
DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

FICHA TÉCNICA

Mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew)



Foto: Ing. Eric Fernando López Villalobos
SENASICA-DIRECCIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL
MOSCAS DE LA FRUTA

Elaborada por:

Dr. José de Jesús Loera Gallardo
INIFAP Río Bravo
Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
SENASICA
Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria
SINAVEF,
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
UASLP

La última actualización de este se realizó en agosto de 2017

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Nombre: *Anastrepha ludens* (Loew.)

Sinonimia: *Acrotoxa ludens* Loew., 1873 (Hernández-Ortiz, 1992), *Trypeta ludens* (Loew., 1973), (Norrbon *et al.*, 1999), *Anastrepha lathana* Stone, 1942 (Norrbon *et al.*, 1999).

Posición taxonómica: Insecta: Díptera: Tephritidae

Nombre común: Mosca mexicana de la fruta, gusano de la fruta, gusano de la naranja, Mexican fruit fly (Inglés), Mouche mexicaine des fruits (Francés)

Código Bayer o EPPO: ANSTLU

Categoría reglamentaria: Plaga cuarentenaria presente.

Situación en México: Presente en algunas áreas sembradas con cultivos hospedantes; es manejada a través de la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta, implementada en 1992 (NOM-023-FITO-1995, 1999), está sujeta a control oficial; las medidas fitosanitarias aplicadas han generado áreas de baja prevalencia en curso de erradicación, y además, existen áreas específicas libres de la plaga (NIMF no. 8, 1998).

HOSPEDANTES

A. *ludens* es considerada como polífaga porque sus hospedantes están incluidos en varias familias de plantas; existen datos históricos para 23 de ellos (Cuadro 1), pero se encuentran registros dudosos en la familia Annonaceae, y no han sido confirmados desde su cita original (Baker *et al.*, 1944; Aluja *et al.*, 1987). En México, sus hospedantes naturales se restringen a frutos de mango (*Mangifera indica*), diversos frutos de *Citrus* spp. (Rutaceae), además, a dos especies de rutáceas nativas en el país, *Sargentia greggii* y *Casimiroa edulis* (Bush, 1962; Plummer *et al.*, 1941). Ocasionalmente infesta a frutos de durazno (*Prunus persicae*) y algunos frutos de plantas de la familia Myrtaceae (Hernández-Ortiz, 2007).

Cuadro 1 Plantas hospedantes de la mosca de la fruta *Anastrepha ludens* (Hernández-Ortiz, 1992, 2007).

Nombre científico	Familia	Referencia	Nombre común	Estatus ***
<i>Annona cherimola</i> Miller **	Anonaceae	Baker <i>et al.</i> , 1944	Chirimoya	rc
<i>Annona reticulata</i> L.	Anonaceae	Baker <i>et al.</i> , 1944	Anona roja	rc
<i>Annona squamosa</i> L. **	Rutaceae	Aluja <i>et al.</i> , 1987	Zaramuyo	rc
<i>Casimiroa edulis</i> Llave & Lex **	Rutaceae	Baker <i>et al.</i> , 1944; Bush, 1962; Aluja y Mtz., 1984	Zapote blanco	rhbd
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Rutaceae	Baker <i>et al.</i> , 1944.	Lima ácida	ruo
<i>Citrus aurantium</i> L. *	Rutaceae	Baker <i>et al.</i> , 1944; Bush, 1962; Aluja y Mtz., 1984	Limón Mexicano Naranja agria	rhbd
<i>Citrus limetta</i> Risso *	Rutaceae	McPhail y Bliss, 1933; Baker <i>et al.</i> , 1944; Aluja <i>et al.</i> , 1987.	Lima	ruo
<i>Citrus máxima</i> Burm. *	Rutaceae	Baker <i>et al.</i> , 1944;	Pomelo	rhbd

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

<i>Citrus medica</i> L. *	Rutaceae	Aluja y Mtz., 1984. Aluja et al., 1987.	Cidra	ruo
<i>Citrus paradisi</i> Macfad *	Rutaceae	Baker et al., 1944; Bush, 1962; Aluja et al., 1987.	Toronja	rhbd
<i>Citrus reticulata</i> Blanco *	Rutaceae	Baker et al., 1944; Aluja y Mtz., 1984; Aluja et al., 1987. Herrera et al., 1900;	Mandarina	ruo
<i>Citrus sinensis</i> L. *	Rutaceae	McPhail y Bliss, 1933; Baker et al., 1944; Bush, 1962.	Naranja dulce	rhbd
<i>Cydonia oblonga</i> Miller *	Rosaceae	Baker et al., 1944.	Membrillo	ruo
<i>Mammea americana</i> L. *	Clusiaceae	Baker et al., 1944; Bush, 1962.	Zapote Mamey	ruo rc
<i>Mangifera indica</i> L. *	Anacardiaceae	Herrera et al., 1900; McPhail y Bliss, 1933; Baker et al., 1944; Bush, 1962; Aluja y Mtz., 1984.	Mango	rhbd
<i>Mastichodendron capiri</i> A. (A. D.C.) Cronq.	Sapotaceae	Aluja et al., 1987.	Tempisque	ruo
<i>Prunus pérsica</i> (L.) *	Rosaceae	McPhail y Bliss, 1933; Baker et al., 1944.	Durazno	rhbd
<i>Psidium guajava</i> L. *	Mirtaceae	Herrera et al., 1900; McPhail y Bliss, 1933; Stone, 1942; Baker et al., 1944.	Guayaba	ruo
<i>Punica granatum</i> L. *	Punicaceae	McPhail y Bliss, 1933; Baker et al., 1944.	Granada	ruo
<i>Sargentia greggii</i> Coult **	Rutaceae	Plummer et al., 1941; Baker et al., 1944; Bush, 1962.	Chapote amarillo	rhbd
<i>Spondias purpurea</i> L. *	Anacardiaceae	Baker et al., 1944.	Jocote	rc
<i>Syzygium jambos</i> (L.) **	Mirtaceae	Baker et al., 1944.	Pomarrosa	ruo
<i>Psidium sartorianum</i> (Berg) **	Mirtaceae	Hernández-Ortiz, 2007	Arrayan	ruo

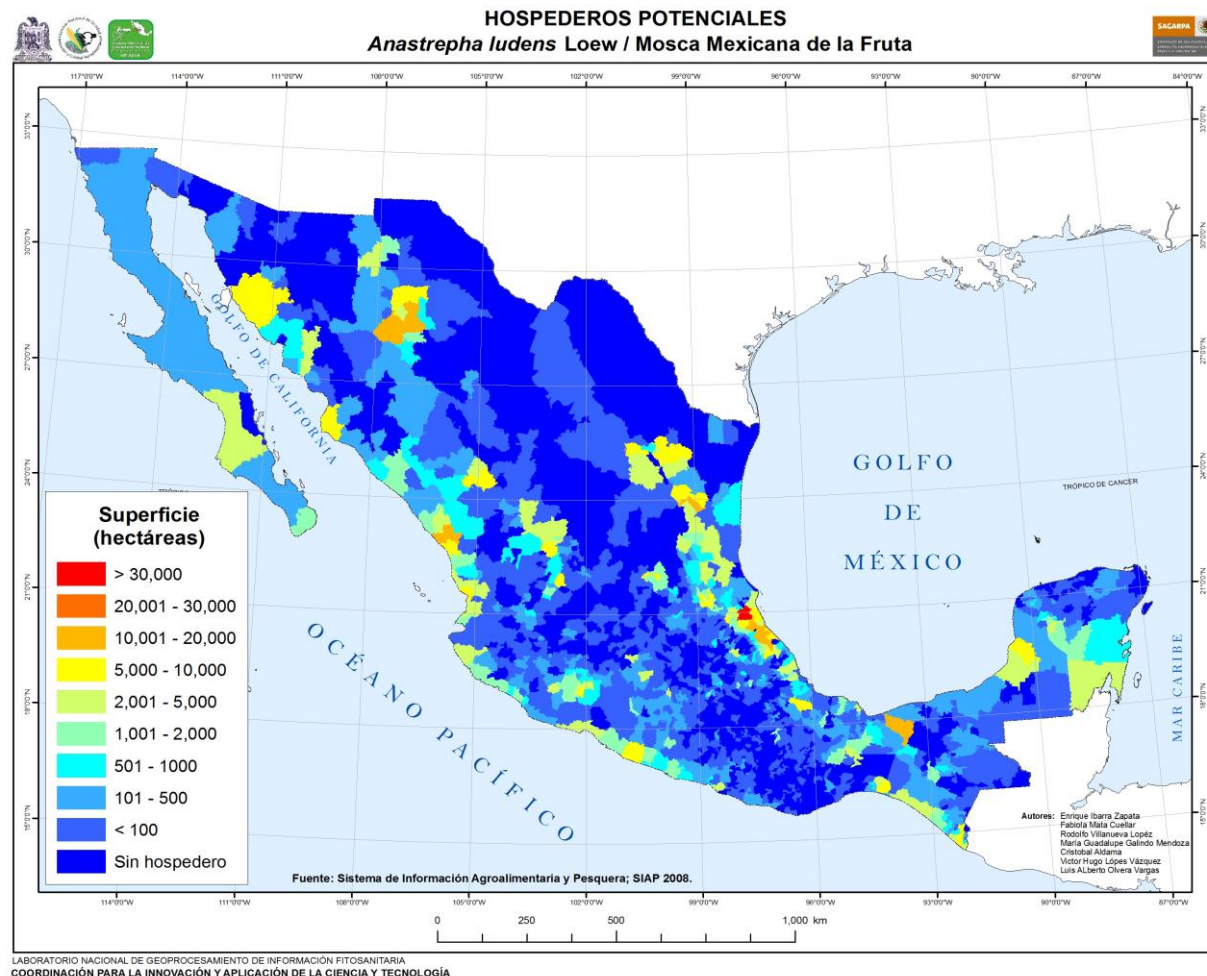
* Fruto de cuarentena parcial: Frutos susceptibles de ser infestados por moscas de la fruta, para los cuales si existe tratamiento fitosanitario, lo que reduce el riesgo de diseminación de la plaga (NOM-075-FITO-1997, 1998).

** Fruto de cuarentena absoluta: Frutos altamente susceptibles de ser infestados por moscas de la fruta, para los cuales no existe ningún tratamiento fitosanitario, por lo que representan un alto riesgo de dispersión de la plaga (NOM-075-FITO-1997, 1998).

*** rhbd: existen registros históricos en las bases de datos; ruo: existen registros únicos u ocasionales; rc: los registros son dudosos y requieren confirmación (Hernández-Ortiz, 2007). La representación de la superficie y densidad de los hospedantes potenciales de *A. ludens* se observa en la figura 1.

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Figura 1. Superficie de hospedantes potenciales de *Anastrepha ludens* (Loew.) en México (UASLP, 2010).



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

A. ludens es nativa del noreste de México (Baker *et al.*, 1944) y está distribuida en toda América central hasta Costa Rica; se ha dispersado a los cítricos de la costa Oeste de México, y a los de Texas en E. U. A., donde se realizan actividades continuas de detección, muestreo y establecimiento de campañas de erradicación (Weems *et al.*, 2001).

Se han hecho cinco detecciones de esta plaga en California desde 1980 hasta el 2000 y se han erradicado. También se ha capturado en Florida en 1934, en 1972 y en 2003, como intercepciones, no considerándose como presente (CABI, 2000). Su distribución natural incluye al Valle del Río Grande en Texas, donde las poblaciones de *A. ludens* alcanzan el estatus de plaga si no se aplican medidas de control, ocasionalmente se dispersa hacia Arizona (Weems *et al.*, 2001), (Figura 2).

Está distribuida en los siguientes países (OEPP/EPPO, 2006):

Asia: Ausente

África: Ausente

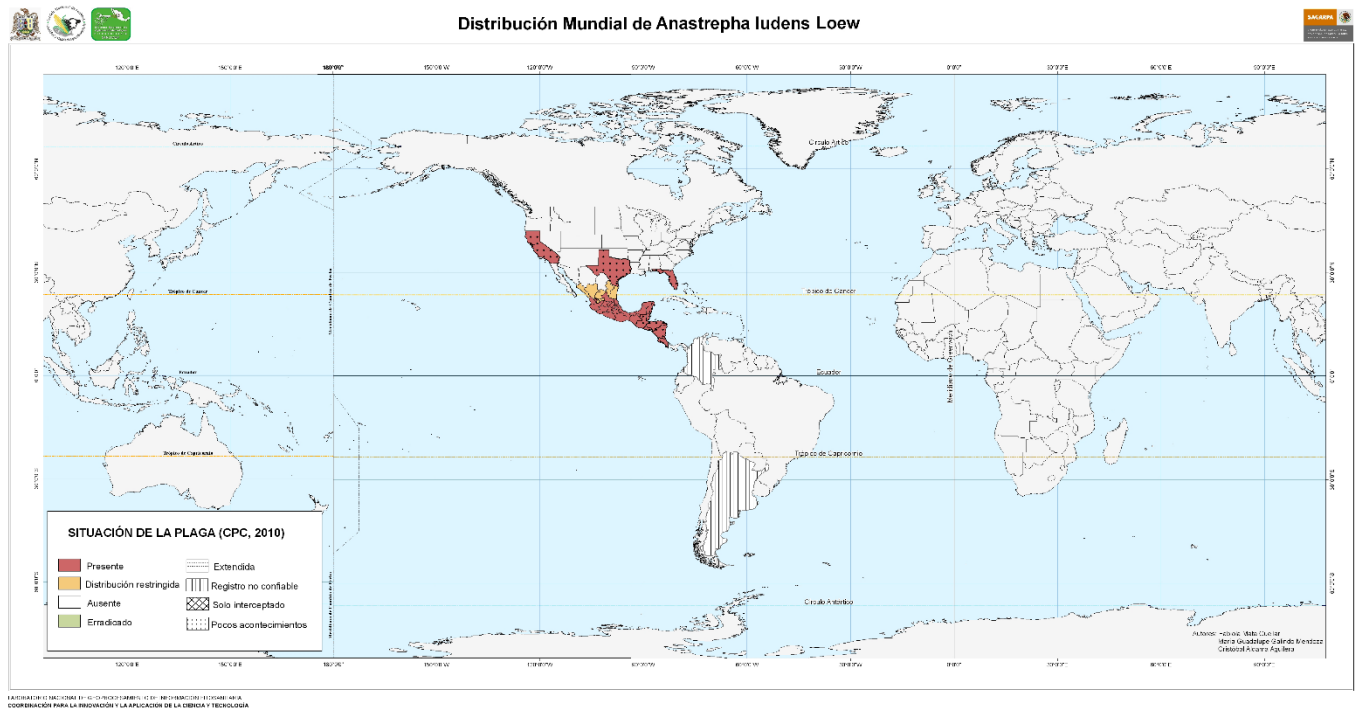
América: México, E. U. A. (Texas), Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua. Registros de presencia en Argentina y Colombia fueron confirmados como ausente o inválido, respectivamente

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Europa: Ausente

Oceanía: Ausente

Figura 2. Distribución mundial de *Anastrepha ludens* (Loew.) (UASLP, 2010).



Distribución en México

En acuerdo con el registro históricos de la base de datos, *A. ludens* está distribuida en las siguientes entidades federativas: Aguascalientes (baja prevalencia), Campeche, Chiapas, Colima, Distrito Federal, Durango (solo algunas áreas con baja prevalencia), Guanajuato, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León (con áreas libres y de baja prevalencia), Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí (con áreas libres y de baja prevalencia), Sinaloa (con áreas libres y de baja prevalencia), Tabasco, Tamaulipas (con áreas libres y de baja prevalencia), Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas (solo algunas áreas y con baja prevalencia) (Hernández-Ortiz, 2007).

DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN

Síntomas

La fruta infestada muestra pequeñas perforaciones como señales de oviposición, pero este u otros síntomas de daño son difíciles de detectar en los estados tempranos de la infestación; el daño ocurre dentro de la fruta antes de que se observen síntomas externos como pudriciones (Weems *et al.*, 2001). El ataque a la fruta es realizado por la hembra adulta; perfora la cáscara del fruto para ovipositar; el síntoma de infestación difiere en diversos frutos; la toronja infestada muestra, con frecuencia, un color dorado más oscuro antes de alcanzar su maduración; al emerger del fruto se puede observar a la larva moviéndose lentamente para caer al suelo mientras la fruta infestada permanece en el árbol; en la variedad Marsh de toronja, la larva daña la parte central interna del fruto y se mueve hacia afuera destruyendo la mayor parte de la pulpa (Baker *et al.*, 1944).

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Morfología

El conocimiento de las características morfológicas de *A. ludens* es la base para su correcta identificación.

Adulto

Es de mayor tamaño que la mosca casera, de color café amarillento, semejante a otras especies del género *Anastrepha* (Weems *et al.*, 2001).



Figura 3. Adulto hembra de *A. ludens*

Division of Plant Industry; Jack Dykinga, USDA; and Jack Clark, University of California Cooperative Extension.

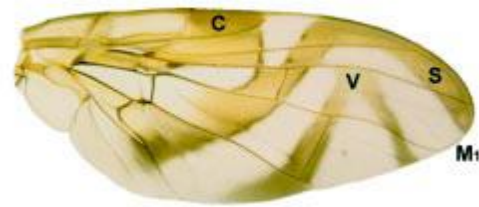


Figura 4. Ala de *A. ludens*

Division of Plant Industry; Jack Dykinga, USDA; and Jack Clark, University of California Cooperative Extension.

Cabeza

Con las genas y el vértice amarillos; carina facial moderadamente desarrollada y sin una protuberancia media; cedas ocelares apenas visibles, frente con dos pares de sedas orbitales presentes; longitud antenal regular (Hernández-Ortiz, 1992).

Tórax

Macrosedas castaño negruzcas o negras; mesonoto y área presutural sin manchas oscuras, pero con franjas sublaterales amarillo claro; sutura escudo escutelar con una mancha negruzca difusa y extendida lateralmente; sedas acrosticales presentes; escutelo amarillo claro en su tonalidad; mesopleuras sin un patrón oscuro diferenciado, seda katepisternal débil, presente; subescutelo con una mancha negra a cada lado, que en ocasiones se extienden al medioterguito y disminuyen gradualmente de anchura (Hernández-Ortiz, 1992).

Alas

Las bandas son amarillo pálidas (Weems *et al.*, 2001); la banda S completa y por lo general se une a la banda costal, también pueden estar un poco separadas; mancha hialina en el ápice de R1 siempre presente; bandas S y V siempre desconectadas, y con el brazo distal de esta última, completo, o algunas veces separado del brazo proximal en su porción superior; curvatura apical de la vena M moderada (Hernández-Ortiz, 1992).

Abdomen

Con todos los terguitos amarillos. Hembra con el segmento VII de longitud variable pero casi dos veces más largo que la longitud del abdomen; membrana eversible con ganchos grandes y fuertes dispuestos en forma triangular; ovipositor de 3.2 a 5 mm de longitud, de punta larga y con pequeños dientecillos redondeados, en ocasiones escasos y débiles que ocupan menos de la mitad apical; macho con los surtilos moderados, largos y gruesos, pero agudos en la punta, prensisedas cortas y robustas situadas casi en la parte media; distifalo presente y bien desarrollado (Hernández-Ortiz, 1992).

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Huevo

Mide 1.37-1.60 mm de longitud y 0.18-0.21 mm de ancho, es blanco, ancho en su parte anterior y delgado en la posterior. El micrópilo ligeramente a un lado del ápice del polo anterior; una red opaca cerca del micrópilo, formada por pentágonos y hexágonos irregulares muy alargados en la porción posterior del huevo; distintas aberturas del corion en los vértices de polígonos en la terminal anterior del huevo (Carroll y Wharton, 1989).

Larva

Es blanca, mide 9-11 mm de longitud y 1.5 mm de diámetro, con forma cilíndrica, elongada, curvada ventralmente, en su parte anterior muestra ganchos bucales, su parte terminal caudal aplanada, ocho áreas ventrales fusiformes (1 indistinta entre el tórax y el abdomen), once segmentos del cuerpo en adición a la cabeza; los últimos instares miden 9-12 mm de longitud (Weems *et al.*, 2001). El aparato bucofaríngeo con 12 a 16 carinas (Aluja, 1993). Esqueleto céfalo-faríngeo con gancho bucal grande y convexo dos veces más largo que ancho, con hipostoma igual de ancho; puente dorsal alargado; plato faríngeo más largo que el plato dorsal alar y con largo soporte faríngeo. Los espiráculos anteriores pequeños, quitinizados, pálido amarillos, asimétricos, con una depresión media, con 18 túbulos presentes (raramente 12 a 18) (Weems *et al.*, 2001). Espiráculos posteriores localizados arriba de la línea media horizontal alargados con el dorsal 2 angulado hacia arriba y el ventral 1 angulado hacia abajo en cada lado del medio; cada espiráculo con tres amplias entradas amarillas; arriba y abajo de cada espiráculo posterior se encuentran un par de pequeños tubérculos; la elevación anal grande, con cada lóbulo anal abultado, bifido, y con una coloración café-oscura (Greene, 1929).

Pupa

Cilíndrica de 5.5-7.5 mm de longitud y 2-3.25 mm de diámetro, de coloración pálida a rojo oscuro, con 11 segmentos, el último prominente. Los espiráculos anteriores como los de la larva pero más oscuros. Los espiráculos posteriores café rojizo localizados bajo la línea media horizontal; cada espiráculo con tres amplias entradas amarillas, sobre protuberancias bien definidas. Los platos anales grandes, elípticos y negro rojizos (Greene, 1929).

BIOLOGÍA

Ciclo de vida

El desarrollo del huevo requiere aproximadamente tres días, el de la larva de nueve a 11 días y el de la pupa de 14 a 16 días (Celedonio-Hurtado *et al.*, 1988). Bajo diversas condiciones en campo y laboratorio, la eclosión del huevo se ha prolongado hasta 12 días, el periodo larval hasta 35 días, la pupa a más de 100 días, el periodo de preoviposición hasta 30 días, la longevidad de las hembras 11 meses y la de los machos hasta 16 meses (McPhail y Bliss, 1933; Baker *et al.*, 1944). Bajo condiciones controladas de 23.8- 26.6°C, el huevo eclosiona en 3.5 a 4.5 días, el periodo larval es de 10 a 12 días, el de la pupa de 16 a 19 días, el periodo de preoviposición de 12 a 16 días, y la longevidad del adulto de 45 a 60 días; en México, en la mayoría de los frutos hospedantes los periodos de desarrollo requieren mayor tiempo (Messenger y Flitters, 1957).

Comportamiento

La descripción original de *A. ludens* fue la primera referencia de una especie de *Anastrepha* para México, y destaca como importante económicamente dentro del grupo *fraterculus* (Hernández-Ortiz, 2007). Es la única especie importante de *Anastrepha*, que es subtropical, más que tropical, ocupa la porción norte del rango del género, y se extiende hacia el sur solamente a mayores altitudes; puede soportar temperaturas congelantes, mientras que en áreas de temperaturas altas puede ser eliminada por la radiación solar (Weems *et al.*, 2001). Las poblaciones de adultos en huertos comerciales exhiben diferentes fluctuaciones año con año, aparentemente asociadas con dos factores, disponibilidad de hospederos, y factores climáticos, principalmente

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

lluvias (Aluja, 1994). Montoya *et al.* (2008) mencionan que la lluvia no ejerce un impacto significativo en la emergencia y sobrevivencia de adultos, estos son capaces de encontrar refugio adecuado, aún bajo precipitaciones de 120-160 mm por día, y asumen que su fluctuación anual está correlacionada con otros factores, principalmente con la fenología de fructificación de los hospedantes. La humedad relativa es otro importante factor; condiciones secas incrementan la mortalidad, especialmente cuando las condiciones del suelo son secas (Aluja, 1994) la humedad óptima es de 70-100% (Sequeira *et al.*, 2001).

La sobrevivencia de pupas de *A. ludens* es muy reducida cuando la humedad del sustrato es baja, lo cual, también produce menor peso de los adultos; la larva, desde su emergencia del fruto, y el adulto recién emergido, son las fases más susceptibles a la desecación; la lluvia estimula la emergencia de la larva, del fruto (Baker *et al.*, 1944). Thomas (1995), reportó a roedores como la causa de mortalidad del 34% de pupas, infestadas artificialmente en un sitio experimental; en los huertos, la distribución temporal y espacial de pupas es más ampliamente distribuida y ofrece menor oportunidad de ser depredada. Además de la desecación, la población de larvas maduras es reducida de 1 a 5% antes de entrar al suelo a pupar, bajo condiciones naturales (Thomas, 1995).

La hembra ovíparita en los cítricos y otras frutas, en la época en que los frutos empiezan a mostrar su coloración (Weems *et al.*, 2001); Su largo aculeus le permite ovipositar en el albedo de los frutos cítricos, logrando evadir el flavedo tóxico (Birke *et al.*, 2006); el tamaño de su aculeus probablemente representa una adaptación para ovipositar en las semillas de su ancestro hospedante *Casimiroa greggii* (Aluja *et al.*, 2000).

Bajo condiciones óptimas en laboratorio, pasan 52 a 64% de su esperanza de vida, en estado de preoviposición; cuando madura, la oviposición ocurre continuamente durante toda su vida (Liedo *et al.*, 1993). Están receptivas para apareo a la edad de nueve días (Dickens *et al.*, 1982). A temperatura constante de 24-25°C, la mayoría inician la oviposición a los 11 días de edad (McPhail y Bliss, 1933) y a 20-21°C a los 20-22 días (McPhail y Bliss, 1933; Berrigan *et al.*, 1988). Puede ovipositar de 100 a 800 huevos durante su vida (Aluja, 1993).

Variaciones de 33.5 a 45.0 huevos promedio por hembra se atribuyen a diferencias en el medio ambiente; la temperatura y la humedad pueden estimular oportunidades de nutrición y promover la fecundidad pero la disponibilidad de sitios de oviposición tiende a afectar la carga de huevos (Thomas, 2003). Estudios de longevidad indican que el promedio de vida de una mosca en el campo es de 10 días (Thomas y Loera-Gallardo, 1998); por lo que, la mitad de las hembras nunca llegan a ser grávidas, y la otra mitad pasa una gran parte de su vida en el estado pre-reproductivo (Thomas, 2003).

A. ludens ajusta el número de huevos por oviposición cuando encuentran un medio no apropiado para el desarrollo larval (Díaz-Fleischer y Aluja, 2003); alternativamente, puede reducir el número de huevos o su contenido nutricional (Awmack y Leather, 2002). Los huevos son depositados en grupos de cinco o seis por oviposición, y un promedio de tres grupos diarios cuando existen suficientes frutos (Berrigan *et al.*, 1988; Liedo *et al.*, 1993), o en grupos de 10 (Weems *et al.*, 2001) y hasta de 40 (Aluja *et al.*, 2000). Las hembras con acceso continuo a frutas pueden ovipositar 6.5 huevos por oviposición y en su óptima edad reproductiva un promedio de tres grupos diarios (Berrigan *et al.*, 1988). Bajo condiciones de cría masiva, maduran 10.8 huevos diarios en promedio (Liedo *et al.*, 1993). En condiciones de laboratorio y en ausencia de frutas, han registrado un promedio de 74.7 huevos, con un máximo de 233 huevos en una hembra (Thomas, 1998). Aluja *et al.*, (2001) no observaron diferencias en la carga de huevos en hembras con y sin acceso a frutos, sugiriendo que pueden incrementar la tasa de maduración de huevos para igualar la tasa de oviposición; se considera que la carga de huevos es solo un índice de fecundidad (Thomas, 1998). En invierno, puede ovipositar a temperaturas diurnas de 12.7°C o mayores, las temperaturas diurnas superiores a 35°C interfieren con la reproducción y acortan la longevidad de adultos, a temperaturas nocturnas debajo de 0°C se acorta también la longevidad de los adultos, (Messenger y Flitters, 1957). Temperaturas de 1.1°C durante 11 días causan mortalidad del 99.32% de larvas; temperaturas de 0°C o menores, por periodos mayores a una semana, son letales para casi todos los estados de desarrollo de *Anastrepha* que ocurren en México (Hallman, 1999). Mortalidad a

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

temperaturas mayores de 37.7°C son reportadas por Flitters y Messenger (1965). Mangan *et al.*, (1998), mencionan que temperaturas de 45°C, o mayores, son letales a todos los estados de desarrollo.

Las larvas penetran a la fruta, se alimentan de la pulpa y adquieren el color de este alimento lo cual dificulta su detección (Weems *et al.*, 2001); varias larvas se pueden encontrar en un fruto (Fletcher, 1989); en chapote amarillo (*S. greggii*) se les puede encontrar en las semillas (Christensen y Foote, 1960); en su último estadio emergen de la fruta, después de que ha caído, y pupan en el suelo (Weems *et al.*, 2001); para entrar al suelo penetran en un sitio de terreno flojo o con aberturas, y algunas veces pupan bajo hojarasca u otros residuos que permanecen en la superficie, sin enterrarse (Baker *et al.*, 1944). Las hormigas son los depredadores más importantes de larvas en el suelo (Aluja *et al.*, 2005).

La mayoría de las especies de *Anastrepha* poseen una distribución limitada a ciertas regiones y algunas ocupan rangos muy amplios de distribución; otras como *A. ludens*, presentan una distribución regional desde el Valle del Río Grande en Texas, hasta Costa Rica (Norrbom *et al.*, 1998). Las preferencias alimenticias de *Anastrepha* pueden ser modificadas de una región a otra (Hernández-Ortiz, 2007); *A. ludens* se alimenta principalmente de mango y cítricos en el país, mientras que en Costa Rica es una especie poco frecuente, y se alimenta solamente de *C. edulis* (Jirón *et al.*, 1988). La disponibilidad de frutos hospedantes determina los ciclos poblacionales; un cambio de fruto hospedante puede darse cuando existe una cercana dependencia entre la disponibilidad de frutos hospedantes y las fluctuaciones de moscas (Liedo y Toledo, 2007).

Alrededor de las tres cuartas partes de los hospedantes naturales registrados en México para *A. ludens* son introducidos (Hernández-Ortiz, 2007), esta especie es considerada originaria del Noreste de México donde se distribuye exclusivamente su huésped original *S. greggii* (Plummer *et al.*, 1941), sin embargo, la introducción del mango favoreció su dispersión del Norte al Sur siguiendo la distribución de este hospedante y propiciando una competencia interespecífica con *A. obliqua* que se dispersó de Sur a Norte por su marcada preferencia por el mismo hospedante; La colonización del mango no solo está condicionada por deferencias de capacidad adaptativa entre ambas especies, también intervienen factores ecológicos que determinan las posibilidades de su explotación de acuerdo a la región (Hernández-Ortiz, 2007). Las características fisiográficas a lo largo del país, muestran cambios profundos en el tipo de vegetación y condiciones ecológicas en sitios relativamente cercanos; en donde la humedad, la temperatura promedio y la altitud desempeñan un papel fundamental en el éxito de dispersión de muchas especies como el caso de *A. ludens* y *A. obliqua* (Hernández-Ortiz, 2007).

El género *Anastrepha*, es el grupo nativo con mayor diversidad en la región Neotropical (Norrbom *et al.*, 1999), y en México, convergen en la "Zona de Transición Mexicana" (Halffter, 1976; Morrone *et al.*, 2002) especies de *Anastrepha* originadas en las regiones Neártica y Neotropical (Hernández-Ortiz, 2007). La biogeografía mexicana comprende 14 provincias biogeográficas, cinco de ellas con filiación Neártica (California, Baja California, Sonora, Altiplano Mexicano, y Tamaulipas), y nueve con filiación Neotropical (Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Eje Volcánico Transversal, Cuenca del Balsas, Sierra Madre del Sur, Golfo de México, Costa Pacífica Mexicana, Península de Yucatán, y Chiapas (Morrone *et al.*, 2002). *A. ludens* está presente en todas las áreas biogeográficas excepto en California, en la Sierra Madre Occidental y en la Sierra Madre Oriental (Hernández-Ortiz, 2007). En Baja California, no existen hospedantes nativos de *A. ludens* y se le considera una especie introducida; en la Sierra Madre Oriental y en la Sierra Madre Occidental no existen registros documentados (Hernández-Ortiz, 2007).

En la Cuenca del Balsas, la Costa Pacífica Mexicana, Golfo de México, Chiapas y Península de Yucatán ocurre particularmente el clima tipo "A" con temperaturas medias anuales que oscilan entre los 20 y 28°C (García, 1973); en este clima la vegetación dominante está conformada por tres tipos de comunidades, "Bosque Tropical Perennifolio" con precipitaciones medias entre 1500-3000 mm anuales, "Bosque Tropical Caducifolio" con precipitaciones media anual que fluctúan entre 600 y 1200 mm anuales, y "Bosque Tropical Subcaducifolio" con una precipitación media anual entre 1000 y 1600 mm (Rzedowsky, 1988). En la mayor parte de la Península de Baja California, Sonora, Altiplano Mexicano y norte de Tamaulipas prevalece el clima seco tipo "B" considerado como árido o desértico (García, 1973). En la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur y el Eje Volcánico Transversal se presenta el clima tipo "C" denominado clima templado

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

subhúmedo, característico de las zonas montañosas de México por encima de los 1600 msnm, con temperaturas medias anuales entre los 5 y 18°C (García, 1973).

Ecología

Evidencias indican que la distribución potencial de *A. ludens* está limitada a las áreas del sur de E. U. A; su distribución a todas las áreas de E. U. A esta restringida por la ausencia de hospedantes durante todo el año, por los largos períodos con temperaturas congelantes, y por la reducida habilidad de esta plaga para incrementar sus poblaciones durante cortos periodos de presencia de frutos por efecto de los largos periodos de bajas temperaturas (Sequeira *et al.*, 2001). Los Tefritidos, difícilmente se encuentran en las áreas secas, posiblemente por la ausencia de hospedantes más que por su capacidad de adaptación (Baker *et al.*, 1944). En México, tiene un amplio potencial para distribuirse a todas las áreas a excepción de aquellas donde no existen hospedantes. *A. ludens*, y otras especies de moscas de la fruta, han expandido exitosamente su rango geográfico y de hospedantes, conjuntamente con la diseminación de cultivos comerciales de frutas (Aluja y Liedo, 1986; Bateman, 1972; Christenson y Foote, 1960), aunque su rango de hospedantes varía de región a región; en Chiapas, México, es colectada comúnmente de frutos de la familia Rutaceae, a pesar de que también infesta al mango (Anacardiaceae) y al Tempisque (Sapotaceae) (Aluja y Liedo, 1986).

Las regiones de alto riesgo para la distribución de esta plaga están definidas por la disponibilidad de hospederos susceptibles durante todo el año, por la presencia de condiciones apropiadas, por el número de generaciones esperadas que sean suficientes para inducir daño económico importante y por las bajas temperaturas que no puedan eliminar completamente a sus poblaciones (Flitters y Messenger, 1965).

La probabilidad de establecimiento de *A. ludens* en áreas libres, a través de importaciones u otras vías de distribución, puede ocurrir cuando se conjuntan el clima y condiciones ambientales apropiadas para su desarrollo, la presencia de frutos hospedantes en estado susceptible para ser infestados, la capacidad de la plaga para causar daño, y el tiempo suficiente para que las interacciones necesarias ocurran (Sequeira *et al.*, 2001). Algunos Países requieren 99.9968% de mortalidad (probit 9), a un nivel de confianza del 95%, como una medida para determinar la eficacia de tratamientos postcosecha (Phillips *et al.*, 1997), y prevenir el establecimiento de plagas exóticas en áreas libres; *A. ludens* bajo condiciones de manejo integrado, en mango o cítricos de México, no excedió el límite máximo de plaga, determinándose una sobrevivencia de menos de una pareja reproductiva por embarque (Mangan *et al.*, 1997).

Como un método para estimar el riesgo de establecimiento de una plaga en un área se han utilizado los modelos de unidades calor (UC); para predecir el tiempo fenológico de *A. ludens* estos modelos han mostrado repetidamente que sobreestiman el número de generaciones para temperaturas mayores a las óptimas de la plaga, y subestiman el desarrollo cuando las temperaturas son menores (Hagstrum y Leach, 1973). La causa de la disparidad entre el modelo de unidades calor y el desarrollo real de la plaga es el llamado efecto de la tasa de sumación de Kaufmann (Worner 1992), resultando que bajo las condiciones de campo el desarrollo es más rápido a bajas temperaturas y más lento a temperaturas más altas, que el indicado por los modelos de predicción.

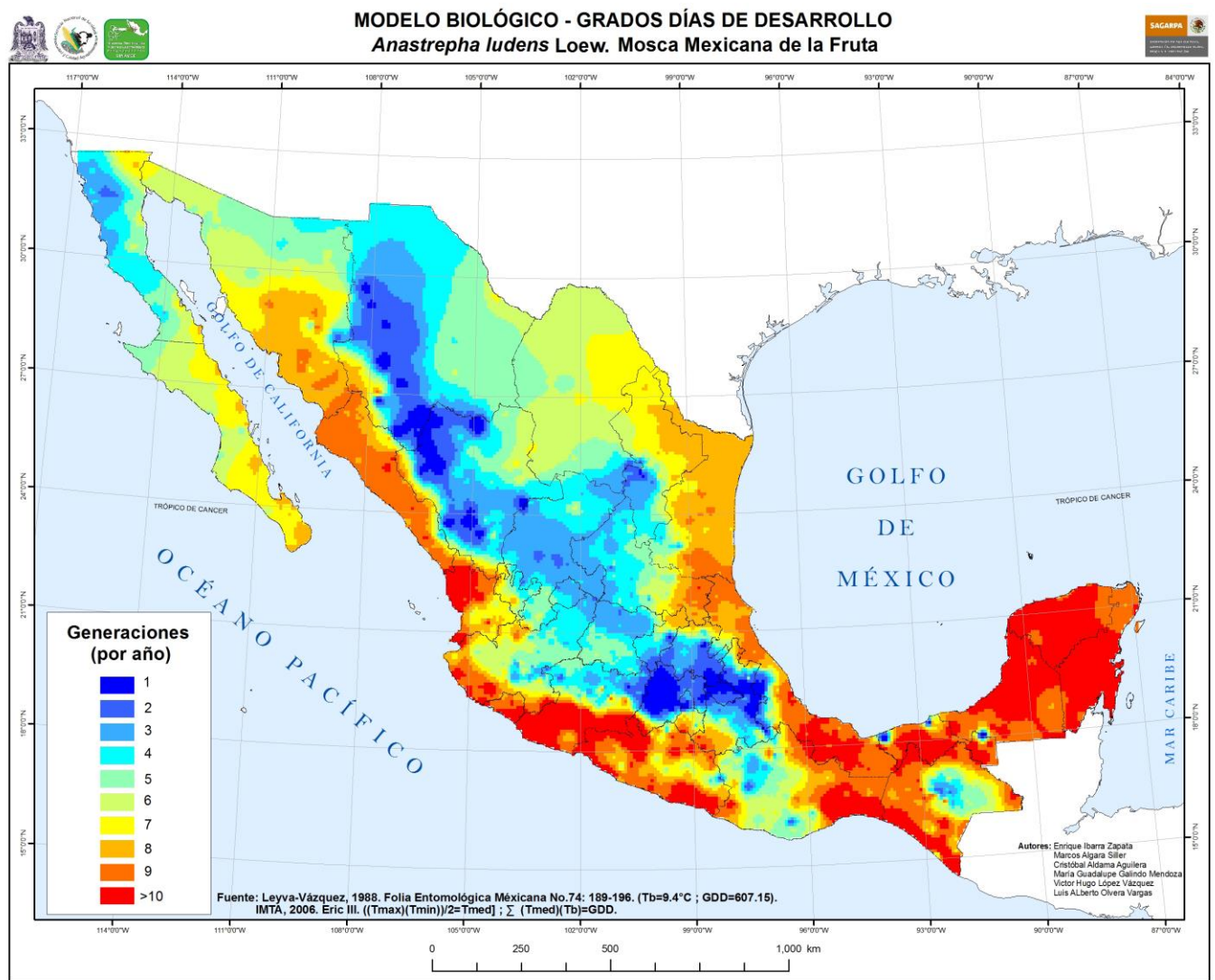
Sus condiciones umbrales de desarrollo incluyen un amplio rango de temperaturas que le permiten sobrevivir aún durante breves periodos de temperaturas congelantes (Sequeira *et al.*, 2001). Leyva- Vázquez (1988), reporta en 10°C el umbral inferior de desarrollo, y menciona que a temperatura de 26.7 °C, el huevo requiere 71.57 UC para completar su desarrollo, las larvas lo completan en 80.85, 27.85, 100.05 UC para el primero, segundo y tercer instar, respectivamente; y la pupa requiere 316.58 UC; al igual que en otras especies de *Anastrepha*, la etapa biológica de *A. ludens* que se desarrolla con mayor rapidez es la correspondiente al segundo estadio larvario, y el estado de pupa es el que transcurre más lentamente (Leyva-Vázquez, 1988).

En el noreste de México, es normalmente bivoltina aunque en algunos años puede presentar una tercera generación, y en pequeñas áreas con microclimas favorables en donde existe agua, sombra y alimento puede tener cinco o seis generaciones (Thomas, 2003). En el sureste de México es multivoltine y puede presentar 10 generaciones sobrepuestas (Toledo *et al.*, 2005).

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

En algunos Tephritidos como *A. ludens*, existe la tendencia de la larva por permanecer en la fruta más tiempo del necesario, después de haber completado su desarrollo, y su emergencia del fruto se puede ampliar por varias semanas (Thomas, 1997), y el estado de pupa podría ser tan breve como de tres semanas en el verano o prolongarse hasta tres meses en el invierno, sin evidencia de diapausa (Thomas 1997). El uso de las UC no resultan confiables para estimar el tiempo de desarrollo de *A. ludens*, porque podrían resultar en una sobreestimación del número de generaciones (Sequeira *et al.*, 2001; Thomas 1997). En la figura 5, se representan las generaciones potenciales de *A. ludens* en diversas regiones de México.

Figura 5 Número de generaciones de *Anastrepha ludens* (Loew.) al año en diferentes regiones de México (UASLP, 2010).



Mecanismos de movimiento o dispersión

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Los adultos de *Anastrepha* spp. se han dispersado hasta 135 km, distancia comprendida desde sitios de reproducción en México hasta el área citrícola del sur de Texas (McAlister y Clore, 1941; Christenson y Foote, 1960). Shaw *et al.* (1967) registraron capturas de *A. ludens* a 36 km del sitio de liberación; posiblemente estos desplazamientos fueron influenciado por el viento (Aluja *et al.*, 2000). Desde un punto de liberación, *A. ludens*, cría masivamente o estériles silvestres, ha logrado desplazarse a distancias de 100 a 250 m (Hernández *et al.*, 2007). Thomas y Loera-Gallardo (1998), reportan un desplazamiento de hasta 9 km para individuos estériles obtenidos de la producción de *A. ludens* en Mission, Tx. del USDA-APHIS-PPQ. El viento influye en el desplazamiento de las moscas pero individualmente son de baja movilidad (Aluja, 1994). En sitios donde vegetación, alimento, agua y substratos de oviposición son abundantes, *A. ludens* muestra reducida movilidad y lo contrario ocurre en sitios donde estas condiciones son adversas (Enkerlin, 1987), y bajo tales condiciones, se elevan a las partes altas de los árboles para desplazarse aprovechando los vientos dominantes (Aluja, 1993).

En las actividades de comercialización nacional o internacional, el transporte de fruta infestada con larvas vivas es el mayor medio de dispersión hacia áreas no infestadas por este insecto (Fletcher, 1989). Las frutas más importantes con probabilidades de acarrear *A. ludens* son los cítricos, seguidos por el mango y en menor grado Durazno y Guayaba (http://www.eppo.org/quarantine/insects/Anastrepha.../ANSTLU_ds.pdf). Existe también el riesgo de que pupas del insecto sean acarreadas en suelo empacado con plantas en transporte (CABI, 2000).

IMPORTANCIA DE LA PLAGA

México posee 1, 300 000 ha dedicadas a 32 especies de cultivos frutales, lo cual equivale al 9.5% de la superficie cultivada, y una producción aproximada de 10, 000 000 de toneladas anualmente que representa el 16% del valor total de la producción agrícola (Gutiérrez-Samperio *et al.*, 1993); gran parte de esta producción se ve amenazada por ciertas especies de *Anastrepha*, entre las que destaca *A. ludens* (Hernández-Ortiz, 1992). El daño directo lo causa al ovipositar en los frutos; las larvas se alimentan de la pulpa, provocan la caída, y la contaminación del fruto por patógenos; pérdidas del 10 al 25% pueden ocurrir en la producción de mango, guayaba y cítricos (Enkerlin *et al.*, 1989; Aluja, 1994; Aluja *et al.*, 1996). El mango y la naranja ocupan la mayor parte de la superficie de frutales en México y su producción en conjunto alcanza un valor de 12, 273, 215.56 mdp (Cuadro 2).

Además de los daños directos de pérdidas en rendimiento e incremento de costos de control, se añaden los daños indirectos que incluyen a la restricción en la comercialización nacional y de exportación y a la construcción y mantenimiento de instalaciones para el tratamiento de frutas y de programas de erradicación (Norrbom, 2004). La infestación por moscas de la fruta es uno de los críticos problemas cuarentenarios en el mercado internacional de frutas; cuando los países importadores requieren tratamientos sanitarios postcosecha los productores exportadores deben aplicar un tratamiento aprobado, para eliminar a la plaga (Gazit *et al.*, 2004).

Cuadro 2. Superficie, producción y valor de algunos frutales en México hospedantes de *A. ludens*.

Cultivo	Superficie (ha)	Producción (ton)	Valor (mdp)
Naranja	337,680.00	4,515,520.33	6,834,394.13
Mango	191,016.38	1,775,506.77	5,438,821.43
Durazno	35,692.84	176,302.74	1,380,720.49
Guayaba	21,504.63	294,422.68	1,330,603.12
Mandarina	21,585.62	291,078.27	446,489.35
Toronja	18,359.49	424,315.36	745,319.89
Lima	1,660.01	16,711.21	45,199.69
Membrillo	644.65	5,181.51	39,625.85

(SIAP, 2015)

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Control

En 1992 el Gobierno Federal Mexicano implementó la Campaña Nacional Contra Moscas de la Fruta, con el objetivo de controlar, suprimir y erradicar a cuatro especies consideradas de importancia económica: *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. striata* y *A. serpentina*, y para evitar el establecimiento de moscas exóticas de la fruta. La tecnología de erradicación se sustenta en un sistema de Manejo Integrado de Plagas (MIP) que comprende acciones de monitoreo (trampeo y muestreo de frutos) y de control (aspersión de cebo específico, actividades culturales, liberación de enemigos naturales y de moscas estériles). La aplicación armónica de estas actividades están encaminadas a lograr el establecimiento de zonas libres y de baja prevalencia de la plaga para permitir la producción de fruta de óptima calidad fitosanitaria y facilitar el acceso a los mercados nacional e internacional (NOM-023-FITO-1995, 1999).

Métodos de muestreo

Para aplicar un programa de manejo integrado de *A. ludens*, se obtiene información sobre su presencia, su distribución y su dinámica de población, mediante el muestreo; para ello se utilizan mecanismos de detección como el trampeo, y el muestreo de frutos (Aluja, 1993).

Trampeo

Se utiliza para determinar si la especie plaga está presente en un área (detección); para determinar los límites del área considerada como infestada o libre (delimitación) y para verificar de manera continua las características de la población plaga (OIEA, 2005).

En áreas infestadas se utiliza para determinar la presencia de especies y monitorear las poblaciones de mosca de la fruta establecidas. Durante el proceso de supresión, para lograr áreas de baja prevalencia, el trampeo se aplica para medir la eficacia de las medidas de control, para reducir la población y limitar los daños y la dispersión. Durante el proceso de erradicación, para obtener áreas libres de mosca de la fruta, se utiliza para medir la eficacia de las medidas de control aplicadas para eliminar la plaga de un área. Durante el proceso de exclusión, para minimizar el riesgo de introducción o reintroducción de la plaga en un área libre, el trampeo se usa para determinar la presencia de la plaga objetivo de las medidas de exclusión, y confirmar o rechazar la condición de área libre (OIEA, 2005).

La trampa para capturar moscas de la fruta del género *Anastrepha* es la trampa McPhail; se pueden utilizar también una trampa de plástico amarillo, autorizadas por la SAGARPA (http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual_Moscas_de_la_Fruta.pdf), denominada trampa Multilure® (Better World Manufacturing, Inc. Fresno, CA) similar a la McPhail y desarrollada a finales de la década de los 1990's (Martinez *et al.*, 2007). A finales de la década de los 2010's una nueva trampa de plástico transparente denominada trampa INIFAP, que utiliza jugo de uva como cebo, fue diseñada con el propósito de hacer más eficiente la captura (López y Loera, 2008).

La trampa McPhail es un recipiente de vidrio invaginado en la parte inferior, que deja entrar a la mosca pero no le permite salir, ya que al mojarse las alas no puede volar, y permanece atrapada en la mezcla atrayente (NOM-023-FITO-1995, 1999). Como atrayentes se utilizan cebos alimenticios líquidos de proteínas hidrolizadas o tabletas de torula (levadura/bórax). Las tabletas de torula son más efectivas que las proteínas hidrolizadas en periodos prolongados, porque mantienen el pH estable en 9.2; una mezcla con un pH más ácido atrae a menos moscas; las proteínas hidrolizadas no son efectivas en periodos largos porque el pH decrece a partir del valor inicial de 8.5 (OIEA, 2005). La trampa se ceba con 10 ml de proteína hidrolizada, 5 g de bórax y 235 ml de agua (http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual_Moscas_de_la_Fruta.pdf), cuando se usa proteína hidrolizada sólida se coloca el número de pastillas necesarias para completar de 10 a 12.5 g de proteína (NOM-023-FITO-1995, 1999). Debido a la naturaleza genérica del cebo, se considera una trampa para hembras, con una proporción normal de captura de dos hembras por macho; además de la especie de mosca, objetivo, se atrapan otras moscas tefrítidos y no tefrítidas. (OIEA, 2005). Las trampas McPhail se utilizan en los programas

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

de control de grandes áreas en combinación con otras trampas. En áreas bajo actividades de supresión y post-supresión, se usan para rastrear poblaciones de hembras. En programas de liberación de machos estériles, se utilizan en la detección de hembras silvestres para evaluar la cantidad de esterilidad inducida. En áreas libres de moscas, las trampas McPhail y otros tipos de trampas son una parte importante de la red de trapeo para moscas de la fruta exóticas, por su capacidad de atrapar especies de mosca de la fruta de importancia cuarentenaria, para las cuales no existen cebos específicos. Para su servicio semanal requieren excesiva mano de obra tiempo y esfuerzo (OIEA, 2005).

La trampa Multilure es una versión de la trampa McPhail y consiste en un contenedor de plástico, de forma cilíndrica, formado por dos piezas; la parte superior transparente y la inferior invaginada, amarilla o verde, se pueden separar facilitando el servicio y cebado de la trampa. (OIEA, 2005). El cebo puede ser proteína líquida, o cebo seco sintético (acetato de amonio y putrescina) administrado en pequeños dispensadores planos adheribles a la pared interna de la parte superior de la trampa. En las trampas McPhail, de una sola pieza, se dificulta adherir los dispensadores a su pared interna. La trampa Multilure con atrayente sintético seco, es más eficiente y selectiva que la misma Multilure o McPhail con proteínas líquidas, y requiere menos mano de obra, tiempo y esfuerzo para su servicio, y se capturan menos moscas macho y menos especies distintas (OIEA, 2005). En climas cálidos se puede usar un 10% de propileno glicol para disminuir la evaporación del agua y la descomposición de las moscas capturadas, o bien, una mezcla de agua, bórax (solución al 0.1%), agregando 1 o 2 gotas de la solución al agua (OIEA, 2005).

Los cebos proteicos levadura de torula o proteína hidrolizada tienen una longevidad de 1-2 semanas en el campo (OIEA, 2005), y en un programa de trapeo para monitoreo y detección se debe dar servicio a los 7 días y recebarse en 1-2 semanas; mientras que en un programa de delimitación se debe dar servicio en 1-7 días y recebarse cada semana. El cebo seco sintético tiene una longevidad de 4-6 semanas en el campo, y en programas de monitoreo y detección se debe dar servicio a los 14 días y recebarse a las 4-6 semanas; mientras que en un programa de delimitación se debe dar servicio a 1-7 días y recebarse a las 4 semanas (OIEA, 2005).

La selección del árbol frutal para colocar la trampa, es decisivo en un programa de trapeo; los árboles en fructificación son más atractivos para las moscas. Se da prioridad a los árboles de la variedad de la fruta hospedero principal o primario (NOM-023-FITO-1995, 1999). Cuando existen árboles frutales iguales se selecciona el que presente mayor número de frutos maduros y que sea un hospedero primario. La trampa se coloca a 3/4 partes de la altura del árbol, nivel donde se concentra la mayor población de moscas, donde las ramas no impidan la circulación del viento o la entrada de las moscas hacia la trampa, y que la luz solar no incida directamente sobre ella ([http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual Moscas de la Fruta.pdf](http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual_Moscas_de_la_Fruta.pdf)).

La densidad de trampas es un factor crítico para el monitoreo de las moscas de la fruta y se ajusta con base a la eficiencia de la trampa, la eficiencia del cebo/atrayente, la altitud, el clima, la topografía de la localidad, el tipo y la presencia de la planta hospedera, la fase en que se encuentre el programa y la especie de mosca de la fruta (OIEA, 2005). En áreas infestadas se instalan 0.5-1 trampas/km² en el área de producción, y 0.25-0.5/km² ya sea en el área marginal, urbana o punto de entrada. Durante el proceso de supresión se requieren 2-4/km² en el área de producción, 1-2/km² en el área marginal y 0.25-0.5/ km² ya sea en el área urbana o punto de entrada. Durante el proceso de erradicación se instalan 3-5/ km² en cualquiera de las áreas mencionadas. Para la delimitación durante el proceso de supresión se requieren 10-20 trampas/km² ubicadas entre el área marginal y la urbana; y 20-50/km² cuando se trata de la delimitación durante el proceso de erradicación. Para la detección durante el proceso de exclusión/ contención se sugieren 2, 3, 6 y 6-10/km² para las áreas de producción, marginal, urbana y punto de entrada, respectivamente (OIEA, 2005).

Se usa una trampa/ha en los huertos de frutales tropicales y una trampa cada cinco ha para frutales cítricos y caducifolios, con revisiones semanales desde floración a cosecha, y revisiones quincenales el resto del año. Las moscas capturadas se depositan en un frasco con alcohol al 70%, etiquetado con los datos de la trampa respectiva, y se transportan al Comité Estatal o la Junta Local de Sanidad Vegetal para su identificación. Como resultado del trapeo se obtienen los índices MTD (moscas/ trampa/día), dividiendo el número de moscas capturadas (por especie) entre el resultado que se obtenga de multiplicar el número de trampas revisadas por

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

el número de días de exposición de la trampa. El MTD permite conocer la población de moscas y consecuentemente, el impacto de los métodos de control aplicados. Todos los huertos comerciales deberán aplicar los métodos de control al obtener un MTD mayor a 0.0000 (NOM-023-FITO-1995, 1999; [http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual Moscas de la Fruta.pdf](http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual_Moscas_de_la_Fruta.pdf)).

La SAGARPA, a través de la Campaña, establece tres categorías fitosanitarias, a) Zona bajo control fitosanitario de moscas de la fruta (zona infestada o de alta prevalencia de moscas de la fruta, con índices de MTD mayores a 0.0100, en cualquier periodo del año; se identifica también como zona sin antecedentes de control de la plaga; en esta categoría se ubican las fases de promoción, control integrado y supresión de la plaga), b) Zona de baja prevalencia de moscas de la fruta (se considera que el índice MTD, en las áreas comerciales y marginales, es igual o menor a 0.0100 por lo menos durante seis meses; además debe estar protegida con medidas fitosanitarias; en esta categoría se ubica la fase de erradicación), c) Zona libre de moscas de la fruta (se considera que el índice MTD, tanto en las áreas comerciales como marginales, es igual a cero durante los últimos doce meses. Asimismo, debe estar protegida permanentemente con medidas fitosanitarias (NOM-023-FITO-1995, 1999).

Muestreo de frutos

Se realiza para detectar larvas de moscas en la fruta, para corroborar los resultados del trapeo, y para evaluar los resultados del control biológico y autocida. (NOM-023-FITO-1995, 1999).

Se realiza seleccionando frutos en un estado de 60 a 70% de madurez (Aluja 1993); de preferencia los que cuelgan del árbol y en menor grado los que se encuentran en el suelo porque las larvas podrían haber abandonado el fruto; en este último caso, se seleccionan los frutos caídos recientemente (http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual_Moscas_de_la_Fruta.pdf). El tamaño de la muestra es de 0.5 kg para frutos pequeños como la guayaba, de 2 a 4 kg para naranja y 5 kg para toronja. Se colecta una muestra por hectárea en huertos con infestaciones ocasionales, y mientras perdure la infestación se colectan cinco muestras por hectárea alrededor de las trampas donde ocurrió la captura de las moscas. Los frutos colectados del suelo y del árbol, se colocan en bolsas de polietileno, separadas, aunque provengan del mismo árbol; cada muestra se etiqueta con la fecha de colecta, el nombre del propietario y del huerto, el número de registro, el nombre común de la fruta, la variedad, la muestra de suelo o de árbol, la cantidad de frutos y el peso de la muestra. Los frutos se disectan y las larvas encontradas se depositan en un frasco con una solución salina al 5%, se etiquetan y se transportan para su identificación a los Comités Estatales o a las Juntas Locales de Sanidad Vegetal. Las infestaciones y el nivel de daño causado, se determinan según el número de larvas por kilogramo de fruta, porcentaje de frutos infestados y número de larvas por fruto ([http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual Moscas de la Fruta.pdf](http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual_Moscas_de_la_Fruta.pdf)).

Control químico

Es un componente importante dentro del manejo integrado de plagas y está basado en el comportamiento alimenticio de la mosca de la fruta: se utiliza una mezcla de insecticida y atrayente alimenticio para elaborar un cebo atractivo que incremente la efectividad del control, en comparación con las aplicaciones convencionales de insecticidas ([http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual Moscas de la Fruta.pdf](http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual_Moscas_de_la_Fruta.pdf)). La mosca de la fruta es susceptible a la mayoría de los insecticidas, sin embargo, los productos autorizados para su control son el malation y el spinosad GF 120 (CICOPLAFEST, 2004).

En aspersiones terrestres se aplica una mezcla de malatión 1000 C. E. 1 l, proteína hidrolizada 4 l, y 95 l de agua, en dosis de 150 a 300 cc por árbol, en bandas alternas. En aspersiones aéreas se aplica una mezcla de malatión a ultrabajo volumen (UBV) 95% 1 l y proteína hidrolizada 4 l y se aplica en dosis de 1 l/ha (NOM-023-FITO-1995, 1999).

Moreno y Mangan (2002) desarrollaron y adaptaron al insecticida Spinosad para uso comercial en el control de moscas de la fruta; actualmente se comercializa como spinosad GF-120, formulado con un nuevo atrayente y

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

se aplica de manera terrestre o aérea: la formulación comercial se mezcla con agua en proporción de 40:60 partes, respectivamente, y se aplican 2-6 l/ha de la mezcla (<http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual Moscas de la Fruta.pdf>).

En aplicación terrestre, con aspersoras manuales o motorizadas, la periodicidad entre cada aplicación es de 7 a 10 días; la aspersión se dirige al follaje de los árboles, de la parte media a la parte alta de la copa, en hileras alternas, una hilera si y otra no. En aplicaciones aéreas la aspersión se aplica en bandas alternas, considerando el ancho de la franja de aplicación del avión, que puede abarcar hasta tres hileras de árboles (<http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual Moscas de la Fruta.pdf>).

Para el control químico en áreas urbanas y asentamientos humanos se usa Malathion deodorizado para evitar molestias al público (NOM-023-FITO-1995, 1999).

Estaciones cebo. La aplicación de insecticidas es un componente esencial para el manejo de las moscas de la fruta; sin embargo, el impacto sobre otros organismos y el rechazo a las aplicaciones de insecticidas en grandes áreas, han originado el desarrollo de las estaciones cebo como tratamientos alternativos (Mangan y Moreno, 2007); se formulan con una mezcla de malation 1000 CE, proteína hidrolizada y agua, en proporciones de 1:9:90, partes, respectivamente, y se usan 9 estaciones cebo/ha conteniendo cada una 75-150 ml de la mezcla; se utilizan envases de plástico desde 600 ml. hasta 2 l de capacidad, con dos cortes laterales rectangulares, en el interior se coloca un material absorbente como estopa, esponja, aserrín, o viruta, bañado con la mezcla, que sirve para que las moscas se posen y puedan alimentarse del cebo insecticida. Las estaciones cebo se deben colocar a 3/4 de altura del árbol, evitando los árboles con trampas y los contiguos a ellos (<http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual Moscas de la Fruta.pdf>).

Previamente a la aplicación de la técnica del macho estéril, se requiere reducir las poblaciones de moscas a niveles que puedan ser excedidos por los de los estériles (Mangan, 2005), las estaciones cebo constituyen un recurso para contribuir a esa reducción.

Mangan y Moreno (2007) desarrollaron una nueva estación cebo que redujo del 70 al 90% de la población de moscas estériles liberadas en un huerto; actualmente, han elaborado un cebo con consistencia de gel que, además del tóxico, contiene proteína hidrolizada más refinada, atrayentes suplementarios, estimulantes de alimentación, y aditivos para evitar el secado del gel; y para mejorar la protección del cebo, utilizan una estación cilíndrica de plástico.

Control cultural y mecánico

Está dirigido a destruir larvas de moscas de la fruta, y se realiza cuando el muestreo de frutos reporta la presencia de la plaga (NOM-023-FITO-1995, 1999). Su incorporación es primordial en un manejo integrado de moscas de la fruta y puede llegar a controlar al 60-80% de la población plaga (Aluja 1993), consiste en actividades de recolección y destrucción de frutos, barbecho, rastreo y podas sanitarias. La fruta caída se destruye antes y durante la cosecha, así como los frutos desechados por mala calidad durante el corte y empaque, los frutos que permanecen en el árbol después de la cosecha comercial y los frutos en árboles hospedantes alternantes de la periferia de los huertos; la destrucción de frutos se realiza enterrándolos o incinerándolos (NOM-023-FITO-1995, 1999). La eliminación de la maleza mediante el barbecho y rastreo dentro del huerto facilita la colecta de la fruta caída; Las podas sanitarias reducen el exceso de follaje que sirve de refugio a las moscas; la reducción del número de variedades hospedantes en un huerto comercial contribuye a la disminución de poblaciones de mosca; los cultivos trampa como la toronja, concentran altas poblaciones de *A. ludens* que pueden ser fácilmente controladas; los hospedantes silvestres actúan como cultivos trampa. Cuando por razones de comercialización se requiere de varios frutales en un huerto, hospedantes de *A. ludens*, estos se seleccionan para que la producción de frutos no sea continua, y se evite la proliferación de la plaga. Ecológicamente es deseable tener diversidad de frutales porque se mantiene un equilibrio natural que beneficia a la fauna benéfica (Aluja 1993).

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Durante los últimos 50 años se ha dependido de los insecticidas como la alternativa importante de control, y desafortunadamente, a largo plazo no han provisto de una regulación efectiva de plagas (Cuperus *et al.*, 1990). En México, además de los insecticidas cebo contra moscas de la fruta, se aplica, básicamente, el control cultural, la técnica del macho estéril y el control biológico; el productor está obligado a mantener un control de moscas en su huerto, en lugar de optar por acciones de corto plazo como un tratamiento postcosecha o cuarentena de áreas, cuando se encuentran frutos larvados. Prácticas de manejo con fundamento ecológico como la manipulación del medio ambiente, los cultivos trampa y el diseño de huertos, están dispuestas para detener el continuo movimiento de poblaciones de moscas de un hospedante a otro; para ello es necesario identificar todas las plantas hospedantes cultivadas y silvestres para cada una de las especies de moscas de la fruta que causan daño económico (Aluja y Liedo 1986). La destrucción de frutos caídos ha resultado efectiva para reducir poblaciones de moscas, cuando se coordina con la aplicación de un cebo tóxico o un cultivo trampa como la toronja en el cual se puede asperjar insecticidas (Crawford 1927).

Control Biológico

Este método de control responde a la incorporación de principios ecológicos en el manejo de plagas agrícolas para obtener productos libres de residuos tóxicos, y reducir el impacto negativo al medio ambiente y organismos presentes (Montoya y Cancino, 2004). La avispa *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), es uno de los parasitoides exóticos que se ha liberado y ha llegado a establecerse en Latinoamérica (Ovruski *et al.*, 2000), sin embargo, no existen evidencias de que está controlando significativamente a las moscas de la fruta (Sivinsky, 1996). En comparación con el esquema de control biológico clásico, las liberaciones aumentativas de parasitoides han tenido mejores resultados (Thomas 2007). Existen diferentes reportes acerca de la supresión de poblaciones de moscas de la fruta por medio de liberaciones aumentativas de parasitoides, principalmente *D. longicaudata* y *D. tryoni* (Wong *et al.*, 1991; Wong *et al.*, 1992; Sivinsky *et al.*, 1991, 1996; Burns *et al.*, 1996). Esta estrategia es considerada como una alternativa para la supresión de poblaciones plaga y puede utilizarse en programas de erradicación, al integrarlo con la Técnica del insecto estéril (Wong *et al.*, 1992; Sivinsky, 1996).

En México, las dos especies identificadas con un gran potencial para programas de control biológico por aumento son *D. longicaudata* y *Fopius arisanus* (Montoya y Cancino, 2004), el primero, ha sido el más utilizado. Para aplicar este programa se requirió del establecimiento de una cría artificial del enemigo natural, lo cual fue logrado en la planta de moscas de la fruta en Metapa de Dominguez, Chiapas, donde se tiene una capacidad de producción semanal de 50 millones de *D. longicaudata* (Rull-Gabayet *et al.*, 1996). El programa de liberaciones aumentativas es una extensión del programa de la TIE porque los insectos estériles criados masivamente son los hospederos de los parasitoides (Wong *et al.*, 1992).

D. longicaudata liberado en forma terrestre a una densidad de 750 individuos por ha, en naranja, ha resultado en 69.9% de parasitismo de *A. ludens* (Enkerlin *et al.*, 1990), y liberado en forma aérea en mango criollo, resultó en 42.4% de parasitismo (Montoya *et al.*, 2000). Liberaciones semanales de 1000 parasitoides/ha, durante 35 semanas, en una superficie de 1600 ha de huertos de mango, causó una supresión del 70% de poblaciones de *Anastrepha* (Montoya *et al.*, 2000).

Las liberaciones aumentativas de parasitoides son recomendables realizarlas en ecosistemas aislados o en superficies lo suficientemente grandes como para minimizar los efectos de la migración de los parasitoides y de la plaga (Knipling, 1992). Es posible que los enemigos naturales puedan ser más efectivos en áreas naturales y en la zona urbana en comparación con los huertos comerciales (Wharton, 1989; Sivinsky, 1996). Los parasitoides son un componente importante del manejo integrado de moscas de la fruta en áreas con fruticultura orgánica, en sitios de difícil acceso como cañones o barrancas, en épocas de alta precipitación que impiden la aplicación de otras técnicas de control, en áreas marginales con hospedantes silvestres donde no se implementan acciones de control y en áreas de producción aisladas donde el efecto de un control biológico aumentativo se podría mantener (Montoya y Cancino, 2004). En México, Las liberaciones de este parasitoide

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

se efectúan después de un programa sistemático de muestreo de frutos que identifica las áreas con presencia de larvas maduras de la plaga (http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual_Moscas_de_la_Fruta.pdf).

En base a un plan técnico, se envían parasitoides a diversas entidades para ser liberados para el control de *Anastrepha* spp en hospedantes en áreas marginales y traspatios para prevenir el movimiento de poblaciones de moscas hacia los huertos comerciales; las densidades de liberación son de 1500 a 2500 parasitoides por ha dependiendo del tipo de área ecológica; ésta actividad asociada con otras medidas de control ha reducido considerablemente la presencia de moscas en los huertos comerciales y han facilitado su control (Montoya *et al.*, 2007).

Las liberaciones aumentativas de parasitoides, se hacen en forma aérea o terrestre, y la densidad de parasitoides a liberar por hectárea por semana y la frecuencia de liberación está determinada por los niveles de infestación de la plaga, que se estiman conforme a lo establecido en el Apéndice Técnico para las Operaciones de Campo de la Campaña. La SAGARPA determina el momento oportuno para iniciar las liberaciones, así como la programación de los envíos de parasitoides a cada zona o región, con base en la infraestructura y acondicionamiento apropiado para mantener la calidad de los parasitoides (NOM-023-FITO-1995).

Control autocida

La técnica del insecto estéril (TIE) es altamente específica y afecta el sistema reproductivo de la plaga, su objetivo es la supresión de la población a nivel debajo del "límite máximo de plaga" para seguridad cuarentenaria (Mangan *et al.*, 1997), bajo este concepto, la infestación de la plaga es tan baja que no constituye un riesgo, y la exportación de la fruta es permitida sin fumigación u otras restricciones (Nilakhe, 1991). Antes de su aplicación, en programas de supresión/erradicación, se requiere aislar y reducir las poblaciones de la plaga a densidades más bajas que la de los insectos estériles a liberar; para evitar inmigraciones de la plaga y lograr el aislamiento de la población en el sitio de interés, se pueden utilizar barreras cuarentenarias, geográficas, o aplicación de tratamientos en los márgenes; la reducción de la población plaga, se logra mediante la aplicación de los otros componentes del manejo integrado (Mangan, 2005) y generalmente se logra mediante la aplicación de insecticidas o mediante estaciones cebo (Thomas, 2007) y el control mecánico y cultural y el control biológico. Hembras fértiles que copularon antes de la liberación de insectos estériles, continúan causando daño; sin embargo, la posterior reducción del potencial reproductivo de la población se manifiesta en la reducción del daño (Mangan, 2005). El macho es sexualmente activo a los 4 días después de la eclosión (Dickens *et al.*, 1982), su liberación se hace a los 3-4 días de edad y su persistencia o recaptura es mayor cuando la liberación se realiza por la tarde (Thomas, 2002), la esperanza media de vida de moscas estériles es de 5 a 10 días después de su liberación (Thomas y Loera-Gallardo, 1998).

La implementación de la TIE en México, se lleva a cabo mediante la producción de 220 millones por semana de *A. ludens* en la planta de producción de moscas de la fruta estériles, ubicada en Metapa de Domínguez, Chiapas. Las pupas irradiadas se envían a los estados con estatus de baja prevalencia, con el objetivo de erradicar a la plaga (<http://www.senasica.gob.mx/default.asp?id=1002>).

La liberación de las moscas estériles es la actividad culminante del proceso de erradicación y se inicia cuando se ha logrado la supresión de la plaga y se mantiene un MTD menor a 0.01 durante la temporada de fructificación del hospedante preferido o durante un periodo mínimo de 5 meses. El método de liberación debe estar acorde a la dimensión del programa de erradicación de un estado o región. En áreas en erradicación se manejan altas densidades que varían entre 2,000 y 5,000 moscas por ha; una densidad de 3,500 moscas estériles por ha es ideal para un programa normal de erradicación; en caso que exista una limitante en la disponibilidad de pupas, las densidades pueden ser entre 1,000 y 2,000 moscas por ha (NOM-023-FITO-1995, 1999).

La liberación puede ser aérea o terrestre y se recomienda iniciarla entre las 4:00 y 5:00 a.m. y finalizarla a las 10:00 A.M. Para la liberación aérea se utilizan avionetas en áreas planas, y helicópteros en regiones

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

montañosas donde los hospedantes están agrupados en islas ecológicas, o para liberaciones dirigidas a brotes de la plaga. La liberación terrestre es complementaria a la liberación aérea. Se recomienda realizarla en áreas con asentamientos humanos (zonas urbanas, suburbanas, ejidos y brotes de la plaga muy localizados ([http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual Moscas de la Fruta.pdf](http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual_Moscas_de_la_Fruta.pdf))).

La SAGARPA determina el momento oportuno para iniciar las liberaciones, así como la programación de los envíos de moscas estériles a cada zona o región, con base en la infraestructura y acondicionamiento apropiado para mantener la calidad de los insectos estériles (NOM-023-FITO-1995, 1999).

Control legal

El control legal se basa en el cumplimiento de actividades de carácter obligatorio para el público en general, productores, transportistas, comerciantes y empacadores, establecidas en la Ley Federal de Sanidad Vegetal y en las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la SAGARPA; su objetivo es controlar, suprimir, confinar o erradicar a una plaga en determinada región del país, y proteger las zonas reconocidas como libres y de baja prevalencia de moscas de la fruta. Se aplica mediante disposiciones como, la inscripción o registro de huertos ante la SAGARPA, la verificación y certificación de la sanidad de huertos por un profesional fitosanitario autorizado, la disposición de la Tarjeta de Manejo Integrado de Moscas de la Fruta de periodicidad semanal en la que se registran cada una de las acciones que se realiza y los resultados obtenidos, y la realización de las actividades de monitoreo y control de la plaga conforme a lo indicado en la NOM-023-FITO-1995 (1999). Es primordial el apoyo de los productores a la formación y consolidación de los comités locales y regionales de Sanidad Vegetal, a los mecanismos de regulación de viveros, variedades y ampliación de nuevas áreas frutícolas, al establecimiento de caseta de control en carreteras y centrales de abasto para evitar el transporte de fruta infestada (Aluja, 1993).

Tratamientos cuarentenarios. Las metodologías de control son utilizadas para el control de la plaga en el campo, sin embargo, después de cosechados los frutos, se pueden requerir otras medidas de manejo en el caso de los productos que van a ser movilizados nacionalmente o exportados (NOM-075-FITO-1997). La infestación por moscas de la fruta es uno de los problemas cuarentenarios críticos, y se requiere de la aplicación de tratamientos postcosecha aprobados (Gazit *et al.*, 2004), para evitar el transporte de fruta infestada, y reducir el riesgo de introducción de la plaga en áreas libres (Kammen y Hassenzahl, 1999). La eficacia de los tratamientos cuarentenarios (probit 9) se obtiene con un 99.9968% de mortalidad probada en más de 100,000 insectos (Phillips *et al.*, 1997).

Diversos tratamientos cuarentenarios están disponibles actualmente e incluyen a la fumigación con Bromuro de metilo, tratamientos físicos usando calor (aire caliente, aire caliente forzado, inmersión en agua caliente), al almacenamiento en frío y a la irradiación (Armstrong, 1994).

El bromuro de metilo se destina, principalmente a la fumigación del suelo, y a tratamientos de postcosecha para prevenir la diseminación de plagas cuarentenarias. Bajo el protocolo de Montreal (UNEP, 2004), este fumigante fue definido como un químico que contribuye a la destrucción de la capa de ozono, y se determinó prohibir su manufactura e importación en los países desarrollados, acordándose una reducción gradual del 25% en 1999, 25% adicional en 2001 y otro 20% adicional en 2001, para eliminarlo completamente en 2005. Por otra parte, se determinó que los países en desarrollo redujeran su uso en 2005 en un 20% menos que el consumo en el periodo 1995-98, para eliminarlo completamente en 2015, excepto para uso cuarentenario y en preenvíos exentos de regulación (UNEP, 2004).

Cuando una plaga cuarentenaria del país importador, está presente en un envío, o está determinado oficialmente que existe el riesgo de que pudiera estar presente, se puede usar el bromuro de metilo para su control. Cuando la plaga que puede estar presente en un envío de exportación no es una plaga cuarentenaria, y el tratamiento de bromuro de metilo es aplicado 21 días previos a la exportación, como requerido por el país importador o exportador, se puede aplicar el bromuro de metilo. En ambos casos, se exige a los países el uso

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

de alternativas técnica y económicamente factibles, aun cuando el tratamiento con bromuro de metilo pueda ser aceptado bajo la excepción en cuarentena y preenvios (<http://ozone.unep.org>; o www.unep.ch/ozone).

El Tratamiento hidrotérmico es muy utilizado en mango y consiste en sumergir los frutos en agua caliente a una temperatura de 46.1°C. Con base en la forma y peso de la fruta, es el tiempo de inmersión para frutos de 375 g o menores, y hasta frutos de 900 g variando el tiempo de 65 a 90 min., respectivamente (<http://manuals.cphst.org/Tindex/getSchedule.cfm?schedules=119>). Este tratamiento mejora la calidad porque destruye organismos en descomposición o exudados en la superficie del fruto y no deja residuos tóxicos (Sharp, 1994).

El Tratamiento con aire caliente a temperatura de 43.3°C y una humedad relativa cercana al 100% durante 14 h. para cítricos y mango infestados por *A. ludens*, está incluido en el manual de tratamientos del USDA-APHIS-PPQ (Hallman y Armstrong, 1994). Una variante de este tratamiento es el tratamiento con aire forzado a temperatura de 44°C y 30% de H. R.; después de 90 min bajo las condiciones anteriores la fruta permanece 100 min adicionales. Este tratamiento fue aprobado desde 1998 para usarse en toronja, tangerinas, y naranjas (Mangan y Shellie, 1999).

El tratamiento en frío fue utilizado en cítricos infestados por *A. ludens*, durante el periodo 1929 a 1937, aplicando temperaturas de -1.1 a -0.55 por 15 días (Baker *et al.*, 1944). Actualmente se aplican temperaturas de 0.55, 1.11 o 1.66°C durante 18, 20 y 22 días, respectivamente, régimen de tratamientos listado para este mismo insecto en el manual de tratamientos del USDA-APHIS-PPQ (Gould, 1994; Walter, 1994 <https://manuals.cphst.org/Tindex/getSchedule.cfm?schedules=119>).

El tratamiento de irradiación consiste en exponer alimento empacado a una fuente de radiación durante cierto periodo de tiempo para obtener el efecto deseado. Las fuentes de radiación permitidas por los standards Codex son los rayos gama producidos por Co-60 o Ce-137 (CAC, 1984).

La irradiación no mata al insecto inmediatamente, pero lo vuelve infértil o evita la emergencia del adulto. El criterio de mortalidad no puede ser utilizado al aplicar la irradiación, porque las altas dosis requeridas afectarían a la calidad de la fruta. El grupo consultivo internacional para irradiación en alimentos CGFI (International consultive group for food irradiation) acordó el uso de 150 Gray en fruta infestada por insectos de la familia Tephritidae. México ha realizado la investigación necesaria para determinar las dosis mínimas en mangos infestados por especies de moscas de la fruta importantes económicamente en el país, con base al valor probit-9; el proceso de irradiación en México es económicamente factible, además de efectivo y eficiente porque dosis bajas evitan el desarrollo del insecto y pueden ser aplicadas a la mayoría de las frutas para ser consumidas inmediatamente después del tratamiento; sin dejar residuos tóxicos, ni afectar al medio ambiente, ni a la calidad del producto y aceptación por el consumidor (Bustos, 2001). La dosis mínima para inhibir la emergencia de *A. ludens* es de 100 Gy, mientras que APHIS-USDA acepta hasta 150 Gy (Bustos *et al.*, 2004). Las dosis que pueden ser aplicadas a mango, toronja y naranjas es de 1000, 300 y 300 Gy, respectivamente (Bustos, 2001).

La Irradiación se aplica en México para exportar guayabas a Estados Unidos desde 2008, y a partir de 2009 ha incluido mangos. Se tienen planes de aplicar la misma tecnología a otras frutas y verduras para exportación (Eggert, 2009), además, se tiene la expectativa de exportar toronja, naranja, mandarina, chile manzano y carambola irradiados. También, a corto plazo se programa incrementar el uso de irradiación para la exportación de otros productos tales como: zapote, chicozapote, guanábana, mamey, tejocote, ciruela amarilla, pitahaya, lima dulce, granada, higo, rambután, entre otros (Puente, 2009).

La aplicación de medidas fitosanitarias a los productos vegetales promueven el intercambio comercial con el resto del mundo; ayudan a evitar la entrada y establecimiento de nuevas plagas con potencial para provocar reducciones en rendimiento y calidad, y causar daño en los productos de consumo nacional y de exportación (<http://www.senasica.gob.mx/?id=695>).

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Los frutos de hospedantes originarios de países donde *A. ludens* está presente, en movimiento hacia países libres de la plaga, deben revisarse para identificar síntomas de infestación y/o disectarlos para buscar larvas. Es recomendable que tales frutos debieran provenir de áreas de producción libres de *A. ludens* o de lugares donde la plaga no fue encontrada, constatado mediante inspecciones regulares cuando menos 3 meses antes de ser cosechados (OEPP/EPPO, 2004). Existe también la alternativa de que los frutos sean tratados, en tránsito, con algún tratamiento cuarentenario como el tratamiento en frío (Mangan e Ingle, 1994).

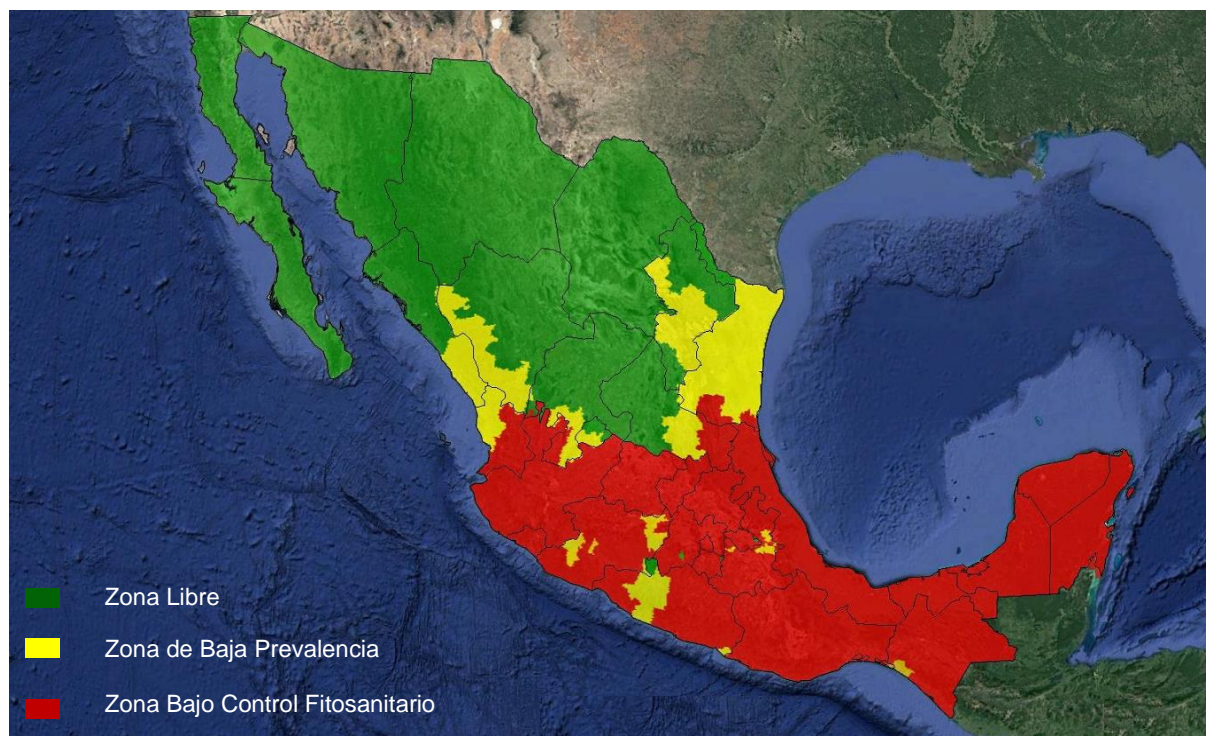
Con las actividades del manejo integrado de moscas de la fruta que se aplican permanentemente en México, a través de la Campaña Nacional contra Moscas de la fruta, actualmente se tiene el reconocimiento del 51.10% (1'001,242.57 km²) del territorio nacional como libre de moscas de la fruta por parte del gobierno de México. De esta superficie han sido reconocidos internacionalmente 202,017 km² por Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda, Unión Europea y Japón. Con los reconocimientos de zonas libres de moscas de la fruta se ha logrado exportar sin tratamiento cuarentenario de postcosecha 36 mil 518.5 toneladas de mango, 20 mil 482 toneladas de naranja y 764 toneladas de durazno, con un valor comercial de 50.7 millones de dólares. Se logró la exportación sin tratamiento cuarentenario de postcosecha 36 mil 518.5 toneladas de mango, 20 mil 482 toneladas de naranja y 764 toneladas de durazno, con un valor comercial de 50.7 millones de dólares y como zona de baja prevalencia se tiene el reconocimiento del 9.75%, equivalente a 190,932.97 kilómetros cuadrados del país.

Con esta Campaña contra las Moscas de la Fruta en México, se han logrado acuerdos de declaratorias de Zonas Libres de moscas de la fruta en México (información actualizada el 03 de Junio de 2014) (<http://www.senasica.gob.mx/default.asp?doc=3901>), en los cuales se incluyen a municipios de diversas entidades Federativas, Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Sonora, 36 Municipios del estado de Zacatecas, 32 Municipios del estado de Durango, 27 Municipios del estado de San Luis Potosí, 24 Municipios del estado de Nuevo León, 12 Municipios del estado de Sinaloa, 6 Municipios del estado de Tamaulipas, el Municipio de Altzayanca, Tlaxcala y la Región norte de las comunidades de Tetela del Volcán y Tlalmimilulpan del Municipio de Tetela del Volcán en el estado de Morelos y 8 Municipios del estado de Aguascalientes.

Como zonas de baja prevalencia existen acuerdos de declaratorias (información actualizada el 03 de Junio de 2014) (<http://www.senasica.gob.mx/default.asp?doc=11027>), como Zonas de Baja Prevalencia se tienen reconocidos los municipios de Aguascalientes, Calvillo y Jesús maría del estado de Aguascalientes; 28 municipios del norte y centro del estado de Tamaulipas; 11 municipios del estado de San Luis Potosí; la Región centro occidente del municipio de Coatepec Harinas, las comunidades de La Cercada, Colonia Adolfo López Mateos, Colonia Guadalupe, San Luis, 1a. y 2a. de Analco, 1a. y 2a. de Santa Ana, 1a. y 2a. de San Miguel, 1a. y 2a. de Zacanguillo y San Isidro del municipio de Coatepec Harinas y a la Comunidad de Puerta Grande del municipio de Ixtapan de la Sal del Estado de México; 27 municipios del estado de Nuevo León; 12 municipios del estado de Zacatecas; nueve municipios de la Región Tierra Caliente y 42 comunidades del municipio de Tecpan de Galeana del estado de Guerrero; siete municipios del estado de Durango; siete municipios del norte del estado de Nayarit; seis municipios del sur del estado de Sinaloa; los municipios de Tuzantla, Susupuato, Tepalcatepec y la Región centro sur del municipio de Juárez y las 18 comunidades del municipio de San Lucas, 7 comunidades del municipio de Jungapeo y tres comunidades del Municipio de Zitácuaro del estado de Michoacán; la Región Centro sur de las Comunidades de Tetela del Volcán, Tlalmimilulpan y Xochicalco del municipio de Tetela del Volcán del estado de Morelos; Mazapiltepec de Juárez, San Salvador El Seco, Soltepec, la comunidad de González Ortega del municipio de Saltillo, La Fragua y la comunidad de Santa María Atexcac en el municipio de Huejotzingo del estado de Puebla.

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Figura 6. Zonas libres, de baja prevalencia y bajo control Fitosanitario, de la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta en México (SENASICA, 2017).



Riesgo fitosanitario

A. ludens es considerada como una plaga cuarentenaria en la EPPO A1 (OEPP/EPPO, 1983), y COSAVE. Como otras *Anastrepha* spp., es de hábitats tropicales húmedos; la parte central y norte de la región EPPO podría no tener las temperaturas suficientemente altas para su sobrevivencia, mientras que la mayoría de las áreas cálidas de la región sur son demasiado áridas como para que *A. ludens* llegara a establecerse ampliamente, por lo tanto, se asume que el riesgo directo de establecimiento es mínimo en la mayoría de las regiones de la EPPO, a pesar de que las poblaciones podrían entrar y multiplicarse durante los meses de verano; estas poblaciones podrían sobrevivir uno o varios inviernos en las áreas de la parte de la región sur, sin embargo, las pérdidas directas de tales introducciones probablemente no serían altas. (http://www.eppo.org/quarantine/insects/Anastrepha.../ANSTLU_ds.pdf).

En E. U. A., el mayor riesgo potencial de *A. ludens* para establecerse se concentra en la parte sur de los estados de Texas, Georgia, Carolina del sur, Arizona y Luisiana. La mayoría de las regiones de producción en California y Florida están localizadas en áreas donde el establecimiento es probable. El estado de Hawaii muestra el mayor riesgo para el establecimiento de *A. ludens*. El resto del país, presenta un bajo riesgo de establecimiento de esta plaga, debido principalmente a la limitada disponibilidad de hospedantes, el corto periodo de clima benéfico para su desarrollo, y a las bajas temperaturas letales para la plaga, durante periodos prolongados (Sequeira, *et al.*, 2001). *Anastrepha* spp., son endémicas para el continente Americano y se restringen a climas tropicales y subtropicales; están ampliamente diseminadas en México, Centro y Sudamérica, y representan alto riesgo para hábitats con climas similares (CABI, 2000). En México, *A. ludens* se encuentra en todas las regiones biogeográficas; y en su distribución por entidades federativas no hay registros para los estados de Hidalgo, Chihuahua y Baja California (Hernández-Ortiz, 2007).

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

BIBLIOGRAFIA

- Aluja M., J. Sivinsky, J. Rull, and P. J. Hodgson. 2005. Behavior and Predation of Fruit Fly Larvae (*Anastrepha* spp.) (Diptera: Tephritidae) after exiting fruit in four types of habitats in tropical Veracruz, Mexico. *Environmental Entomology* 34(6):1507-1516.
- Aluja M., M. Diaz-Fleischer, D. R. Papai, G. Lagunes, and J. Sivinsky. 2001. Effects of age, diet, female density, and the host resource on egg load in *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Insect Physiology* 47: 975-988.
- Aluja M., J. Piñero, I. Jácome, F. F. Díaz-Fleischer, and J. Sivinsky. 2000. Behavior of flies of the genus *Anastrepha*, Pp. 375-406. *In*: M. Aluja & A. Norrbom [eds.], *Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior*. CRC Press, Boca Raton, FL. 968p.
- Aluja M. 1999. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Research in Latin America: Myths, Realities and Dreams. *An. Soc. Entomol. Brasil* 28(4): 565-594).
- Aluja M, H. Celedonio-Hurtado, P. Liedo, M. Cabrera, F. Castillo, J. Guillén, 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. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annu. Rev. Entomol.* 39: 155-178.
- Aluja S. M. 1993. Manejo integrado de la mosca de la fruta. México: Trillas, 251p.
- Aluja, M., M. Cabrera, J. Guillén, H. Celedonio, and F. Ayora. 1989. Behavior of *Anastrepha ludens*, *A. obliqua*, and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) on a wild mango tree (*Mangifera indica*) harbouring three McPhail traps. *Insect. Sci. Appl.* 10: 309-318.
- Aluja M., and P. Liedo. 1986. Future perspectives on integrated management of fruit flies in Mexico. *In*: *Pest control: operations and systems analysis in fruit fly management*. Proc. NATO advanced workshop. M. Mangel, J. R. Carey, and R. Plant. Eds. Springer Verlag. New York. pp 12-48.
- Aluja M., y E. I. Martínez. 1984. Manejo integrado de las moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae). Mexico, SARH, D. G. S. V. Programa Mosca del Mediterráneo. 241p.
- Aluja, M. R., J. Guillen-Aguilar, G. de la Rosa, M. Cabrera, H. Celedonio-Hurtado, P. F. Liedo, and J. Hendrichs. 1987. Natural host plant survey of the economically important fruit flies (Diptera: Tephritidae) of Chiapas, Mexico. *Fla. Entomol.* 70: 329-338. Armstrong J. W. 1994. Commodity resistance to infestation by quarantine pests. Pp.199-212, *In*: J. L. Informe 2009 Sharp y G. J. Hallman (Eds.) *Quarantine treatments for pests of food plants*. 290p.
- Awmack C. S., and S. R. Leather. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annu. Rev. Entomol.* 47: 817–44.
- Baker, A. C., W. E. Stone, C. C. Plummer, and M. McPhail. 1944. A review of studies on the Mexican Fruitfly and related Mexican species. U.S.D.A. Misc. Publ. 531, 155 pp.
- Bateman M. A. 1972. Ecology of fruit flies. *Ann. Rev. Entomol.* 17: 493-518.

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

- Berrigan, D. A., J. R. Carey, J. Guillen-Aguilar, and H. Celedonio-Hurtado. 1988. Age and host effects on clutch size in the Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens*. *Entomol. Exp. Appl.* 47: 73-80.
- Birke A., M. Aluja, P. Greany, E. Bigurra, and D. Perez-Staples. 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. *J. Econ. Entomol.* 99:1184-93
- Burns R. E., J. O. Diaz, and T. C. Holler. 1996. Inundative release of the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* for the control of the Caribbean Fruit Fly *Anastrepha suspensa*, pp. 377-381. *In: B. A. McPherson, G. F. Steck (eds.). Fruit Fly Pests. A World Assesment of their biology and Management.* St. Lucie Press. Delray Beach, Florida.
- Bush, G. L. 1962. The cytotaxonomy of the larvae of some Mexican fruit flies in the genus *Anastrepha* (Tephritidae, Diptera) *Psyche* 69: 87-101.
- Bustos E. 2001. Irradiation as a Quarantine Treatment, Pp.4-12, *En: 24th NAPPO Annual Meeting Workshop Bulletin No. 16.* North American Plant Protection Organization Proceedings of the NAPPO Workshop on Phytosanitary Alternatives to Methyl Bromide, 76p.
- Bustos M. E., W. Enkerlin, J. Reyes, and J. Toledo. 2004. Irradiation of Mangoes as a Postharvest Quarantine Treatment for Fruit Flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 97(2): 286-292.
- CABI (Centre for Agriculture and Biosciences International). 2000. *Crop Protection Compendium, Global Module, 2nd Edition.* CAB International, Wallingford, UK.
- CAC (Codex Alimentarius Commission). 1984. *Codex General Standard for Irradiated Foods and Recommend International Code of Practice for the Operation of Radiation facilities used for the treatment of Foods.* CAC/Vol.: XV De. 1 FAO/WHO, Rome.
- Carroll L. E., and R. A. Wharton. 1989. Morphology of the immature stages of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 82: 201-214.
- Celedonio-Hurtado H., P. Liedo, M. Aluja, y J. Guillen. 1988. Demography of *Anastrepha ludens*, *A. obliqua* and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) in Mexico. *Florida Entomologist* 71 (2) 110-119.
- Christenson L. D., R. H. Foote. 1960. Biology of fruit flies. *Annual Review of Entomology* 5, 171-192.
- CICOPLAFEST (Comisión Intersecretarial para el control y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas). 2004. *Catálogo de Plaguicidas.* Secretaría de Salud, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Economía.
- Crawford D. L. 1927. Investigation of Mexican fruit fly (*Anastrepha ludens* Loew) in Mexico. *Monthly Bulletin, Department of Agriculture, California* 16: 422-445.
- Cuperus G. W., R. T. Noyes, W. S. Fargo, B. L. Clary, D. C. Arnold, and K. Anderson. 1990. Succesful management of a high risk stored wheat system in Oklahoma. *American Entomologist* 36: 129-134.
- Díaz-Fleischer F., and M. Aluja M. 2003. Clutch size in frugivorous insects as a function of host hardness: the case of the tephritid fly *Anastrepha ludens*. *Ecol. Entomol.* 28: 268-77.
- Dickens, J. C., E. Solis, and W.G. Hart. 1982. Sexual development and mating behavior of the Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* (Loew). *Southwest. Entomol.* 7: 9-15.

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Division of Plant Industry; Jack Dykinga, USDA; and Jack Clark, University of California Cooperative Extension.

Eggert P. 2009. Reflexiones sobre la NAPPO. Boletín de la NAPPO, 33ª Reunión Anual. www.nappo.org/Newsletter/2009/Newsletter-09-09-s.htm#Irradiation (Consultado el 2 de Febrero de 2010)

Enkerlin D., R. L. García, and M. F. Lopez. 1989. México, Central and South America. Fruit flies: their biology, natural enemies and control. World Crop Pests, Vol. 3A (Ed. by A. S. Robinson, and G. Hooper), pp. 83–90. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Enkerlin D. J., J. Cancino, J. Guillén, y L. Martínez. 1990. Evaluaciones del efecto de parasitoides sobre poblaciones de moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en Mazapa de Madero, Chiapas. In: XIII Reunión Nacional de Control Biológico. AMBC. (datos sin publicar)

Enkerlin W. R. 1987. Orientación y dispersión de poblaciones de la mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha ludens*), estériles y silvestres, en el municipio de Allende N. L., en el periodo de Septiembre de 1985 a Agosto de 1986. M. Sc. Tesis. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, 76pp.

Fletcher B. S. 1989. Ecology: movements of tephritid fruit flies. In: Robinson, A.S., G. Hooper, eds. Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pests, 3(B). Amsterdam, Netherlands: Elsevier, pp. 209-219.

Flitters N. E., and P. S. Messenger. 1965. Effect of temperature and humidity on development and potential distribution of the Mexican fruit fly in the United States. Tech. Bull. No. 1330. USDA-ARS. 35pp.

García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climatic de Koeppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F., 246p.

Gazit Y., Y. Rossler, S. Wang, J. Tang, and S. Lurie. 2004. Commodity treatment and quarantine entomology. Thermal death kinetics of egg and third instar Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 97: 1540–1546.

Gould W. P. 1994. Cold storage. Pp. 119-132, In: J. L. Sharp y G. J. Hallman (Eds.) Quarantine treatments for pests of food plants. 290p.

Greene C. T. 1929. Characters of the larvae and pupae of certain fruit flies. Journal of Agricultural Research 38: 489-504.

Gutierrez-Samperio J., J. Reyes, and A. Villaseñor. 1993. National Plan against fruit flies in Mexico. In: Fruit flies: Biology and management, M. Aluja, P. Liedo (eds.), Springer Verlag New York, Inc., 492p.

Hagstrum D. W., and C. E. Leach. 1973. Role of constant and fluctuating temperatures in determining developmental time and fecundity of three species of stored-product Coleoptera. Ann. Entomol. Soc. Am. 66: 407-410.

Halffter G. 1976. Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana. Relaciones con la Entomofauna de Norteamérica. Folia Entomológica Mexicana 35: 1-64.

Hallman G. R. 1999. Lethality of cold to third instars, pupae, and pharate adults of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol 92(2): 480-484.

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Hallman G. J., and J. W. Armstrong. 1994. Heated air treatments Pp. 149-164, *En*: J. L. Sharp y G. J. Hallman (Eds.) Quarantine treatments for pests of food plants. 290p.

Hernández-Ortiz V. 2007. Diversidad y biogeografía del género *Anastrepha* en México. *En*: V. Hernandez- Ortiz (Ed.), Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, Biología y Manejo. S y G editores, Distrito Federal, México. Pp: 53-76.

Hernández-Ortiz V. 1992. El género *Anastrepha* Schiner en Mexico (Diptera: Tephritidae), Taxonomía, distribución y sus plantas huéspedes. Instituto de Ecología, Xalapa México. 162 p.

Herrera A. L., A. F. Rangel, y L. de la Barreda. 1900. El gusano de la fruta (*Instrypetas ludens* I. D. E.). Boletín de la Comisión de Parasitología Agrícola 1: 1-28.

<https://manuals.cphst.org/Tindex/getSchedule.cfm?schedules=119> (Consultado el 8 de Febrero de 2010)

http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/mexican_fruit_fly.htm. (Consultado el 2 de Febrero 2010).

http://www.eppo.org/quarantine/insects/Anastrepha.../ANSTLU_ds.pdf European and Mediterranean Plant Protection Organization. Data Sheets on Quarantine Pests, *Anastrepha ludens* 5p. Prepared by CABI and EPPO for the EU under Contract 90/399003. ANSTLU.ds.pdf (consultado el 2 de Febrero de 2010).

<http://www.senasica.gob.mx/default.asp?doc=3901>. Acuerdos de Zonas libres, última actualización el 30 de Septiembre de 2009. (Consultado el 16 de Diciembre 2009).

<http://www.senasica.gob.mx/default.asp?doc=11027>. Acuerdos de Zonas de baja prevalencia, última actualización el 19 de Febrero de 2010. (Consultado el 27 de Febrero de 2010).

www.senasica.gob.mx/default.asp?id=1002 (Consultado el 4 de Enero de 2010).

http://www.cesavesin.gob.mx/moscas/Manual_Moscas_de_la_Fruta.pdf. (Consultado el 4 de Diciembre de 2009).

<http://ozone.unep.org> or www.unep.ch/ozone. Methyl Bromide: Quarantine and Preshipment uses 16p. (Consultado el 7 de Febrero de 2010)

<http://www.senasica.gob.mx/?id=695> (Consultado el 2 de Febrero 2010)

ICGFI (International Consultive Group for Food Irradiation). 1986. Report of the Task Force Meeting on Irradiation as a Quarantine Treatment convened by the International Consultative Group For Irradiation (ICGFI), Chiang Mai, Thailand. IAEA, Vienna.

Jiron L. F., J. Soto-Manitiu, and A. L. Norrbom. 1988. A preliminary list of the fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in Costa Rica. *Florida Entomologist* 71:130-137.

Kammen D. M., D. M. Hassenzahl. 1999. Should We Risk It? Exploring Environmental, Health, and Technological Problem Solving. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press.

Knipling E. F. 1992. Principles of insect parasitism analyzed from new perspectives. Agriculture Handbook No. 693. ARS-USDA. Washington D. C. USA.

Leyva-Vazquez J. L. 1988. Temperatura umbral y unidades calor requeridas por los estados inmadurados de *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae). *Folia Entomol. Mex.* 74: 189-196.

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

Liedo P. F., J. R. Carey, H. Celedonio-Hurtado, and J. Guillen-Aguilar. 1993. Demography of *Anastrepha* fruit flies: a case study of three species of economic importance, p. 119-124. *In*: M. Aluja, and P. Liedo (Eds.). Fruit flies: Biology and management. Springer-Verlag, New York. 492p.

Liedo P., and J. Toledo. 2007. Ecología de poblaciones y manejo integrado de las moscas de la fruta en el Soconusco, Chiapas, México. *En*: V. Hernandez-Ortiz (Ed.), Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, Biología y Manejo. S. y G. editores, Distrito Federal, México. Pp: 133-144.

López A. J. I., J. Loera G. 2008. Jugo de uva y trampas transparentes para mejorar la captura de mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera. Tephritidae), p.83-84. *En*: Memorias de la 7ª reunión del grupo de trabajo em Moscas de la fruta del Hemisferio Occidental. 182p.

Mangan R. L., D. S. Moreno. 2007. Development of Bait Stations for Fruit Fly Population Suppression. *Journal of Economic Entomology* 100(2):440-450.

Mangan R. L. 2005. Population suppression in support of the sterile insect technique. V. A. Dyck J. Hendrichs, A. S. Robinson (eds.), *Sterile Insect Technique. Principles and Practice in Area-Wide integrated pest management.* 407-425.

Mangan R., K. Shellie, S. Ingle and M. Firko. 1998. High temperature forced air treatments with fixed time and temperature for Dancy tangerines, Valencia oranges, and rio star grapefruit. *J. Econ. Entomol.* 91(4); 933-939.

Mangan R. L., E. R. Frampton, D. B. Thomas, and D. S. Moreno. 1997. Application of the maximum pest limit concept to quarantine security standards for the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 90:1433-1440.

Mangan R., and K. Shellie. 1999. Forced Hot-Air Treatments Moving Forward for Citrus. *Agricultural Research Service/Vol. 5, No. 4*

Mangan R.L., and S.J. Ingle. 1994. Forced hot-air quarantine treatment for mangoes infested with West Indian Fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 85: 1859-1864.

Martinez A. J., E. J. Salinas, and P. Rendon. 2007. Capture of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) with Multilure traps and Biolure attractants in Guatemala. *Florida Entomologist* 90: 258-263.

Messenger P. S., and N. E. Flitters. 1957. Bioclimatic studies of the Mexican fruit fly. *California Avocado Society. Yearbook* 41: 119-127.

McAllister L.C. and J.K. Clore. 1941. Evidence on the theory of annual dispersal of the Mexican fruit fly from Northern Mexico to Citrus groves in the Rio Grande Valley of Texas. Summary report on line project No. 40, 1941-1941, USDA-Bureau of Entomology and Plant Quarantine. U.S. Gov. Printing Office S-9742.

McPhail M., and C. I. Bliss. 1933. Observations on the Mexican fruit fly and some related species in Cuernavaca, Mexico, in 1928 and 1929. *U. S. Dept. Agr. Cir.* 255. 24 pp.

Montoya P., J. Cancino, M. Zenil, G. Santiago, and J. M. Gutierrez. 2007. The augmentative biological control component in the Mexican National Campaign against *Anastrepha* spp. Fruit flies. *In*: M. J. B. Vreysen, A. S. Robinson, J. Hendricks (eds.). *Area-Wide Control of Insect Pests*, 661-670.

Montoya P., P. Liedo, B. Benrey, J. Cancino, J. F. Barrera, J. Sivinsky, and M. Aluja. 2000. Biological control of *Anastrepha* spp (Diptera: Tephritidae) in mango orchards through augmentative releases of *Diachasmimorpha lonigicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control* 18:216-224.

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

- Montoya P., J. Cancino. 2004. Control biológico por aumento en moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 43: 257-270.
- Montoya P., and P. Liedo. 2000. Biological control of fruit flies (Diptera: Tephritidae) through augmentative releases: current status, *In*: Tan, K. H. (Ed.) *Area-Wide control of fruit flies and other insect pests*. Penerbit University, Penang, Malaysia, pp. 719-723.
- Montoya P., S. Flores, and J. Toledo. 2008. Effect of rainfall and soil moisture on survival of adults and immature stages of *Anastrepha ludens* and *A. oblique* (Diptera: Tephritidae) under semi-field conditions. *Florida Entomologist* 91(4): 643-650.
- Moreno D. S., and R. L. Mangan. 2002. Bait matrix for novel toxicants for use in control of fruit flies (Diptera: Tephritidae). *In*: Hallman G. J., and C. P. Schwalbe, (eds) *Invasive Arthropods in Agriculture*. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, pp. 333-362.
- Morrone J. J., Espinosa Organista and J. Llorente B. 2002. Mexican biogeographic provinces: Preliminary scheme, General characterization, and synonymies. *Acta Zoologica Mexicana* 85: 83-108.
- Nilakhe S. S. 1991. Mexican fruit fly protocol helps export Texas citrus. *Subtropical Plant Science* 44: 49-52.
- NIMF no. 8 (Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias). 1998. Determinación de la situación de una plaga en un área. CIPF. FAO 2006. Pp. 84-93.
- NOM-023-FITO-1995 (Norma Oficial Mexicana). 1999. Por la que se establece la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. DOF (Diario Oficial de la Federación, publicado el 11 de febrero de 1999).
- NOM-075-FITO-1997 (Norma Oficial Mexicana). 1998. Por la que se establecen los requisitos y especificaciones para la movilización de frutos hospederos de moscas de la fruta. SAGARPA. DOF (Diario Oficial de la Federación, publicada el 16 de marzo de 1998).
- Norrbom A. L. 2004. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Economic Importance. The Diptera Site, Systematic Entomology Laboratory. ARS-USDA, 1p.
- Norrbom A. L., R. A. Zucchi, and V. Hernandez-Ortiz. 1999. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology, *In*: M. Aluja, and A. L. Norrbom (Eds) *Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior*, Boca Raton, Florida, CRC Press. Pp 299-342.
- Norrbom, A. L., L. E. Carroll, F. C. Thompson, I. M. White and A. Freidberg. 1998. *In*: F. C. Thompson, ed. 1999. Systematic database of names. Fruit Fly Expert Identification System and Systematic Information Database. *Myia*, vol. 9. 65-251.
- OEPP/EPPO (Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes/European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2004. National Regulatory Control Systems. *Bulletin* 34: 321-322
- OEPP/EPPO (Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes/European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2006. *Anastrepha ludens*. Distribution maps of quarantine pests for Europe. <http://pqr.eppo.org/datas/ANSTLU/ANSTLU.pdf>, (Consulta 25 de Octubre 2009)
- OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica). 2005. Guía para el trapeo en programas de control de la mosca de la fruta en áreas amplias. OIEA/FAO TG/FFP. Viena Austria, 48p.

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

- Ovrusky S., M. Aluja, J. Sivinsky, and R. Wharton. 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting (Tephritidae-Diptera) in Latin America and the southern United States: Diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Integrated Pest Management Reviews* 5: 81-107.
- Pérez A. 1987. Tasas de supervivencia y reproducción de *Anastrepha ludens* (loew) en diferentes hospedantes. Tesis M. C. Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 89p.
- Phillips T. W., S. S. Sanxter, J. W. Armstrong, and J. H. Moy. 1997. Quarantine treatments for Hawaiian fruit flies: recent studies with irradiation, heat and cold. *Proceeding of the Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions*. 117-1-117-2.
- Plummer C. C., M. McPhail, and J.W. Monk. 1941. The Yellow Chapote, a native host of the Mexican Fruit Fly. *USDA Tech. Bull.* 775. 12 p.
- Puente M. 2009. La irradiación de productos vegetales en México. *Boletín de la NAPPO*. 33ª Reunión anual. www.nappo.org/Newsletter/2009/Newsletter-09-09-s.htm#Irradiation (Consultado el 2 de Febrero de 2010).
- Rull-Gabayet J. A., J. Reyes-Flores, and W. Enkerlin-Hoeflich. 1996. The Mexican national fruit fly eradication campaign: largest fruit fly industrial complex in the world. *In: McPherson B., Steck G. (Eds.) Fruit fly pests: A world Assessment of their biology and management*. St Lucie Press, Delray Beach, Florida, pp. 561-563.
- Rzedowsky J. 1988. *Vegetación de México* (cuarta reimpression). Editorial Limusa, México, D. F. 432p.
- Sequeira R., L. Millar, and D. Bartels. 2001. Identification of Susceptible Areas for the Establishment of *Anastrepha* spp. *Fruit Flies in the United States and Analysis of Selected Pathways*. www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/fruit_flies/.../isa.pdf consultado el 23 de Diciembre 2009. 45p.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. *Producción Agrícola, Cíclicos y perenes*. reportes.siap.gob.mx. 7p. (Consultado el 4 septiembre de 2009).
- Sharp J. L. 1994. Hot water immersion. Pp.133-147, *In: J. L. Sharp y G. J. Hallman (Eds.) Quarantine treatments for pests of food plants*. 290p.
- Shaw J. G., M. Sanchez-Riviello, L. M. Spishakoff, G. Trujillo, and D. F. Lopez. 1967. Dispersal and migration of tepa-sterilized Mexican fruit flies. *J. Econ. Entomol.* 60: 992-994.
- Sivinski J. M. 1996. The past and potential of biological control of fruit flies. *In: McPherson B., Steck G. (Eds.) Fruit fly pests: A world Assessment of their biology and management*. St Lucie Press, Delray Beach, Florida, pp. 369-375.
- Sivinsky J. B., B. Smittie, and E. Bums. 1991. Effects of irradiating host larvae in the mass-rearing braconid *Diachasmimorpha longicaudata*. *In: Abstracts of the 5th International Workshop, IOBC Mutuality Control of Mass Reared Arthropods*. International Agricultural Centre, Wageningen, The Netherlands.
- Stone A. 1942. The fruit flies of the genus *Anastrepha*. United States Department of Agriculture. *Miscellaneous Publication* 439: 1-112.
- Thomas D. B. 2007. Integrated pest management with the sterile insect technique. Pp. 200-221, *In: Ecologically based integrated pest management*, O. Koul, and G. W. Cuperus (Eds.). 462 p.
- 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.

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta

- Thomas D. B. 2002. Season, hour of release and holding time as determinants of persistence of mass reared, sterilized Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) at a release site. *Journal of Entomological Science*. 37: 41-47.
- Thomas D. B., and J. Loera-Gallardo. 1998. Dispersal and longevity of mass-released, sterilized Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Environ. Entomol.* 27: 1045-1052.
- Thomas D.B. 1998. Contribution of avian feces to fecundity in the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Environ. Entomol.* 27: 626-630.
- Thomas D. B. 1997. Degree-Day accumulations and seasonal duration of the pre-imaginal stages of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomol.* 80: 71-78.
- Thomas D. B. 1995. Predation on the soil inhabiting stages of the Mexican fruit fly. *Southwestern Entomologist* 20: 61-71
- Toledo J., J. E. Ibarra, P. Liedo, A. Gomez, M. A. Rasgado, and T. Williams. 2005. Infection of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) larvae by eterorhabditis bacteriophora (Rhabditida: Heterorhabditidae) under laboratory and field conditions. *Biocontrol Science and Technology* 15(6): 627-/634.
- UASLP (Universidad Autónoma de San Luis Potosí). 2010. SINAVEF (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria), Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2004. Montreal Protocol talks to consider exemptions from methyl bromide ban the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Press releases <http://www.unep.org/Documents/Multilingual/Default.Print.asp?DocumentID=388&ArticleID=4440 &l=en> Bulletin No. 16 May 2001. Consultado el 3 de Diciembre de 2009).
- Walter P. G. 1994. Cold storage. Pp. 119-132, *In*: L. Sharp y G. J. Hallman (Eds.) Quarantine treatments for pests of food plants. 290p.
- Weems H. V. Jr., J. B. Heppner, G. J. Steck, T. R. Fasulo, and J. L. Nation. 2001. Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae). *Entomology Circular* No. 16. EENY-201. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry. 5p.
- Wharton R. A. 1989. Classical biological control of fruit-infesting Tephritidae. *In*: Robinson A. S., Hooper G. (Ed.) *Fruit flies, their biology, natural enemies and control*. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands pp. 303-313.
- Wong T. T., M. M. Ramadan, J. C. Herr, and D. O. McInnis. 1992. Suppression of a Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population with concurrent parasitoid and sterile fly release in Kula, Maui, Hawaii. *Journal of Economic Entomology* 85: 1871-1681.
- Wong T. T. Y., M. M. Ramadan, D. O. McInnis, N. Mochizuki, J. A. Nishimoto, and J. C. Herr. 1991. Augmentative releases of *Diachasmimorpha tryoni* (Hymenoptera: Braconidae) to suppress a Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population in Kula, Maui, Hawaii. *Biological Control* 1:2-7.
- Worner S. P. 1992. Performance of phenological models under variable temperature regimes: consequences for the Kaufmann or rate summation effect. *Environ. Entomol.* 21:689-699.