



## ARTÍCULO CIENTÍFICO

### ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MOSCAS DE LA FRUTA (*Anastrepha* spp.) EN HUERTOS DE MANGO CV. “ATAULFO” EN LA FRAILESCA, CHIAPAS, MÉXICO

Juan Alonso Morales-Cabrera <sup>1</sup>

Juan F. Barrera <sup>2</sup>

Jorge Toledo <sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas.

<sup>2</sup>Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente. El Colegio de la Frontera Sur.

 [jtoledo@ecosur.mx](mailto:jtoledo@ecosur.mx)

---

<sup>1</sup>Carretera Ocozocoautla – Villaflores km. 84.5. C. P. 30470 Villaflores, Chiapas.

<sup>2</sup>Carretera Antiguo Aeropuerto Km. 2.5, Tapachula, Chiapas, C. P. 30700 México.

*Folia Entomológica Mexicana* (nueva serie), 4(2): 32–41, 2018.

Recibido: 27 de febrero 2018

Aceptado: 7 de agosto 2018

Publicado en línea: 12 de septiembre de 2018

## ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MOSCAS DE LA FRUTA (*Anastrepha* spp.) EN HUERTOS DE MANGO CV. “ATAULFO” EN LA FRAILESCA, CHIAPAS, MÉXICO

### Abundance and Spatial Distribution of Fruit Flies (*Anastrepha* spp.) in Mango Orchards cv. “Ataulfo” in La Frailesca, Chiapas, Mexico

Juan Alonso Morales-Cabrera<sup>1</sup>, Juan F. Barrera<sup>2</sup> y Jorge Toledo<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas.

<sup>2</sup>Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente. El Colegio de la Frontera Sur.

\*Autor de correspondencia: [jtoledo@ecosur.mx](mailto:jtoledo@ecosur.mx)

**RESUMEN.** La diversidad, abundancia, fluctuación poblacional y distribución espacial de moscas de la fruta del género *Anastrepha* fue determinada en tres huertos de mango (*Mangifera indica* L.) cv. “Ataulfo” de la región de La Frailesca, Chiapas, México. El monitoreo se hizo con trampas Multilure cebadas con proteína hidrolizada durante un año. Se capturó un total de 7,148 moscas (3,122 ♂ y 4,026 ♀). Las especies más capturadas fueron *Anastrepha obliqua* (Macquart), *A. ludens* (Loew) y *A. striata* (Schiner). La especie más abundante fue *A. obliqua*, capturándose 1.668, 1.204 y 0.591 moscas por trampa por día (M/T/D) en cada uno de los tres huertos. Se observaron dos picos poblacionales, uno en febrero-marzo y otro en mayo-julio con una disminución drástica en las capturas entre ambos picos. En los meses de septiembre a noviembre no hubo capturas. Las capturas de *A. obliqua* y *A. ludens* estuvieron asociadas estrechamente con la etapa de fructificación del mango, y *A. striata* con la fructificación de la guayaba, frutal que es común como árbol de traspatio y en las cercas de los huertos. La relación varianza-media del número de individuos capturados de *A. obliqua* se ajustó a la Ley de Poder de Taylor con un coeficiente  $b = 1.4065$  ( $b \pm LC95\% = 1.003 - 1.809$ ,  $P < 0.001$ ), lo que indicó que su distribución espacial fue de tipo agregada.

**Palabras clave:** Ley de poder de Taylor, relación varianza-media, agregación, índice MTD, fluctuación poblacional.

**ABSTRACT.** The diversity, abundance, population fluctuation and spatial distribution of *Anastrepha* fruit flies in three mango (*Mangifera indica* L.) orchards cv. “Ataulfo” at La Frailesca region in Chiapas, Mexico were determined. Multilure traps baited with hydrolyzed protein were used during one year. A total of 7,148 (3,122 ♂ and 4,026 ♀) fruit flies of *Anastrepha obliqua* (Macquart), *A. ludens* (Loew), and *A. striata* (Schiner) were trapped. The most abundant species was *A. obliqua*, capturing 1.668, 1.204, and 0.591 flies per trap per day (FTD) in each of the three orchards. Two population peaks, one in February-March and another in May-July were recorded in the three orchards with a drastic reduction in catches between both peaks. No captures were recorded between September and November. The number of captures of *A. obliqua* and *A. ludens* were closely associated with the mango fruiting season, and *A. striata* with guava fructification, which are common trees in backyard gardens and orchard fences. The variance-mean ratio of the number of individuals captured *A. obliqua* adjusted to the Taylor's power law with a coefficient  $b = 1.4065$  ( $b \pm LC95\% = 1003-1809$ ,  $P < 0.001$ ), indicating aggregated spatial pattern.

**Key words:** Taylor's power law, variance-mean ratio, aggregation, FTD index, population fluctuation.

## INTRODUCCIÓN

En el Estado de Chiapas (México), el cultivo del mango (*Mangifera indica* L.) se ha convertido en una actividad frutícola muy importante. En particular, se destaca el cultivar “Ataulfo” que, por sus características morfológicas, organolépticas y larga vida de anaquel ocupa la mayor superficie sembrada (Gerke-Vélez, 2008; Infante *et al.*, 2011). Este

cultivo ha contribuido al bienestar económico y social de la población por la captación de divisas y generación de empleos directos e indirectos. Sin embargo, diversos problemas fitosanitarios limitan la producción de mango, en particular en la fase fenológica de fructificación. Uno de los mayores problemas fitosanitarios que enfrenta este frutal en las regiones tropicales y subtropicales de México son las moscas de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew) y *A.*

*obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae), debido a los daños directos provocados a los frutos y por los altos costos por las medidas de control que se hacen (Aluja, 1994; Aluja y Mangan, 2008).

La presencia en los huertos de adultos de *A. ludens* y *A. obliqua* es motivo de restricciones para la movilización de frutos hacia mercados ubicados en áreas de baja prevalencia o que están temporalmente libres de moscas de la fruta sin aplicar un tratamiento fitosanitario y pueden ser exportados aplicando un tratamiento fitosanitario aprobado por el país comprador de la fruta (NOM-075-FITO-1997; Reyes *et al.*, 2000). Por lo tanto, es necesario hacer un monitoreo constante de las poblaciones de adultos en los huertos, en particular durante la época de fructificación, a fin de implementar las medidas de control de manera oportuna y eficaz para producir frutas que cumplan con los requisitos de calidad e inocuidad exigidas por los mercados. El inicio del periodo de fructificación del mango coincide con la emergencia de los adultos que inician la población (Aluja *et al.*, 1996). Debido a que los adultos recién emergidos requieren de alimento con altos contenidos de proteína para alcanzar su madurez sexual y llevar a cabo la ovogénesis (Medeiros-Santana y Zucoloto, 2009), el monitoreo poblacional se realiza por medio de trampas cebadas con atrayentes alimenticios a base de proteínas hidrolizadas con la retención de los especímenes en medios líquidos (Reyes *et al.*, 2000).

En 1985 se establecieron los primeros huertos de mango en Villa Corzo, La Concordia y Villaflores, municipios que se ubican en la región de La Frailesca, que forma parte de la depresión central del Estado de Chiapas (INEGI, 1995; 2001). Esta región cuenta con 320 ha sembradas con mango de los cultivares “Ataulfo” (81.8 %), “Haden” (11.1 %), “Tomy Atkins” (6.1 %) y “Oro de Oaxaca” (1.0 %) (JLSVF, 2011), susceptibles a infestación por *A. ludens* y *A. obliqua*; excepto el mango “Ataulfo” con peso  $\geq 375$  g que no es infestado por *A. obliqua* (Aluja *et al.*, 2014). Los diversos estudios sobre moscas de la fruta realizados en Chiapas han sido en el Soconusco, que es la principal zona productora de mango. Esta región se caracteriza por una mayor precipitación pluvial y biodiversidad vegetal, con una extensa superficie dedicada al cultivo del mango (Celedonio-Hurtado *et al.*, 1995; García, 2004; Infante *et al.*, 2011). En menor escala se cultiva

chicozapote, cítricos, guayaba y otros frutales de traspatio que son hospederos de moscas de la fruta (Celedonio-Hurtado *et al.*, 1995). En La Frailesca no se han realizado estudios sobre la prevalencia y abundancia de las especies de moscas de la fruta, debido a que es una superficie pequeña y la comercialización del mango es a nivel local o en los mercados de Tuxtla Gutiérrez, capital del Estado, por lo que no hay restricción para la movilización, lo que ha minimizado la importancia de la plaga.

Debido a que existe interés en acceder a otros mercados que les brinden mejores precios para incentivar la expansión del cultivo, es necesario realizar estudios para determinar las especies de moscas de la fruta presentes, así como su abundancia y distribución poblacional. Con esta información se podrá mejorar el programa de control y disminuir sus poblaciones para que el nivel de infestación sea menor al 0.50 % de frutos con larvas vivas de moscas de la fruta y pueda movilizarse hacia zonas de baja prevalencia (NOM-075-FITO-1997), o establecer una región libre de moscas de la fruta para ser más competitivos. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar las especies de moscas de la fruta presentes, su fluctuación poblacional y su distribución espacial, en huertos de mango cv. “Ataulfo” de la región de La Frailesca, Chiapas.

## MATERIALES Y MÉTODO

**Sitios de estudio.** El estudio se realizó en tres huertos (A, B, y C) de mango cv. “Ataulfo” ubicados en los municipios de Villaflores y Villa Corzo de la región de La Frailesca. La edad de los árboles en donde se hizo el estudio fue  $\geq 20$  años de edad y la altura de los árboles de  $\sim 7$  m. La época de floración es de noviembre a enero; el periodo de cosecha de marzo a junio con una mayor producción en mayo. El ciclo vegetativo es de junio a octubre, que coincide con el periodo de lluvias. En esta región, los árboles son de crecimiento lento por lo que la densidad de siembra es de 70-80 árboles/ha en sistema de marco real (Aguilar-González, 2010). El clima de esta región es sub-tropical con precipitación promedio anual de 1,150 mm distribuidos de mediados de abril a finales de octubre y temperatura promedio anual de 26.2 °C, siendo los meses más calientes marzo, abril y mayo (García, 2004). El huerto A, esta localizado en

el Ejido Jesús M. Garza, del municipio de Villaflores (16° 22' 45.2" N, 93° 16' 22.3" O, 651 msnm), fue de 10 ha, sujeto a un esquema de manejo orgánico. El huerto B, ubicado en la colonia 1 de Mayo, del municipio de Villa Corzo (16° 09' 19.7" N, 93° 07' 19.5" O, 570 msnm), fue de 3 ha con manejo agronómico convencional. Y el huerto C, ubicado en el mismo lugar y municipio del huerto B (16° 09' 29.5" N, 93° 05' 56.6" O, 554

msnm), fue de 1.25 ha con manejo agronómico convencional. La distancia entre el huerto A y los huertos B y C es de 30 km, y entre los huertos B y C de dos km.

El estudio se llevó a cabo de diciembre de 2009 a noviembre de 2010; durante abril y mayo de este periodo se registró una baja precipitación pluvial y la mayor fue en agosto. La temperatura máxima se registró en mayo y la mínima en enero (Fig. 1).

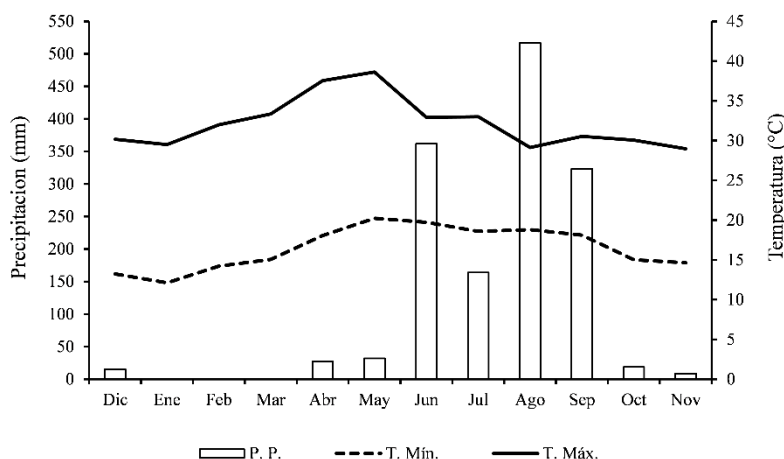


Figura 1. Registro de temperatura y precipitación pluvial (PP) durante el período de estudio de la fluctuación de especies de *Anastrepha* spp. en huertos de mango cv. "Ataulfo". Villaflores, Chiapas

**Preparación e instalación de trampas.** Se utilizaron trampas Multilure (Better World Manufacturing Inc., Fresno, CA), las cuales fueron cebadas con una suspensión de proteína hidrolizada Captor 300 (Promotora Agropecuaria Universal, S. A. de C. V., Cd. de México) preparada acorde con las recomendaciones establecidas por la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (235 ml de agua, 10 ml de proteína hidrolizada, 5 g de bórax) (Gutiérrez *et al.*, 1992; IAEA, 2003) e instaladas a una altura de 4.5 m sobre el suelo (aproximadamente a  $\frac{2}{3}$  de la altura de los árboles) y protegidas de los rayos del sol. Se usó una densidad de una trampa/ha (Gutiérrez *et al.*, 1992), de tal manera que se instalaron 10, 3 y 1 trampas, en los huertos A, B y C, respectivamente.

**Fluctuación de las poblaciones.** Para determinar la fluctuación poblacional y abundancia de las principales especies de moscas, el trampeo se realizó durante un año. Las trampas

fueron revisadas cada semana para colectar las moscas atrapadas y darles servicio de recebado. Las moscas fueron depositadas en frascos con alcohol al 70 %, y en el laboratorio fueron identificadas por especie y separadas por sexo de acuerdo con sus caracteres morfológicos (Hernández-Ortiz, 1992). El número de moscas capturadas fue expresado en moscas/ trampa/ día (MTD) y el MTD se agrupó por mes con el propósito de reducir la variabilidad de los datos.

**Distribución espacial.** La distribución espacial de los individuos capturados de moscas de la fruta se determinó mediante la Ley de Poder de Taylor (LPT) (Taylor, 1961; Barrera, 2008), la cual es un modelo que establece que la varianza ( $S^2$ ) es proporcional a una fracción exponencial de la media aritmética de la población ( $m$ ):

$$S^2 = am^b$$

Donde los coeficientes  $a$  y  $b$  son constantes; el

coeficiente  $a$  es el intercepto y el coeficiente  $b$  es la pendiente o coeficiente de regresión, que se utiliza para determinar el grado de agregación del organismo.

La LPT se aplicó solo a los datos de captura de *A. obliqua* del huerto A, ya que dicho huerto, a diferencia de los otros dos, tuvo suficientes unidades de muestreo (10 trampas Multilure) para realizar el análisis. Las capturas de moscas durante cuatro semanas (40 trampas/ mes) se agruparon y constituyeron cada una de las muestras ( $n = 10$ ) que comprendió el análisis, de donde se calculó la media y la varianza.

Para la estimación de  $a$  y  $b$  el modelo exponencial se transformó a un modelo lineal, aplicando logaritmos a ambos lados de la ecuación con lo que se obtuvo el siguiente modelo:

$$\log S^2 = \log a + b \log m$$

De acuerdo con Taylor (1961), si el valor del coeficiente  $b$  tiende a cero, la distribución espacial es de tipo uniforme; si  $b$  tiende al infinito indica que el organismo tiene una distribución espacial altamente agregada; y si  $a = b = 1$ , la distribución es aleatoria. La diferencia estadística entre  $b$  y 1.0 se estableció a través de los límites de confianza (95 %) de  $b$ , los cuales fueron calculados por medio de un análisis de regresión lineal usando el módulo de análisis de datos de Microsoft Excel. Debido a que la LPT no es un buen modelo cuando la media poblacional es baja (Leps, 1993), solo se aplicó en las especies de moscas de la fruta con poblaciones altas.

## RESULTADOS

**Diversidad de especies.** Un total de 7,148 individuos de moscas de las frutas del género *Anastrepha* fueron capturados en los tres huertos monitoreados de diciembre de 2009 a noviembre de 2010, de los cuales 6,762 (2,909 ♂, 3,853 ♀) correspondieron a *A. obliqua*, la especie predominante en los tres huertos. En orden de mayor a menor abundancia le siguieron *A. striata* con 251 adultos (150 ♂, 101 ♀); y *A. ludens* con 119 adultos (54 machos, 65 hembras) (Cuadro 1). Además, en el huerto A se capturaron siete hembras y nueve machos de *A. serpentina*; dos hembras de *A. spatulata*, y una hembra de *A. alveata*, *A. distincta* y *A. bicolor*. Las hembras de las cinco especies no infestan frutos de mango. En números absolutos, se capturaron más adultos de *A. obliqua* en el huerto A ya que la superficie y el número de trampas instaladas en este huerto fue mayor que en los otros huertos; sin embargo, de acuerdo con el índice MTD, las capturas de mayor a menor se presentaron en los huertos B, A y C con 1.668, 1.204 y 0.591, respectivamente, aunque cabe mencionar que en el huerto B se instaló solo una trampa.

**Fluctuación de las poblaciones.** Durante el año de monitoreo se registraron dos picos poblacionales de moscas de la fruta del género *Anastrepha* en los tres huertos (Figs. 2, 3 y 4); el primero ocurrió en febrero y marzo, con un índice de MTD de 2.04 y 2.54, respectivamente; el segundo pico fue mayor que el primero y se registró

Cuadro 1. Diversidad y abundancia de especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha* capturadas en tres huertos de mango cv. "Ataulfo", de diciembre de 2009 a noviembre de 2010, en la región de la Frailesca, Chiapas, México.

Especie	Captura de moscas/huerto					
	Huerto A (10 ha, 10 trampas)		Huerto B (3.0 ha, 3 trampas)		Huerto C (1.25 ha, 1 trampa)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
<i>A. obliqua</i>	1860	2202	338	511	711	1140
<i>A. striata</i>	128	88	16	9	6	4
<i>A. ludens</i>	40	42	8	5	6	18
<i>A. serpentina</i>	7	9	0	0	0	0
Total	2035	2341	362	525	723	1162

en junio y julio, con un MTD de 5.74 y 6.63, respectivamente. En los meses de septiembre a noviembre no se capturaron moscas, por no haber fructificación del mango y ausencia de otros frutos hospederos de moscas de la fruta.

En el huerto A (Fig. 2), *A. obliqua* presentó dos incrementos de la población; el primero fue en febrero y el segundo en mayo, con valores máximos de MTD en marzo y junio de 2.080 y 4.828, respectivamente. En abril se observó una drástica caída de la población de esta especie (MTD = 0.207), con cero individuos entre septiembre y noviembre. *Anastrepha ludens* estuvo presente de diciembre a agosto con un pico en febrero, pero con poblaciones bajas (MTD = 0.093). Con respecto a *A. striata*, hubo captura de adultos de diciembre a julio, excepto en

abril; la captura máxima de esta especie fue en febrero (MTD = 0.353).

En el huerto B (Fig. 3) se registró la población más alta de *A. obliqua* en febrero (MTD = 2.655); sin embargo, la disminución drástica de las capturas entre los dos picos de la población se presentó también en abril (MTD = 0.024). A diferencia de los otros huertos, las trampas con cero capturas de esta especie se presentaron de agosto a noviembre, es decir, desde un mes antes. *Anastrepha ludens*, solo se presentó de diciembre a febrero, con mayor incremento de la población en febrero (MTD = 0.238). *Anastrepha striata* estuvo presente de diciembre a marzo con el mayor incremento de su población en enero (MTD = 0.107).

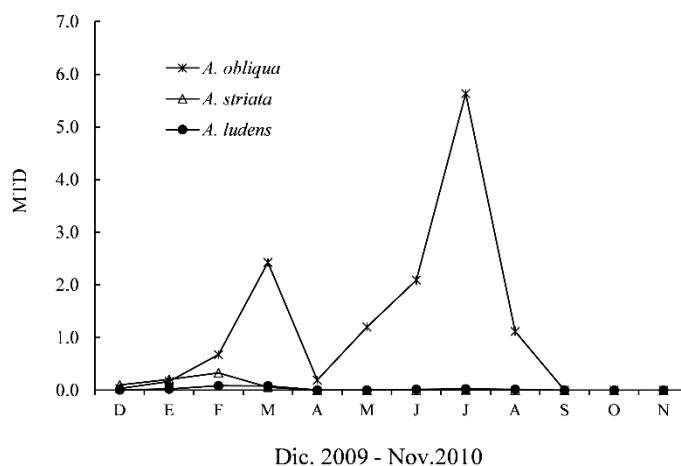


Figura 2. Fluctuación del número de moscas por trampa por día (MTD) de especies del género *Anastrepha* en el huerto A de mango cv. “Ataulfo”. Villaflores, Chiapas.

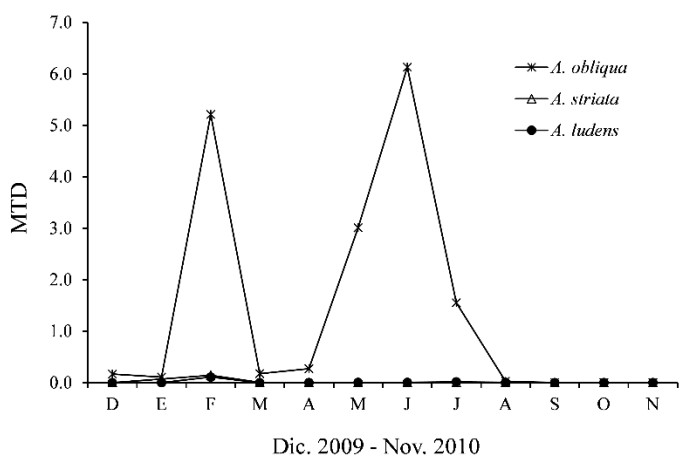


Figura 3. Fluctuación del número de moscas por trampa por día (MTD) de especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha* en el huerto B de mango cv. “Ataulfo”. Villaflores, Chiapas.

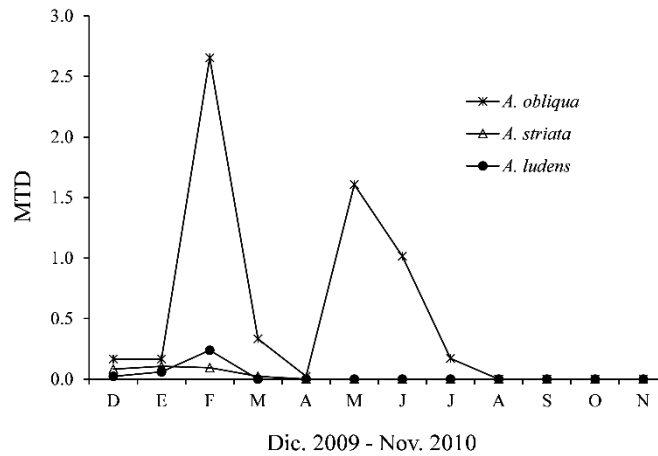


Figura 4. Fluctuación del número de moscas por trampa por día (MTD) de especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha* en el huerto C de mango cv. “Ataulfo”. Villaflores, Chiapas.

En el huerto C (Fig. 4), se capturaron las poblaciones más altas de *A. obliqua* con valores máximos de MTD en febrero y junio de 5.214 y 4.592, respectivamente. En marzo se registró una drástica caída de la población de esta especie (MTD = 0.175), y con cero capturas de septiembre a noviembre. Las capturas de *A. ludens* ocurrieron en febrero y de mayo a agosto, con picos poblacionales en febrero (MTD = 0.107) y julio (MTD = 0.017). La captura de individuos de *A. striata* ocurrió de enero a mayo, registrándose el valor más alto de MTD (0.143) en febrero.

**Distribución espacial.** De las tres especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha* que se registraron en los tres huertos monitoreados, solo las poblaciones de *A. obliqua* que fueron

capturadas por un mayor período (enero a agosto) y en cantidades altas (con un MTD de 2.655 a 5.214) se analizó su distribución espacial mediante la LPT. La relación varianza-media del número de individuos capturados de esta especie se ajustó significativamente a la LPT ( $R^2 = 0.907$ ). La expresión lineal de este modelo exponencial, cuando se aplicó logaritmos a la varianza y a la media, se presenta en la figura 5.

El valor estimado del parámetro  $b$  fue de 1.4065, el cual resultó significativamente mayor que 1.0 de acuerdo a sus límites de confianza ( $b \pm LC95\% = 1.003 - 1.809$ ,  $P < 0.001$ ). Por lo tanto, se infiere que la distribución espacial de *A. obliqua* fue de tipo agregada.

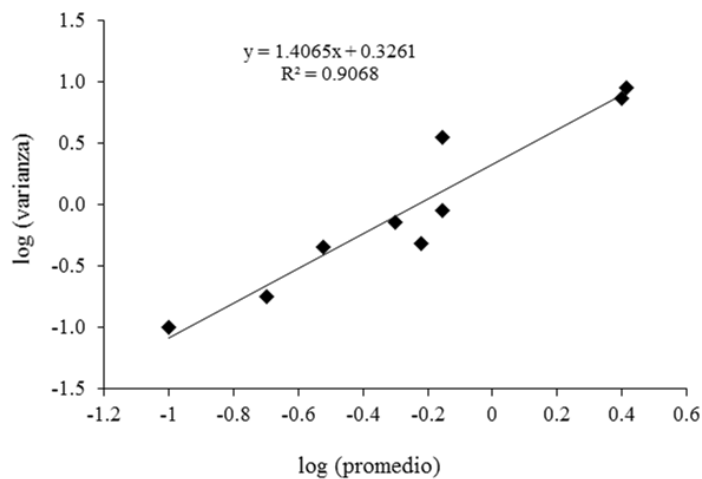


Figura 5. Regresión lineal entre  $\log (S^2)$  y  $\log (m)$  del número de especímenes capturados de *A. obliqua* en el huerto A de mango cv. “Ataulfo”. Villaflores, Chiapas.

## DISCUSIÓN

El presente estudio reporta por primera vez la diversidad, abundancia, fluctuación poblacional y distribución espacial de especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha* en huertos de mango cv. “Ataulfo” en la región de la Frailesca, región ubicada en la depresión central del Estado de Chiapas. Las especies encontradas fueron *A. obliqua*, *A. ludens*, *A. striata* y *A. serpentina*, registrando una mayor población en los tres huertos *A. obliqua*. Las cuatro especies se encuentran en la región del Soconusco, Chiapas, donde *A. obliqua* fue también la especie predominante (Aluja *et al.*, 1996). Mientras que *A. ludens* es considerada la especie de mayor importancia económica en la producción de cítricos (a excepción del limón agrio) y mango en México, históricamente *A. obliqua* es la plaga más importante del mango (Aluja *et al.*, 1996, 2014). Esta especie tiene una amplia distribución en el continente americano y potencial para ampliar su rango geográfico en otras regiones tropicales del mundo donde se cultiva el mango (Fu *et al.*, 2014).

Las poblaciones de las tres especies de moscas de la fruta con mayor presencia en los tres huertos de mango monitoreados estuvieron asociadas principalmente con la fenología de fructificación del mango que inició en enero y concluyó a finales del mes de junio. Sin embargo, como se observa en las Figs. 2, 3 y 4, el primer pico de mayor captura de *A. obliqua* fue entre febrero y marzo, probablemente como resultado del traslape que hay con la fructificación del jobo (*Spondias mombin* L.), frutal que es común en la zona y por la fructificación del mango criollo que es de traspatio. En el caso de *A. ludens* hubo una mayor captura durante el mes de febrero (Fig. 4), que se considera está asociada con la fructificación del mango criollo, y es infestado por ambas especies de moscas de la fruta. En el caso de *A. striata*, especie que no infesta al mango, se considera que su captura fue debido a la disponibilidad de árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) localizados en traspatios y en las cercas de los huertos. Por lo que se ha reportado que la abundancia poblacional de las moscas de la fruta está asociada con la fenología de fructificación de

sus hospederos (Celedonio-Hurtado *et al.*, 1995; Aluja *et al.*, 1996).

Aunque en este estudio no se correlacionó, se considera que la precipitación pluvial ocurrida en los meses de abril a junio en la región, contribuyó con una mayor abundancia de *A. obliqua* (Fig. 1). A este respecto se ha documentado que la precipitación influye en la abundancia poblacional de adultos de moscas de la fruta, como se observó en Chahuities, Oaxaca, donde la precipitación tuvo un efecto positivo en la población de *A. obliqua* (Cancino-Díaz y Pérez-Alonso, 1987). Aunque se evidenció que la emergencia de adultos de *A. ludens* fue mayor que la emergencia de adultos de *A. obliqua* en suelos con baja humedad, no se observaron diferencias significativas en suelos a capacidad de campo y a punto de saturación (Montoya *et al.*, 2008). No obstante, se reporta que la humedad relativa y la temperatura son los principales factores abióticos que influyen en el ciclo biológico de las moscas de la fruta (Aluja, 1994) y la vegetación que funciona como reservorio (Dutra *et al.* 2009), para que *A. obliqua* tenga una reproducción constante en la Frailesca, Chiapas. Más que una relación entre las capturas de moscas con la precipitación pluvial y la humedad relativa, Celedonio-Hurtado *et al.* (1995), Aluja *et al.* (1996) y Montoya *et al.* (2008) sugirieron una relación directa entre el número de moscas capturadas, con la fenología de fructificación y disponibilidad de hospederos en huertos de mango y guayaba en el Soconusco, Chiapas.

Además, la abundancia de frutos de especies nativas de las familias Anacardiaceae, Rutaceae y Myrtaceae, que son los hospederos originales de *A. obliqua*, *A. ludens*, y *A. striata*, respectivamente (Hernández-Ortiz, 2007), pueden promover el incremento de la población de dichas plagas. En La Frailesca hay presencia y diversidad de *Spondias mombin* L. y *S. purpurea* L. (Anacardiaceae), que son hospederos preferenciales de *A. obliqua*; además, esta especie también puede infestar mango cv. “Ataulfo” denominado “mango niño” (Aluja *et al.*, 2014).

En Chahuities, Oaxaca, donde la mayor superficie está cultivada con mango criollo y cv. “Oro de Oaxaca”, se observó que *A. obliqua* fue la especie predominante, pero en lugar de registrar



dos picos poblacionales como ocurrió en La Frailesca, Chiapas, esta especie exhibió tres picos poblacionales durante el año (enero, marzo y agosto) (Cancino-Díaz y Pérez-Alonso, 1987).

A diferencia de los reportes para Chiapas y Oaxaca, en el Estado de Campeche *A. ludens* es la especie predominante en huertos de mango cv. "Tommy Atkins" (Tucuch-Cauich *et al.*, 2008). En este lugar, los picos poblacionales de *A. ludens* se presentaron en julio y noviembre, con una disminución drástica en las capturas entre estos dos picos, lo cual coincidió con la tendencia encontrada en otras especies de moscas de la fruta.

De acuerdo al coeficiente *b* de la LPT, cuyo valor de 1.406 fue estadísticamente diferente de 1.0, este hecho indicó que los adultos de *A. obliqua* tuvieron una distribución espacial agregada, que es el tipo de distribución espacial más común en organismos (Taylor, 1961). La LPT es uno de los modelos varianza-media más comunes para determinar los patrones de distribución espacial en manejo de plagas; entre sus aplicaciones prácticas se puede mencionar la determinación del tamaño de la muestra, las líneas de decisión en los planes de muestreo secuencial y la transformación de datos (Binns y Nyrop, 1992; Barrera, 2008). En este estudio se hizo una estimación de los coeficientes *a* y *b* de Taylor, pero antes de aplicarlos en el manejo de *A. obliqua*, es necesario validarlos mediante series de datos independientes, tal como lo sugieren Tonhasca *et al.* (1996). Con esta información se puede estimar el número de frutos a muestrear para obtener el grado de infestación o el número de trampas requeridas para realizar un trapeo masivo como medida de control.

En conclusión, en La Frailesca, Chiapas prevalecen como principales especies de moscas de la fruta *A. obliqua* y *A. ludens* en huertos de mango cv. 'Ataulfo'. De acuerdo con los valores de los MTD, ambas especies de moscas de la fruta se consideran con un nivel de prevalencia alto (mayor a  $> 0.010$  MTD, NOM-075-FITO-1997) y la prevalencia estuvo influenciada por la disponibilidad de frutos de jobo y mango criollo, principales hospederos para *A. obliqua*, el mango criollo es hospedero de ambas especies de moscas de la fruta. La distribución espacial de *A. obliqua* fue de tipo agregada. Adicionalmente se considera

que la precipitación pluvial contribuyó a que se registraran altas poblaciones de moscas durante el período de fructificación. Con miras a buscar mejores mercados para el mango cv. "Ataulfo" de La Frailesca, con este estudio se establecen las bases para consolidar el manejo de la plaga considerando las especies de moscas de la fruta presentes, sus picos poblacionales a través del año, la disponibilidad de frutales hospederos y algunos factores ambientales, para que la región alcance la categoría de baja prevalencia o libre de moscas de la fruta.

## AGRADECIMIENTOS

A Liliana López (Programa Moscamed, SENASICA-SAGAPA), por su apoyo en la determinación de las especies. A Gilberto Aguilar Ramírez, Concepción Santiago Flores y Ángel X. Jiménez Espinoza, por permitir el acceso a sus huertos para realizar esta investigación. Esta investigación fue financiada por el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) que formo parte del proyecto con número de folio UNACH-EXB-138.

## LITERATURA CITADA

- AGUILAR-GONZÁLEZ, L. 2010. *Manejo agronómico del mango (Mangifera indica L.) cv. Ataulfo en la región Frailesca, Chiapas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. Villaflores, Chiapas. 55 pp.
- ALUJA, M. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, 39: 155–173.
- ALUJA, M., CELEDONIO-HURTADO, H., LIEDO, P., CABRERA, M., CASTILLO, F., GUILLÉN, J. AND E. RÍOS. 1996. Seasonal population fluctuations and ecological implications for management of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial mango orchards in Southern Mexico. *Journal of Economic Entomology*, 89: 654–667.
- ALUJA, M. AND R. L. MANGAN. 2008. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: Critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. *Annual Review of Entomology*, 53: 473–502.
- ALUJA, M., ARREDONDO, J., DIAZ-FLEISCHER, F., BIRKE, A., RULL, J., NIOGRET, J. AND N. EPSKY. 2014. Susceptibility of 15 mango (Sapindales:

- Anacardaceae) cultivars to the attack by *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) and the role of underdeveloped fruit as pest reservoirs: Management implications. *Journal of Economic Entomology*, 107: 375–388.
- BARRERA, J. F. 2008. Aplicación de la Ley de Poder de Taylor al Muestreo de Insectos. Pp. 47–79. In: J. TOLEDO Y F. INFANTE. (Eds.). *Manejo Integrado de Plagas*. Edit. Trillas. México, D. F.
- BINNS, M. R. AND J. P. NYROP. 1992. Sampling insect populations for the purpose of IPM decision making. *Annual Review of Entomology*, 37: 427–453.
- CANCINO-DÍAZ, J. L. Y R. F. PÉREZ-ALONSO. 1987. *Fluctuación estacional del complejo Anastrepha spp. (Diptera: Tephritidae) en la zona frutícola de Chahuities, Oax., y su relación con algunos factores bióticos y abióticos*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales “Zaragoza”. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 122 pp.
- CELEDONIO-HURTADO, H., ALUJA, M. AND P. LIEDO. 1995. Adult population fluctuations of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchard habitats of Chiapas, Mexico. *Environmental Entomology*, 24: 861–869.
- DUTRA, V. S., SANTOS, M. S., SOUZA F., Z. A., ARAUJO, E. L. AND J. G. SILVA. 2009. Faunistic analysis of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) on a guava orchard under organic management in the municipality of Una, Bahia, Brazil. *Neotropical Entomology*, 38: 133–138.
- FU, L., Z. LI, H., HUANG, G. S., WU, X. X., NI, W. L. AND W. W. QÜ. 2014. The current and future potential geographic range of West Indian fruit fly, *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *Insect Science*, 21: 234–244.
- GARCÍA, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Adaptado a las condiciones de la República Mexicana)*. Edit. Universidad Nacional Autónoma de México. 5a. Ed. México, D. F. 90 pp.
- GERKE-VÉLEZ, M. R. 2008. Reflexiones sobre problemas de biología reproductiva del mango Ataúlfo en el Soconusco, Chiapas. *Tecnología en Marcha*, 21: 174–183.
- GUTIÉRREZ, S., J., REYES, F. J., VILLASEÑOR, C., A., ENKERLIN, H., W. Y A. PÉREZ-ROMERO. A. 1992. Manual para el control integrado de moscas de la fruta (Manual para el productor). Dirección General de Sanidad Vegetal, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F. 34 pp.
- HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. 1992. *El Género Anastrepha Schiner en México (Diptera: Tephritidae): Taxonomía, distribución y sus plantas huéspedes*. Instituto de Ecología, A. C. y Sociedad Mexicana de Entomología. Pub. No. 33. Xalapa, Ver., México. 162 pp.
- HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. 2007. Diversidad y biogeografía del Género *Anastrepha* en México. Pp. 53–76. In: V. HERNÁNDEZ-ORTIZ (Ed.). *Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, biología y manejo*. Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. y S y G Editores. México, D. F.
- IAEA. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. 2003. *Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes*. Vienna, Austria. 47 pp.
- INEGI. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 1995. Cuaderno estadístico municipal. Villacorzo, Chiapas. México. 117 pp.
- INEGI. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 2001. Cuaderno estadístico municipal. Villaflores, Chiapas. México. 162 pp.
- INFANTE, F., QUILANTÁN, J., ROCHA, F., ESQUINCA, E., CASTILLO, A., IBARRA-NÚÑEZ, G. Y V. PALACIO. 2011. Mango Ataúlfo: Orgullo chiapaneco. *CONABIO. Biodiversitas*. 96: 1–5.
- JLSVF. JUNTA LOCAL DE SANIDAD VEGETAL DE LA FRAILESCA. 2011. Padrón de Productores de Mango. Villaflores, Chiapas.
- LEPS, J. 1993. Taylor’s power law and the measurement of variation in the size of populations in space and time. *Oikos*, 68: 349–356.
- MEDEIROS-SANTANA, L. AND F. S. ZUCOLOTO. 2009. Comparison of the performances of wild *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) individuals proceeding from different hosts. *Annals of Entomological Society of America*, 102: 819–825.
- MONTOYA, P., FLORES, S. AND J. TOLEDO. 2008. Effect of rainfall and soil moisture on survival of adults and immature stages of *Anastrepha ludens* and *A. obliqua* (Diptera: Tephritidae) under semi-field conditions. *Florida Entomologist*, 91: 643–650.
- NOM. NORMA OFICIAL MEXICANA. 1998. 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. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Diario Oficial de la Federación. 23 de abril de 1998. México.

- REYES, J., SANTIAGO, G. AND H. HERNÁNDEZ. 2000. Mexican fruit fly eradication programme. Pp. 377–380. In: K. H. TAN (Ed.). *Area-wide control of fruit flies and other insect pests*. Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia.
- TAYLOR, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature*, 189: 732–735.
- TONHASCA, A., JR., PALUMBO, J. C. AND D. N. BYRNE. 1996. Evaluation of the power law and patchiness regressions with regression diagnostics. *Journal of Economic Entomology*, 89: 1477–1484.
- TUCUCH-CAUICH, F. M., CHI-QUE, C. AND F. ORONACASTRO. 2008. Adult population dynamics of the Mexican fruit fly *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) at Campeche, México. *Agricultura Técnica en México*, 34: 341–347.