



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**



**ESCUELA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
“ECA”**

**EVALUACION DE ESTACIONES CEBO Y
FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE MOSCAS DE LA
FRUTA *Anastrepha* spp. (DIPTERA: TEPHRITIDA) EN
EL VALLE DE APATZINGAN, MICHOACAN.**

**TESIS
QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON
ESPECIALIDAD EN HORTICULTURA.**

PRESENTA:

Luis Jesús Flores Rosales

ASESOR:

M.C. DANIEL MUNRO OLMOS

APATZINGÁN, MICHOACÁN, MÉXICO. JUNIO DEL 2018

CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
2. REVISIÓN DE LITERATURA	
➤ 2.1 Las moscas de la fruta del género <i>Anastrepha</i> y su relevancia como plaga	8
➤ 2.2 Enemigos naturales de las moscas de la fruta.....	9
➤ 2.3 Control biológico.....	10
2.3.1 Control biológico clásico.....	11
2.3.2 Control biológico por aumento.....	12
2.3.3 Control biológico por conservación.....	12
➤ 2.4 Generalidades sobre los parasitoides.....	13
➤ 2.5 Aspectos ecológicos relevantes para elegir una especie de parasitoide.....	14
2.5.1 Liberaciones con parasitoides exóticos vs. Nativos.....	16
2.5.2 Liberaciones múltiples vs. Uniespecíficas.....	17
➤ 2.6 Características del parasitoide seleccionado para este estudio.	
2.6.1 <i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19

➤ 3.1 Sitio de estudio.....	19
➤ 3.2 Trampeo y Muestreo.....	20
➤ 3.3 Análisis de datos.....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
➤ 4.1 Fluctuación poblacional y nivel de daño 2012.....	22
➤ 4.2 Fluctuación poblacional y nivel de daño 2013.....	25
➤ 4.3 Evaluación de Estaciones Cebo.....	27
5. CONCLUSIONES.....	30
AGRADECIMIENTOS.....	31
6. LITERATURA CITADA.....	32

EVALUACIÓN DE ESTACIONES CEBO Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE MOSCAS DE LA FRUTA *Anastrepha*spp. (DIPTERA: TEPHRITIDA) EN EL VALLE DE APATZINGAN, MICHOACAN.

Resumen: Las moscas de la fruta son una limitante para la exportación de frutas en fresco. Se evaluó la densidad de Estaciones Cebo Vitrolero tipo Montemorelos, en dos huertas de mango Haden. Las huertas se ubicaron en una zona de alta infestación de moscas de la fruta, próximas a un sitio de liberación del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*. Las estaciones se recibieron con la proteína CeraTrap® a una dosis de un litro durante todo el desarrollo de fructificación. En Michoacán, existen 14 especies de moscas de la fruta, las más importantes son *Anastrepha ludens*, *A. obliqua*, *A. striata* y *A. serpentina*. Los máximos picos poblacionales se presentaron de junio a agosto, *A. ludens* y *A. obliqua* compiten por recursos al atacar el mango. El parasitismo de *D. longicaudata* fue inferior al 5%. Las Estaciones Cebo con proteína CeraTrap® son una estrategia sustentable dentro del manejo integrado de la plaga, debido a que capturan altas densidades de adultos y pueden reducir el número de aplicaciones químicas. El atrayente CeraTrap® captura una mayor proporción de hembras que machos.

Palabras claves: *Anastrepha*, moscas de la fruta, mango, estaciones cebo, parasitismo.

ABSTRACT

EVALUATION OF BAIT SEASONS AND POPULATION FLUCTUATION OF FRUIT FLIES *Anastrepha* spp. (DIPTERA: TEPHRITIDA) IN THE VALLEY OF APATZINGAN, MICHOACAN.

Abstract: Fruit flies are a limitation for the export of fresh fruits. The density of Montemorelos Cebo Vitrolero Stations was evaluated in two Haden mango orchards. The orchards were located in an area of high infestation of fruit flies, near a site of release of the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata*. The stations were re-dosed with the CeraTrap® protein at a dose of one liter during the entire fruiting process. In Michoacán, there are 14 species of fruit flies, the most important being *Anastrepha ludens*, *A. obliqua*, *A. striata* and *A. serpentina*. The maximum population peaks were presented from June to August, *A. ludens* and *A. obliqua* compete for resources when attacking mango. The parasitism of *D. longicaudata* was less than 5%. Bait Stations with CeraTrap® protein are a sustainable strategy within integrated pest management, because they capture high densities of adults and can reduce the number of chemical applications. The attractive CeraTrap® captures a greater proportion of females than males.

Keywords: *Anastrepha*, fruit flies, mango, bait stations, parasitism.

1. INTRODUCCIÓN

Entre los factores que limitan o afectan la cadena productiva del mango están las plagas, dentro de estas destacan las moscas de la fruta. En México, se cultivan más de 170,000 ha. de mango con una producción aproximada de 1.8 millones de toneladas. Por su parte, en Michoacán existe una superficie de 23,000 ha y una producción de 130,000 t (SIAP 2012). Debido a su importancia, las moscas de la fruta son consideradas como de interés público y por ello existe la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (Aluja 1994). Desde su establecimiento, la campaña ha tenido éxito al lograr que el 50.2% del territorio nacional sea considerado como libre de esta plaga, 10.4% se define como zona de baja prevalencia y el 39.4% restante es considerado como zona bajo manejo fitosanitario. Una de las primeras acciones para control de las moscas de la fruta es el uso de un sistema de monitoreo por medio de trampas para detección de adultos, para lo cual se utilizan proteínas hidrolizadas (Gutiérrez *et al.* 1992; Reyes *et al.* 2000). Sin embargo, una desventaja de estas proteínas es el bajo rango de capturas de adultos y la captura de insectos no blancos.

Dentro del manejo integrado de moscas de la fruta se incluye la Técnica del Insecto Estéril y la aplicación de insecticidas cebo (Mangan y Moreno 2007), ambas son indispensables en los planes de erradicación o supresión de la plaga, pero actualmente el uso de insecticidas como el malatión ha sido ampliamente cuestionado. Por esta razón se han desarrollado productos alternativos como el Phloxine B (Moreno *et al.* 2001), el Lufenuron (Navarro-Llopis *et al.* 2004) y el Spinosad (Mac Quate *et al.* 2005). Estas alternativas combinadas con el uso de “Estaciones cebo” representan una opción donde no es posible aplicar algún cebo tóxico y ser compatible con otras estrategias de control más amigables, como bioinsecticidas y liberaciones de parasitoides. El objetivo fue determinar la fluctuación poblacional de moscas de la fruta y validar la densidad de estaciones cebo tipo Vitrolero Montemorelos para el Manejo Integrado de Moscas de la Fruta

en mango en el Valle de Apatzingán. Esto permitirá a los productores de mango reducir el nivel de daño económico por moscas de la fruta y acceder a los mercados de exportación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la fluctuación poblacional de moscas de la fruta en el Valle de Apatzingán.

Cuantificar el nivel de daño de la moscas de la fruta en el Valle de Apatzingán.

Determinar el parasitismo natural de las moscas de la fruta en el Valle de Apatzingán.

Validar la densidad de estaciones cebo tipo Vitrolero Montemorelos para el Manejo Integrado de Moscas de la Fruta en mango en el Valle de Apatzingán.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Las moscas de la fruta del género *Anastrepha* y su relevancia como plaga

El género *Anastrepha* se encuentra en ambientes tropicales y subtropicales. Se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina y se presenta en la mayoría de las islas del Caribe (Aluja 1994). De las 197 especies descritas hasta la fecha, las de mayor importancia económica son: *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *A. grandis* Loew, *A. ludens* (Loew), *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina* Wiedemann, *A. striata* Schiner y *A. suspensa* (Loew) (Aluja 1994; Norrbom *et al.* 2000). En México se conocen 32 especies de este género de las cuales, *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata* son de importancia económica (Hernández-Ortiz y Aluja 1993).

Las moscas de la fruta presentan una metamorfosis completa: sus estados de desarrollo son huevo, larva, pupa y adulto. Una hembra grávida puede depositar de 1 a 110 huevos por cada oviposición según la especie. Las oviposiciones se realizan en el epicarpio o mesocarpio de un fruto y algunas especies lo hacen en semillas (Aluja *et al.* 2000). Los tiempos de desarrollo de los estados inmaduros son muy variables y dependen de la especie, la temperatura y el hospedero (Celedonio-Hurtado *et al.* 1988). Los huevos son puestos individualmente (e.g., *A. obliqua*) o en paquetes (e.g., *A. ludens*). El estado de huevecillo dura de 4 a 5 días dependiendo de la especie y las condiciones ambientales (Baker *et al.* 1944; Christenson y Foote 1960; Aluja 1993 a, 1994).

Las larvas de muchas especies se alimentan de la pulpa de los frutos. Sin embargo, en algunas especies, las larvas se alimentan de las semillas (Norrbom *et al.* 2000). La larva pasa por tres estados que duran en algunas especies aproximadamente 10 días según las condiciones de temperatura y hospedero (Baker *et al.* 1944; Aluja 1994). Al emerger de los frutos, las larvas se entierran en el suelo para pupar. Este estado, dependiendo de las condiciones ambientales dura en algunas especies estudiadas, alrededor de 15 días, hasta la emergencia del adulto (Christenson y Foote 1960; Aluja 1993 b).

Existen pocos trabajos que reporten patrones temporales de emergencia de adultos. En las especies que se han estudiado, la emergencia ocurre durante las horas de la mañana (Aluja *et al.* 1993). La luz del sol y las altas temperaturas estimulan la emergencia de los adultos (McPhail y Bliss 1933). Después de emerger, los adultos permanecen en reposo hasta que expanden sus alas; posteriormente vuelan a los sitios donde obtienen el agua, carbohidratos y proteínas, recursos esenciales para su maduración sexual (Aluja 1993 b). En pocas especies se ha estudiado el período de maduración sexual, pero puede variar de 7 a 26 días, según la especie, las condiciones ambientales, el desarrollo de los inmaduros y el alimento disponible entre otros factores (Aluja *et al.* 2000).

2.2 Enemigos naturales de las moscas de la fruta

Las moscas de la fruta son atacadas por diversos enemigos naturales tales como entomopatógenos, depredadores y parasitoides (Aluja 1994). Entre los entomopatógenos se encuentran los hongos *Stigmatomyces aciuræ* y *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) que afectan los estados de larva y de pupa (Hedström 1991; Lezama-Gutiérrez *et al.* 2000). Entre los depredadores *Xenophygyus analis* (Er.), *Belonuchus rufipennis* (Coleoptera: Staphylinidae), *Solenopsis geminata* (F.) y *Pheidole megacephala* (F.) (Hymenoptera: Formicidae), además de diferentes especies de aves, reptiles, arañas, avispas, roedores y murciélagos que se alimentan de larvas, pupas o adultos (Pemberton & Willard 1918; Baker *et al.* 1944; Eskafi & Kolbe 1990; Thomas 1993; Aluja 1994; Sivinski 1996; Hodgson *et al.* 1998; Purcell 1998). En el caso de los parasitoides nativos y exóticos que atacan moscas de la fruta, se han realizado estudios sobre diversos aspectos de la distribución, biología y ecología. Lo anterior, es importante en la toma de decisiones de que agentes utilizar en programas de control biológico (Sivinski 1991, 1996; Aluja 1994, 1999; Purcell 1998; López *et al.* 1999; Montoya *et al.* 2000 ab; Ovruski *et al.* 2000).

En concordancia con las tendencias globales de reducción del uso de insecticidas y agroquímicos en general, en el caso de las moscas de la fruta se ha

fomentado, recientemente el control biológico mediante el uso de parasitoides. Los primeros esfuerzos estuvieron fuertemente sesgados al uso de especies exóticas como *Diachasmimorpha longicaudata*, *D. tryoni* (Cameron), *Aceratoneuromyia indica* (Silvestri), *Dirhinus giffardi* Silvestri, *Pachycrepoideus vindemiae* (Rondani) y *Fopius arisanus* (Sonan) (Wharton 1989; Sivinski 1996). Sin embargo, pocas de estas especies lograron establecerse o regular la población de su hospedero (Aluja *et al.* 1990). Por esto último, se han iniciado estudios para evaluar las especies nativas de parasitoides en un esfuerzo por reducir al máximo las aplicaciones de insecticidas y para apoyar los programas de conservación de la biodiversidad.

En México existe un amplio gremio de parasitoides nativos del género *Anastrepha*. Destacan por su abundancia *Doryctobracon areolatus*, *Doryctobracon crawfordi*, *Opius hirtus*, *Utetes anastrephae*, *Odontosema anastrephae*, *Aganaspis pelleranoi* y *Coptera haywardi* (López *et al.* 1999). Uno de los más promisorios por el número de hospederos que ataca y por su distribución espacial y temporal en diferentes ambientes es *D. crawfordi* (Sivinski *et al.* 1997). Esta especie está en su etapa inicial de adaptación a cría masiva para incrementar su producción en condiciones de laboratorio. Se desconocen aún muchos aspectos sobre su biología básica y demografía. Por lo general, la evaluación de las características biológicas que se asocian con la efectividad de los agentes de control biológico se realiza bajo condiciones de laboratorio. Sin embargo, este enfoque no tiene el mismo valor predictivo que una evaluación de campo, que es una prueba más realista del desempeño de un enemigo natural (Huffaker 1985; Hassell 1986; Myers *et al.* 1989; van Driesche y Bellows 1996).

2.3 Control biológico

El efecto adverso de los plaguicidas en el ambiente ha propiciado que durante los últimos 30 años se haya despertado un gran interés por el uso de enemigos naturales (por ejemplo, depredadores, parasitoides o patógenos) para el control biológico de plagas agrícolas (Hassell 1984; May y Hassell 1988; De Bach y Rosen 1991; Knipling

1992; Godfray 1994; Jervis y Kidd 1996; van Driesche y Bellows 1996; Quicke 1997; Badii *et al.* 2000; Hochberg y Ives 2000). La contribución de la teoría ecológica ha sido importante al estudiar la historia de vida de enemigos naturales, su adaptación a diferentes condiciones ambientales, sus atributos, sus interacciones, sus efectos en los ecosistemas y el potencial de los enemigos naturales para inducir estabilidad en las fluctuaciones poblacionales de la plaga (Murdoch *et al.* 1985; Murdoch y Briggs 1996; Hastings y Godfray 1999; van Baalen 2000). Dentro de los enemigos naturales de las plagas, destacan los parasitoides porque son capaces, bajo ciertas circunstancias, de regular y en ocasiones hasta provocar la extinción local de las poblaciones de sus hospederos (Godfray y Müller 1998) y por ello han sido ampliamente utilizados en programas de control biológico de plagas agrícolas (Murdoch y Briggs 1996; Hastings y Godfray 1999; Mills 2000). En los programas de control biológico se usan tres estrategias: el control biológico clásico, el control biológico por aumento y el control biológico por conservación (Huffaker 1985; De Bach y Rosen 1991; van Driesche y Bellows 1996; Barbosa 1998; Letourneau 1998; Badii *et al.* 2000).

2.3.1 Control biológico clásico

Consiste en introducir especies exóticas de enemigos naturales para controlar una plaga exótica (Huffaker 1985). Frecuentemente el origen geográfico de ambos insectos (enemigo natural y plaga) es el mismo. Dentro de los éxitos más notables del control biológico clásico está el caso de la escama algodonosa de los cítricos, *Icerya purchasi* Maskell, controlada por el depredador *Rodolia cardinalis* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) y el de la escama roja de California, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Coccidae), controlada por el parasitoide *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Eulophidae) (De Bach y Rosen 1991; van Driesche y Bellows 1996; Barbosa 1998; Badii *et al.* 2000).

En el caso de las moscas de la fruta, el primer programa de control biológico se dirigió contra la mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) en las islas del archipiélago de Hawaii, utilizando al parasitoide de larva-pupa *Diachasmimorpha tryoni*

(Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) (Pemberton y Willard 1918). Posteriormente, en los casos de la mosca oriental *Bactrocera dorsalis* (Hendel) y la mosca de las cucurbitáceas, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) se usó respectivamente, al parasitoide de huevos *Fopius arisanus* (Sonan) (Hymenoptera: Braconidae) (van den Bosch y Haramoto 1953) y el parasitoide larva-pupa *Psytalia fletcheri* (Silvestri) (Hymenoptera: Braconidae) (Purcell 1998). En la mosca del Caribe *Anastrepha suspensa* (Loew), se ha utilizado el parasitoide larva-pupa *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) (Baranowski *et al.* 1993).

2.3.2 Control biológico por aumento

El control biológico por aumento, consiste en hacer liberaciones masivas de parasitoides nativos o exóticos, con el fin de incrementar el parasitismo natural y lograr reducir las poblaciones de la plaga a niveles no dañinos (King *et al.* 1985). Este tipo de estrategia puede ser de forma inoculativa o inundativa (Knipling 1992). En el caso de la estrategia inoculativa, se liberan de manera masiva, parasitoides en una o dos ocasiones. En cambio, la liberación inundativa implica liberaciones periódicas por un largo intervalo de tiempo. Los parasitoides más utilizados bajo este esquema de control biológico son especies del género *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), que han demostrado alta efectividad en controlar diferentes especies de lepidópteros (De Bach y Rosen 1991). En el caso de las moscas de la fruta, se han obtenido éxitos en las islas de Hawaii donde se liberó *D. tryoni* para controlar a *C. capitata* (Wong *et al.* 1992). En Florida se liberó a *D. longicaudata* para controlar con éxito a *A. suspensa* (Sivinski *et al.* 1996) y en México se liberó para controlar con éxito a *A. obliqua* (Montoya *et al.* 2000 a).

2.3.3 Control biológico por conservación

Este método consiste en manipular o preservar el hábitat donde se desarrollan los enemigos naturales, con el fin de favorecer su eficiencia y actividad contra varias plagas

(Ehler 1990; Barbosa 1998). La conservación de enemigos naturales es la forma más antigua del control biológico (Ehler 1998). Sin embargo, un problema que enfrenta el control biológico por conservación en muchos agroecosistemas, es la falta de diversidad de especies vegetales, la pérdida del hábitat, su fragmentación y algunas prácticas de cultivo (por ejemplo, rastreos, barbechos y la aplicación de agroquímicos para eliminar malezas y plagas), que dificultan el establecimiento y la actividad y en algunos casos provocan extinciones locales de los enemigos naturales (Rabb *et al.* 1976; Murdoch y Briggs 1996; van Driesche y Bellows 1996; Letourneau 1998). Algunas de las acciones que pueden incrementar la diversidad vegetal y favorecer el establecimiento de los enemigos naturales son: 1) la presencia de hospederos alternantes cuando la plaga es escasa, 2) el uso de sustancias químicas como feromonas y alomonas que favorezcan el arraigo de los enemigos naturales en el cultivo, 3) el establecimiento selectivo de plantas que proporcionen alimento y refugio a los parasitoides y 4) el permitir bajas densidades de la plaga en ciertos períodos para asegurar la sobrevivencia de los parasitoides (Powell 1986; Kareiva 1990; Letourneau 1998).

2.4 Generalidades sobre los parasitoides

Los parasitoides son insectos holometábolos cuyo ciclo de vida presenta los estados de huevo, larva, pupa y adulto (Godfray 1994). Sus larvas se alimentan exclusivamente del cuerpo de otro artrópodo y al completar su desarrollo matan a su hospedero, en tanto que en la fase adulta son de vida libre (Price 1984). Los hospederos son por lo regular estados juveniles de insectos, ya que pocas especies atacan adultos. Según el estado que parasiten se clasifican en parasitoides de huevo, de larva, de pupa y de adulto. Algunos parasitoides ovipositan en un estado y su progenie completa su desarrollo en otro (esto es larva-pupa) (Askew y Shaw 1986; Godfray 1994; van Driesche y Bellows 1996; Quicke 1997).

Los parasitoides se pueden dividir en dos clases de acuerdo a los hábitos alimenticios de la larva. Los que se desarrollan en el interior del hospedero son endoparasitoides, mientras que los ectoparasitoides se desarrollan fuera del hospedero,

prendidos por medio de su aparato bucal (Godfray 1994; van Driesche y Bellows 1996; Harvey y Strand 2002). Los parasitoides cuyas hembras ponen un solo huevo por hospedero, se conocen como solitarios, y los que ponen varios huevos por hospedero se denominan gregarios (Askew y Shaw 1986; Godfray 1994). Los parasitoides que permiten el desarrollo del hospedero se llaman koinobiontes y los que causan su muerte al momento de parasitarlo, se catalogan como parasitoides idiobiontes (Askew y Shaw 1986; Quicke 1997). La mayoría de las especies de parasitoides pertenecen a los órdenes Hymenoptera y Diptera, sin embargo, existen especies de parasitoides en los órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera y Trichoptera (Godfray 1994; van Driesche y Bellows 1996).

2.5 Aspectos ecológicos relevantes para elegir una especie de parasitoide

Se considera que para ser efectivo como agente de control biológico, un parasitoide debe tener algunos de los siguientes atributos: 1) adaptabilidad a la variabilidad de condiciones físicas del ambiente, 2) capacidad de búsqueda y de movimientos para localizar a su hospedero, 3) capacidad de incremento en el número de individuos o respuesta numérica, 4) capacidad de incremento en el ataque de hospederos en función de la población de éstos o respuesta funcional, 5) sincronización con el ciclo de vida del hospedero, 6) especificidad de hospederos, 7) capacidad de reconocer hospederos parasitados o discriminación y 8) capacidad de sobrevivir en períodos libres de hospederos (Huffaker *et al.* 1976; Murdoch y Briggs 1996; Barbosa 1998; Rodríguez *et al.* 2000). Se ha encontrado que algunas especies de parasitoides son incapaces de sobrevivir largos períodos en su nuevo hábitat por falta de hospederos primarios (Debouzi 1989; Aluja *et al.* 1998).

Uno de los estudios básicos para determinar la eficiencia de un nuevo agente de control biológico en regular la población de su hospedero, es el de la respuesta funcional, ya que nos permite conocer esta última ante cambios en la proporción del hospedero en un tiempo fijo (Solomon 1949; Holling 1959; Huffaker *et al.* 1976; Hassell 1986; Munyaneza y Obrycki 1997). Se han identificado cuatro tipos de respuesta

funcional: 1) La respuesta tipo I en forma de crecimiento lineal. En este caso, la proporción de hospederos parasitados se incrementa con respecto a la proporción de hospederos. 2) La respuesta tipo II en forma de crecimiento de asíntota o meseta. En este caso, la proporción de parasitismo se estabiliza al aumentar la proporción de hospederos. 3) La respuesta tipo III de crecimiento sigmoide. En este caso, la proporción de hospederos atacados es baja al inicio y se incrementa conforme se incrementa la densidad de hospederos. 4) Finalmente, existe la respuesta funcional tipo IV de crecimiento en forma de domo. En este caso, la proporción de hospederos atacados alcanza un máximo y posteriormente cae al aumentar la proporción de hospederos por hembra (Holling 1959; van Alphen y Jervis 1996; Munyaneza y Obrycki 1997).

Un hecho relevante en el estudio de los parasitoides son las complejas interacciones tróficas que presentan, debido a que la mayoría de las especies ataca más de una especie de hospedero (Memmott *et al.* 1994; Hastings y Godfray 1999). En los casos en los cuales varias especies de parasitoides comparten los mismos hospederos, y estos pueden atacar el mismo estado de desarrollo, se conforman unidades ecológicas que se conocen como gremios (Hawkins y Mills 1996). En los gremios se presentan interacciones de competencia intraespecífica e interespecífica de parasitoides (Hawkins y MacMahon 1989). La competencia ocurre cuando dos organismos de la misma o de diferente especie utilizan el mismo recurso, el cual, debe ser limitado y por ello se afectan negativamente en su adecuación (Lawton y Strong 1981; Lawton y Hassell 1984; Holt y Lawton 1993). Cuando una de las especies competidoras es eliminada como producto de la competencia se habla de una exclusión competitiva, y cuando ambas persisten se habla de coexistencia (Connell 1983). La especie que mantiene a lo largo del tiempo la mayor densidad de población, se conoce como el competidor superior o el competidor dominante (Keddy 1989; Briggs 1993; Wang *et al.* 2002).

La competencia en parasitoides puede ser muy fuerte. Por ejemplo, en parasitoides solitarios solamente una larva puede completar su desarrollo por hospedero y si una hembra o un coespecífico oviposita varios huevos en un mismo hospedero, las larvas comúnmente se atacarán a mordiscos y sólo una prevalecerá (Salt 1961; Briggs

1993; Weisser y Houston 1993). Se denomina superparasitismo cuando una hembra de la misma especie oviposita un segundo huevo en el mismo hospedero. Lo anterior, es un caso de competencia intraespecífica (van Alphen y Visser 1990). En el caso del multiparasitismo, el segundo huevo es ovipositado por una hembra de diferente especie. Ambos casos se presentan cuando varias hembras buscan hospederos para ovipositar en el mismo parche. Inicialmente, se consideró que el superparasitismo en parasitoides solitarios era una mala decisión reproductiva porque se desperdiciaban huevos (Fiske 1910; Mackauer 1990). Sin embargo, actualmente se considera que en ocasiones puede ser ventajoso debido a las siguientes razones: a) reduce la tasa de encapsulamiento de los huevecillos por el hospedero (van Alphen y Visser 1990; Weisser y Houston 1993) y por consiguiente, la mortalidad de los mismos y b) las hembras con alta fecundidad, al verse limitadas por el tiempo para depositar sus huevos, pueden maximizar su adecuación al ovipositar huevos no fertilizados que darán origen a machos en hospederos parasitados por coespecíficos o por la misma hembra (Hubbard *et al.* 1987, 1999; King 1990; van Alphen & Visser 1990; Speirs *et al.* 1991).

2.5.1 Liberaciones con parasitoides exóticos vs. nativos

En la actualidad existe una fuerte controversia sobre la conveniencia de introducir organismos exóticos para el control de plagas, debido a que sus efectos pueden producir extinciones en organismos nativos ajenos a los que se pretende controlar (Simberloff y Stiling 1996; Willianson 1996; Elton 2000). La agresividad de los agentes exóticos se debe en parte a que pueden transmitir enfermedades (por ejemplo, virus, hongos) que reducen las defensas inmunológicas de sus hospederos, mismos que al no haber estado expuestos a estas enfermedades no tienen manera de defenderse (Hokkanen y Pimentel 1989). Lo anterior, recientemente se ha puesto en tela de juicio debido a que existe evidencia de que las interacciones más agresivas se dan entre organismos que han coexistido durante largos períodos como resultado de una “carrera armamentista” (Beckage 1985; Boulétreau 1986; Kraaijeveld *et al.* 1998; Godfray 2000). Este argumento, se comienza a utilizar para apoyar la noción de que

sería más útil promover la utilización de enemigos naturales nativos ya que su impacto sobre una población de huéspedes sería más contundente en el largo plazo (Cornell y Hawkins 1994; Quicke 1997; Mills 2000). Esto último ha despertado un renovado interés por el estudio de las entomofaunas nativas (particularmente los parasitoides) con vistas a lograr colonizar y criar masivamente algunas especies para el control de plagas (Sivinski *et al.* 1997; Aluja 1999; López *et al.* 1999).

2.5.2 Liberaciones múltiples vs. uniespecíficas

En fechas recientes, se han analizado las bondades y criticado las limitaciones de los programas de control biológico que utilizan la estrategia de liberaciones múltiples (por ejemplo, la introducción simultánea o secuencial de varias especies de enemigos naturales a un área determinada). El principal argumento se basa en que estas prácticas provocan el desplazamiento competitivo de algunas de las especies liberadas, y provoca en consecuencia, una reducción en la eficiencia de la estrategia (Kakehashi *et al.* 1984; Ehler 1990; Mills 2000). Para evitar esta situación, aquellos que exaltan las bondades de las liberaciones uniespecíficas, sugieren liberar la “mejor” especie de enemigo natural cuando ya existen especies que parasitan la plaga. Sin embargo, después de analizar los resultados de las importaciones múltiples, se ha observado que aún cuando existe desplazamiento competitivo, las especies sobrevivientes fueron las mejor adaptadas y más agresivas. Con base en esta observación, hay quienes postulan las liberaciones de múltiples especies de manera simultánea, porque incrementa las posibilidades de éxito al cubrir diferentes ambientes en los que la plaga puede explotarse (Hassell y Waage 1984; May y Hassell 1988). Aunado a lo anterior, se pueden liberar especies de parasitoides que atacan diferentes estados de la plaga (por ejemplo, huevo, larva, pupa), reduciendo así las posibles interacciones competitivas (Knipling 1992).

2.6 Características del parasitoide seleccionado para este estudio

2.6.1 *Diachasmimorpha longicaudata*

Diachasmimorpha longicaudata es un endoparasitoide solitario, koinobionte, oligófago, que ataca preferentemente larvas de segundo y tercer estadio de tefrítidos (Wharton y Gilstrap 1983). Es originario de la región Indoaustraliana y sus hospederos nativos son moscas de la fruta del género *Bactrocera* (Clausen *et al.* 1965). Se ha utilizado en diferentes partes del mundo para el control de *C. capitata* y diversas especies del género *Anastrepha* (Wharton 1989; Sivinski 1996; Sivinski *et al.* 1997; Purcell 1998). Las hembras detectan sus hospederos a través de las vibraciones y sonidos producidos por las larvas al alimentarse dentro de los frutos (Lawrence 1981). Para localizar sus hospederos utilizan sustancias volátiles que emanan de frutos caídos (Greany *et al.* 1977). Se ha observado que este parasitoide responde al tamaño de los frutos (Sivinski 1991), al color (Vargas *et al.* 1991) y a los volátiles (Leyva *et al.* 1991; Eben *et al.* 2000) de los mismos. Sin embargo, las hembras al ovipositar no parecen distinguir entre frutos con presencia (infestados) o ausencia de larvas (no infestados) (Eben *et al.* 2000).

Los adultos son de vida libre y las hembras son sinovigénicas (al emerger requieren de un período de preoviposición mientras sus huevecillos se desarrollan y maduran, para lo cual requieren alimentarse) y alcanzan su madurez sexual entre los cuatro y seis días después de la emergencia (Lawrence *et al.* 1978). Una hembra puede ovipositar hasta 27 huevos por día (Greany *et al.* 1976). Bajo condiciones de laboratorio, su fecundidad es de 86 hijas por hembra y la esperanza de vida de 13 días (Martínez *et al.* 1992; Cancino 1996). Sin embargo, la fecundidad puede variar de acuerdo a la calidad del hospedero. Por ejemplo, si las hembras se desarrollan en larvas grandes de *A. ludens*, la fecundidad es mayor que la de hembras que emergen de larvas (o pupas) pequeñas de *A. obliqua* (Eben *et al.* 2000). Finalmente, *D. longicaudata* entra en diapausa, en respuesta a condiciones ambientales desfavorables (por ejemplo, bajas temperaturas y fotoperiodo de menos de 12 horas luz) y baja densidad de hospederos (Aluja *et al.* 1998).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El Valle de Apatzingán se localiza en el suroeste del estado de Michoacán, entre las coordenadas geográficas $18^{\circ} 40'$ y $19^{\circ} 15'$ de latitud norte y los $101^{\circ} 55'$ y $102^{\circ} 54'$ de longitud oeste. Las altitudes que presenta el Valle de Apatzingán varían desde los 250 a 950 m (Figura 1). Los climas predominantes son: 1) El $BS_0(h)(W)(w)$ que es el más seco de los cálidos semisecos, 2) El $BS_1(h')(w)$ el menos seco de los cálidos semisecos con lluvias en verano, 3) El Aw_1 es el intermedio de los cálidos subhúmedos y 4) El Aw_0 que es el más seco de los cálidos subhúmedos. La temperatura media anual es de $28^{\circ} C$, mínima media de $20^{\circ} C$ y máxima media de $38^{\circ} C$; mientras que la precipitación media anual es de 700 mm, con rangos de 500 mm a 973 mm (García 1989).



Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de estudio.

3.1 Sitio de estudio. Durante el primer año de estudio se seleccionaron tres sitios de muestreo los cuales se ubicaron en áreas marginales de los municipios de Apatzingán (Colonias y California) y Buenavista (Huina) zona en proceso de cambio a baja prevalencia y donde se liberó (*D. longicaudata*). En cada sitio, se colocaron cinco trampas Multilure de color amarillo y blanco a las que se colocó un parche de Biolure (Acetato de amonio + putrecina) y que se sustituyen cada seis semanas. Los muestreos se realizaron cada semana de febrero a noviembre del 2012 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ubicación de sitios de muestreo de áreas marginales para determinar presencia de moscas de la fruta y parasitismo natural (2012).

Localidad	Coordenadas	Altitud	Municipio
Huina	N 19° 06' 55.5"; W 102° 31' 03.9"	241	Buenavista
Colonias	N 19° 05' 11.9"; W 101° 53' 00.3"	239	Apatzingán
California	N 19° 05' 40.2"; W 102° 20' 09.9"	236	Apatzingán

Para el segundo año de estudio, se consideró aumentar el número de sitios de muestreo, para lo cual se estableció una ruta de muestreo en la cual se establecieron quince sitios que comprendieron huertas de mangos y solares. La ruta comprendió los municipios de Francisco J. Múgica, Parácuaro, Apatzingán y Buenavista. En cada sitio se colocó una trampa Multilure de color amarillo y blanco a las que se colocó un parche de Biolure (Acetato de amonio + putrecina) y que se sustituyen cada seis semanas. El atrayente utilizado fue propilen-glycol (20 ml/trampa) recibiendo las trampas cada semana. Finalmente, la tercer actividad consistió en validar las estaciones cebo, para lo cual se seleccionaron dos huertas de mango Haden de dos hectáreas cada una. Las huertas se ubicaron en la localidad de La Gallina, municipio de Gabriel Zamora. Este sitio se caracteriza, por ser una zona de alta infestación de moscas de la fruta en el valle de Apatzingán. Los tratamientos evaluados fueron: 1) Estación Cebo Vitrolero tipo Montemorelos en cada árbol y 2) Testigo no se colocó ninguna estación cebo. En cada tratamiento se colocaron dos trampas tipo Multilure base amarilla y cada trampa fue recibida cada semana.

3.2 Trampeo y Muestreo. Para el monitoreo de las poblaciones se instalaron dos trampas Multilure base amarilla por hectárea cebadas con 250 ml. de propilen-glycol al 20% más un parche de Biolure (acetato de amino + putrecina). Las trampas se revisaron cada semana y los especímenes capturados se recuperaron con la ayuda de un cedazo. Posteriormente se guardaron en frascos con alcohol al

70%, para su identificación en laboratorio. Semanalmente se muestrearon cinco frutos maduros, preferentemente con síntomas de infestación por larvas. De cada tratamiento se tomaron tres muestras de cinco frutos. La muestra fue pesada y los frutos colocados en jaulas de plexiglás por siete días. Posteriormente se examinaron en busca de larvas de moscas de la fruta. Las larvas que se obtuvieron fueron registradas, identificadas y cuantificadas. Como índice de infestación se consideró el número de larvas por fruto, el número de larvas por kg y el porcentaje de frutos infestados. Las larvas obtenidas se cuantificaron y colocaron en medios de pupación (vasos de plástico de 10 x 5 cm con tierra húmeda), hasta la emergencia de adultos. En caso de emerger parasitoides se cuantificó el parasitismo natural (número de parasitoides obtenidos entre el número de moscas y parasitoides por cien).

3.3 Análisis de datos. Se llevó un diseño sistemático con trampas con cebo y sin cebo en 20 semanas correspondientes a las semanas de duración del experimento. El número de adultos capturados en las trampas para cada parcela y los índices de infestación entre los tratamientos se comparó mediante un análisis de varianza considerando cada semana como bloque. La separación de medias se realizó mediante la prueba Tukey ($\alpha = 0.05$).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Fluctuación poblacional y nivel de daño 2012.

Los resultados del primer año muestran que la especie más importante es *A. obliqua* (82.3%), seguida de *A. striata* (12.9%) y *A. serpentina* (4.8%). Estos resultados contrastan con los obtenidos por Miranda (1989) y Miranda y Leyva (1996), en el cual la especie más importante fue *A. ludens* con un 83% de capturas. Posiblemente, las diferencias se deben a que en este estudio solamente se incluyeron tres sitios de muestreo, mientras que el estudio de Miranda (1989), abarcó todo el Valle de Apatzingán. Este hecho, tiene importantes implicaciones ecológicas y de carácter técnico, ya que refleja un desplazamiento y posible competencia entre *A. obliqua* y *A. ludens* por el recurso (ambas especies atacan al mango). Durante 31 semanas de muestreo se capturaron 62 especímenes y el Mosca-Trampa-Día (MTD), promedio es de 0.02 (Cuadro 2). Los índices son bajos, aún en áreas marginales si los comparamos con otras regiones del país (Cabrera *et al.*, 1987; Ortega y Díaz, 1987; Montecillo, 1987).

Cuadro 2. Número de moscas de la fruta, Mosca x Trampa x Día (MTD) y especies en tres sitios de muestreo (2012).

Localidad	Moscas	MTD	<i>A. obliqua</i>	<i>A. striata</i>	<i>A. serpentina</i>	<i>A. ludens</i>
Huina (Municipio Buenavista)	20	0.02	12	8	0	0
Colonias (Municipio Apatzingán)	18	0.01	18	0	0	0
California (Municipio Apatzingán)	24	0.02	21	0	3	0
Total	62	0.02	51	8	3	0

El hecho de la baja incidencia de moscas capturas en las áreas marginales, también se vio reflejado en el nivel de daño de los tres sitios de muestreo.

Solamente se encontró larvas en fruto de guayaba: la Huina 0.015 larvas/fruto, las Colonias 0.009 larvas/fruto y California 0.055 larvas/fruto. (Cuadro 3, 4 y 5). Lo interesante es que en California, se encontró por primera vez para el Valle de Apatzingán a *A. obliqua* atacando a este hospedero. Con lo cual *A. obliqua* puede utilizar a la guayaba como un hospedero puente o alternativo, sin embargo, refleja a la vez una ampliación en su nicho ecológico y posible competencia con otra especie de mosca de la fruta (*A. striata*). En contraste, no se detectó frutos con larvas en el resto de los hospederos, ni tampoco parasitismo aún y cuando de febrero a mayo se liberó *D. longicaudata* en la Huina, municipio de Buenavista.

Cuadro 3. Hospederos, nivel de daño y parasitismo en la Huina, municipio de Buenavista (2012).

Hospedero	Frutos	Kilos	Larvas	Especie	Parasitismo
Guayaba	201	12.399	3*	<i>A. striata</i>	0
Mango	45	6.722	0	--	0
Ciruela	30	0.288	0	--	0
Chico	1	0.170	0	--	0

*Número de larvas encontradas en el total de frutos muestreados

Cuadro 4. Hospederos, nivel de daño y parasitismo en Colonias, municipio de Apatzingán (2012).

Hospedero	Frutos	Kilos	Larvas	Especie	Parasitismo
Toronja	8	2.810	0	--	0
Mango	157	28.611	0	--	0
Chico	94	9.472	0	--	0
Guayaba	105	5.453	1*	<i>A. striata</i>	0

*Número de larvas encontradas en el total de frutos muestreados

El nulo parasitismo detectado en este estudio, contrasta con los resultados obtenidos en el estudio previo de 2002 y 2003 en el que se obtuvo un parasitismo menor al 5% en la parte transicional (Taretan y Acahuato). En ambos ambientes

existen áreas marginales donde predominan mangos criollos, guayabas, naranjas y ciruela mexicana y la humedad relativa es mayor. Considero, que la zona más factible para liberar a *D. longicaudata* es la parte de transición Valle de Apatzingán donde las condiciones son más benignas para el parasitoide. Por ejemplo, *Doryctobracon crawfordi* se localiza en ambientes con temperaturas que fluctúan entre 14° y 29° C, una humedad relativa superior al 40% y es raro encontrarlo en campo durante la temporada seca (Darby y Knapp 1934; Baker *et al.* 1944; Aluja *et al.* 1998; López, 1996; López *et al.* 1999; Sivinski *et al.* 2000). En contraste, *Diachasmimorpha longicaudata* se encuentra en un mayor número de ambientes (Purcell 1998; Ovruski *et al.* 2000). Las variaciones en el ambiente (esto es temperatura), no solo afectan la longevidad en estos parasitoides. Aluja *et al.* (1998), encontraron que ejercen una importante influencia sobre el inicio y duración de la diapausa. Este hecho puede ser importante al momento de elegir qué especie de parasitoide liberar en campo y su posible desempeño, ya que posiblemente disminuiría la efectividad de los parasitoides liberados (Miranda, 2002).

Cuadro 5. Hospederos, nivel de daño y parasitismo en California, municipio de Apatzingán (2012).

Hospedero	Frutos	Kilos	Larvas	Especie	Parasitismo
Pomarrosa	51	0.755	0	--	0
Chico	40	4.751	0	--	0
Mango	144	22.526	0	--	0
Caimito	14	1.041	0	--	0
Guayaba	55	2.318	3*	<i>A. obliqua</i>	0
Ciruela	3	0.062	0	--	0

*Número de larvas encontradas en el total de frutos muestreados

En base a este hecho, podemos considerar que los resultados del estudio, tienen importantes aplicaciones prácticas en cuanto a la determinación de áreas de alta infestación de moscas de la fruta, así como de zonas de baja presencia,

que faciliten la implementación de diferentes estrategias de control de moscas de la fruta en Michoacán. Finalmente, en el estado existen dos municipios bajo zona de baja prevalencia (Tepalcatepec y San Lucas Huetamo) y están próximos a ser declarados (Buenavista, Aguililla y Parácuaro) (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Michoacán, 2012).

4.2 Fluctuación poblacional y nivel de daño 2013.

En el segundo año de muestreo los resultados observados indican que las moscas de la fruta en el Valle de Apatzingán se presentan a lo largo del año. Sin embargo, los máximos picos poblacionales ocurren de junio a agosto. La densidad es diferente cada año dependiendo de factores ambientales y de manejo en las huertas. Por ejemplo, en julio del 2012 el máximo pico fue de 0.08 Mosca-Trampa-Día, mientras que en agosto de 2013 fue de 1.03 Mosca-Trampa-Día (Figura 2).

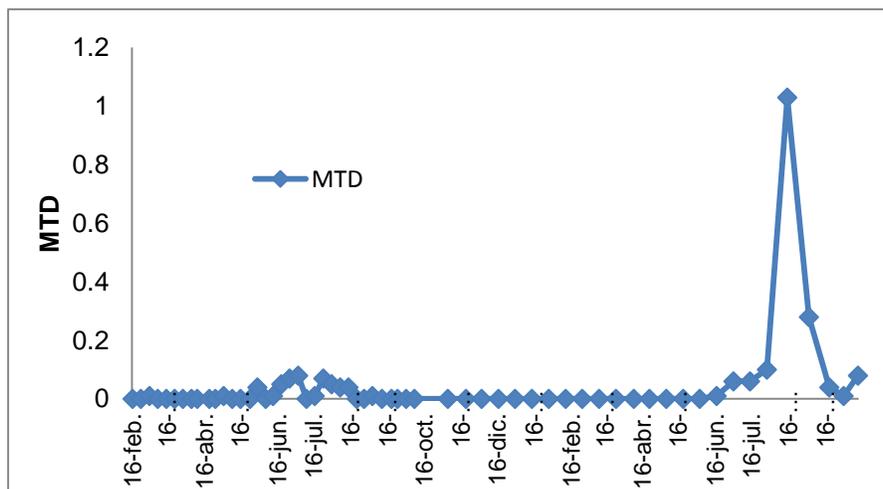


Figura 2. Fluctuación poblacional de moscas de la fruta en el Valle de Apatzingán. Valores de MTD (Moscas x Trampa x Día) detectados en 20 semanas de muestreo (Francisco J. Múgica, Parácuaro, Apatzingán y Buenavista) (INIFAP 2012-20 13).

En las moscas de la fruta, la humedad relativa es el factor físico más determinante que influye en su comportamiento poblacional. Es por esto que aún cuando la disponibilidad de frutos susceptibles de ser atacados, es menor de julio a

septiembre coincide con la mayor densidad de la plaga. Durante el periodo de lluvias la máxima humedad relativa es del 100% y la mínima del 40%. En contraste, en el periodo de estiaje la mínima humedad relativa llega al 9% (Figura 3).

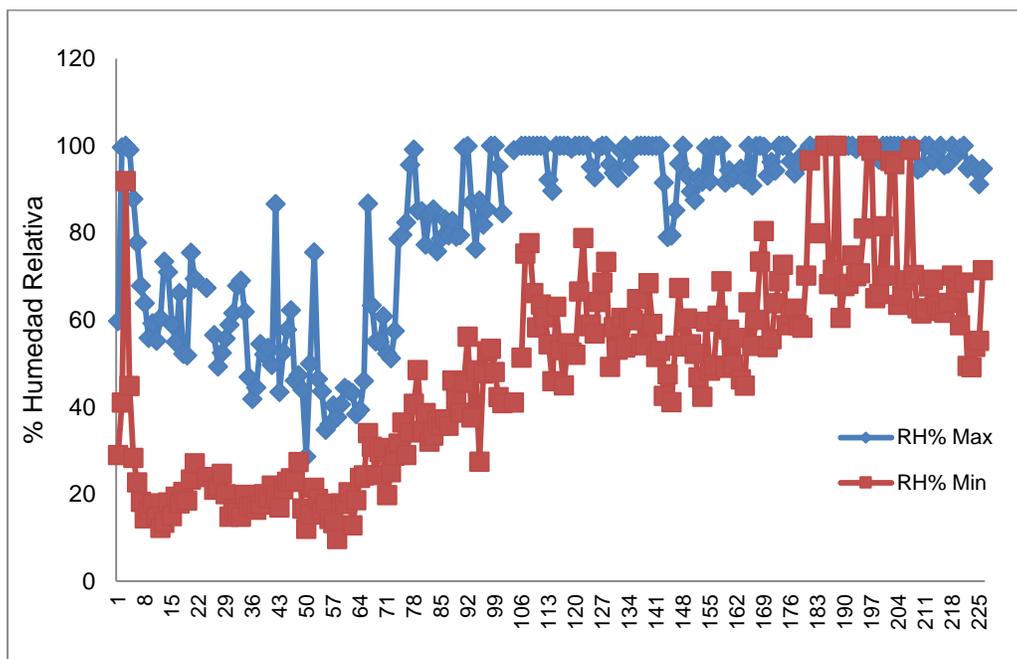


Figura 3. Porcentaje de humedad relativa en el Valle de Apatzingán en días julianos (13 mar-15 oct 2013). Máximas y Mínimas registradas en La Gallina, Municipio de Gabriel Zamora.

En la zona productora de mango de Michoacán se presentan 14 especies de moscas de la fruta. Las más importantes son: *A. ludens* (85%), *A. setriata* (12%) y *A. obliqua* (3%). *Anastrepha ludens* y *A. obliqua* atacan al mango, *A. striata* a la guayaba y *A. serpentina* al chicozapote y mamey (Miranda 1989; Miranda y Leyva 1996; Miranda 2012). Sin embargo, actualmente la especie que predomina en la parte baja del Valle fue *A. obliqua* 82% de capturas. En contraste, Bustos *et al.* (2013) coinciden con estudios previos de que en la parte alta del Valle fue más abundante *A. ludens* (82%).

En base a la distribución de *A. ludens* y *A. obliqua* es posible una repartición del nicho ecológico. Sin embargo, también existe una interacción competitiva entre *A.*

obliqua y *A. striata*, debido a que *A. obliqua* utiliza como hospedero alternativo a la guayaba. Este hospedero se distribuye desde el nivel del mar hasta los 2000 m y está disponibles durante todo el año. Por lo cual se infiere, que cuando baja la disponibilidad de mango y ciruelas, *A. obliqua* utiliza la guayaba como hospedero alternativo o puente (Cuadro 2). Finalmente, no se encontraron larvas parasitadas en los diferentes hospederos. En contraste, Martínez y colaboradores (en proceso) reportan un parasitismo del 20% por *Diachasmimorpha longicaudata* en Tequecarán (municipio de Gabriel Zamora) y Hoyo del Aire (municipio de Nuevo Urecho), Michoacán.

4.3 Evaluación de Estaciones Cebo

Resultados de la tercera actividad

Los resultados de la evaluación de estaciones cebo, mostraron diferencias significativas en la captura de moscas de la fruta entre ambas huertas. En la huerta uno (EC-I), se capturaron 1564 moscas en cuarenta trampas (muestreos), mientras que en la huerta 2 (EC-II) fueron 546 moscas. La huerta uno tiene un manejo orgánico y solamente se aplicó nim y extracto de ajo, pero no tuvieron un efecto en la reducción de capturas. Es posible que dado que ambas huertas están contiguas se presentó un flujo migratorio (Figura 4).

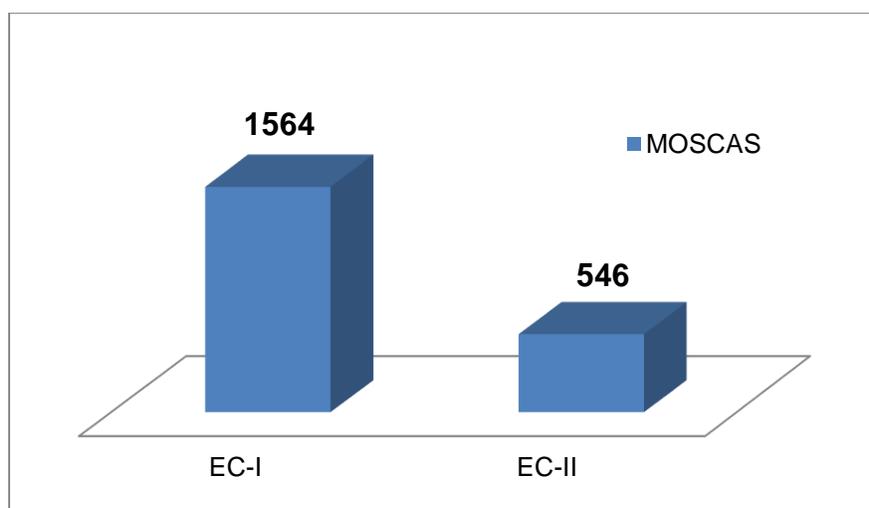


Figura 4. Número de moscas de la fruta capturadas en dos huertas de mango Haden, con Estaciones Cebo, Gabriel Zamora, Mich. (INIFAP, 2013).

La proporción sexual de las moscas capturadas en ambas huertas, estuvo sesgada hacia las hembras en ambas especies (*A. ludens* y *A. obliqua*). En la huerta (EC-I), se encontró la relación en *A. ludens* 1.97 hembras:1 macho y en *A. obliqua* 2.77 hembras: 1 macho, mientras que en la EC-II en *A. ludens* 1.67 hembras: 1 macho y en *A. obliqua* 2.1 hembras: 1 macho. Estos resultados son relevantes si tomamos en consideración que las hembras son las que causan el daño al fruto. Por consecuencia al capturar un mayor número de hembras que machos potencialmente se reduce la infestación de frutos (Figura 5).

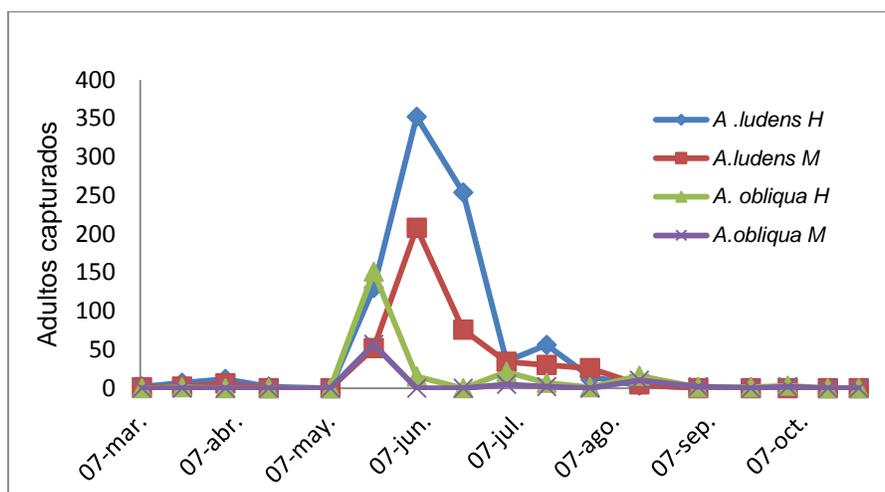


Figura 5. Número de moscas hembra y machos de *A. ludens* y *A. obliqua* capturados en una huerta de mango Haden, con Estaciones Cebo, Gabriel Zamora, Mich. (INIFAP, 2013).

El porcentaje de frutos dañados fue del 12% (EC-I) y 13% (EC-II). Sin embargo, en mangos criollos fue mayor el daño en la huerta (EC-I), en comparación a la segunda huerta (EC-II). Los resultados indican la alta susceptibilidad de los mangos criollos a la infestación de moscas de la fruta porcentaje de frutos dañados de mango (Figura 6).

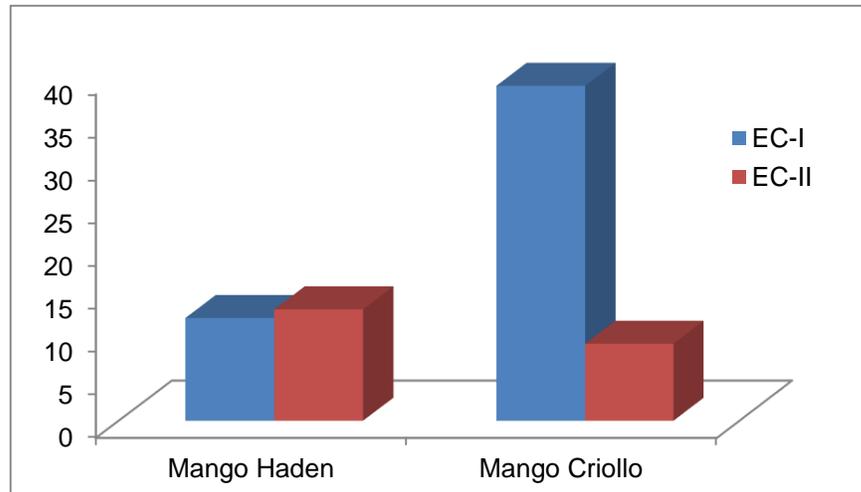


Figura 6. Porcentaje de frutos dañados de mango Haden y Criollo en dos huertas experimentales utilizando con control Estaciones Cebo, Gabriel Zamora, Mich. (INIFAP, 2013).

5. CONCLUSIONES

En el Valle de Apatzingán se identificaron 14 especies de moscas de la fruta, las más importantes son: *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. striata* y *A. serpentina*.

Los máximos picos poblacionales de las especies *A. ludens* y *A. obliqua* se presentaron de junio a agosto.

Anastrepha ludens es más abundante en la parte transicional del Valle de Apatzingán (arriba de los 700 msnm), *A. obliqua* en las partes bajas del Valle (300 a 600 msnm) y de junio a agosto. Ambas especies atacan al mango.

Anastrepha obliqua es una especie que compite por recursos con *A. ludens* y *A. striata*.

El parasitismo de *Diachasmimorpha longicaudata* es nulo o muy bajo en las huertas de mango muestreadas (menor al 5%).

Las Estaciones Cebo con proteína CeraTrap® son una estrategia sustentable en el control de moscas de la fruta al capturar altas densidades de adultos y reducir el uso de aplicaciones químicas.

Las Estaciones Cebo con proteína CeraTrap® capturan una mayor proporción de hembras que machos de *A. ludens* y *A. obliqua*.

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones aquí reportadas fueron financiadas por las siguientes instituciones: Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT (S0007) Convocatoria 2011-04, solicitud 163431.

6. LITERATURA CITADA.

- Aluja, M. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annu. Rev. Entomol.* 39: 155-73.
- Aluja, M. 1993 a. Manejo Integrado de las Moscas de la Fruta (Diptera: Tephritidae). 2nd ed. Trillas. D.F., México.
- Aluja, M. 1993 b. The study of movement in tephritid flies: Review of concepts and recent advances, pp. 105-113. En *Fruit Flies Biology and Management*. M. Aluja & P. Liedo (eds.). Springer. N.Y., USA.
- Aluja, M. 1999. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. *An. Soc. Entomol. Brasil* 28: 565-594.
- Aluja, M., M. López & J. Sivinski. 1998. Ecological evidence for diapause in four native and one exotic species of larval-pupal fruit fly (Diptera: Tephritidae) parasitoids in tropical environments. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 91: 821-833.
- Aluja, M., I. Jácome, A. Birke, N. Lozada & G. Quintero. 1993. Basic patterns of behavior in wild *Anastrepha striata* (Diptera: Tephritidae) flies under field-cage conditions. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 86: 766-783.
- Aluja, M., J. Piñero, I. Jácome, F. Díaz-Fleischer & J. Sivinski. 2000. Behavior of flies the genus *Anastrepha* (Trypetinae: Toxotrypanini), pp. 375-406. En *Fruit Flies (Diptera: Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior*. M. Aluja & A. Norrbon (eds.). CRC Press. Fl., USA.
- Aluja, M., J. Guillén, P. Liedo, M. Cabrera, E. Ríos, G. de la Rosa, H. Celedonio & D. Mota. 1990. Fruit infesting tephritids (Diptera: Tephritidae) and associated parasitoids in Chiapas, México. *Entomophaga* 35: 39-48.
- Askew, R. R. & M. R. Shaw. 1986. Parasitoid communities: their size, structure and development, pp. 225-264. En *Insect Parasitoids*. J. K. Waage & D. Greathead (eds.). Academic Press. London, U.K.
- Badii, M. H., A. E. Flores & L. J. W. Galán. 2000. Fundamentos y perspectivas de control biológico. Universidad Autónoma de Nuevo León. N.L., México.

- Baker, A. C., W. E. Stone, C. C. Plummer & M. McPhail. 1944. A Review of Studies on the Mexican Fruit Fly and Related Mexican Species. USDA Misc. Pub. 531.
- Baranowski, R. M., H. Glenn & J. Sivinski. 1993. Biological control of the Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Fla. Entomol.* 76: 245-251.
- Barbosa, P. 1998. Agroecosystems and conservation biological control, pp. 39-54. En *Conservation Biological Control*. P. Barbosa (ed.). Academic Press. Ca., USA.
- Beckage, N. E. 1985. Endocrine interactions between endoparasitic insects and their host. *Annu. Rev. Entomol.* 30: 371-413.
- Bess, H. A., R. van den Bosch & F. H. Haramoto. 1961. Fruit fly parasites and their activities in Hawaii. *Proc. Haw. Ent. Soc.* 17: 367-378.
- Briggs, C. J. 1993. Competition among parasitoid species on stage-structured hosts and its effect on host suppression. *Am. Nat.* 141: 372-397.
- Boulétreau, M. 1986. The genetic and coevolutionary interactions between parasitoids and their host, pp.169-200. En *Insect Parasitoids*. J. K. Waage & D. Greathead (eds.). Academic Press. London, U.K.
- Bustos, J. C. A., P. Montoya, L. A. Hernández, S. Pineda, J. A. Figueroa & A. M. Martínez. 2013. Especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) presentes en una zona marginal del estado de Michoacán. *Entomología Mexicana* 12(2): 1093-1098.
- Cabrera, M. H., J. Villanueva & N. L. Becerra. 1987. Dinámica poblacional de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. En mango y diversos frutales en el Estado de Veracruz. Primer Inf. Anual de moscas de la fruta en mango, INIFAP, Veracruz, México. 88-89 p. p.

- Cancino, J. 1996. Procedimientos y fundamentos de la cría masiva de *Diachasmimorpha longicaudata*, parasitoide de moscas de la fruta, pp. 409-418. En Memorias del X Curso Internacional sobre Moscas de la Fruta. Programa Moscamed, DGSV-SAGAR, Metapa de Domínguez, Chis., México.
- Celedonio-Hurtado, H., P. Liedo, M. Aluja & J. Guillén. 1988. Demography of *Anastrepha ludens*, *A. obliqua* and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) in Mexico. *Fla. Entomol.* 71: 111-120.
- Chistenson, L. E. & R. E. Foote. 1960. Biology of fruit flies. *Annu. Rev. Entomol.* 5: 171-92.
- Clausen, C. P., D. W. Clancy & Q. C. Chock. 1965. Biological control of the oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel) and other fruit flies in Hawaii. USDA Tech. Bull. 1322.
- Connell, J. H. 1983. On the prevalence and relative importance of interspecific competition: Evidence from field experiments. *Am. Nat.* 122: 661-696.
- Cornell, H. V. & B. A. Hawkins. 1994. Patterns of parasitoid accumulation on introduced herbivores, pp 77-89. En Parasitoid Community Ecology. B. A. Hawkins & W. Sheehan (eds.). Oxford University Press. London, U.K.
- Darby, H. H. & E. M. Knapp. 1934. Studies of the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* (Loew). USDA Tech. Bull. 444: 1-20.
- De Bach, P. D. & D. Rosen. 1991. Biological Control by Natural Enemies. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- Debouzie, D. 1989. Biotic mortality factors in tephritid populations, pp. 221-227. En Fruit Flies: their Biology, Natural Enemies and Control. A. S. Robinson & G. Hooper (eds.). Elsevier. Amsterdam, Holland.
- Eben, A., B. Benrey, J. Sivinsky & M. Aluja. 2000. Host species and host plant effects on preference and performance of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). *Environ. Entomol.* 29: 87-94.

- Ehler, L. E. 1990. Introduction strategies in biological control of insects, pp. 111-134. En *Critical Issues in Biological Control*. M. Mackauer, L. E. Ehler & J. Roland (eds.). Intercept Andover. Hants, U.K.
- Ehler, L. E. 1998. Conservation biological control: past, present and future, pp. 1-8. En *Conservation Biological Control*. P. Barbosa (ed.). Academic Press. Ca., USA.
- Elton, C. S. 2000. *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. The University of Chicago Press. Chicago, USA.
- Eskafi, F. M. & M. M. Kolbe. 1990. Predation on larval and pupal *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) by the ant *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae). *J. Kans. Entomol. Soc.* 60: 559-575.
- Fiske, W. F. 1910. Superparasitism: An important factor in the natural control of insects. *J. Econ. Entomol.* 3: 88-97.
- García, M. E. 1989. *Apuntes de Climatología*. Sexta edición. Editorial FOCET Larios S. A. México. 139 p.
- Godfray, H. C. J. 1994. *Parasitoids Behavioural and Evolutionary Ecology*. Princeton University Press. N.J., USA.
- Godfray, H. C. J. 2000. Host resistance, parasitoid virulence, and population dynamics, pp. 121-138. En *Parasitoid Population Biology*. M. E. Hochberg & A. R. Ives (eds.). Princeton University Press. N.J., USA.
- Godfray, H. C. J. & C. B. Müller. 1998. Host-parasitoid dynamics. En *Insect Population Dynamics*. J. P. Dempster & I. Maclean (eds.). Academic Press. London, U.K.
- Greany, P. D., T. R. Ashley, R. M. Baranowski & D. L. Chambers. 1976. Oviposition behavior of *Biosteres longicaudatus*, a parasitoid of the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 71: 253-256.

- Greany, P. D., J. H. Tumlinson, D. L. Chambers & G. M. Boush. 1977. Chemically mediated host finding by *Biosteres* (= *Opius*) *longicaudatus*, a parasitoid of tephritid fruit fly larvae. *J. Chem. Ecol.* 3: 189-95.
- Gutiérrez, J., J. Reyes, A. Villaseñor, W. Enkerlin, & A. Pérez. 1992. Manual para el control integrado de moscas de la fruta. Dirección General de Sanidad Vegetal. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México D.F.
- Harvey, J. A. & M. R. Strand. 2002. The developmental strategies of endoparasitoids vary with host feeding ecology. *Ecology* 83: 2439-2451.
- Hassell, M. P. 1984. Insecticides in host-parasitoid interactions. *Theor. Popul. Biol.* 26: 378-386.
- Hassell, M. P. 1986. Parasitoids and population regulation, pp. 210-224. En *Insect Parasitoids*. J. Waage & D. Greathead (eds.). Academic Press. London, U.K.
- Hassell, M. P. & J. K. Waage. 1984. Host-parasitoid population interactions. *Annu. Rev. Entomol.* 29: 89-114.
- Hastings, A. 2000. Parasitoid spread: lessons for and from invasion biology, pp. 70-82. En *Parasitoid Population Biology*. M. E. Hochberg & A.R. Ives (eds.). Princeton University Press. N.J., USA.
- Hastings, A. & H. C. Godfray. 1999. Learning, host fidelity, and the stability of host-parasitoid communities. *Am. Nat.* 153: 295-301.
- Hawkins, B. A. 2000. Species coexistence in parasitoid communities: does competition matter? pp. 198-213. En *Parasitoid Population Biology*. M. E. Hochberg & A.R. Ives (eds.). Princeton University Press. N.J. USA.
- Hawkins, B. A. & N. J. Mills. 1996. Variability in parasitoid community structure. *J. Anim. Ecol.* 65: 501-516.

- Hawkins, C. P. & J. A. MacMahon. 1989. Guilds: the multiple meanings of a concept. *Annu. Rev. Entomol.* 34: 423-451.
- Hedström, I. 1991. The guava fruit fly, *Anastrepha striata* Schiner (Tephritidae) in seasonal and non seasonal neotropical forest environments. Ph. D. thesis. Uppsala Univ. Sweden. 43 p.
- Hernández-Ortiz, V. & M. Aluja. 1993. Lista preliminar de especies del género neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. *Folia Entomol. Mex.* 88: 89-105.
- Hochberg, M. E. & A. R. Ives. 2000. Parasitoid Population Biology. Princeton University Press. N.J., USA.
- Hodgson, J. P., J. Sivinski, G. Quintero & M. Aluja. 1998. Depth of pupation and survival of fruit fly (*Anastrepha* spp.: Tephritidae) pupae in a range of agricultural habitats. *Environ. Entomol.* 27: 1310-1314.
- Hokkanen, H. & D. Pimentel. 1989. New associations in biological control: theory and practice. *Can. Entomol.* 121: 829-840.
- Holling, C. S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Can. Entomol.* 91: 385-398.
- Holt, R. D. & J. H. Lawton. 1993. Apparent competition and enemy-free space in insect host-parasitoid communities. *Am. Nat.* 142: 623-645.
- Hubbard, S. F., I. F. Harvey & J. P. Fletcher. 1999. Avoidance of superparasitism: a matter of learning. *Anim. Behav.* 57: 1193-1197.
- Hubbard, S. F., G. Marris, A. Reynolds & G. W. Rowe. 1987. Adaptive patterns in the avoidance of superparasitism by solitary parasitic wasps. *J. Anim. Ecol.* 56: 387-401.
- Huffaker, C. B. 1985. Biological control in integrated pest management: an entomological, perspective, pp.13-23. En *Biological Control in Agricultural*

- IPM Systems. A. M. Hoy & D. C. Herzog (eds.). Academic Press. Orlando FL., USA.
- Huffaker, C. B., J. Simmonds & J. E. Laing. 1976. The theoretical and empirical basis of biological control, pp. 41-78. En *Theory and Practice of Biological Control*. C. B. Huffaker & P. S. Messenger (eds.). Academic Press. N.Y. USA.
- Jervis, M. A. & N. A. C. Kidd. 1996. *Insect Natural Enemies Practical Approaches to their Study and Evaluation*. Chapman & Hall. London, U. K.
- Jiménez, J. E. 1956. Las moscas de la fruta y sus enemigos naturales. *Fitófilo* 9: 4-11.
- Takehashi, N., Y. Suzuki & Y. Iwasa. 1984. Niche overlap of parasitoids in host parasitoid systems: its consequence to the single versus multiple introduction controversy in biological control. *J. Appl. Ecol.* 21: 115-131.
- Kareiva, P. 1990. Population dynamics in spatially complex environments: theory and data. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 330: 175-190.
- Keddy, P. A. 1989. *Competition*. Chapman and Hall. London, U.K.
- King, B. H. 1990. Sex ratio manipulation by the parasitoid wasp *Spalangia cameroni* in response to host age: a test of the host-size model. *Evol. Ecol.* 4: 149-156.
- King, E. G., K. R. Hopper & J. E. Powel. 1985. Analysis of systems for biological control of crop arthropod pests in the U.S. by augmentation of predators and parasites p.p. 201-227. En *Biological Control in Agricultural IPM Systems*. A.M. Hoy & D. C. Herzog (eds.). Academic Press. N.Y., USA.
- Knipling, E. F. 1992. *Principles of insect parasitism analyzed from new perspectives: practical implications for regulating insect populations by biological means*. U.S. Department of Agriculture Handbook.

- Kraaijeveld, A. R., J. J. M. van Alphen & H. C. J. Godfray. 1998. The coevolution of host resistance and parasitoid virulence. *Parasitology* 116: 29-45.
- Lawrence, P. O. 1981. Host vibration-a cue to host location by the parasite *Biosteres longicaudatus*. *Oecologia* 48: 249-251.
- Lawrence, P. O. 1988. Superparasitism of the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae), by *Biosteres longicaudatus* (Hymenoptera: Braconidae): implications for host regulation. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 81: 233-239.
- Lawrence, P. O., P. D. Greany, J. L. Nation & R. M. Baranowski. 1978. Oviposition behavior of *Biosteres longicaudatus* a parasite of the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 71: 253-256.
- Lawton, J. H. & M. P. Hassell. 1984. Interspecific competition in insects. En *Ecological Entomology*. C. B. Huffaker & R. L. Rabb (eds.). John Wiley and Sons. N.Y., USA.
- Lawton, L. H. & D. R. Strong. 1981. Community patterns and competition in folivorous insect. *Am. Nat.* 118: 317-338.
- Letourneau, D. K. 1998. Conservation biology: Lessons for conserving natural enemies. pp, 9-38. En *Conservation Biological Control*. P. Barbosa (ed.). Academic Press. Ca., USA.
- Leyva, J. L., H. W. Browning & F. E. Gilstrap. 1991. Effect of host fruit species, size and color on parasitization of *Anastrepha ludens* by *Diachasmimorpha longicaudata*. *Environ. Entomol.* 20: 1469-1474.
- Lezama-Gutiérrez, R., A. Trujillo-De la Luz, J. Molina-Ochoa, O. Rebolledo-Domínguez, A. R. Pescador, M. López-Edwards & M. Aluja. 2000. Virulence of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae): laboratory and field trials. *J. Econ. Entomol.* 93: 1080-1084.

- López, M. 1996. Patrones de parasitismo en Moscas de la Fruta del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en frutos nativos y exóticos. Tesis Profesional Ingeniero Agrónomo, Universidad Veracruzana. 104 p.
- López, M., M. Aluja & J. Sivinski. 1999. Hymenopterous larval-pupal and pupal parasitoids of *Anastrepha* flies (Diptera: Tephritidae) in Mexico. *Biol. Control* 15: 119-129.
- MacQuate, G.T, C.D. Sylva, & E.B. Jang. 2005. Efficacy of suppression of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in a persimmon orchard through bait sprays in adjacent coffee plantings. *Journal of Applied Entomology* 129: 110-117.
- Mackauer, M. 1990. Host discrimination and larval competition in solitary endoparasitoids, pp. 41-62. En *Critical Issues in Biological Control*. M. Mackauer, L. Ehler & J. Roland (eds.). Intercept. Andover, U.K.
- Martínez, M. L., H. Bravo M., J. López C., J. L. Leyva V. & J. Trujillo A. 1992. Supervivencia y fecundidad de cuatro phena de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide de Moscas de la Fruta (Diptera: Tephritidae). *Agrociencia Serie Protección Vegetal*. 3: 53-67.
- May, R. M. & M. P. Hassell. 1988. Population dynamics and biological control. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. 318: 129-169.
- McPhail, M. & C. I. Bliss. 1933. Observations on the Mexican fruit fly and some related species in Cuernavaca, México, in 1928 and 1929. USDA Cir. 255.
- Memmott, J., H. C. J. Godfray & I. D. Gauld. 1994. The structure of a tropical host-parasitoid community. *J. Anim. Ecol.* 63: 521-540.
- Mills, N. J. 2000. Biological control: The need for realistic models and experimental approaches to parasitoid introductions, pp., 217-234. En *Parasitoid Population Biology*. M. E. Hochberg & A. R. Ives (eds.). Princeton University Press. N. J., USA.

- Miranda, S. M. A. 1989. Identificación de las especies de moscas de la fruta presentes en el Valle de Apatzingán, Mich. y sus hospederos. Segunda Reunión Científica Forestal y Agropecuaria de Michoacán. SARH-INIFAP-CIPAC-Mich.
- Miranda, S. M. A. 2002. Patrones demográficos y de comportamiento de dos endoparasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Instituto de Ecología UNAM. Tesis de Doctorado 175 p.
- Miranda, S. M. A. 2012. Avances de investigación de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) en Michoacán, México. Memorias 3º Congreso Nacional de Mitigación de Daño Ambiental en el Sector Agropecuario de México, Guadalajara Jal 29-30 noviembre pp 86-100.
- Miranda, S. M. A & J. L. Leyva. 1996. New records of *Anastrepha sagittata* and *A. montei* (Diptera: Tephritidae) from western México. *Fla Entomol.* 79: 264-265.
- Montecillos, T. J. L. 1987. Mosca de la fruta en la Costa de Chiapas. Primer informe anual sobre los trabajos de investigación en moscas de la fruta en mango. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Veracruz, Ver., México. 39 p.
- Montoya, P., P. Liedo, J. Cancino, B. Benrey, J. F. Barrera, J. Sivinski & M. Aluja. 2000a. Biological control of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in mango orchards, through augmentative releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). *Biol. Control* 18: 258-269.
- Montoya, P., P. Liedo, B. Benrey, J. F. Barrera, J. Cancino & M. Aluja. 2000b. Functional response and superparasitism by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 93: 47-54

- Moreno, D.S., H. Celedonio, R. L. Mangan, J. Zavala, & P. Montoya. 2001. Field evaluation of a phototoxic dye, Phloxine B, against three species of fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 94: 1419-1427.
- Moreno, D.S., H. Celedonio, R. L. Mangan, J. Zavala, & P. Montoya. 2001. Field evaluation of a phototoxic dye, Phloxine B, against three species of fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 94: 1419-1427.
- Murdoch, W. W. & C. J. Briggs. 1996. Theory for biological control: recent developments. *Ecology* 77: 2001-2013.
- Murdoch, W. W., J. Chesson & P. L. Chesson. 1985. Biological control in theory and practice. *Am. Nat.* 125: 344-366.
- Munyanzeza, J. & J. J. Obrycki. 1997. Functional response of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) to colorado potato beetle eggs (Coleoptera: Chrysomelidae). *Biol. Control* 8: 215-224.
- Myers, J. H., C. Higgins & E. Kovacs. 1989. How many insect species are necessary for the biological control of insects. *Environ. Entomol.* 18: 541-547.
- Navarro-Llopis, V., J. Sanchis-Cabanes, I. Ayala, V. Casaña-Giner, & E. Primo-Yúfera. 2004. Efficacy of Lufenuron as chemosterilant against *Ceratitis capitata* in field trials, *Pest Management Science*. 60: 914-920.
- Norrbom, A. L., R. A. Zucchi & V. Hernández-Ortiz. 2000. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology, pp. 299-342. En *Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior*. M. Aluja & A.L. Norrbom (eds). CRC Press. FL., USA.
- Ortega, A. R. & G. G. Díaz. 1987. Dinámica poblacional de la mosca de la fruta *Anastrepha ludens* en mango en la Costa de Jalisco. Primer informe anual sobre los trabajos de investigación en moscas de la fruta en mango. SARH-INIFAP. Veracruz, Ver., México. 11 p.

- Ovruski, S. M., M. Aluja, J. Sivinski & 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. *Integer. Pest Manag. Rev.* 5: 81-107.
- Pemberton, C. E. & H. F. Willard. 1918. Interrelations of fruit fly parasites in Hawaii. *J. Agr. Res.* 12: 285-295.
- Powell, W. 1986. Enhancing parasitoid activity in crops, pp. 319-340. En *Insect Parasitoids*. J. Waage & D. Greathead (eds.). Academic Press. London, U.K.
- Price, P. W. 1984. *Insect Ecology*. John Wiley & Sons. N.Y., USA.
- Purcell, M. F. 1998. Contribution of biological control to integrated pest management of tephritid fruit flies in the tropics and subtropics. *Integr. Pest Manag. Rev.* 3: 1-21.
- Quicke, D. L. J. 1997. *Parasitic Wasps*. Chapman & Hall. London, U.K.
- Rabb, R. L., R. E. Stinner & R. van den Bosch. 1976. Conservation and augmentation of natural enemies, pp. 233-254. En C. B. Huffaker & P.S. Messenger (eds.). Academic Press. N.Y., USA.
- Reyes, J., G. Santiago, & P. Hernández. 2000. Mexican fruit fly eradication programme, pp.337-380. In K.H. Tan [eds], *Area wide control of fruits flies and other insect pest*. Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia.
- Rodríguez, L. B., M. H. Badii & A. E. Flores. 2000. Bases ecológicas de control biológico, pp. 19-31. En *Fundamentos y Perspectivas de Control Biológico*. Badii, M. H., A. E. Flores & L. J. W. Galán (eds.). Universidad Autónoma de Nuevo León. N.L., México.
- Salt, G. 1961. Competition among insect parasitoids. *Symp. Soc. Exp. Biol.* 15: 96-119.

- [SIAP] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. <http://www.siap.gob.mx>. Consulta 20 de enero, 2013.
- Simberloff, D. & P. Stiling. 1996. How risky is biological control? *Ecology* 1965-1974.
- Sivinski, J. 1991. The influence of host fruit morphology on parasitization rates in the Caribbean fruit fly *Anastrepha suspensa*. *Entomophaga* 36: 447-454.
- Sivinski, J. 1996. The past and present of biological control of fruit flies, pp. 369-375. En *Fruit Fly Pest*. B. McPherson & G. Steck (eds). St. Lucie Press. FL., USA.
- Sivinski, J., M. Aluja & M. Lopez. 1997. Spatial and temporal distribution of parasitoids of Mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit trees. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 90: 604-618.
- Sivinski, J., C. O. Calkins, R. Baranowski, D. Harris, J. Brambila, J. Diaz, R. Burns, T. Holler & G. Dobson. 1996. Suppression of a Caribbean fruit fly (*Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera: Tephritidae) population through augmentative releases of the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). *Biol. Control* 6: 177-185.
- Sivinski, J., J. Piñero & M. Aluja. 2000. The distributions of parasitoids (Hymenoptera) of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) along an altitudinal gradient in Veracruz, México. *Biol. Control* 18: 258-269.
- Solomon, J. E. 1949. The natural control of animal populations. *J. Anim. Ecol.* 18: 1-35
- Speirs, D. C., T. N. Sherrat & S. F. Hubbard. 1991. Parasitoid diets: does superparasitism pay? *TREE* 6:22-25.
- Thomas, D. B. 1993. Survivorship of the pupal stages of the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) in an agricultural and a nonagricultural situation. *J. Entomol. Sci.* 28: 350-362.
- Urías, L. M. A. 1991, Daño por mosca de la fruta en variedades de Mango en Sauta, Nayarit, XXVI Congreso Nacional de Entomología, Veracruz, Veracruz, México, 428-429 p.p.

- van Alphen, J. J. M. & M. A. Jervis. 1996. Foraging behaviour, pp. 1-62. En M. Jervis & N. Kidd (eds.). *Insect Natural Enemies Practical Approaches to their Study and Evaluation*. Chapman & Hall. London, U. K.
- van Alphen, J. J. M. & M. V. Visser. 1990. Superparasitism as an adaptative strategy for insect parasitoids. *Annu. Rev. Entomol.* 35: 59-79.
- van Baalen, M. 2000. The evolution of parasitoid egg load, pp. 103-120. En *Parasitoid Population Biology*. M. E. Hochberg & A. R. Ives (eds.). Princeton University Press. London, U. K.
- van den Bosch, R. & H. Haramoto. 1953. Competition among parasites of the oriental fruit fly. *Proc. Hawaii Entomol. Soc.* 15: 201-206.
- van Driesche, R. G. & T. Bellows. 1996. *Biological control*. Chapman & Hall. N.Y., USA.
- Vargas, R. I., J. D. Stark, R. J. Prokopy & T. A. Green. 1991. Response of oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) and associated parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) to different-color spheres. *J. Econ. Entomol.* 84: 1503-1507.
- Wang, Z. L., F. Z. Wang, S. Chen & M. Y. Zhu. 2002. Competition and coexistence in regional habitats. *Am. Nat.* 159: 498-508.
- Weisser, W. W. & A. I. Houston. 1993. Host discrimination in parasitic wasps: when is it advantageous. *Funct. Ecol.* 7: 27-39.
- Wharton, R. 1989. Clasical biological control of fruit infesting Tephritidae, pp. 303-313. En *Fruit Flies: their Biology, Natural Enemies and Control*. S. Robinson & G. Hooper (eds.). Elsevier. Amsterdam, Holland.
- Wharton, R. A. & F. E. Gilstrap. 1983. Key to and status of opiine braconid (Hymenoptera) parasitoids used in biological control of *Ceratitis* and *Dacus* (Diptera: Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76: 721-742.
- Williamson, M. 1996. *Biological invasions*. Chapman & Hall. N.Y., USA.

Wong, T. T. Y., M. M. Ramadan, J. C. Herr & D.O. McInnis. 1992. Suppression of a Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population with concurrent parasitoid and sterile fly releases in Kula, Maui, Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 85: 1671-1681.