







Asociación de la fenología de cítricos cultivados con el número de adultos de *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) (Diptera: Tephritidae) en Tamaulipas, México


Association of citrus crops phenology with the number of adults of *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) (Diptera: Tephritidae) in Tamaulipas, Mexico

¹ JESÚS ARMANDO VARGAS-TOVAR, ² CAROLINA DELGADO-LUNA, ³ VIDAL ZAVALA-ZAPATA, ^{1*} AUSENCIO AZUARA-DOMÍNGUEZ



Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

*Autor correspondiente:

 Ausencio Azuara-Domínguez
azuaraad@gmail.com

¹Tecnológico Nacional de México, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Boulevard Emilio Portes Gil No. 1301, C.P. 87010, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Río Bravo, Carretera Matamoros-Reynosa km 61 S/N, C.P. 88900, Río Bravo, Tamaulipas, México.

³Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro No. 1923, C.P. 25315, Saltillo, Coahuila, México.

Editor responsable: Magdalena Cruz Rosales

Cómo citar:

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.

10.21829/azm.2024.4012702
elocation-id: 4012702

Recibido: 07 junio 2024

Aceptado: 10 septiembre 2024

Publicado: 08 octubre 2024

RESUMEN. En México, *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) (Diptera: Tephritidae), es una de las plagas más importantes en el cultivo de cítricos. Actualmente, en el estado de Tamaulipas *A. ludens* genera daños económicos en el cultivo de naranja temprana (*Citrus sinensis* var. navelina, 1765), naranja valencia (*Citrus sinensis* L. Osbeck, 1765) y en el cultivo de toronja roja (*Citrus paradisi* var. red blush, 1830). Debido a esto es necesario conocer cómo las etapas fenológicas de los cultivos participan en la ocurrencia del insecto. Por lo que, el presente estudio tuvo como objetivo analizar el grado de asociación de la fenología del cultivo de naranja temprana, naranja valencia y toronja roja, con la



CC BY-NC-SA

Atribución-NoComercial-CompartirIgual

Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

e-ISSN 2448-8445

Instituto de Ecología, A.C.

abundancia de adultos de *A. ludens*. El estudio se realizó de enero a diciembre de 2022, en 120 sitios distribuidos en los municipios de Güémez, Llera de Canales, Padilla y Victoria, Tamaulipas, México. En estos sitios se registró el número de adultos por semana en cada una de las etapas fenológicas de las tres variedades de cítricos. La asociación entre el número de adultos de *A. ludens* y las etapas fenológicas de las tres variedades de cítricos, se determinó mediante el análisis de correspondencia múltiple (ACM). Los resultados obtenidos indican que la mayor cantidad de insectos ocurrió en árboles con flores y frutos en etapa de madurez de cosecha. Mientras que, la menor cantidad de insectos se presentó en árboles con frutos en la etapa de desarrollo y madurez fisiológica. Estos resultados servirán para redefinir el manejo integrado de *A. ludens* en Tamaulipas.

Palabras clave: ACM; comportamiento; insectos; mosca; plaga; trampeo

ABSTRACT. In Mexico, *Anastrepha ludens* Loew, 1873 (Diptera: Tephritidae), is one of the most important pests of citrus. Currently, in the state of Tamaulipas, *A. ludens* causes economic damage in orange (*Citrus sinensis* var. navelina, 1765), Valencia orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck, 1765) and red grapefruit (*Citrus paradisi* var. red blush, 1830), so it is necessary to know how the phenological stages of the crop influence the occurrence of the insect. Therefore, the present study aimed to analyze the degree of association between the phenology of these citrus crops with the abundance of *A. ludens* adults. The study was conducted, from January to December 2022, in 120 sites distributed in the municipalities of Güémez, Llera de Canales, Padilla and Victoria, Tamaulipas, Mexico. At these sites, the number of adults per week in each of the phenological stages of the three citrus varieties was recorded. The association between the number of *A. ludens* adults and the phenological stages of the three citrus varieties was determined by multiple correspondence analysis (MCA). The results obtained indicate that the highest number of insects occurred on trees with flowers and fruits at harvest maturity stage. Meanwhile, the lowest number of insects occurred on trees with mature fruit. These results will serve to redefine the integrated management of *A. ludens* in Tamaulipas.

Key words: MCA; behavior; insects; fly; pest; trapping

INTRODUCCIÓN

La citricultura, con una producción anual de 146 millones de toneladas, es una de las actividades agrícolas más importantes en todo el mundo (Li et al., 2020; Vargas-Canales et al., 2020; Rinconada et al., 2022). En México se cultivan 587,996.91 hectáreas y se obtienen 8 millones de toneladas al año de cítricos (Sáenz et al., 2019; Yzquierdo-Alvarez et al., 2021; SIAP, 2023). En el estado de Tamaulipas, se producen cítricos en 45,401.33 ha, donde 34,541.34 ha son naranjas, 8,508.48 ha limones y 2,351.51 ha toronjas (SIAP, 2023).

La mosca mexicana de la fruta, *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) (Diptera: Tephritidae), genera daños económicos a los cítricos (Manal et al., 2020; Guillén et al., 2023), es nativa del noroeste de México y está distribuida desde Costa Rica hasta los Estados Unidos de América (Baker et al., 1944; Hernández-Ortiz & Aluja, 1993; Vanoye-Eligio et al., 2019). En México, *A. ludens* es una plaga importante en las zonas citrícolas debido a su comportamiento característico de oviposición dentro de los frutos (Berrigan et al., 1988; Ismay, 1992; Gutiérrez-Ramos et al., 2020; Hernández et al., 2021; He et al., 2023). El daño principal se produce cuando las larvas se alimentan de la pulpa del fruto, lo que deteriora la calidad y ocasiona la caída prematura del fruto, que provoca grandes

pérdidas económicas para los productores (Vanoye-Eligio *et al.*, 2015c; Vanoye-Eligio *et al.*, 2015d; Zapata *et al.*, 2022; Pieterse *et al.*, 2024).

En Tamaulipas, para reducir el daño, desde 1994, la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF) realiza el monitoreo y aplica insecticidas para el control de *A. ludens* (SAGARPA, 2005; Gutiérrez *et al.*, 2013), lo que permitió en 1998, la supresión de las poblaciones silvestres de la plaga y se obtuvo el reconocimiento oficial de baja prevalencia de moscas de la fruta para la zona norte y centro del estado (DOF, 1998; Salcedo-Baca *et al.*, 2010). No obstante, en la actualidad, las densidades poblacionales de *A. ludens* en huertos comerciales son altas, por lo que, el estudio del comportamiento del insecto asociado con la disponibilidad de hospederos no deja de ser prioritario. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar el grado de asociación de la fenología del cultivo de naranja temprana, naranja valencia y toronja roja con la abundancia de adultos de *A. ludens*.

MATERIALES Y MÉTODOS

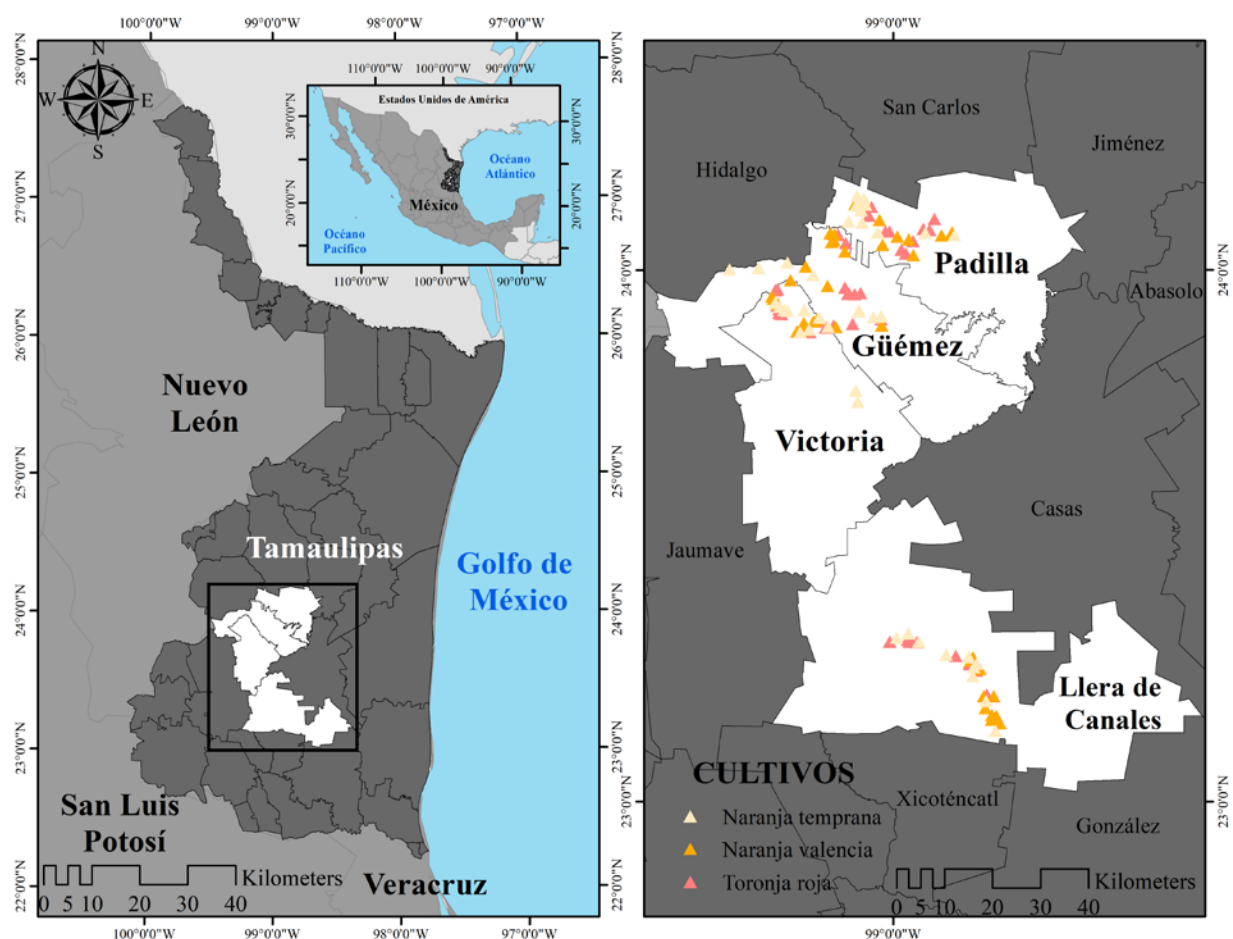


Figura 1. Ubicación geográfica y distribución espacial de las trampas Multilure en el municipio de Güémez, Llera de Canales, Padilla y Victoria, Tamaulipas, México.

Área de estudio. El estudio se realizó, de enero a diciembre del 2022, en 40 huertas comerciales de naranja temprana (*Citrus sinensis* var. navelina, 1765), naranja valencia (*Citrus sinensis* L. Osbeck, 1765) y toronja roja (*Citrus paradisi* var. red blush, 1830), ubicadas en el municipio de Güémez (22°55'09" N, 99°00'30" O), Llera de Canales (23°19'08" N, 99°01'25" O), Padilla (24°02'56" N,

98°54'01" O) y Victoria (23°43'52" N, 99°09'05" O), Tamaulipas, México (Fig. 1). En las huertas, la edad promedio de los árboles fue de 15 años, la separación entre los árboles y líneas fue de cuatro a siete metros, con labores agrícolas como la aplicación de insecticidas, fertilización y un sistema de riego rodado o por microaspersión (Álvarez-Ramos *et al.*, 2022). Las condiciones climáticas, de los municipios antes mencionados, varían debido a la heterogeneidad que se presenta en la zona citrícola, por lo que se encuentran temperaturas por debajo de los 12 y superiores a los 26°C, así como precipitaciones que están entre los 600 y 1,100 mm por año (INEGI, 2010).

Trampeo de los adultos de *A. ludens*. El trampeo de los adultos se llevó a cabo mediante trampas Multilure® (Better World Manufacturing, Inc, Fresno, CA) cebas con proteína hidrolizada (SENASICA, 2017). En cada municipio se instalaron 10 trampas por cultivo, las cuales fueron revisadas y recebadas cada siete días desde la primera semana de enero, hasta la última semana de diciembre del 2022. Los adultos trampeados fueron colocados en frascos de alcohol al 70% y llevados al laboratorio de Entomología del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM) para su identificación, dado que en el área de estudio existen otras especies del género *Anastrepha* que son atraídas hacia las trampas (Vanoye-Eligio *et al.*, 2014). Los adultos colectados se colocaron en una placa Petri con alcohol al 70%, y fueron observados en un microscopio estereoscópico binocular (modelo DZ. 1805, Euromex®) con ayuda de pinzas rectas de punta fina. El material colectado fue identificado usando ejemplares de referencia y claves taxonómicas publicadas en la Guía de Identificación de Moscas de la Fruta (NOM-023-FITO-1995) (SENASICA, 2018). Finalmente, la muestra de la población de *A. ludens* se conformó por 3457 moscas, donde el 51% fueron hembras (n= 1763) y el 49% (n= 1694) machos.

Cuadro 1. Período de las etapas fenológicas de los cultivos de cítricos en Tamaulipas.

Cultivo	Etapas fenológicas	Período
Naranja temprana (<i>Citrus sinensis</i> var. 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>Citrus sinensis</i> L. Osbeck)	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 roja (<i>Citrus paradisi</i> var. red blush).	Madurez de cosecha-floración	marzo
	Amarre del fruto	abril-mayo
	Desarrollo del fruto	junio-agosto
	Madurez fisiológica	septiembre
	Madurez de cosecha	octubre-febrero

Registro de la fenología. Los árboles de naranja temprana, naranja valencia y toronja roja presentaron la siguiente fenología: floración, amarre del fruto, desarrollo del fruto, madurez fisiológica y madurez de cosecha (época del corte) (Cuadro 1). En los árboles de cítricos, la floración actúa como un indicador de un déficit de cuajado, es decir, un árbol con muchas flores produce

un menor número de frutos (Agustí *et al.*, 2003). El amarre del fruto es el estado de desarrollo que marca la transición del ovario de la flor a un fruto en formación (Orduz, 2007; Galván-Luna *et al.*, 2009). El desarrollo del fruto es el proceso mediante el cual crece el ovario y logra su desarrollo fisiológico hasta convertirse en un fruto maduro (Agustí & Almela, 1984; Orduz, 2007). La madurez fisiológica es la etapa cuando el fruto sufre transformaciones bioquímicas, que propician la madurez interna y externa, para que la semilla alcance su desarrollo óptimo y el fruto obtenga su tamaño y peso máximo (Orduz, 2007; Gutiérrez, 2017). Finalmente, la madurez de cosecha se define como el momento idóneo para la recolección de frutos (Gutiérrez, 2017).

Cuadro 2. Descripción de las variables categóricas utilizadas para la asociación de la abundancia de los adultos de *A. ludens* con la fenología y la variedad del cultivo.

Variables	Categorías	ID de la categoría
Abundancia de los adultos de <i>A. ludens</i>	0	A1
	1–100	A2
	101–200	A3
	201–300	A4
	301–400	A5
Etapas fenológicas de los cultivos de cítricos	Floración	FL
	Amarre del fruto	AF
	Desarrollo del fruto	DF
	Madurez fisiológica	MF
	Madurez de cosecha	MC
	Madurez de cosecha-floración	MC-FL
	Madurez de cosecha-amarre del fruto	MC-AF
Variedad del cultivo (Hospedero)	Naranja temprana	NT
	Naranja valencia	NV
	Toronja roja	TR

Análisis estadístico. Se analizó la asociación entre la frecuencia del número de adultos de *A. ludens*, con la fenología y la variedad del cultivo, mediante el Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM). El ACM es una modificación de χ^2 utilizada para analizar tablas de contingencia y crea un diagrama cartesiano basado en la asociación entre más de tres variables categóricas (Cuadro 2) (Legendre & Legendre, 2012). El diagrama muestra la asociación entre las categorías, donde, las posiciones canónicas más cercanas de diferentes variables representan una alta asociación, mientras que, las categorías distantes muestran una baja asociación (Le Roux & Rouanet, 2005; Gotelli & Ellison, 2013). El centro de la gráfica es la media de todas las variables, por lo que, las categorías más cercanas a la coordenada 0,0 muestran una asociación menor al resto de las categorías. Los grados de libertad (*df*) y la probabilidad (*p*) para el ACM no tienen relevancia estadística, porque ambos sólo se utilizan en la tabla de dos vías (Manjarrez *et al.*, 2017), por lo tanto, estos valores no serán informados. No obstante, de forma similar a la prueba de χ^2 , el ACM estima las diferencias entre los valores observados y esperados, lo que permite estimar la contribución de cada variable al valor de la prueba χ^2 (García *et al.*, 2017; Manjarrez *et al.*, 2017). A la par, para graficar la fluctuación poblacional de *A. ludens*, en las tres variedades de cítricos y por cada municipio, el número de adultos capturados semanalmente por trampa fue transformado al índice MTD (Mosca/Trampa/Día) (NOM-023-FITO-1995).

El índice se definió por la formula:

$$\frac{M}{T \times D}$$

Donde: M= número de moscas capturadas, T= número de trampas y D= número de días de exposición de la trampa en campo. Este valor indica condiciones fitosanitarias semanales a nivel de huerto o región con respecto a moscas de la fruta y se expresa en cuatro dígitos después del punto (Vanoye-Eligio et al., 2015d).

RESULTADOS

Asociación de la abundancia poblacional de los adultos de *A. ludens* con la fenología y la variedad del cultivo. La frecuencia del número de adultos fue diferente a través de la fenología y la variedad del cultivo. La mayor variación de la frecuencia del número de adultos de *A. ludens* dentro del espacio canónico de las dos primeras dimensiones del ACM, fue explicada por la categoría de la etapa fenológica (49.75%), seguido de la abundancia (33.73%) y la variedad del cultivo (16.50%) (Fig. 2). Los adultos de *A. ludens*, estuvieron ausentes (A1) durante la etapa de madurez fisiológica (MF) y desarrollo del fruto (DF). En contraste, densidades de 1 a 100 adultos (A2) fueron capturados con mayor frecuencia en la etapa de floración (FL), amarre del fruto (AF) y madurez de cosecha (MC) en árboles de naranja temprana (NT) y toronja roja (TR). Por otra parte, densidades de 101 a 200 adultos (A3) fueron más comunes durante la etapa madurez de cosecha-amarre del fruto (MC-AF) en árboles de naranja valencia (NV). Finalmente, densidades de 201 a 400 adultos (A4, A5) se presentaron con mayor frecuencia durante la etapa de madurez de cosecha-floración (MC-FL).

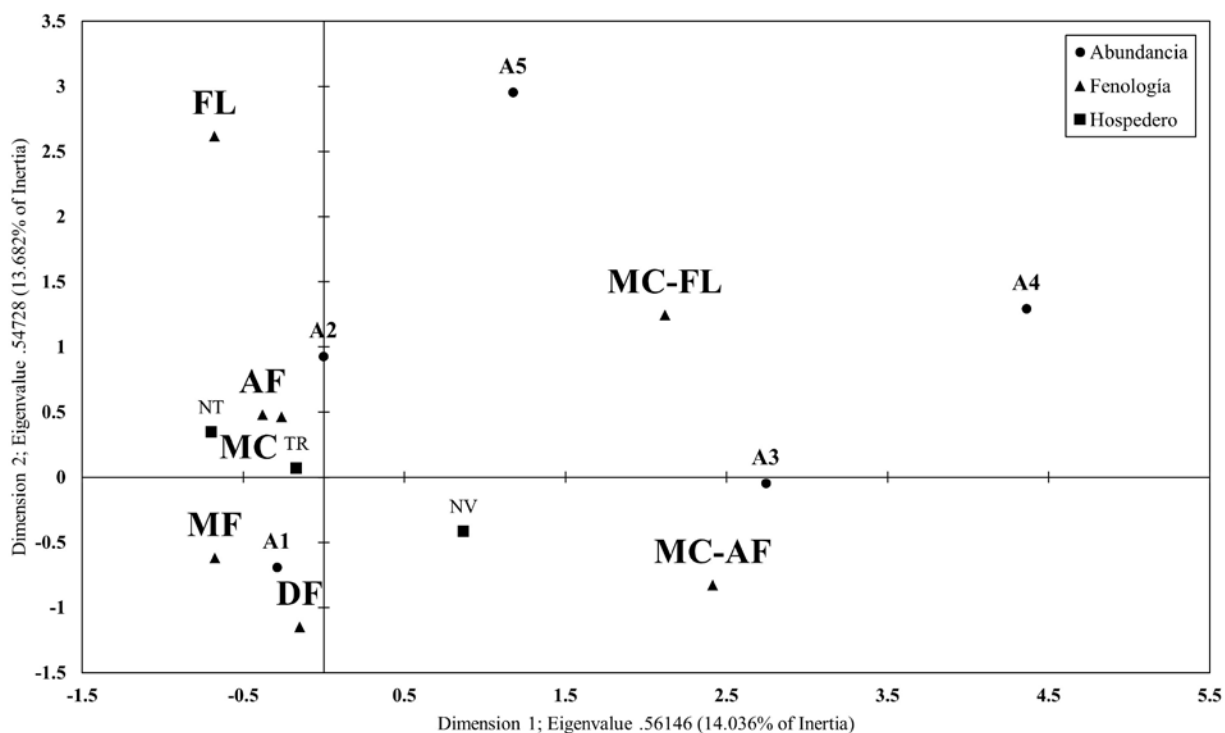


Figura 2. Análisis de correspondencia múltiple que asocia la abundancia de los adultos de *A. ludens* con la fenología y la variedad del cultivo.

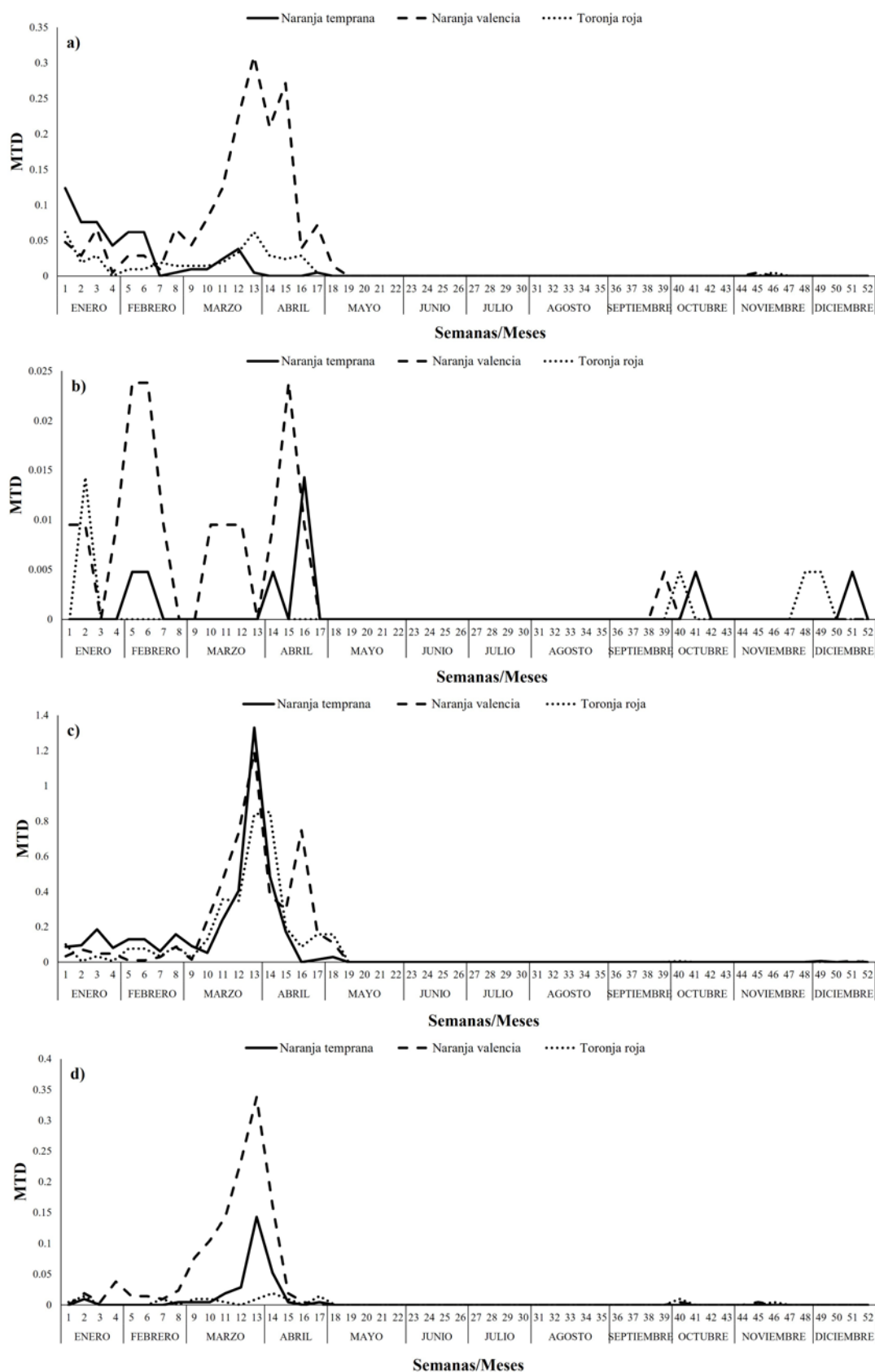


Figura 3. Fluctuación poblacional de *A. ludens* (MTD) en las tres variedades de cítricos en el municipio de Güémez, Llera de Canales, Padilla y Victoria, Tamaulipas, México. Donde: a) = Güémez, b) = Llera de Canales, c) = Padilla y d) = Victoria.

Fluctuación poblacional de *A. ludens* (MTD) en las tres variedades de cítricos por cada municipio. Las poblaciones de *A. ludens* se comportaron de manera similar en el cultivo de naranja temprana, naranja valencia y toronja roja. En todos los municipios, *A. ludens* estuvo presente durante un sólo periodo, de la semana uno a la 18 (enero-mayo), y se presentó de forma ocasional de la semana 39 a la 52 (septiembre-diciembre) (Fig. 3). No obstante, en cada municipio, se registró una variación del valor MTD en función de la variedad del cultivo. Por ejemplo, en Güémez, en el cultivo de naranja temprana y toronja roja, *A. ludens* registró su mayor pico poblacional durante la semana uno (enero), con un valor de MTD del 0.1238 y 0.0619, respectivamente; en tanto que, en el cultivo de naranja valencia, este pico ocurrió durante la semana 13 (marzo), con un valor de MTD del 0.3095 (Fig. 3a). Por otra parte, en Llera de Canales, en el cultivo de naranja temprana *A. ludens* presentó su pico poblacional más intenso durante la semana 16 (abril) (MTD= 0.0142), mientras que, en el cultivo de naranja valencia se mostró durante la semana cinco (febrero) (MTD= 0.0238), y en el cultivo de toronja roja durante la semana dos (enero) (MTD= 0.0142) (Fig. 3b). En contraste, en Padilla, en el cultivo de naranja temprana y naranja valencia, *A. ludens* registró su valor máximo de MTD durante la semana 13 (marzo), con un valor del 1.3285 y 1.1952, respectivamente, en cambio, en el cultivo de toronja roja ocurrió durante la semana 14 (abril), con un valor de MTD del 0.8523 (Fig. 3c). Finalmente, en Victoria, en el cultivo de naranja temprana y naranja valencia *A. ludens* presentó el pico poblacional más alto durante la semana 13 (marzo), con un valor del 0.1428 y 0.3380, respectivamente, mientras que, en el cultivo de toronja roja, este pico se registró durante la semana 14 (abril), con un valor de MTD del 0.0190 (Fig. 3d).

DISCUSIÓN

La mosca mexicana de la fruta, *A. ludens*, estuvo ausente en el área de estudio desde mediados de mayo hasta mediados de septiembre, coincidiendo con la etapa de madurez fisiológica y desarrollo del fruto en las tres variedades de cítricos. En varios estudios se ha demostrado que la temperatura y precipitación afectan directamente a los huevos, estados larvales y a los adultos de las moscas de la fruta (Montoya *et al.*, 2008; Vayssières *et al.*, 2015; Guillén *et al.*, 2022; Martínez *et al.*, 2023). En el caso de los cítricos cultivados de Tamaulipas, Vanoye-Eligio *et al.* (2015d) sostienen que, de mayo a agosto, las poblaciones de *A. ludens* están ausentes principalmente debido a la menor disponibilidad de hospederos, y no por la temperatura y precipitación. Por lo que, al menos para la zona citrícola de Tamaulipas, los hospederos parecen tener mayor relevancia en las densidades poblacionales de *A. ludens*, de modo que, la cantidad y la etapa fisiológica de fruta de los hospederos, puede ser un factor determinante en la ocurrencia de estos insectos, aunque Sarmiento *et al.* (2012) señalaron que, al menos para *A. obliqua* y *A. serpentina*, la cantidad de frutos del hospedero no influye en el número de moscas.

En nuestro estudio, por otro lado, la población de *A. ludens* mostró una mayor abundancia en el cultivo de naranja valencia. Esto fue más evidente durante la etapa madurez de cosecha, cuando se presentó en conjunto con la floración. Tales resultados contradicen lo reportado por Vanoye-Eligio *et al.* (2015d), quienes afirman que, en Tamaulipas, las mayores infestaciones de *A. ludens* se presentan cuando los árboles de cítricos se encuentran en la etapa de maduración del fruto. No obstante, este resultado puede ser debido a que los investigadores no contemplaron que existen etapas fenológicas que se intercalan con otras. Aun así, ambos hallazgos pueden considerarse como un argumento para definir el periodo de aplicación de los insecticidas utilizados para el control de *A. ludens* en Tamaulipas, dado que, la toma de decisión para las aplicaciones químicas sólo se basa en los resultados del trampeo (SENASICA, 2019). Además, aunque nuestros resultados indican que la mayor abundancia de *A. ludens* no se presentó en la

misma etapa fenológica, éstos sí concuerdan con que el pico poblacional más alto de *A. ludens* ocurre durante el período de febrero a abril, lo que permite inferir que, en la zona citrícola de Tamaulipas, sólo existen variaciones en las densidades poblacionales de *A. ludens* y no en su ocurrencia a través del tiempo.

De acuerdo con Aluja (1994), la estrecha asociación entre algunas especies y determinados taxones vegetales (huésped-planta), es una de las características más importantes del género *Anastrepha*. Por ejemplo, en *A. ludens*, las hembras poseen una serie de patrones conductuales que inicia con la ubicación de un parche de hospederos (Aluja & Mangan, 2008). Estos parches están relacionados tanto con la disponibilidad del huésped, como del recurso para ovipositar (Aluja & Prokopy, 1992; Prokopy *et al.*, 1992; Prokopy *et al.*, 1993; Bakkali *et al.*, 2008; Hernández *et al.*, 2015). Lo anterior implica que si no existe fruta en el árbol las poblacionales de *A. ludens* migren en busca de nuevos sitios de alimentación y reproducción (Baker *et al.*, 1944; Houston, 1981). Al respecto, Thomas (2003) mencionó que, en la Sierra Madre Oriental, es posible que se estén produciendo hasta cinco o seis generaciones de *A. ludens* en zonas aisladas, donde los microclimas son favorables. Así mismo, Vanoye-Eligio *et al.* (2015a) afirmaron que la Sierra Madre Oriental se considera una zona benéfica para las poblaciones de *A. ludens*, debido a que, el insecto coexiste con diversas variedades de plantas silvestres que actúan como hospederos alternativos; por ejemplo, el chicozapote *Manilkara zapota* (L.) P. Royen (1953) que se considera una planta nativa de Tamaulipas (García *et al.*, 1993; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2019), y que tiene la capacidad de producir frutos durante todo el año (Aluja *et al.*, 2003). Aunado a esto, Vanoye-Eligio *et al.* (2015d) mencionan que la fructificación del chapote amarillo *Casimoroa greggi* S. (Wats.) Chiang, 1989, cerca de áreas comerciales, pueden reintroducir poblaciones de *A. ludens* a las huertas. Lo anterior, ya se observó en Nuevo León, México, donde la oviposición de *A. ludens* en *C. greggi* durante la etapa de fructificación (mayo y junio) favoreció la ocurrencia de los adultos después de los meses de invierno (Thomas, 2003; Thomas, 2012; Vanoye-Eligio *et al.*, 2015b; Vanoye-Eligio *et al.*, 2015d), por lo que la fructificación de *M. zapota*, durante el período de mayo a septiembre, podría ser la causa de que las poblaciones de *A. ludens* se presenten desde el inicio de cada año. Esto, tiene más validez si se considera que en las huertas de cítricos se llevan a cabo acciones de manejo fitosanitario, lo cual supondría que las poblaciones de *A. ludens* deben de estar practicante ausentes.

Por otro lado, la presencia de variedades intercaladas en las huertas mixtas también contribuye al sustento de las poblaciones (Aluja, 1994; Vanoye-Eligio *et al.*, 2015d). Por ejemplo, en Nuevo León, la cosecha de algunas variedades de toronja inicia en noviembre y termina en mayo del siguiente año, lo que implica una superposición con el cultivo de naranja valencia y promueve nuevos focos de infestación (Baker *et al.*, 1944; Robacker & Fraser, 2002; Birke *et al.*, 2006; Padrón-Chávez & Rocha-Peña, 2009; Vanoye-Eligio *et al.*, 2016). Así mismo, Thomas (2003) mencionó que, en el noroeste de México, la oviposición de las hembras en el cultivo de toronja durante octubre y noviembre dan lugar a la emergencia de adultos durante enero y febrero, lo cual coincide con las primeras detecciones de *A. ludens* en el estado de Texas, Estados Unidos. De tal modo, si se considera que la ubicación geográfica de la zona citrícola de Nuevo León propicia que durante cada invierno exista el riesgo de que temperaturas bajo 0°C dañen la fruta y el follaje de todo el árbol (Verástegui-Chávez, 1993; Padrón-Chávez & Rocha-Peña, 2009), las poblaciones de *A. ludens* podría migrar hacia la zona citrícola de Tamaulipas. Lo anterior, tiene más relevancia si se considera que en condiciones adversas, los adultos de *A. ludens* se elevan hacia las partes más altas de los árboles para desplazarse, hasta por 250 km con los vientos dominantes (Aluja, 1993; Hernández-Ortiz, 2007; Loera *et al.*, 2017). Considerando lo anterior, el árbol frutal "Jobo"

Spondias mombin L., 1753, que se distribuye en la zona sur de Tamaulipas (Berrones-Morales et al., 2020), también podría incidir de manera importante en las poblaciones de *A. ludens*, pues además de que al Jobo se le considera una planta nativa y arbórea, presenta dos períodos de fructificación (febrero-mayo y septiembre-diciembre) (Tovar-Soto et al., 2012; Arce-Romero et al., 2016). Por lo cual, los adultos que emergen durante el período de septiembre a diciembre en la zona sur de Tamaulipas podrían migrar hacia la zona centro, lo que explicaría porque durante las primeras semanas del año se registra un incremento en su abundancia. Al respecto, Morales y González (2007) y Luque et al. (2007) afirman que, la fructificación de *S. mombin* en zonas aledañas a las huertas comerciales participan en la reintroducción de las poblaciones.

Finalmente, esta investigación respalda el impacto de *A. ludens* en una de las regiones citrícolas más importantes de México. Evidentemente, la respuesta de la frecuencia del número de adultos de *A. ludens* ante la fenología y la variedad del cultivo, es información base para el diseño de planes de manejo integrado contra *A. ludens*. Por ejemplo, se sugiere que en los planes de manejo se especifique que la intercalación de la etapa de madurez de cosecha con la floración y el amarre del fruto, propician un incremento en las poblaciones de *A. ludens*. De manera que, la intercalación de estas etapas fenológicas, deben actuar como objetivos principales en los planes de manejo, con la finalidad de suprimir la oviposición y las nuevas generaciones del insecto. Lo anterior permitirá identificar con mayor exactitud el momento más idóneo para la liberación de enemigos naturales, de moscas estériles y para las aplicaciones químicas. No obstante, en futuras investigaciones se debe contemplar el ciclo reproductivo, la dieta principal, la migración y la dinámica poblacional del insecto (Troyo-Diéguez et al., 2006), dado que la fluctuación poblacional de *A. ludens* reportada en el presente estudio puede derivarse de la migración del insecto en búsqueda de nuevos sitios de alimentación. Esto tiene más importancia si se contempla que la zona citrícola de Nuevo León se encuentra aledaña a la zona citrícola de Tamaulipas, lo que favorece la dispersión de *A. ludens* (Thomas, 2003). Por ello se recomienda analizar la interacción entre la zona citrícola de Nuevo León y la zona citrícola de Tamaulipas, dado que la cercanía de estas zonas puede incidir de manera importante en el sustento de las poblaciones de *A. ludens*.

AGRADECIMIENTOS. Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM) por proporcionar la base de datos de trampeo de la zona de estudio y, al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por la beca otorgada al C. Jesús Armando Vargas Tovar para realizar el Doctorado en Ciencias en Biología en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria (TecNM-ITCV).

LITERATURA CITADA

- Agustí, M., Almela, V. (1984) *Mejora de la calidad del fruto de la mandarina Satsuma*. Banco de Santander, España, 24 pp.
- Agustí, M., Martínez-Fuentes, A., Mesejo, C., Juan, M., Almela, V. (2003) *Cuajado y desarrollo de los frutos cítricos*. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación, España, 82 pp.
<https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/8074> (Consultado 14 septiembre 2023).
- Aluja, M. (1993) *Manejo integrado de la mosca de la fruta*. Trillas, México, 251 pp.
- Aluja, M. (1994) Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, 39(1), 155–178.
<https://doi.org/10.1146/annurev.en.39.010194.001103>

- Aluja, M., Mangan, R. L. (2008) Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. *Annual Review of Entomology*, 53(1), 473–502.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093350>
- Aluja, M., Prokopy, R. J. (1992) Host search behavior by *Rhagoletis pomonella* flies: inter-tree movement patterns in response to wind-borne fruit volatiles under field conditions. *Physiological Entomology*, 17(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1992.tb00983.x>
- Aluja, M., Rull, J., Sivinski, J., Norrbom, A. L., Wharton, R. A., Macías-Ordóñez, R., Díaz-Fleischer, F., López, M. (2003) Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rainforest Biosphere Reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. *Environmental Entomology*, 13(5), 1377–1385.
<https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.6.1377>
- Álvarez-Ramos, R., Azuara-Domínguez, A., Rodríguez-Castro, J. H., Zavala-Zapata, V., Sánchez-Borja, M., Vargas-Tovar, J. A. (2022) Abundancia estacional de *Diaphorina citri* asociada a la fenología del cultivo de cítricos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(1), 89–101.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i1.2494>
- Arce-Romero, A. R., Monterroso-Rivas, A. I., Gómez-Díaz, J. D., Cruz-León, A. (2016) Mexican plums (*Spondias* spp.): their current distribution and potential distribution under climate change scenarios for Mexico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(1), 5–19.
<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.06.020>
- Baker, A. C., Stone, W. E., Plummer, C. C., McPhail, M. (1944) *A review of studies on the Mexican Fruit Fly and related Mexican species*. United States Department of Agriculture, U.S.A. 155 pp.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. (2008) Biological effects of essential oils- a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Berrigan, D. A., Carey, J. R., Guillen, J., Celedonio, H. (1988) Age and host effects on clutch size in the Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 47(1), 73–80.
<https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1988.tb02284.x>
- Berrones-Morales, M., Vanoye-Eligio, V., Coronado-Blanco, J. M., Gaona-García, G., Sánchez-Ramos, G. (2020) Natural parasitism on *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) over Neotropical region boundaries in northeastern Mexico. *Biocontrol Science and Technology*, 31(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1080/09583157.2020.1830029>
- Birke, A., Aluja, M., Greany, P., Bigurra, E., Pérez-Staples, D., McDonald, R. (2006) Long aculeus and behavior of *Anastrepha ludens* render gibberellic acid ineffective as an agent to reduce “ruby red” grapefruit susceptibility to the attack of this pestiferous fruit fly in commercial groves. *Journal of Economic Entomology*, 99(4), 1184–1193.
<https://doi.org/10.1093/jee/99.4.1184>
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (1998) Norma oficial mexicana NOM-075-FITO-1997, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la movilización de frutos hospederos de moscas de la fruta. Disponible en:
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4875258&fecha=23/04/1998#gsc.tab=0 (Consultado 25 agosto 2024).

- Galván-Luna, J. J., Briones-Encinia, F., Rivera-Ortiz, P., Valdes-Aguilar, L. A., Soto-Hernández, M., Rodríguez-Alcázar, J., Salazar-Salazar, O. (2009) Amarre, rendimiento y calidad del fruto en naranja con aplicación de un complejo hormonal. *Agricultura Técnica en México*, 35(3), 339–345.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v35n3/v35n3a11.pdf>
- García, S., Jiménez, J., Ordóñez, G. (2017) Aplicación de técnicas de análisis multivariado en el estudio del riesgo de siniestro asociado a las características de los vehículos en la ciudad de Quinto. *Matemática*, 15(2), 39–47.
<http://www.revistas.espol.edu.ec/index.php/matematica/article/view/437>
- García, X., Rodríguez, B., Parraguirre, C. (1993) Notas importantes sobre el chicozapote (*Manilkara zapota* L. Van Royen). *Revista Ciencia Forestal en México*, 18(74), 45–63.
<https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/1048>
- Gotelli, N. J., Ellison, A. M. (2013) *A primer of ecological statistics*. Sinauer Associates in an-Imprint of Oxford University Press, United States of America, 638 pp. Disponible en:
<https://www.scribd.com/document/396795717/A-Primer-of-Ecological-Statistics-2nd-Edition> (Consultado 04 diciembre 2023).
- Guillén, L., López-Sánchez, L., Velázquez, O., Rosas-Saito, G., Altúzar-Molina, A., Stoffolano, J. G., Ramírez-Vázquez, M., Aluja, M. (2023) New insights on antennal sensilla of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) using advanced microscopy techniques. *Insects*, 14(7), 1–20.
<https://doi.org/10.3390/insects14070652>
- Guillén, L., Pascacio-Villafán, C., Osorio-Paz, I., Ortega-Casas, R., Enciso-Ortíz, E., Altúzar-Molina, A., Velázquez, O., Aluja, M. (2022) Coping with global warming: adult thermal thresholds in four pestiferous *Anastrepha* species determined under experimental laboratory conditions and development/survival times of immatures and adults under natural field conditions. *Frontiers in Physiology*, 13, 991923.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2022.991923>
- Gutiérrez, J. M., Martínez, G. S., Villaseñor, A., Enkerlin, W. R., Hernández, F. (2013) *Los programas de mosca de la fruta en México, su historia reciente*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), México, 96 pp. Disponible en:
<https://repositorio.iica.int/handle/11324/20317> (Consultado 04 diciembre 2023).
- Gutiérrez, V. (2017) Cosecha de la fruta (cítricos-naranja). Pp. 7–40. En: V. Gutiérrez, R. Sequeiros (Eds.). *Cosecha, postcosecha y comercialización de la naranja*. Consorcio PROCOSI/CEMSE, Bolivia. Disponible en:
https://formaciontecnicabolivia.org/sites/default/files/publicaciones/guia_cosecha_postcosecha_y_transformacion_de_la_naranja.pdf (Consultado 04 diciembre 2023).
- Gutiérrez-Ramos, X., Vázquez, M., Dorantes-Acosta, A. E., Díaz-Fleischer, F., Peralta-Alvarez, C. A., Nunez-Martínez, H. N., Arzate-Mejía, R. G., Recillas-Targa, F., Arteaga-Vázquez, M. A., Zurita, M. (2020) Novel tephritid-specific features revealed from cytological and transcriptomic analysis of *Anastrepha ludens* embryonic development. *Insects Biochemistry and Molecular Biology*, 122, 103412.
<https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2020.103412>
- He, Y., Xu, Y., Chen, X. (2023) Biology, ecology and management of Tephritid fruit flies in China: a review. *Insects*, 14(2), 1–20.
<https://doi.org/10.3390/insects14020196>
- Hernández, A., Flores, N. L., Villaseñor, F., Muñoz, C. I., Pérez, C. I. (2015) Aceites esenciales como antioxidantes y antimicrobianos esenciales. Pp. 259–271. En: C. L. del Toro, S. Ruiz, E.

- Márquez, R. M. Uresti, J. A. Ramírez (Eds.). *Alimentos funcionales y compuestos bioactivos*. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/342601000> (Consultado 04 diciembre 2023).
- Hernández, R., López, V., Juárez, P., Alia, I., Guillén, D., Hernández, R. (2021) Evaluación de atrayentes alimenticios y trampas para la captura de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) en Tepalcingo, Morelos, México. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(3), 68–77. <https://doi.org/10.62452/nb58ry98>
- Hernández-Ortiz, V. (2007) Diversidad y biografía del género *Anastrepha* en México. Pp. 53–76. En: V. Hernández-Ortiz (Ed.) *Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo*. S y G editores, México. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/269635098> (Consultado 07 diciembre 2023).
- Hernández-Ortiz, V., Aluja, M. (1993) Listado de especies del género Neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. *Folia Entomológica Mexicana*, 88, 89–105. <https://www.researchgate.net/publication/269635163>
- Hernández-Rodríguez, J., Quinto-Diez, P., Aguilar-Aguilar, J. O., Barbosa-Pool, G. R., Razo-Pérez, W. R., Toledo-Velazquez, M. (2019) Secado solar de chicozapote (*Manilkara zapota*). *Científica*, 23(2), 135–139. <https://doi.org/10.46842/ipn.cien.v23n2a06>
- Houston, W. W. K. (1981) Fluctuations in numbers and the significance on the sex ratio of the Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* caught in McPhail traps. *Entomologia Experimentalis Applicata*, 30(2), 140–150. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1981.tb03088.x>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2010) Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos 2010. Tamaulipas. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825293178> (Consultado 04 octubre 2023).
- Ismay, J. W. (1992) Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. *Bulletin of Entomological Research*, 82(1), 433–436. <https://doi.org/10.1017/S0007485300041237>
- Le Roux, B., Rouanet, H. (2005) *Geometric data analysis: from correspondence analysis to structured data analysis*. Kluwer Academic Publishers, Europa, 475 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/1-4020-2236-0> (Consultado 04 diciembre 2023).
- Legendre, P., Legendre, L. (2012) *Numerical ecology*. Elsevier, Amsterdam, 1006 pp.
- Li, Z., Zhang, Y., Zhao, Q., Wang, C., Cui, Y., Li, J., Chen, A., Liang, G., Jiao, B. (2020) Occurrence, temporal variation, quality and safety assessment of pesticide residues on citrus fruit in China. *Chemosphere*, 258, 127381. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127381>
- Loera, J. de J., SENASICA, SINAVEF, UASLP. (2017). Ficha técnica, mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew). Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249395/Anastrepha_ludens_Loew.pdf (Consultado 25 agosto 2024).
- Luque, L., González, E., Cásares, R., Castillo, A., Meneses. (2007). Evaluación de formulaciones de atrayentes para la mosca del mango y la mosca del Mediterráneo (Diptera: Tephritidae) en

- un huerto de mango y efecto de la fructificación del cultivo en capturas de las moscas. *Entomotropica*, 22(3), 171–179.
http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ento/article/view/7458
- Manal, J., Alieu, M., Said, E., Rachid, L. (2020) Key pests and disease of citrus trees with emphasis on root rot disease: an overview. *Moroccan Journal of Agriculture Sciences*, 1(3), 149–160.
<https://www.researchgate.net/publication/340515634>
- Manjarrez, J., Pacheco-Tinoco, M., Venegas-Barrera, C. S. (2017) Intraspecific variation in the diet of the Mexican garter snake *Thamnophis eques*. *PeerJ*, 5, e4036.
<https://doi.org/10.7717/peerj.4036>
- Martínez, A. M., Rodríguez, W. D., Hernández, P. G., Guapo, L. A., Valderrama, M., Navarrete, R. (2023) The influence of temperature and precipitation on the abundance of *Anastrepha ludens* and *A. obliqua* (Diptera: Tephritidae), in "Barranqueño" mango (*Mangifera indica*) in Jalisco, Mexico. *Phytoparasitica*, 51, 29–40.
<https://doi.org/10.1007/s12600-022-01034-x>
- Montoya, P., Flores, S., Toledo, J. (2008) Effect of rainfall and soil moisture on survival of adults and immature stages of *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) under semi-field conditions. *Florida Entomologist*, 91(4), 643–650.
<https://doi.org/10.1653/0015-4040-91.4.643>
- Morales, P., González, E. (2007) El género *Anastrepha* Schiner y su importancia económica en frutales de Venezuela. Pp. 27–52. En: V. Hernández-Ortiz (Ed.). *Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo*. S y G editores, México, D. F. Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/48215047> (Consultado 27 agosto 2024).
- Orduz, J. O. (2007) Ecofisiología de los cítricos en el trópico: revisión y perspectivas. Disponible en:
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/988/43619_55263.pdf?sequence=1 (Consultado 08 diciembre 2023).
- Padrón-Chávez, J. E., Rocha-Peña, M. A. (2009) Cultivares y portainjertos cítricos. Pp. 66–89. En: M. A. Rocha-Peña Padrón, J. E. Padrón-Chávez (Eds.). *El cultivo de cítricos en el estado de Nuevo León*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México. Disponible en:
<https://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/830.pdf> (Consultado 04 diciembre 2023).
- Pieterse, W., de Meyer, M., Virgillio, M., Addison, P. (2024) Development of a multi-entry identification key for economically important fruit fly larvae (Diptera, Tephritidae, Dacinae). *ZooKeys*, 1197, 127–136.
<https://doi.org/10.3897/zookeys.1197.116887>
- Prokopy, R. J., Hsu, C. L., Vargas, R. I. (1993) Effect of source and condition of animal excrement on attractiveness to adults of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Environmental Entomology*, 22(2), 453–458.
<https://doi.org/10.1093/ee/22.2.453>
- Prokopy, R. J., Papaj, D. R., Hendrichs, J., Wong, T. T. Y. (1992) Behavioral responses of *Ceratitis capitata* flies to bait spray droplets and natural food. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 64(3), 247–257.
<https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1992.tb01615.x>
- Rinconada, F., García, F., Serna, J. A. (2022) Especialización y ventaja corporativa del sector citrícola en México: 1990-2018. *Economía Teoría y Práctica*, 30(56), 155–174.

- <https://doi.org/10.24275/ETYPUAM/NE/562022/Rinconada>
- Robacker, D. C., Fraser, I. (2002) Do mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) prefer grapefruit to yellow chapote, a native host?. *Florida Entomologist*, 85(3), 481–487.
[https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2002\)085\[0481:DMFFDT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2002)085[0481:DMFFDT]2.0.CO;2)
- Sáenz, C. A., Osorio, E., Estrada, B., Poot, W. A., Delgado, R., Rodríguez, R. (2019) Principales enfermedades en cítricos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(7), 1653–1665.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.1827>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2005) Informe de evaluación estatal subprograma sanidad vegetal Tamaulipas. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2018/11/20/1560/20112018-2004-tam-sv.pdf> (Consultado 08 diciembre 2023).
- 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 (IICA), México, 207 pp. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B2041e/B2041e.pdf> (Consultado 08 diciembre 2023).
- 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.
<https://www.researchgate.net/publication/264552009>
- SENASICA (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: trampeo y muestreo de frutos. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/estrategia-operativa-moscas-nativas-de-la-fruta> (Consultado 12 de septiembre 2023).
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) (2018) Guía de identificación de moscas de la fruta (NOM-023-FITO-1995). Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/estrategia-operativa-moscas-nativas-de-la-fruta> (Consultado 12 septiembre 2023).
- SENASICA (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. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/estrategia-operativa-moscas-nativas-de-la-fruta> (Consultado 25 de agosto 2024).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) (2023) Avances de siembras y cosechas. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/ (Consultado 07 diciembre 2023).
- Thomas, D. B. (2003) Reproductive phenology of the Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) in the Sierra Madre Oriental, Northern Mexico. *Neotropical Entomology*, 32(3), 385–397.
<https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000300002>
- Thomas, D. B. (2012) Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) and the phenology of its native host plant yellow chapote (Rutaceae) in Mexico. *Journal of Entomology Society*, 47(1), 1–16.
<https://doi.org/10.18474/0749-8004-47.1.1>
- Tovar-Soto, H. M., Ballesteros-Patrón, G. A., Robledo-Paz, A., Cruz, A. (2012) Botánica de *Spondias* L. (Anacardiaceae): jocotes, jobos, abales o ciruelas mexicanas en México. Pp. 11–29. En: A.

- Cruz, Á. Pita, B. Rodríguez (Eds.). *Jocotes, jobos, abales o ciruelas mexicanas*. Universidad Autónoma Chapingo, México. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232189/Jocotes_jobos_abales_o_ciruelas_mexicanas.pdf (Consultado 07 diciembre 2023).
- Troyo-Diéguez, E., Servín-Villegas, R., Loya-Ramírez, J. G., García-Hernández, J. L., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Beltrán, A., Fenech, L., Arnaud-Franco, G. (2006) Planeación y organización del muestreo y manejo integrado de plagas en agroecosistemas con un enfoque de agricultura sostenible. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 22(2), 191–203. <https://doi.org/10.19136/era.a22n2.321>
- Vanoye-Eligio, V., Guardiola, L. A., Gaona, G. (2014) Nuevos registros de especies del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 30(3), 688–691. <https://doi.org/10.21829/azm.2014.30386>
- Vanoye-Eligio, V., Barrientos-Lozano, L., Gaona-García, G., Lara-Villalón, M. (2015a). New wild host of *Anastrepha ludens* in Northeastern Mexico. *Southwestern Entomologist*, 40(2), 435–438. <https://doi.org/10.3958/059.040.0218>
- Vanoye-Eligio, V., Barrientos-Lozano, L., Pérez-Castañeda, R., Gaona-García, G., Lara-Villalón, M. (2015b) Regional-scale spatio-temporal analysis of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) populations in the citrus region of Santa Engracia, Tamaulipas, Mexico. *Journal of Economic Entomology*, 108(4), 1655–1664. <https://doi.org/10.1093/jee/tov134>
- Vanoye-Eligio, V., Barrientos-Lozano, L., Pérez-Castañeda, R., Gaona-García, G., Lara-Villalón, M. (2015c) Population dynamics of *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) on citrus areas in southern Tamaulipas, Mexico. *Neotropical Entomology*, 44(6), 565–573. <https://doi.org/10.1007/s13744-015-0328-z>
- Vanoye-Eligio, V., Pérez-Castañeda, R., Gaona-García, G., Lara-Villalón, M., Lozano-Barrientos, L. (2015d) 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., Barrientos-Lozano, L., Mora-Olivo, A., Sánchez-Ramos, G., Chacón-Hernández, J. C. (2016) Spatial heterogeneity of *Anastrepha ludens* populations over a large citrus region including a sterile insect release area in northern Mexico. *Precision Agriculture*, 18(1), 843–858. <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9493-2>
- Vanoye-Eligio, V., Rosas-Mejía, M., Rocandio-Rodríguez, M., Vanoye-Eligio, M., Coronado-Blanco, J. M. (2019) A spatio-temporal approach for the occurrence of traps capturing sexually mature *Anastrepha ludens* females over an extensive citrus. *Crop Protection*, 124, 104858. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104858>
- Vargas-Canales, J. M., Guido-López, D. L., Rodríguez-Haros, B., Bustamante-Lara, T. I., Camacho-Vera, J. H., Orozco-Cirilo, S. (2020) Evolución de la especialización y competitividad de la producción de limón en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(5), 1043–1056. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i5.2218>
- Vayssières, J. F., de Meyer, M., Ouagoussounon, I., Sinzogan, A., Adandonon, A., Korie, S., Wargui, R., Anato, F., Hounbo, H., Didier, C., de Bon, H., Goergen, G. (2015) Seasonal abundance of mango fruit flies (Diptera: Tephritidae) and ecological implications for their management

in mango and cashew orchards in Benin (centre & north). *Journal of Economic Entomology*, 108(5), 2213–2230.

<https://doi.org/10.1093/jee/tov143>

Verástegui-Chávez, J. (1993) *Probabilidad de helada, período libre de heladas y horas frío en Nuevo León*. INIFAP, México, 17 pp.

Yzquierdo-Alvarez, M. E., Rincón-Ramírez, J. A., Loeza-Kuk, E., López-Olguín, J. F., Aceves-Navarro, L. A., Ortiz-García, C. F. (2021) Fluctuación espacio-temporal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en limón persa (*Citrus latifolia*) en la zona citrícola de Huimanguillo, Tabasco. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 37, 1–14.

<https://doi.org/10.21829/azm.2021.3712374>

Zapata, Y. G., Osorio, E., Silva, J. H., Segura, M. T. de J. (2022) Plagas principales de los cítricos en Tamaulipas. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 26(78), 25–30.

<http://repositorio.utm.mx:8080/jspui/handle/123456789/460>