. E. CAROLL, F. C. THOMPSON, I. M. WHITE & A. FREIDBERG 1999. Systematic database of names. *Fruit Fly Expert Identification System and Systematic Information Database*. *Myia*, **9**: 65-251.
- PORTAL AGRARIO. 2005. *Metodología de análisis e interpretación de semanas de monitoreo de moscas de la fruta en el Valle de Cañete: Seguimiento de plagas en el Valle de Cañete*. Instituto Rural Valle Grande. Ministerio de Agricultura. República del Perú. 25 pp.
- REYES, P. C. 1985. *Diseño de experimentos aplicados*. Ed. Trillas. Cuarta reimpresión. México. 348 pp.
- RZEDOWSKI, J. 1983. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. Segunda reimpresión. 432 pp.
- RÍOS, E., J. TOLEDO & D. M. SÁNCHEZ 2005. Evaluación de atrayentes alimenticios para la captura de la mosca mexicana de la fruta (Diptera: Tephritidae) en el Soconusco, Chiapas, México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, **76**: 41-49.
- ROBACKER, D. C. & W. C. WARFIELD 1993. Attraction of both sexes of Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens*, to a mixture of ammonia, methylamine, and putrescine. *Journal of Chemical Ecology*, **19**(12): 1999-2035.
- SAGARPA. 2002. Procedimiento para la certificación de frutos frescos del área libre de moscas de la fruta en Sonora, con destino a Estados Unidos. pp: 12-16.
- SAGARPA-SENASICA-DGSV. 2004. Dirección de Moscas de la Fruta: Apéndice Técnico para el Reconocimiento de Frutos Hospederos de Moscas de la fruta del Género *Anastrepha* y *Rhagoletis pomonella*. 31 pp.
- SÁNCHEZ, S. O. 1980. *La flora del valle de México*. Editora la Prensa. Sexta edición. México. 519 pp.
- WEEMS, H. F., J. B. HEPPNER, G. J. STECK, T. R. FASULO & J. R. NATION 2004. Mexican fruit fly. *DPI Entomology Circulars* 16. Publication Number EENY-201. pp: 260-275.