

# Evaluación comparativa del número de adultos de las especies de importancia agrícola del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) entre cultivares y etapa fenológica

Comparative evaluation of adult numbers of agriculturally important *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) among cultivars and phenological stages

Jesús Armando Vargas-Tovar<sup>1</sup> , Itzel Rubí Rodríguez-de León<sup>1</sup> , Araceli Chino-Cantor<sup>2</sup> , Filiberto Martínez-Lara<sup>3</sup> , Ulises de Jesús Balderas-Mancilla<sup>4</sup> , Ausencio Azuara-Domínguez<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Av. Tecnológico 1301, 87010, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Guerrero, Escuela Superior en Desarrollo Sustentable, Carretera Nacional Acapulco-Zihuatanejo, Km 106 + 900, 40900, Tecpan de Galeana, Guerrero, México.

<sup>3</sup> Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Unidad Académica Metztitlán "Reserva de la Biosfera", Domicilio conocido, Barrio Tepeyacapa s/n, 43350, Metztitlán, Hidalgo, México.

<sup>4</sup> Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Altamira, Carretera Tampico-El Mante, Km 24.5, 89600, Altamira, Tamaulipas, México.

\*Autor para correspondencia: azuarad@gmail.com

**Fecha de recepción:**

19 de agosto de 2025

**Fecha de aceptación:**

20 de noviembre de 2025

**Disponible en línea:**

20 diciembre de 2025

**Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.**



**Reconocimiento-**

NoComercial-

CompartirIgual 4.0

Internacional

(CC BY-NC-SA 4.0)

## RESUMEN

El número de moscas de la fruta *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) está determinado por la disponibilidad de hospederos y las etapas fenológicas que estos presentan. El objetivo fue comparar el número de adultos de *Anastrepha ludens* (Loew), *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina* (Wiedemann) y *A. striata* (Schiner) entre los cultivares y las etapas fenológicas de los cítricos cultivados en Tamaulipas, México. El estudio se realizó de enero a diciembre de 2024, mediante 1,295 trampas Multilure distribuidas en las huertas de naranja y toronja delimitadas por dos zonas de control fitosanitario. La comparación del número de adultos de *Anastrepha* entre los cultivares y las etapas fenológicas se examinaron con análisis multivariados. Los resultados indican que *A. ludens* es la especie más dominante, y que los cultivos de naranja Valencia y toronja roja son hospederos preferentes. Además, la madurez de cosecha en conjunto con la floración o el amarre del fruto contribuyen al aumento de sus poblaciones.

## PALABRAS CLAVE

Fruticultura, insectos, plaga, tefrítidos, trámpeo.

## ABSTRACT

The number of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) is determined by the availability of host plants and their phenological stages. The objective was to compare the number of adults of *Anastrepha ludens* (Loew), *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina* (Wiedemann), and *A. striata* (Schiner) among cultivars and phenological stages of citrus fruits grown in Tamaulipas, Mexico. The study was conducted from January to December 2024 using 1,295 Multilure traps distributed across orange and grapefruit orchards located within two phytosanitary control zones. Comparisons of the number of *Anastrepha* adults among cultivars and phenological stages were analyzed using multivariate analysis. The results indicate that *A. ludens* is the most dominant species, and that Valencia orange and red grapefruit crops are preferred hosts. In addition, harvest maturity together with flowering or fruit set contributes to an increase in their populations.

## KEYWORDS

Fruticulture, insects, pest, tephritis, trapping.

## INTRODUCCIÓN

Las moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) representan una de las plagas principales de los cultivos frutícolas debido a su comportamiento característico de oviposición dentro de los frutos (Santana et al., 2023). El proceso de oviposición inicia con una serie de patrones conductuales (Scolari et al., 2021), donde la hembra inicia la ubicación de un parche de hospederos guiada mediante señales visuales (color, tamaño), táctiles (textura, firmeza) y químicas (compuestos volátiles) (Aluja y Mangan, 2008). Esto, le permite determinar si el fruto es apto para la oviposición y el desarrollo de sus instares larvales.

En México, *Anastrepha ludens* (Loew), *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina* (Wiedemann) y *A. striata* (Schiner), son consideradas plagas de importancia agrícola (Venegas-Carrillo et al., 2021). Estas especies presentan hábitos polífagos, por lo que su alimentación no se restringe a un único hospedero (Mello et al., 2024). El daño que ocasionan consiste en la descomposición de la fruta, lo que provoca un deterioro en calidad y promueve su caída prematura. En Tamaulipas, México, el daño anual estimado en la región citrícola es de 741,928 t de frutos perdidos (Salcedo-Baca et al., 2010), lo que equivaldría al 84.25 % de la producción con un valor de 5,036 millones de pesos. Por ello, la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta lleva a cabo actividades fitosanitarias con el objetivo de controlar, suprimir y erradicar estas cuatro especies de importancia agrícola (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [SENASICA], 2022). No obstante, el establecimiento de estas especies está determinado por la disponibilidad de hospederos y las etapas fenológicas que estos presentan.

En Campeche, México, se tiene reportado que *A. ludens* y *A. obliqua* aumentan sus poblaciones cuando sus hospederos se encuentran en la etapa de fructificación, mientras que *A. striata* y *A. serpentina* aparecen con menor frecuencia (Tucuch-Cauich et al., 2008). En Tamaulipas, México, está documentado que *A. ludens* aumenta su índice poblacional cuando existen frutos de naranja y toronja en etapas de maduración y cosecha (Vanoye-Eligio et al., 2015; Vargas-Tovar et al., 2024); sin embargo, *A. obliqua*, *A. serpentina* y

*A. striata* no fueron consideradas durante esas investigaciones. Determinar el número de adultos de las cuatro especies en función de los cultivares y las distintas etapas fenológicas de los cítricos cultivados es útil para dirigir eficazmente las estrategias de manejo integrado. El objetivo del estudio fue comparar el número de adultos de *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata* en función de los cultivares y las etapas fenológicas de los cítricos cultivados en Tamaulipas, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo de enero a diciembre de 2024 en dos zonas fitosanitarias delimitadas por los municipios de Gómez Farías, González, Güémez, Hidalgo, Llera de Canales, Padilla, Victoria y Xicoténcatl, Tamaulipas, México ( $24^{\circ}24'18''$  N,  $24^{\circ}06'57''$  O,  $22^{\circ}31'13''$  E,  $22^{\circ}23'37''$  S) (Figura 1). Las zonas de estudio presentan altitudes que oscilan entre los 50 msnm y los 2,400 msnm, temperaturas anuales de 12 °C a 26 °C, precipitaciones anuales de 400 mm a 1,300 mm, y humedades relativas que varían del 0.1 % al 97 % (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010).

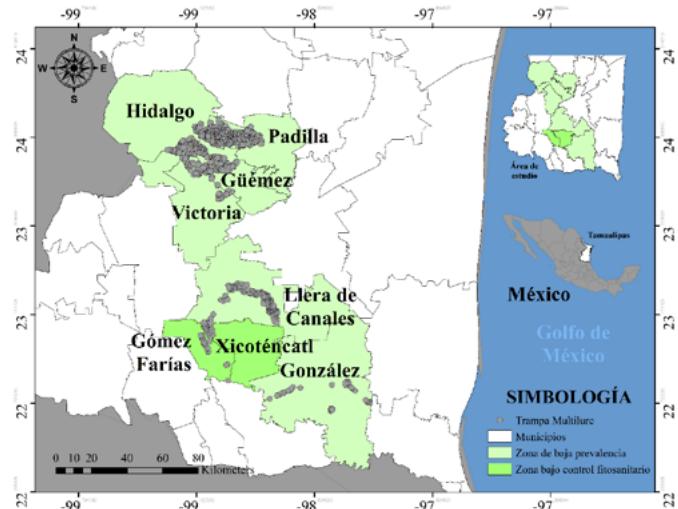


Figura 1. Distribución geográfica de las trampas Multilure en Gómez Farías, González, Güémez, Hidalgo, Llera de Canales, Padilla, Victoria y Xicoténcatl, Tamaulipas, México.

### Trampeo de los adultos

El trampeo de los adultos de *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata* se realizó cada siete días en los cultivares de naranja agria (*Citrus aurantium* L.),

naranja navel [*C. x sinensis* (L.) Osbeck cv. Navel], naranja temprana [*C. x sinensis* (L.) Osbeck cv. Navelina], naranja Valencia [*C. sinensis* (L.) Osbeck], toronja rosa (*C. x paradisi* MacFad. cv. Pink), toronja blanca (*C. x paradisi* MacFad. cv. Duncan) y toronja roja (*C. x paradisi* MacFad. cv. Red blush). Los cultivares fueron delimitados en función de su dominancia en cada huerta evaluada. El método de trampeo que se utilizó fue el propuesto por el manual técnico de SENASICA (2017): se colocaron 1,295 trampas Multilure

(Better World Manufacturing, Inc, Fresno, Estados Unidos) distribuidas entre los cultivares evaluados, naranja agria (22), naranja navel (75), naranja temprana (181), naranja Valencia (765), toronja rosa (55), toronja blanca (1) y toronja roja (196). Las trampas no fueron rotadas durante el periodo de estudio. Los adultos trampeados fueron colocados en frascos con etanol al 70 % y transportados al laboratorio de entomología del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas para su identificación.

**Cuadro 1. Etapas fenológicas de los cítricos cultivados en Tamaulipas, México.**

Cultivar	Etapa fenológica	Periodo
Naranja agria ( <i>Citrus aurantium</i> )	Floración	marzo y septiembre
	Desarrollo del fruto	abril-junio y octubre-noviembre
	Madurez de cosecha	diciembre-enero y julio-agosto
Naranja navel ( <i>C. x sinensis</i> cv. Navel)	Floración	marzo
	Amarre del fruto	abril-mayo
	Desarrollo del fruto	junio-julio
	Madurez fisiológica	agosto-septiembre
	Madurez de cosecha	octubre-febrero
Naranja temprana ( <i>C. x sinensis</i> cv. Navelina)	Floración	marzo
	Amarre del fruto	abril-mayo
	Desarrollo del fruto	junio-julio
	Madurez fisiológica	agosto-septiembre
	Madurez de cosecha	octubre-febrero
Naranja Valencia ( <i>C. sinensis</i> )	Madurez de cosecha-floración	marzo
	Madurez de cosecha-amarre del fruto	abril-mayo
	Desarrollo del fruto	junio-septiembre
	Madurez fisiológica	octubre
	Madurez de cosecha	noviembre-febrero
Toronja rosa ( <i>C. x paradisi</i> cv. Pink)	Floración	marzo
	Amarre del fruto	abril-mayo
	Desarrollo del fruto	junio-julio
	Madurez fisiológica	agosto-septiembre
	Madurez de cosecha	octubre-febrero
Toronja blanca ( <i>C. x paradisi</i> cv. Duncan)	Floración	marzo
	Amarre del fruto	abril-mayo
	Desarrollo del fruto	junio-julio
	Madurez fisiológica	agosto-septiembre
	Madurez de cosecha	octubre-febrero
Toronja roja ( <i>C. x paradisi</i> cv. Red blush)	Floración	marzo
	Amarre del fruto	abril-mayo
	Desarrollo del fruto	junio-agosto
	Madurez fisiológica	septiembre
	Madurez de cosecha	octubre-febrero

## Identificación de los adultos

La identificación de los adultos se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico binocular (modelo DZ 1805, Euromex®, Duiven, Los Países Bajos) y las claves taxonómicas publicadas en la guía de identificación de SENASICA (2018).

## Registro de la fenología

Los frutales bajo estudio presentaron la siguiente fenología: floración, amarre del fruto, desarrollo del fruto, madurez fisiológica y madurez de cosecha (Cuadro 1). Las etapas fenológicas no fueron homogéneas entre cultivares y, en el caso de la naranja Valencia y toronja roja, se presentó un traslape entre las etapas de madurez de cosecha, floración y amarre del fruto.

## Análisis estadístico

Para determinar diferencias entre el número de adultos de moscas de la fruta por cultivar y la etapa fenológica de los cítricos cultivados, se utilizó el análisis multivariado permutacional de una vía (one-way PERMANOVA), mediante 9,999 permutaciones. El PERMANOVA es una variante del análisis de varianza (ANOVA), que compara la distancia multidimensional dentro y entre grupos. En esta prueba se utiliza el estadístico Pseudo-*F* y valor de *P* (obtenido bajo permutación) para probar la hipótesis nula de que no hay diferencias en las posiciones de los centroides de los grupos (Anderson, 2017). Después, para observar la disimilitud que existe entre el cultivar y la etapa fenológica de los cítricos cultivados, se empleó un análisis de agrupamiento aglomerativo. Se utilizó el algoritmo de Ward, debido a su capacidad de crear grupos pequeños y uniformes (Mikrou y Sapidis, 2025). Este análisis clasifica los objetos en grupos relativamente homogéneos denominados conglomerados. Los objetos de cada conglomerado tienden a ser similares entre sí y diferentes de los de otros (Péladeau, 2021). El valor de corte para la determinación de los conglomerados se definió al observar el punto de estabilización de la curva de acumulación de unión que identifica la distancia en la que la composición entre grupos es diferente. Finalmente, para la distinción de las especies de *Anastrepha* responsables de la variabilidad entre el cultivar y la etapa fenológica de los cítricos cultivados,

se realizó la prueba de porcentaje de similitud (SIMPER). La prueba de SIMPER divide la disimilitud para cada par de unidades muestrales y calcula la contribución promedio de cada especie a la diferencia entre las unidades muestrales (Clarke, 1993). El PERMANOVA y la prueba de SIMPER se realizaron en PAST (versión 4.03), y el análisis de agrupamiento aglomerativo, en STATISTICA (versión 13.0); para todas las pruebas se utilizó la medida de distancia de Bray-Curtis, debido a que se trabajó con abundancias (número de individuos).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se capturaron 3,146 moscas, donde el 99.65 % fueron *A. ludens*; 2.86 %, *A. obliqua*; 0.03 %, *A. serpentina*, y 0.03 %, *A. striata*. El número de adultos capturados difirió en el cultivar ( $F = 11.99, P = 0.0001$ ) y la etapa fenológica ( $F = 17.34, P = 0.0001$ ). El número de conglomerados, tanto

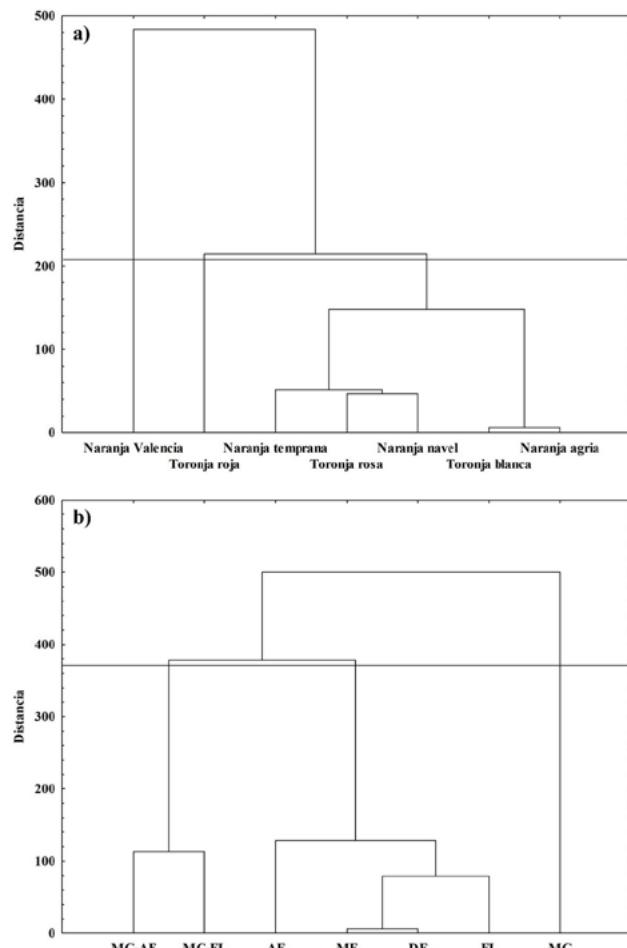


Figura 2. Clúster aglomerativo que agrupa el cultivar y la etapa fenológica de los cítricos cultivados en función del número de adultos de *Anastrepha*. a) cultivar; b) etapa fenológica. MC-AF: madurez de cosecha-amarre del fruto, MC-FL: madurez de cosecha-floración, AF: amarre del fruto, MF: madurez fisiológica, DF: desarrollo del fruto, FL: floración, MC: madurez de cosecha.

del cultivar y de la etapa fenológica, fue de 3 (Figura 2). En la variable cultivar, la naranja Valencia formó el primer conglomerado; la toronja roja, el segundo, y las naranjas agrias, navel, temprana junto con las toronjas blanca y rosa el tercer conglomerado (Figura 2a).

En la variable etapa fenológica, la madurez de cosecha, cuando se presentó en conjunto con el amarre del fruto y la floración, formó un primer conglomerado (Figura 2b). El segundo conglomerado se conformó por el amarre del fruto, madurez fisiológica, desarrollo del fruto y floración; mientras que el tercer conglomerado, por la madurez de cosecha. *Anastrepha ludens* fue la especie que más contribuyó a las diferencias entre la cultivar y la etapa fenológica de los cítricos cultivados (Cuadro 2).

En las moscas de la fruta, la estrecha relación entre algunas especies y determinados taxones vegetales es una de las características más importantes. Existen especies que prefieren ovipositar y desarrollarse en hospederos específicos, y otras, como *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata*, que son consideradas polífagas. No obstante, se ha reportado que *A. ludens* prefiere los frutos de cítricos (*Citrus spp.*) y mango (*Mangifera*

*indica L.*); *A. obliqua*, los de mango; *A. serpentina*, los de chicozapote [*Manilkara zapota* (L.) P. Royen], y *A. striata*, los de guayaba (*Psidium guajava* L.) (Pascacio-Villafán et al., 2023; Vargas-Tovar et al., 2025). Tucuch-Cauich et al. (2008) documentaron que, en regiones donde se cultivan cítricos y mangos, *A. ludens* es la especie más abundante. En Tamaulipas, México, se tienen cultivadas 34,600 ha de naranja Valencia, 2,300 ha de toronja y 922 ha de mango (Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera, s. f.). Los árboles de chicozapote y guayaba se encuentran solo en los traspasios y en las cercas de los huertos (Vargas-Tovar et al., 2025). Tales argumentos explicarían por qué *A. ludens* fue la especie con mayor número de capturas en los cultivos de naranja Valencia y toronja roja; hospederos preferentes por *A. ludens* (Chino-Cantor et al., 2025).

Por otro lado, *A. ludens* tiene mayor esperanza de vida y tasa de fecundidad. Según lo reportado por Liedo et al. (1992), *A. ludens* puede vivir 110 días y ovipositar 1,597 huevos; *A. obliqua*, 79 días y ovipositar 1,376 huevos; mientras que *A. serpentina* vive 75 días y oviposa 882 huevos, y *A. striata*, 87 días y, 58 huevos (Hernández et al., 2014). Sin embargo, no todos los hos-

**Cuadro 2. Media y porcentaje de contribución promedio del número de adultos de *Anastrepha* en el cultivar y la etapa fenológica de los cítricos cultivados en Tamaulipas, México.**

Especie	Cultivar							Contribución promedio (%)
	Naranja agria	Naranja navel	Naranja temprana	Naranja Valencia	Toronja blanca	Toronja rosa	Toronja roja	
<i>Anastrepha ludens</i>	0.25	4.42	7.38	28.30	5.67	0.00	14.30	99.87
<i>Anastrepha obliqua</i>	0.00	0.00	0.01	0.15	0.00	0.00	0.00	0.06
<i>Anastrepha serpentina</i>	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Anastrepha striata</i>	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Etapa fenológica								
	MC-AF	MC-FL	AF	MF	DF	FL	MC	
<i>Anastrepha ludens</i>	40.1	58.00	0.07	0.00	0.11	7.66	11.40	99.71
<i>Anastrepha obliqua</i>	0.66	0.10	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.14
<i>Anastrepha serpentina</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02
<i>Anastrepha striata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

MC-AF: madurez de cosecha-amarre del fruto, MC-FL: madurez de cosecha-floración, AF: amarre del fruto, MF: madurez fisiológica, DF: desarrollo del fruto, FL: floración, MC: madurez de cosecha.

pederos son iguales, por lo que ofrecen una capacidad variable para sustentar el ciclo de vida del insecto; desde la puesta de huevos hasta la emergencia de los adultos (Dominiak y Follett, 2024). La hembra de *Anastrepha* tiene la capacidad de ubicar al hospedero guiada mediante señales visuales (color, tamaño), táctiles (textura, firmeza) y químicas (compuestos volátiles) (Aluja y Mangan, 2008), lo que le permite determinar si el fruto es apto para la oviposición y el desarrollo de sus instares larvales. García-Ramírez et al. (2004) reportaron que, en las moscas de clima cálido (por ejemplo, *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata*), las señales visuales no son tan importantes. Robacker et al. (1990) documentaron que los colores verde, amarillo y naranja son atractivos para *A. ludens*, pero Robacker (1992) observó que *A. ludens* prefiere ovipositar en recursos más grandes independientemente del color. Entre los cultivares de cítricos evaluados, los frutos de toronja roja fueron los más grandes, lo que explicaría por qué, en este cultivar, se registró la mayor captura de moscas después de la naranja Valencia (fruta más pequeña que la toronja roja, pero mayormente abundante). Además, Leyva et al. (1991) demostraron que la toronja roja, en comparación con la naranja Valencia, es más adecuada para el desarrollo de los huevos y las larvas. Mientras que Vargas-Tovar et al. (2025) reportaron que la toronja roja tiene la capacidad de sustentar las poblaciones de *A. ludens* durante todo el año, aun cuando la fruta disponible es escasa. La disponibilidad de fruta es un factor determinante para la presencia de moscas (Ramos-Peña et al., 2019).

Chino-Cantor et al. (2025) observaron que *A. ludens* infesta principalmente los frutos de naranja agria, lo que contrasta con nuestros resultados. No obstante, ese resultado es atribuido a la ausencia rigurosa de las aplicaciones químicas en comparación con las de los cultivos más sobresalientes (naranja Valencia y toronja roja). En condiciones adversas, los adultos de *A. ludens* se elevan hacia la parte más alta de los árboles para desplazarse hasta 250 km con ayuda de los vientos dominantes (Loera Gallardo, 2017; Vargas-Tovar et al., 2024). Esto explicaría su desplazamiento y oviposición en los frutos de naranja agria, sobre todo en momentos clave donde se realizan las aplicaciones de malatión en los cultivos de naranja Valencia y toronja roja para el control de sus poblaciones (SENASICA, 2019; Vanoye-Eligio et al., 2024). Además, los frutos de naranja agria

le propician un refugio del ataque del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Cancino et al., 2019), lo que lo hace un sitio adecuado para el desarrollo larvario. Teniendo esto en cuenta, es posible que el cultivo de naranja agria solo esté actuando como sitio de ovipositora y desarrollo de los instares larvales, mientras que los cultivos de naranja Valencia y toronja roja son utilizados como sitios de alimentación y apareamiento.

La fenología del hospedero también es un factor que determina la presencia y el número de adultos de moscas de la fruta. En nuestro estudio, el mayor número de moscas de la fruta se capturó cuando la etapa de madurez de cosecha se presentó en conjunto con la floración o el amarre del fruto. Tales resultados coinciden con lo reportado por Vargas-Tovar et al. (2024), quienes documentaron que el mayor número de adultos se registró durante estas etapas. No obstante, Vanoye-Eligio et al. (2015) observaron que las mayores infestaciones ocurren durante la madurez del fruto. Los estudios que evalúan la relación del número de adultos de moscas de la fruta en función de las etapas fenológicas no suelen contemplar que existen etapas que se intercalan unas con otras, pero sí concuerdan con que la fructificación de los hospederos aumenta el número de adultos.

Los hospederos de las moscas de la fruta tienen temporadas de fructificación distintas, pero la presencia de cultivares y variedades intercaladas contribuye al sustento de sus poblaciones. En nuestro estudio, se reportó que la temporada de cosecha de la naranja Valencia puede comenzar en octubre y concluir en marzo del siguiente año, coincidiendo con la temporada de la toronja roja. Además, la temporada de cosecha de la naranja agria puede ocurrir de julio a agosto, actuando como reservorio de la plaga en espera de los frutos más abundantes (naranja Valencia y toronja roja). Esto promueve focos de reinfección debido a la disponibilidad de frutos. Sin embargo, es destacable que en especies como *A. serpentina* y *A. striata* la cantidad de frutos disponibles no influye en el número de moscas (Sarmiento et al., 2012). Es posible que esto esté relacionado con el número de huevos que estas especies llegan a ovipositar.

## CONCLUSIONES

Las moscas de la fruta son capturadas con mayor frecuencia en naranja Valencia y toronja roja, cuando la etapa de madurez de cosecha se presenta en conjunto

con el amarre del fruto o la floración. Sin embargo, el número de adultos de las especies de *Anastrepha* es heterogéneo, siendo *A. ludens* la más dominante y problemática.

## AGRADECIMIENTOS

A Crystian Sadiel Venegas Barrera por el apoyo con el software estadístico; al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas por compartir la base de datos, y a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación por la beca otorgada a Jesús Armando Vargas Tovar (núm. 1009668) para cursar sus estudios de Doctorado en Ciencias en Biología en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria.

## LITERATURA CITADA

- Aluja, M., & Mangan, R. L. (2008). Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. *Annual Review of Entomology*, 53, 473-502. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093350>
- Anderson, M. J. (2017). Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA). En N. Balakrishnan, T. Colton, B. Everitt, W. Piegorsch, F. Ruggeri & J. L. Teugels (Eds.), *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online* (pp. 1-15). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07841>
- Cancino, J., Gálvez, C., López, A., Escalante, U., & Montoya, P. (2019). Best timing to determine field parasitism by released *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) against *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) pest populations. *Neotropical Entomology*, 48(1), 143-151. <https://doi.org/10.1007/s13744-018-0622-7>
- Chino-Cantor, A., Vargas-Tovar, J. A., Venegas-Barrera, C. S., Guzmán-Martínez, M., Martínez-Lara, F., & Azuara-Domínguez, A. (2025). Comparative evaluation of the infestation of five varieties of citrus by the larval of *Anastrepha ludens*, 1873 (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, 108(1), 20250010. <https://doi.org/10.1515/flaent-2025-0010>
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18(1), 117-143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- Dominiak, B. C., & Follett, P. A. (2024). Review of host use and host reproduction number of New World fruit flies (Diptera: Tephritidae) to optimise surveillance, management and trade. *International Journal of Tropical Insect Science*, 44, 595-635. <https://doi.org/10.1007/s42690-023-01153-w>
- García-Ramírez, M. J., Cibrián-Tovar, J., Arzufí-Barrera, R., López-Collado, J., & Soto-Hernández, M. (2004). Preferencia de *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) por volátiles de frutos verdes o amarillos de mango y naranja. *Agrociencia*, 38(4), 423-430.
- Hernández, E., Rivera, J. P., Aceituno-Medina, M., Orozco-Dávila, D., & Toledo, J. (2014). Demographic and quality control parameters of laboratory and wild *Anastrepha striata* (Diptera: Tephritidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 34, S132-S139. <https://doi.org/10.1017/S1742758414000186>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos 2010, Tamaulipas*. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825293178>
- Leyva, J. L., Browning, H. W., & Gilstrap, F. E. (1991). Development of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) in several host fruit. *Environmental Entomology*, 20(4), 1160-1165. <https://doi.org/10.1093/ee/20.4.1160>
- Liedo, P., Carey, J. R., Celedonio, H., & Guillen, J. (1992). Size specific demography of three species of *Anastrepha* fruit flies. *Entomological Experimentalis et Applicata*, 63(2), 135-142. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1992.tb01568.x>
- Loera Gallardo, J. de J. (2017). *Ficha técnica, mosca mexicana de la fruta Anastrepha ludens (Loew)*. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249395/Anastrepha\\_ludens\\_Loew.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249395/Anastrepha_ludens_Loew.pdf)
- Mello, F. R. (2024). Fruit flies: a threat to fruit production in the Americas. En R. F. Mello (Ed.), *Management fruit flies in the Americas* (pp. 3-10). Springer.
- Mikrou, I., & Sapidis, N. S. (2025). A systematic evaluation of clustering algorithms against expert-derived clustering. *Operations Research Forum*, 6, 55. <https://doi.org/10.1007/s43069-025-00453-w>
- Pascacio-Villafán, C., Guillén, L., Altúzar-Molina, A., Tellez-Mora, J. A., Cruz-Hernández, E., & Aluja, M. (2023). Feeding on the fruit waste oranges bagasse

- modifies immature protein content, body weight, scent bouquet composition, and copula duration in males of a Tephritid frugivorous fly. *Biology*, 12(5), 739. <https://doi.org/10.3390/biology12050739>
- Péladeau, N. (2021). Cluster analysis for mixed methods research. En A. J., Onwuegbuzie, & R. B. Johnson (Eds.), *The routledge reviewer's guide to mixed methods analysis* (pp. 57-68). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203729434>
- Ramos-Peña, A. M., Yábar-Landa, E., & Ramos-Peña, J. C. (2019). Diversidad, fluctuación poblacional y hospedantes de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. y *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en el valle de Abancay, Apurímac, Perú. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 35, 1-21. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3501208>
- Robacker, D. C., Moreno, D. S., & Wolfenbarger, D. A. (1990). Effects of trap color, height, and placement around trees on capture of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 83(2), 412-419. <https://doi.org/10.1093/jee/83.2.412>
- Robacker, D. C. (1992). Effects of shape and size of colored traps on attractiveness to irradiated, laboratory-strain Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, 75(2), 230-241.
- Salcedo-Baca, D., Lomeli-Flores, J. R., Terrazas-González, G. H., & Rodríguez-Leyva, E. (2010). *Evaluación económica de la campaña nacional contra moscas de la fruta en los estados de Baja California, Guerrero, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas (1994-2008)*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Sarmiento, C. E., Aguirre, H., & Martínez-A., J. (2012). *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) y sus asociados: dinámica de emergencia de sus parasitoides en frutos de tres especies de plantas. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 13(1), 25-32.
- Santana, G. da S., Ronchi-Teles, B., dos Santos, C. M., Souza, P. G. C., Farnezi, P. K. B., Paes, V. L. de A., Soares, M. A., & da Silva, R. S. (2023). Risk analysis for *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae) and portential areas for its biological control with *Dichasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) in the Americas. *Heliyon*, 9, e18701. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18701>
- Scolari, F., Valerio, F., Benelli, G., Papadopoulos, N. T., & Vaníčkova, L. (2021). Tephritid fruit fly semiochemicals: current knowledge and future perspectives. *Insects*, 12(5), 408. <https://doi.org/10.3390/insects12050408>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2017). *Manual técnico para las operaciones de campo de la campaña nacional contra moscas de la fruta, sección I: trampado y muestreo de frutos*. SENASICA. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/262603/MT\\_Operaciones\\_de\\_campo\\_CNMF\\_Secci\\_n\\_I\\_TyM.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/262603/MT_Operaciones_de_campo_CNMF_Secci_n_I_TyM.pdf)
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2018). *Guía de identificación de moscas de la fruta*. SENASICA. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/339484/GU\\_A\\_DE\\_IDENTIFICACI\\_N\\_DE\\_MOSCAS\\_DE\\_LA\\_FRUTA.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/339484/GU_A_DE_IDENTIFICACI_N_DE_MOSCAS_DE_LA_FRUTA.pdf)
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2019). *Manual técnico para las operaciones de campo de la campaña nacional contra moscas de la fruta, sección II: control químico*. SENASICA. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/501537/CIRCULAR-114-OF-09309-Manual\\_control\\_qu\\_mico\\_anexo\\_1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/501537/CIRCULAR-114-OF-09309-Manual_control_qu_mico_anexo_1.pdf)
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2022). *Moscas nativas de la fruta*. SENASICA. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/moscas-nativas-de-la-fruta-110869>
- Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera. (s. f.). *Avances de siembras y cosechas*. [https://nube.agricultura.gob.mx/avance\\_agricola/](https://nube.agricultura.gob.mx/avance_agricola/)
- Tucuch-Cauich, F. M., Chi-Que, G., & Orona-Castro, F. (2008). Dinámica poblacional de adultos de la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) en Campeche, México. *Agricultura Técnica en México*, 34(3), 341-347.
- Vanoye-Eligio, V., Pérez-Castañeda, R., Gaona-García, G., Lara-Villalón, M., & Lozano-Barrientos, L. (2015). Fluctuación poblacional de *Anastrepha ludens* en la región de Santa Engracia, Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 1077-1091. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i5.600>
- Vanoye-Eligio, V., Rosas-Mejía, M., Vázquez-Sauceda, M. de la L., Reyes-Zepeda, F., & Blanco-Martínez, Z. (2024). La apicultura y el control químico de la mosca mexicana de la fruta dentro del enfoque en una sola salud: el caso del estado de Tamaulipas, México. *Ciencias Veterinarias y Producción Animal*, 2(1), 33-43. <https://doi.org/10.29059/cvpa.v2i1.21>
- Vargas-Tovar, J. A., Delgado-Luna, C., Zavala-Zapata, V., & Azuara-Domínguez, A. (2024). Asociación de la fenología de cítricos cultivados con el número de

adultos de *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) (Diptera: Tephritidae) en Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 40, 1-17. <https://doi.org/10.21829/azm.2024.4012702>

Vargas-Tovar, J. A., Delgado-Luna, C., Zavala-Zapata, V., & Azuara-Domínguez, A. (2025). Population fluctuation of agriculturally important species of the genus *Anastrepha* in three citrus varieties in Tamaulipas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 31, e24009. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2024.09.009>

Venegas-Carrillo, R., Ramírez-Dávila, J. F., & Rivera-Martínez, R. (2021). Distribución espacial de mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha* spp.) (Diptera: Tephritidae) en Michoacán, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 47(1), e7717. <https://doi.org/10.25100/socolen.v47i1.7715>