



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO
POSGRADO EN FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**DIVERSIDAD Y FLUCTUACIÓN
POBLACIONAL DE MOSCAS DE LA FRUTA
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN GUERRERO,
MÉXICO**

SUSANA EVA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2017

La presente tesis titulada: **Diversidad y fluctuación poblacional de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en Guerrero, México**, realizada por la alumna: **Susana Eva Rodríguez Rodríguez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

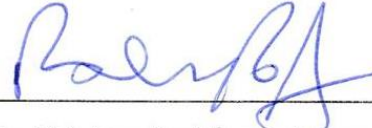
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



Dr. Héctor González Hernández

ASESOR



Dr. Esteban Rodríguez Leyva

ASESOR



Dr. Mario Alberto Miranda Salcedo

Montecillo, Texcoco, Estado de México, abril de 2017.

DIVERSIDAD Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE MOSCAS DE LA FRUTA
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN GUERRERO, MÉXICO

Susana Eva Rodríguez Rodríguez, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

La fruticultura es una actividad de importancia económica para el estado de Guerrero, México, y varias especies de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) limitan el desarrollo de esta actividad por los daños directos que causan a frutales como mango, cítricos dulces, guayaba y diversas especies de sapotáceas. Este estudio se realizó de octubre de 2015 a octubre de 2016, y tuvo el objetivo de conocer la diversidad y fluctuación poblacional de moscas de la fruta en los municipios de Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero. El material biológico de moscas de la fruta se obtuvo de la red oficial de trampeo de la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF) de la dirección nacional del plan de protección, SENASICA, SAGARPA en el estado de Guerrero. Adicionalmente, se analizó la base de datos de trampeo de moscas de la fruta de la CNMF de los municipios de Tetipac y Atoyac de Álvarez, de 2012 a 2016, con el objeto de determinar la distribución estacional de *Anastrepha ludens*, *A. striata*, *A. obliqua* y *A. serpentina*. Se detectaron 11 especies de moscas de la fruta: *A. ludens*, *A. striata*, *A. obliqua*, *A. serpentina*, *A. spatulata*, *A. bicolor*, *A. dentata*, *A. chichlayae*, *Toxotrypana curvicauda*, *Rhagoletis ramosae* y *Zonosemata cocoyoc*. En Tetipac, se registró mayor riqueza de especies de moscas de la fruta ($S= 10$) y de acuerdo a los índices Shannon-Wiener (H') y Simpson (λ) también se detectó una mayor diversidad ($H'= 1.30$; $\lambda= 0.68$). El número total de moscas de la fruta recolectadas en trampas en ambos municipios fue de 1,546 ejemplares (1,085 en Tetipac y 461 en Atoyac de Álvarez). Los principales picos de capturas de moscas de la fruta en trampas se presentaron de febrero a octubre, lo que coincide con las etapas fenológicas de fructificación, maduración y cosecha de frutos hospederos de estas especies en cada región. Por otro lado, los datos de captura de 2012 a 2016 para *A. ludens*, *A. striata*, *A. obliqua* y *A. serpentina*, en los dos municipios analizados, muestran que las poblaciones de estas cuatro especies han disminuido a través del tiempo, principalmente en las áreas productoras de mango de Atoyac de Álvarez, Guerrero.

Palabras clave: *Anastrepha* spp., índices de diversidad, sistema de trampeo.

DIVERSITY AND FLUCTUATION IN POPULATION OF FRUIT FLIES (DIPTERA:
TEPHRITIDAE) IN GUERRERO, MEXICO

Susana Eva Rodríguez Rodríguez, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

Tropical fruit production is an important economic activity for Guerrero State, México, but fruit flies (Diptera: Tephritidae) are a limited factor because the direct damage to fruit trees such as mango, sweet citrus, guava and some Sapotaceae. This study was conducted from October 2015 to October 2016, in order to define fruit fly species diversity and fluctuation population at the municipalities of Tetipac and Atoyac de Álvarez, Guerrero. Biological material of fruit flies was obtained from the official trapping system of the National Campaign against Fruit Flies (NCAFF) of the National Direction of the Plan Protection, SENASICA, SAGARPA at the Guerrero State. Additionally, trend population's density of *Anastrepha ludens*, *A. obliqua*, *A. striata* and *A. serpentina* at the municipalities of Tetipac y Atoyac de Álvarez were analyzed using fruit fly data base of trapping system from 2012 to 2016. Eleven species of fruit flies were detected: *A. ludens*, *A. striata*, *A. obliqua*, *A. serpentina*, *A. spatulata*, *A. bicolor*, *A. dentata*, *A. chichlayae*, *Toxotrypana curvicauda*, *Rhagoletis ramosae* and *Zonosemata cocoyoc*. At Tetipac, a higher richness of species of fruit flies was recorded ($S= 10$) and the higher diversity index of Shannon-Wiener (H') and Simpson (λ) ($H'= 1.30$; $\lambda= 0.68$). The total fruit fly abundance obtained in the trapping system was of 1,546 individuals (1,085 in Tetipac and 461 in Atoyac de Álvarez). The higher fruit fly density at traps was observed from February to October when fruit trees were having young fruits and up to the fruit harvest. The analyzes of historic records of the fruit fly trapping system shows that the populations of these four fruit fly species have a tendency to reduce through the years in both municipalities, particularly at the mango commercial orchards in Atoyac de Álvarez, Guerrero.

Key words: *Anastrepha* spp., diversity index, trapping system.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mis padres: Armando Rodríguez Navarrete y Alberta Rodríguez Godínez, que han apoyado cada decisión que he tomado durante todo el transcurso de mi formación académica, me han educado y guiado en la vida, me han enseñado que para obtener un logro se debe trabajar con empeño y dedicación, gracias papá y mamá, ¡Los Amo!.

A mis hermanas Ana Beatriz y Anayeli y a mis hermanos Rosenbert, Cenobio, Armando, Gilberto, Márgaro, Simón y Miguel. Así como a sus familias, gracias por formar parte de mi vida, por apoyarme en los momentos difíciles y por su alegría compartida conmigo.

A Oscar Eduardo Hernández Torres, que con su ayuda se logró una parte importante de este trabajo, gracias por el apoyo en las salidas de campo, sin ti no hubiese sido posible culminar parte de esta investigación, además de tu optimismo que siempre alegro mis días cuando más lo necesitaba.

A María Dina Estrada Marroquín, por ser mi compañera y amiga, gracias por tu apoyo incondicional a pesar de la distancia.

A mis amigos que aunque no estén cerca de mí, siempre me apoyaron y me dieron ánimos para seguir adelante: Hugo Larios, Xitla, Arturito, Miguel, Rosibel, Paulina, Adán, Erick, Mike, Nermi y Brenda y a la familia Torres Cuevas que siempre me animaron para culminar esta etapa académica.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el financiamiento otorgado para finalizar mis estudios de posgrado.

Al Colegio de Postgraduados, en especial al posgrado de Fitosanidad, Entomología y Acarología por la oportunidad para realizar mis estudios de maestría, así como al personal técnico, administrativo, de laboratorio y de control de vehículos por las facilidades otorgadas.

A mi profesor consejero, Dr. Héctor González Hernández, gracias por su paciencia, ánimos y consejos, por la disponibilidad de tiempo que mostró para resolver mis dudas durante el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Esteban Rodríguez Leyva y al Dr. Mario Alberto Miranda Salcedo por formar parte de mi consejo particular, gracias por sus aportaciones, correcciones y recomendaciones en este documento de tesis.

Al Dr. J. Refugio Lomelí Flores, gracias por el tiempo que dedicó para realizar observaciones a mi trabajo de tesis y artículo y al Dr. Jorge M. Valdez Carrasco, quien ayudo en la toma de fotografía de los ejemplares.

A todos los profesores que formaron parte de mi formación académica a través de los cursos de maestría.

Al personal del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guerrero (CESAVEGRO), Ing. Jorge García Bravo, Ing. Fausto Mesino Flores, Biól. Héctor Calvo Gatica, Ing. Javier Castro Romero y al Técnico auxiliar Javier Flores Juárez, gracias por el permiso para usar la ruta de trampeo de CNMF y por el apoyo en los muestreos del material biológico.

A Ing. Eric Fernando López Villalobos por la ayuda en la determinación de ejemplares de moscas de la fruta.

Con el apoyo de cada una de las personas anteriormente mencionadas se logró terminar en forma satisfactoria este trabajo de investigación, gracias a todos.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Diversidad de Tephritidae.....	4
3.2 Biología y ecología de Tephritidae.....	5
3.3 Diagnósis taxonómica de Tephritidae	6
3.4 Manejo integrado de moscas de la fruta	7
3.5 Antecedentes	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1 Área de estudio	12
4.2 Diversidad de especies y fluctuación poblacional 2015-2016	13
4.2.1 Sistema de trapeo	13
4.2.2 Muestreo de frutos.....	13
4.2.3 Análisis estadístico	14
4.3 Análisis de Moscas por Trampa por Día (MTD) de los años 2012 a 2016	15
V. RESULTADOS	16
5.1 Diversidad de especies y fluctuación poblacional 2015-2016	16
5.1.1 Sistema de trapeo	16
5.1.2. Muestreo de frutos.....	19
5.2 Análisis de Moscas por Trampa por Día (MTD) de los años 2012 a 2016	20
VI. DISCUSIÓN	26
VII. CONCLUSIONES	30
VIII. LITERATURA CITADA	31

IX. ANEXOS	37
-------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Página

- Figura 1.** Abundancia total de moscas de la fruta capturadas en trampas húmedas Multilure en Tetipac, Guerrero (2015-2016). Otras: *A. serpentina*, *A. spatulata*, *A. bicolor*, *A. dentata*, *T. curvicauda*, *Z. cocoyoc* y *R. ramosae*. Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp..... 18
- Figura 2.** Abundancia total de moscas de la fruta capturadas en trampas húmedas Multilure en Atoyac de Alvarez, Guerrero (2015-2016). Otras: *A. chiclayae* y *T. curvicauda*. Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp..... 18
- Figura 3.** Abundancia total anual de moscas de la fruta, procedente de trampas húmedas Multilure, en los municipios de Tetipac (T) y Atoyac de Álvarez (A), Guerrero (2012-2016). .. 20
- Figura 4.** MTD de *Anastrepha ludens* en Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2012-2016). Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp..... 22
- Figura 5.** MTD de *Anastrepha obliqua* en Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2012-2016). Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp..... 23
- Figura 6.** MTD de *Anastrepha striata* en Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2012-2016). Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp..... 24
- Figura 7.** MTD de *Anastrepha serpentina* en Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2012-2016). Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. 25

LISTA DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Riqueza específica total y diversidad de moscas de la fruta capturadas en trampas húmedas Multilure en dos municipios de Guerrero (2015-2016). S: Riqueza específica. H': Índice de Shannon-Wiener. $\lambda-1$: Índice de Simpson.	16
Cuadro 2. Especies de moscas de la fruta y abundancia total de material capturado en trampas húmedas Multilure en Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2015-2016).	17
Cuadro 3. Fenología de los principales frutales en los municipios de Atoyac de Álvarez y Tetipac, Guerrero. 1: Periodo vegetativo. 2: Floración. 3: Fructificación. 4: Maduración y cosecha.	19
Cuadro 4. Número de individuos de moscas de la fruta y del parasitoide detectados en frutos hospederos en los municipios de Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2015-2016).	19

I. INTRODUCCIÓN

México cuenta con una superficie territorial de 1,964,375 km² (INEGI, 2016) de los cuales a la agricultura de riego se destinan 10,040,840 ha y de temporal 22,342,182 ha (INEGI, 2017). La fruticultura es una actividad de importancia económica para el país, ya que genera divisas, fortalece eslabones comerciales en las cadenas productivas y sostiene el empleo; en los últimos años México se ha posicionado como uno de los principales países exportadores de mango y papaya (Villegas-Monter y Mora-Aguilera, 2011). En particular en el estado de Guerrero la producción de mango ocupa el primer lugar a nivel nacional con la variedad Manila y el segundo lugar con la variedad Ataulfo (SIAP, 2017). Sin embargo, a pesar de la predominancia comercial del mango, otros frutales como guayaba, naranja y jobo, también son importantes para el consumo local de la población. Una de las principales dificultades para el desarrollo de esta actividad, está representada por un complejo de plagas fitófagas que se alimentan de frutos, semillas, tallos, hojas y raíces, dentro de las cuales destacan algunas especies de moscas de la fruta de la familia Tephritidae (Aluja, 1993, 1994; Hernández-Ortiz *et al.* 2010). Esta familia cuenta a nivel mundial con aproximadamente 4,000 especies incluidas en 500 géneros (White & Elson-Harris, 1992) y cerca de 200 de éstas son consideradas plagas importantes por las pérdidas directas que causan en una amplia variedad de frutales (Norrbom *et al.* 2012). Los géneros de moscas de la fruta más representativos son *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* MacLeay, *Rhagoletis* Loew y *Toxotrypana* Gerstaecker (Hernández-Ortiz *et al.* 2010).

Las moscas de la fruta se caracterizan por tener una amplia distribución geográfica, afectan a una gran cantidad de hospederos cultivados y silvestres (Hernández-Ortiz *et al.* 2010) y por su gran capacidad de adaptación y dispersión (Aluja, 1993). La severidad con que atacan a un cultivo es variable, pues el ciclo de vida se ve influenciado por las condiciones agroecológicas de cada región, los principales factores implicados son la temperatura, humedad, vegetación nativa, sustrato de oviposición y de pupación; así como la disponibilidad de alimento (Aluja, 1993; Hernández-Ortiz y Aluja, 1993).

Actualmente, la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF) opera en 26 estados de la República Mexicana, llevando a cabo acciones de monitoreo (trampeo y muestreo de frutos) y de control, bajo un esquema de Manejo Integrado de Plagas (MIP), con la finalidad de establecer y mantener áreas libres de moscas de la fruta y reducir las poblaciones de éstas a niveles de baja prevalencia (SENASICA, 2017). Sin embargo, la correcta identificación de las

especies y el conocimiento sobre su dinámica poblacional, ayudan a reforzar las medidas de manejo (Aluja, 1993).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Analizar la diversidad y fluctuación poblacional de moscas de la fruta de la familia Tephritidae en los municipios de Tetipac y Atoyac de Álvarez, del estado de Guerrero, México.

2.2 Objetivos específicos

- Conocer la diversidad de especies de moscas de la fruta capturadas en trampas y en los principales frutales hospederos, así como su fluctuación poblacional en los municipios de Tetipac y Atoyac de Álvarez, del estado de Guerrero.
- Determinar la distribución estacional de *A. ludens*, *A. striata*, *A. obliqua* y *A. serpentina* en los municipios de Tetipac y Atoyac de Álvarez, del estado de Guerrero, a partir de datos históricos del sistema de trapeo de la CNMF de 2012 a 2016.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Diversidad de Tephritidae

La superfamilia Tephritoidea está compuesta por ocho familias relacionadas en tres clados. El primero de estos, está representado por la familia Lonchaeidae, el segundo con las familias Richardiidae, Pallopteridae y Piophilidae (Tephritoidea inferiores) y el tercero incluye a Ulidiidae (Otitidae, *sensu* Kameneva & Korneyev 1994), Platystomatidae, Pyrgotidae y Tephritidae (incluye Tachiniscinae) (Tephritoidea superiores) (Hernández-Ortiz *et al.* 2010). En particular, la familia Tephritidae a nivel mundial tiene aproximadamente 4,000 especies, incluidas dentro de 500 géneros (White & Elson-Harris, 1992; Hernández-Ortiz y Aluja, 1993). De éstas especies, 977 están registradas en el continente americano, desde México hasta Chile y Argentina (Hernández-Ortiz *et al.* 2010). De acuerdo a Triplehorn & Johnson (2005) y Hernández-Ortiz *et al.* (2010) la clasificación taxonómica más actualizada de la familia es la siguiente:

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Atelocerata

Clase: Hexapoda (Insecta)

Subclase: Pterygota

Orden: Diptera

Suborden: Cyclorrhapha

Infraorden: Muscomorpha

Superfamilia: Tephritoidea

Familia: Tephritidae

Subfamilias: Phytalmiinae, Tephritinae y Trypetinae.

De las 4,000 especies conocidas para el mundo (White & Elson-Harris, 1992), cerca de 200 son consideradas plagas importantes por las pérdidas directas que causan en una amplia variedad de frutales (Norrbom *et al.* 2012). Estas especies están incluidas dentro de la subfamilia Trypetinae, principalmente en los géneros *Rhagoletis*, *Ceratitis*, *Bactrocera*, *Toxotrypana* y *Anastrepha* (Hernández-Ortiz *et al.* 2010).

El género *Anastrepha* es uno de los más diversos (Norrbom *et al.* 1999; Norrbom & Korytkowski, 2009, 2011), su distribución está registrada desde el sur de Texas y Florida, en Estados Unidos, hasta el norte de Argentina, incluyendo la mayoría de las Islas del Caribe (Hernández-Ortiz y Aluja, 1993; Aluja, 1994). Del género *Anastrepha* se han descrito 209 especies (Hernández-Ortiz *et al.* 2010) y solo siete de éstas se consideran de importancia económica, como *Anastrepha ludens* (Loew) (mosca Mexicana de la fruta), *A. obliqua* (Macquart) (mosca de las Indias Occidentales), *A. fraterculus* (Wiedemann) (mosca Sudamericana de la fruta), *A. suspensa* (Loew) (mosca del Caribe), *A. serpentina* (Wiedemann) (mosca de las sapotáceas), *A. striata* Schiner (mosca de la guayaba) y *A. grandis* (Macquart) (mosca del melón) (Hernández-Ortiz *et al.* 2010).

En México existen 37 especies del género *Anastrepha*, y en los estados de Chiapas y Veracruz está presentada la mayor diversidad (25 y 24 especies, respectivamente) (Hernández-Ortiz, 2007). En el caso de Guerrero se registran las 12 especies siguientes: *A. tripunctata* Wulp, *A. bicolor* (Stone), *A. pallens* Coquillett, *A. montei* Lima, *A. spatulata* Stone, *A. chichlayae* Greene, *A. acris* Stone, *A. distincta* Greene, *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. striata* y *A. serpentina* (Hernández-Ortiz, 2007). Mientras que los estados de Aguascalientes, Coahuila, Sonora, Durango, Nuevo León, Tlaxcala y Zacatecas solo cuentan con el registro de una a cinco especies, incluso en algunas áreas no se han presentado registros documentados, por ejemplo, Hidalgo y Chihuahua (Hernández-Ortiz, 2007). En el caso de Hidalgo, posiblemente por la falta de estudios faunísticos en moscas de la fruta.

3.2 Biología y ecología de Tephritidae

Las moscas de la fruta son organismos muy dinámicos, poseen una extraordinaria capacidad de adaptación (Aluja, 1993) y su distribución es para las regiones templadas, subtropicales y tropicales de todo el mundo, excepto en la Antártida (White & Elson-Harris, 1992). Los adultos de moscas de la fruta frecuentemente se encuentran sobre las flores o la vegetación (Triplehorn & Johnson, 2005), lugar donde se lleva a cabo el cortejo mediante mecanismos complejos. Por lo general, se forman grupos de machos “leks” que pelean entre sí para establecer un territorio, después liberan una feromona sexual para atraer a las hembras, la cual elegirá un macho y se llevará a cabo la cópula (Aluja, 1993). El ciclo de vida es de tipo holometábolo e inicia cuando una hembra fecundada mediante estímulos olfativos y visuales elige un fruto hospedero para

ovipositar, ya sea en el epicarpio o mesocarpio del fruto, posteriormente la hembra camina sobre la superficie del fruto para liberar una feromona de marcaje y así evitar la competencia de recursos (HMP) (Aluja, 1994). Dependiendo de la especie, los huevos pueden ser ovipositados en paquetes o de manera individual, posteriormente se da la emergencia de las larvas, que se alimentarán de la pulpa del fruto hasta completar tres estadios larvales para convertirse en pupa y completar su desarrollo en el suelo. Finalmente emerge el adulto e inicia nuevamente el ciclo de vida (Aluja, 1993, 1994). Las generaciones por año varían de acuerdo a la especie, pero pueden ser clasificadas como univoltinas (una generación al año), que habitan generalmente en regiones con clima frío, por ejemplo, especies del género *Rhagoletis* y las multivoltinas (varias generaciones al año), que habitan en climas subtropicales y tropicales. En este último grupo se encuentran especies de *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Toxotrypana* y *Ceratitis*. El ciclo de vida depende de los factores abióticos tales como la temperatura, humedad relativa y precipitación y de factores bióticos como tipo de vegetación, disponibilidad de frutos hospederos, presencia de enemigos naturales y disponibilidad de alimento, que determinan la relación de las especies con las diferentes condiciones ecológicas en cada región (Aluja, 1993).

3.3 Diagnósis taxonómica de Tephritidae

La coloración en los adultos de la familia Tephritidae son amarillo, anaranjado, café y negro o combinaciones de éstos (Aluja, 1993). Para la identificación a nivel de especie, uno de los caracteres utilizados son las alas, su longitud varía de 2 mm a 25 mm, la vena subcostal (Sc) se encuentra inclinada a 90° hacia delante formando un ángulo recto que se desvanece. El patrón alar típico está compuesto por bandas de color negro, café, naranja o amarillo (White & Elson-Harris, 1992; Aluja, 1993), la vena radial 1 (R_1) presenta sedas sobre el lado dorsal, la vena radial 4+5 (R_{4+5}), frecuentemente, también presenta sedas dorsales o ventrales (White & Elson-Harris, 1992) y la celda basal cubital (bcu) tiene una extensión postero apical evidente. Otras de las características usadas son la quetotaxia (disposición de sedas) en cabeza y tórax y la terminalia de hembras y de machos en los casos más complejos (Aluja, 1993; Hernández-Ortiz *et al.* 2010).

3.4 Manejo integrado de moscas de la fruta

Debido al daño por moscas de la fruta en cultivos de importancia económica en México, en 1992 el gobierno federal puso en marcha la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF), con el objetivo de controlar, suprimir y erradicar a cuatro especies de importancia económica: *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. striata* y *A. serpentina*, hasta donde las condiciones agroecológicas lo permitan, con la finalidad de reducir las poblaciones a niveles tolerables (Gutiérrez-Ruelas y Santiago, 2008).

Actualmente la CNMF opera en 26 estados de la República Mexicana, desarrollando estrategias bajo un esquema de Manejo Integrado de Plagas (MIP), llevando a cabo acciones de monitoreo (trampeo de moscas y muestreo de frutos) y de control químico, mecánico, biológico, legal y autocida o técnica del insecto estéril (Gutiérrez-Ruelas *et al.* 2013; SENASICA, 2017). Los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la operación de estas actividades se encuentran establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-023-FITO-1995 (publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de febrero de 1999) (SAGAR, 1999) y la NOM-075-FITO-1997 (publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de marzo de 1998) (SAGAR, 1998).

De acuerdo a la NOM-075-FITO-1997, los niveles de incidencia de las cuatro especies de moscas de la fruta, se usan para definir las zonas o categorías fitosanitarias que se han establecido para la CNMF, éstas son: zona libre (ZL) con $MTD = 0.0000$, zona de baja prevalencia (ZBP) con $MTD \leq 0.0100$ y zona bajo control fitosanitario (ZBCF) con $MTD > 0.0100$, y de acuerdo a estas categorías se realizan las estrategias de manejo propuestas por la campaña.

3.5 Antecedentes

Las investigaciones que se han realizado acerca de la diversidad y dinámica poblacional de Tephritidae se centran en las especies con impacto económico o en estudios sobre registros de nuevas especies. Estos trabajos se han llevado a cabo en campo o mediante la revisión de colecciones entomológicas. Por ejemplo, en Cundinamarca, Colombia, Martínez y Serna (2005) revisaron nueve colecciones universitarias y de investigación, identificando 14 especies correspondientes al género *Anastrepha*: *A. nunezae* Steyskal, *A. pallidipennis* Greene, *A. striata*,

A. bahiensis Lima, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. obliqua* y *A. rheediae* Stone, anteriormente reportadas y *A. grandis*, *A. manihoti* Lima, *A. mucronota* Stone, *A. limae* Stone, *A. ornata* Aldrich y *A. serpentina* como nuevos registros.

Martínez-Alava (2007) examinó especímenes depositados en el “Museo Entomológico de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia-UNAB”, registrando por primera vez para Colombia a cinco especies de *Anastrepha*: *A. alveata* Stone, *A. antunesi* Lima, *A. palae* Stone, *A. parishi* Stone y *A. shannoni* Stone, adicionalmente proporcionó información sobre la distribución y variación morfológica entre especies.

En algunos trabajos de campo se han utilizado las redes oficiales de monitoreo de moscas de la fruta para generar información. Por ejemplo, Nolasco y Lannacone (2008) analizaron la diversidad, fluctuación poblacional y proporción sexual de moscas de la fruta de la familia Tephritidae, en Piura e Ica, Perú, utilizando trampas McPhail durante un año de muestreo. La abundancia total fue 3,506 ejemplares. En Ica se registraron 1,718 ejemplares de moscas (66.5% hembras y 33.5% machos) de las especies *A. serpentina*, *A. distincta*, *A. fraterculus* y *C. capitata* (Wiedemann). Mientras que en Piura se registraron 1,788 ejemplares de moscas (60.5% hembras y 39.5% machos) de las especies *A. chichlayae*, *A. obliqua*, *A. striata*, *A. distincta*, *A. fraterculus* y *C. capitata*. El índice de diversidad Shannon-Wiener por estaciones del año, mostró el valor más alto para Ica en primavera-verano con 1.6 y en otoño-invierno para Piura con 2.0. Finalmente determinaron que la disponibilidad de los frutos hospederos es uno de los principales factores que influyen en la distribución estacional de moscas.

González *et al.* (2011) estudiaron tres comunidades: Capellania, Marca y Paco, en el Municipio de Coroico, departamento de la Paz, Bolivia, para analizar la dinámica poblacional de adultos de moscas de la fruta entre julio y septiembre del 2008. Usaron 15 trampas McPhail, donde registraron 1,210 ejemplares distribuidos en 10 especies: *A. fraterculus*, *A. striata*, *A. serpentina*, *Anastrepha* sp., *C. capitata*, *Hexachaeta* sp. Loew, *Tomoplagia* sp. Coquillett, *Blepharoneura* sp. Loew, *Hexaresta* sp. Hering y *Tetreuaresta* sp. Hendel. Las especies más representativas fueron *A. fraterculus* con 818 ejemplares y MTD= 0.5194 y *C. capitata* con 354 ejemplares y MTD= 0.2248. La fluctuación de cada especie estuvo asociada a la presencia de las especies frutícolas en estado de maduración.

Algunas investigaciones también han buscado la relación que pueda existir entre las diversas especies presentes en un área con los factores ambientales, con el objeto de ayudar a

mejorar las acciones de control mediante la correcta identificación de la plaga y así aplicar las medidas necesarias. Por ejemplo, Cañadas *et al.* (2014) en la Península de Santa Elena, Ecuador, analizaron la diversidad de Tephritidae y su relación con los factores abióticos, utilizaron sistemas de información geográfica para generar mapas de pendientes, de textura de suelo y climatológicos, junto con los datos de captura de 694 trampas georeferenciadas, 50% McPhail y 50% Jackson. El trabajo se realizó en una superficie de 3,466 ha, dividida en cuatro subzonas. Las especies documentadas fueron: *C. capitata*, *A. fraterculus*, *A. serpentina*, *A. manihoti*, *A. obliqua*, *A. chichlayae*, *A. punensis* Tigrero & Salas, *A. macrura* Hendel, *A. distincta*, *A. striata*, *A. peruviana* Townsend y *A. pickeli* Lima. Las correlaciones con los factores abióticos indicaron que la temperatura mínima y máxima, humedad relativa y la precipitación tienen influencia de manera significativa en la dinámica de poblaciones y que la textura de suelo no afecta el desarrollo de los estados inmaduros (larva/pupa).

Espolador-São João *et al.* (2014) en Indiana São Paulo, Brasil, determinaron la etapa de infestación en frutos, la dinámica poblacional y la diversidad de Tephritidae, usando solo tres trampas McPhail en huertos de guayaba. Entre octubre de 2011 a febrero de 2012 se capturaron 300 ejemplares. Las especies registradas fueron *A. obliqua*, *A. fraterculus*, *A. sororcula* Zucchi y *A. striata* que aportaron el 34.3% (24.3% machos y 75.7% hembras) de la abundancia total y *C. capitata* con el 65.7% (31.5% machos y 68.5% hembras). En la recolecta de frutos, se detectaron las especies *C. capitata*, *A. obliqua* y *A. sororcula* infestando frutos de guayaba pequeños, principalmente de 2.6 cm de diámetro.

René-Arias *et al.* (2014) analizaron la diversidad del género *Anastrepha* en cinco localidades de Paraguay utilizando trampas McPhail. La abundancia total fue de 5,795 ejemplares (2,700 machos y 3,095 hembras), identificaron a las especies *Anastrepha daciformis* Bezzi, *A. dentata* (Stone), *A. fraterculus*, *A. grandis*, *A. mucronota*, *A. pseudoparallela* (Loew), *A. punctata*, *A. serpentina*, *A. spatulata* y *A. striata*. La especie más abundante fue *A. fraterculus* con 70.76% del total. Además, nueve especies fueron nuevos registros para Paraguay.

En México, Celedonio-Hurtado *et al.* (1995) estudiaron en la región del Soconusco, Chiapas, la fluctuación poblacional de *Anastrepha* con trampas McPhail. Registraron a *A. bezzii* Lima, *A. chichlayae*, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. leptozona* Hendel, *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina*, *A. striata* y *Anastrepha* sp., además de sugerir que la disponibilidad de frutos hospederos, es el factor que más impacta en las poblaciones de moscas de la fruta,

principalmente en los ambientes tropicales y en contraste, la relación entre precipitación y abundancia de moscas de la fruta no fue significativa.

Tucuch-Cauich *et al.* (2008) determinaron la dinámica poblacional de cuatro especies de importancia económica: *A. ludens*, *A. serpentina*, *A. obliqua* y *A. striata* en Cayal, municipio de Campeche, mediante trampas McPhail en ocho huertas de mango y ocho huertas de naranja, de enero a diciembre de 2003. Los picos poblacionales más importantes de *A. ludens* en mango fueron en junio (MTD= 0.2500) y en naranja fueron en junio y julio (MTD= 0.0500). *A. serpentina* presentó el mayor pico poblacional en mango en junio (MTD= 0.2000) y en naranja en mayo (MTD= 0.0750). *A. obliqua* no se detectó desde enero a junio, sin embargo, a partir de julio se detectaron individuos, en naranja el pico poblacional más alto fue en octubre (MTD= 0.0800) y en mango en noviembre (MTD= 0.0600). Finalmente *A. striata* presentó el mayor pico poblacional en mango en diciembre (MTD= 0.0050) y en naranja en noviembre y diciembre (MTD= 0.0008). Las correlaciones entre la abundancia de moscas de la fruta con los factores ambientales indican que existe relación positiva de la precipitación con la densidad de *A. ludens* en mango y naranja, y con *A. serpentina* en mango. Además, la humedad relativa mínima también presentó una correlación positiva con *A. obliqua* en mango.

Aluja *et al.* (2012) analizaron la dinámica poblacional de Tephritidae en huertos comerciales en Veracruz, mediante trampas McPhail, en pomelo, naranja y en zapote, durante 11 años (enero de 1994 a diciembre de 2004). Se capturaron 10,359 individuos de *A. ludens* con picos máximos entre marzo y junio; 7,572 individuos de *A. obliqua* con picos en mayo y junio y 26,525 individuos de *A. serpentina* con picos en mayo y agosto. Se encontró que los patrones climáticos globales son determinantes en inferir la abundancia poblacional de moscas de la fruta. También revelaron que la población de *A. ludens*, *A. obliqua* y *A. serpentina* sufren cambios entre años en función a la fenología de sus hospederos primarios. Además, de otros factores bióticos locales, como la etapa de fructificación, la disponibilidad de hospederos, la actividad de los parasitoides y las fuentes naturales de alimento.

Montoya-Álvarez *et al.* (2014) determinaron durante un año las poblaciones de las especies de *Anastrepha* en una zona marginal de la comunidad Hoyo del Aire, municipio Taretan, Michoacán, usando trampas tipo Multilure. Se identificaron seis especies: *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. distincta*, *A. serpentina*, *A. striata* y *Anastrepha* sp. La especie más abundante fue *A. ludens*, seguida de *A. obliqua* y las poblaciones estuvieron principalmente compuestas por

hembras. Los picos más importantes fueron MTD= 1.600 para *A. ludens* en los meses de febrero y abril; MTD= 0.2000 y 0.4000 para *A. obliqua* en junio y agosto respectivamente. La mayor presencia de moscas de la fruta coincidió con la etapa de fructificación de la ciruela y el mango.

Vanoye-Eligio *et al.* (2014) revisaron material biológico recolectado por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM) en trampas McPhail en varios puntos del estado, entre 1996 y 2013, registrando las siguientes especies de *Anastrepha*: *A. chichlayae*, *A. fraterculus*, *A. ludens*, *A. montei*, *A. obliqua*, *A. pallens*, *A. serpentina*, *A. spatulata*, *A. striata* y *A. zuelaniae* Stone; además de *A. bicolor* y *A. distincta* como dos nuevos registros para el estado. Vanoye-Eligio *et al.* (2015) determinaron la fluctuación poblacional de *A. ludens* en una región cítrica de Santa Engracia, Tamaulipas (de 2008 a 2011) con trampas McPhail. Se registraron tres periodos de captura, el principal fue de enero-abril con valores MTD= 1.2000, que coincidió con el periodo de cosecha de cítricos, principalmente naranja valencia. También determinaron que, en las zonas comerciales de naranja, la precipitación no parece influir de manera directa en las poblaciones de moscas, ya que, durante los meses de mayor precipitación (mayo a octubre), el índice MTD registró los valores más bajos.

Hernández-Adame *et al.* (2015) en la comunidad de Tequecarán, Gabriel Zamora, Michoacán, monitorearon durante un año con trampas Multilure a *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. striata* y *A. serpentina*. Ellos encontraron que *A. ludens* fue la especie dominante con el 95.5%, seguida de *A. obliqua* con 4.2%, *A. serpentina* con 0.07% y *A. striata* con 0.14%. En total se capturaron 2,830 ejemplares, principalmente hembras. Los valores más altos de MTD fueron para *A. ludens* entre 0.8000 a 3.1000 detectados en mayo y 0.6000 a 1.8000 en junio; para *A. obliqua* los valores más altos se registraron entre 0.0090 a 0.2000 en mayo y agosto respectivamente. Los principales picos poblacionales de *A. ludens* coincidieron con el periodo de fructificación de mango criollo y de algunos cítricos como toronja; mientras que para *A. obliqua* los picos poblacionales coincidieron con la fructificación de la ciruela.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

El estado de Guerrero cuenta con un total de 81 municipios, está ubicado al sur de la república mexicana entre los 16°18' y 18°48' LN y los 98°03' y 102°12' LO (INEGI, 2016), posee una superficie territorial de 63 620.7 km² (3.24% de la superficie total del país) y una superficie agrícola de aproximadamente un millón de hectáreas (INEGI, 2012).

En Guerrero existe una amplia variedad de frutales de importancia comercial para el mercado de exportación y otros para el consumo local, algunos de los cuales son hospederos potenciales para especies de moscas de la fruta. La CNMF opera en 26 estados de la república mexicana incluyendo a Guerrero. Para realizar las acciones de control, el programa de trabajo de esta campaña, divide a Guerrero en siete zonas: I) Región Tierra caliente compuesta por ocho municipios; II) ejidos de San Luis San Pedro, San Luis de la Loma, Nuxco y Rodesia del municipio de Tecpan de Galena; III) municipio de Cuajinicuilapa; IV) resto del municipio de Tecpan de Galena; V) municipios de Atoyac de Álvarez y Benito Juárez; VI) Región Norte, municipio de Tetipac y VII) Región Montaña, municipios de Huamuxtitlán y Alpoyeca (CESAVEGRO, 2015).

Para esta investigación se seleccionaron dos municipios de Guerrero, donde la CNMF lleva a cabo acciones de monitoreo y control: 1) Tetipac, ubicado al norte del estado (18°35' y 18°44' LN y los 99°32' y 99°47' LO) (INEGI, 2009), con una altitud de 1,660 msnm, con clima templado subhúmedo, con lluvias en verano (INEGI, 2016), caracterizado por ser el 1^{er} lugar a nivel estatal en producción de guayaba (variedad media china) con 2,179 ton anuales, en una superficie sembrada de 157 ha (SIAP, 2017) y 2) Atoyac de Álvarez, ubicado al sur del estado (entre los 17°04' y 17°34' LN y los 100°06' y 100°32' LO) (INEGI, 2009), con una altitud de 40 msnm, con clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano (INEGI, 2016), caracterizado por ser el 2^o lugar a nivel nacional en producción de mango (variedad Ataulfo), con producción de 18,028 ton anuales, en una superficie sembrada de 1,336 ha (SIAP, 2017).

4.2 Diversidad de especies y fluctuación poblacional 2015-2016

4.2.1 Sistema de trapeo

Para conocer la diversidad de especies y monitorear la densidad poblacional de los adultos de moscas de la fruta, se utilizó la red oficial de trapeo de la CNMF en estado de Guerrero, con 82 trampas instaladas en Tetipac y 496 trampas instaladas en Atoyac de Álvarez (Anexo 1-2). Las trampas fueron tipo “húmedas” Multilure International (Better World, Mfg. Inc., Fresno, CA), cada una cebada con tres tabletas de levadura de torula [A Better Trap Inc. (Torula Yeast/Borax Pellets), Fresno, CA] diluida en 250 ml de agua. La revisión se realizaba cada 7 días con ayuda del personal técnico del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guerrero (CESAVEGRO), desde la semana 43 (19/octubre2015) a la semana 42 (17/octubre/2016). El material, de adultos de moscas de la fruta de cada trampa, se colocaba en un frasco de vidrio de 250 ml de capacidad y con alcohol etílico al 70%.

4.2.2 Muestreo de frutos

Con la finalidad de conocer la diversidad de moscas de la fruta en diferentes frutos hospederos, se recolectó del suelo y de manera aleatoria, toda la fruta infestada con larvas de moscas de la fruta, durante los meses de fructificación de hospederos potenciales (mayo a septiembre). Se recolectaron frutos de mango (*Mangifera indica* L.) variedad criolla, guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad media china, jobo (*Spondias purpurea* L.) y bonete o cuaguayote (*Jacaratia mexicana* L.). Posteriormente, estos frutos se colocaban en recipientes de plástico de 28 x 18 x 11 cm, utilizando vermiculita (Agrolita de México, S.A. de C.V.) como sustrato para el desarrollo de las pupas de moscas de la fruta. El recipiente se cubría con tela de organza, para facilitar la aeración y evitar el escape de ejemplares. Todos los recipientes se mantuvieron a temperatura ambiente y luz natural. Todo el material biológico que emergió (adultos de moscas de la fruta o parasitoides) se colocaba en frascos de vidrio de 250 ml de capacidad con alcohol al 70%. La determinación taxonómica de moscas de la fruta se llevó a cabo siguiendo las claves dicotómicas de Hernández-Ortiz (1985), White & Elson-Harris (1992), Norrbom (2002), Hernández-Ortiz *et al.* (2010), Aluja (1993) y las claves interactivas de Norrbom *et al.* (2012). Los especímenes identificados se depositaron en la Colección de Insectos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, estado de México, México.

4.2.3 Análisis estadístico

Se elaboró una base de datos en el programa Excel 2010, donde se registraron las especies presentes en cada municipio con sus respectivos datos de colecta como área de estudio, número de ruta, número de trampa, frutal donde estaba instalada la trampa, sexo de la mosca (macho o hembra), taxonomía de la mosca (especie) y cantidad de individuos por especie. Para todos los análisis estadísticos se utilizó el Software estadístico InfoStat, versión 2008 (Balzarini *et al.* 2008). Para medir la diversidad de especies de Tephritidae se utilizó el índice de equidad de Shannon-Wiener (H'), que expresa la diversidad de una comunidad y la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001), de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

H' = índice de equidad de Shannon-Wiener.

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

$\ln p_i$ = logaritmo natural de p_i .

También se usó el índice de dominancia de Simpson (λ), que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes y su valor es inverso a la equidad y donde la diversidad, se calculó como $1 - \lambda$ (Moreno, 2001), su ecuación es:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

λ = índice de dominancia de Simpson.

p_i^2 = abundancia proporcional de la especie i es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra y elevado al cuadrado.

Para conocer el comportamiento de la población de cada especie de moscas de la fruta capturadas en trampas, se aplicó el índice de Mosca por Trampa por Día (MTD) usando datos de abundancia por semana y por especie de moscas de la fruta, siguiendo la ecuación:

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

Donde:

M= representa el número de moscas capturadas en el periodo de exposición de la trampa.

T= número de trampas revisadas en el periodo.

D= número de días en que las trampas estuvieron expuestas en campo.

4.3 Análisis de Moscas por Trampa por Día (MTD) de los años 2012 a 2016

Por último, se realizó un análisis histórico de las capturas de las cuatro especies de moscas de la fruta de importancia económica *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. striata* y *A. serpentina* de la base de datos del sistema de trapeo de la CNMF (DGSV, SENASICA-SAGARPA) en Guerrero, realizado por el personal del CESAVEGRO, de enero 2012 a diciembre 2016.

V. RESULTADOS

5.1 Diversidad de especies y fluctuación poblacional 2015-2016

5.1.1 Sistema de trampeo

En el presente estudio se registró una riqueza específica (S) de 11 especies de moscas de la fruta (Tephritidae), todas se agruparon en los géneros *Anastrepha*, *Rhagoletis*, *Toxotrypana* y *Zonosemata* (Anexo 3-18). En el municipio de Tetipac se registraron 10 especies y cinco para Atoyac de Álvarez (Cuadro 2). Los índices Shannon-Wiener (H') y Simpson (λ) fueron útiles para indicar que la diversidad de especies de moscas de fruta fue mayor para Tetipac ($H'= 1.30$; $\lambda= 0.68$) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Riqueza específica total y diversidad de moscas de la fruta capturadas en trampas húmedas Multilure en dos municipios de Guerrero (2015-2016). S: Riqueza específica. H' : Índice de Shannon-Wiener. $\lambda-1$: Índice de Simpson.

Área de estudio	S	H'	$\lambda - 1$
Tetipac	10	1.30	0.68
Atoyac de Álvarez	5	0.39	0.17

La abundancia total fue de 1,546 ejemplares obtenidos del sistema de trampeo de octubre 2015 a octubre 2016. En el municipio de Tetipac se registró un total de 1,085 ejemplares (647 hembras y 438 machos). *A. ludens* fue la especie más abundante (41.29%), seguida de *A. striata* (32.44%) y *A. obliqua* (20.92%), las siete especies restantes estuvieron presentes con menos del 3% cada una. Para el municipio de Atoyac de Álvarez se registró un total de 461 ejemplares (353 hembras y 108 machos). En este caso *A. obliqua* fue la especie más abundante (90.67%), seguida de *A. striata* (6.7%), las especies restantes registraron menos del 2% (Cuadro 2).

En Tetipac los picos poblacionales de *A. ludens* se presentaron de febrero a septiembre de 2016; para *A. striata* de noviembre a diciembre de 2015, así como de enero a marzo y de agosto a octubre de 2016. *A. obliqua* fue más abundante de noviembre a diciembre de 2015 y de agosto a octubre de 2016. Las poblaciones de las especies restantes fueron bajas, solo se documentaron en 2016. Por ejemplo, *A. serpentina* se presentó en junio y agosto, *A. spatulata* en marzo y abril,

A. bicolor de abril a julio y en septiembre, *A. dentata* en julio y septiembre, *T. curvicauda* en junio y julio, *Z. cocoyoc* Bush en julio y septiembre y *R. ramosae* Hernández-Ortiz en septiembre (Figura 1).

En Atoyac de Álvarez, *A. obliqua* se registró en 46 de las 53 semanas monitoreadas, sus picos poblacionales fueron de febrero a septiembre de 2016. En este municipio, las poblaciones de las especies de moscas de la fruta restantes fueron escasas y su presencia fue esporádica, por ejemplo, *A. striata*, se registró en diciembre de 2015, así como de febrero a mayo y de septiembre a octubre de 2016; *A. ludens* en marzo y mayo de 2016; *A. chiclayae* en mayo de 2016 y *T. curvicauda* en noviembre de 2015 (Figura 2). En ambos municipios los picos poblacionales de moscas de la fruta más importantes están relacionados con las etapas fenológicas de fructificación, maduración y cosecha de los árboles frutales que usan como hospedantes (Cuadro 3).

Cuadro 2. Especies de moscas de la fruta y abundancia total de material capturado en trampas húmedas Multilure en Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2015-2016).

Especie	Tetipac		Atoyac de Álvarez	
	♀	♂	♀	♂
<i>Anastrepha ludens</i>	281	167	1	3
<i>Anastrepha striata</i>	180	172	16	15
<i>Anastrepha obliqua</i>	146	180	329	89
<i>Anastrepha serpentina</i>	4	1	0	0
<i>Anastrepha spatulata</i>	1	1	0	0
<i>Anastrepha bicolor</i>	18	11	0	0
<i>Anastrepha dentata</i>	0	3	0	0
<i>Anastrepha chiclayae</i>	0	0	6	1
<i>Toxotrypana curvicauda</i>	11	2	1	0
<i>Zonosemata cocoyoc</i>	4	1	0	0
<i>Rhagoletis ramosae</i>	2	0	0	0
Total	647	438	353	108

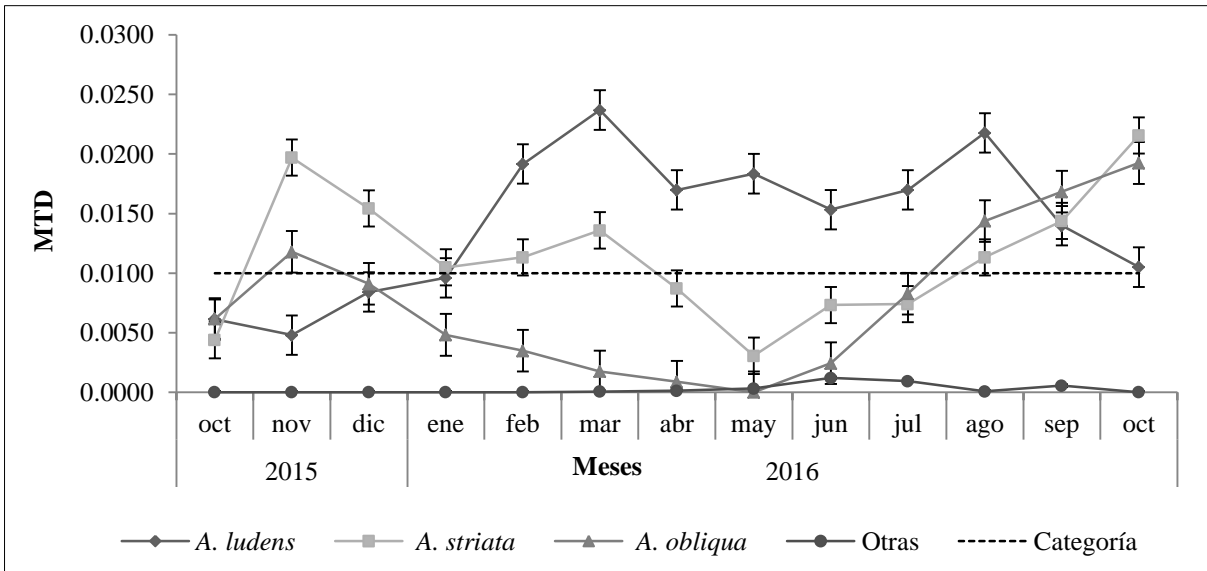


Figura 1. Abundancia total de moscas de la fruta capturadas en trampas húmedas Multilure en Tetipac, Guerrero (2015-2016). Otras: *A. serpentina*, *A. spatulata*, *A. bicolor*, *A. dentata*, *T. curvicauda*, *Z. cocoyoc* y *R. ramosae*. Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp.

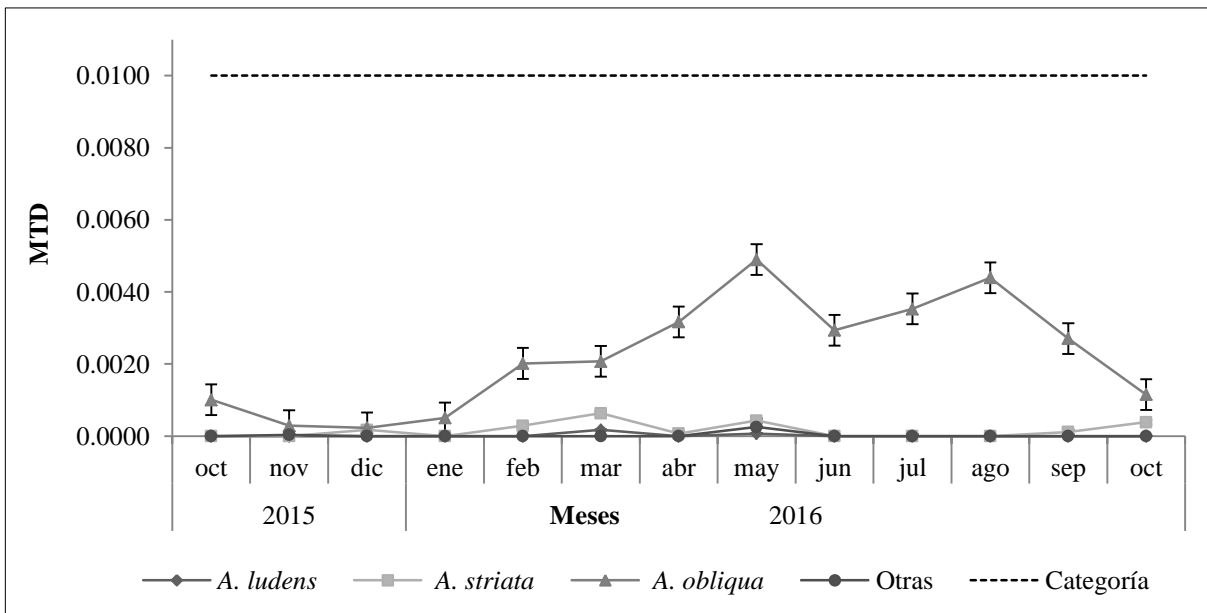


Figura 2. Abundancia total de moscas de la fruta capturadas en trampas húmedas Multilure en Atoyac de Alvarez, Guerrero (2015-2016). Otras: *A. chichlayae* y *T. curvicauda*. Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp.

Cuadro 3. Fenología de los principales frutales en los municipios de Atoyac de Álvarez y Tetipac, Guerrero. 1: Periodo vegetativo. 2: Floración. 3: Fructificación. 4: Maduración y cosecha.

Cultivo	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Mango	3			4			1		2			
Guayaba	2		3		4			1		2		
Ciruela	1	2		3		4			1			
Naranja	3		4			1		2				
Bonete	2		3		4			1		2		

5.1.2. Muestreo de frutos

Las especies de moscas de la fruta en los principales frutales hospederos en Tetipac fueron para *A. ludens* en mango; *A. striata* en guayaba; *A. obliqua* en jobo y mango y *T. curvicauda* en bonete. Para Atoyac de Álvarez sólo se registró *A. obliqua* en mango.

En los frutos muestreados, también se registró para Tetipac al parasitoide de moscas de la fruta *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), el cual emergió de frutos de mango, guayaba y jobo, para Atoyac de Álvarez no hubo registro de este parasitoide (Cuadro 4) (Anexo 19).

Cuadro 4. Número de individuos de moscas de la fruta y del parasitoide detectados en frutos hospederos en los municipios de Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2015-2016).

Especies detectadas	Tetipac				Atoyac de Álvarez
	Frutos hospederos				
	Mango	Guayaba	Jobo	Bonete	Mango
<i>A. ludens</i>	44	0	0	0	0
<i>A. striata</i>	0	21	0	0	0
<i>A. obliqua</i>	15	0	19	0	63
<i>T. curvicauda</i>	0	0	0	71	0
<i>D. longicaudata</i>	53	15	12	0	0

5.2 Análisis de Moscas por Trampa por Día (MTD) de los años 2012 a 2016

En el análisis histórico 2012-2016 en Tetipac, de las capturas de moscas de la fruta del sistema de trapeo, la especie más abundante a través del tiempo fue *A. ludens* con 2,969 ejemplares, pero también hubo registro importante de *A. striata* con 1,547 ejemplares y *A. obliqua* con 1,227 ejemplares; de *A. serpentina* solo se capturaron 11 ejemplares. Los picos de capturas más altos, en las trampas de este municipio para *A. ludens*, *A. striata* y *A. obliqua* fueron en 2013 y 2015 (Figura 3).

En Atoyac de Álvarez la especie más abundante fue *A. obliqua* con 2,434 ejemplares, seguida de *A. striata* con 169 ejemplares, *A. ludens* con 51 ejemplares y *A. serpentina* con 3 ejemplares; con picos de capturas en trampas en 2012, 2013 y 2016 para *A. obliqua* (Figura 3).

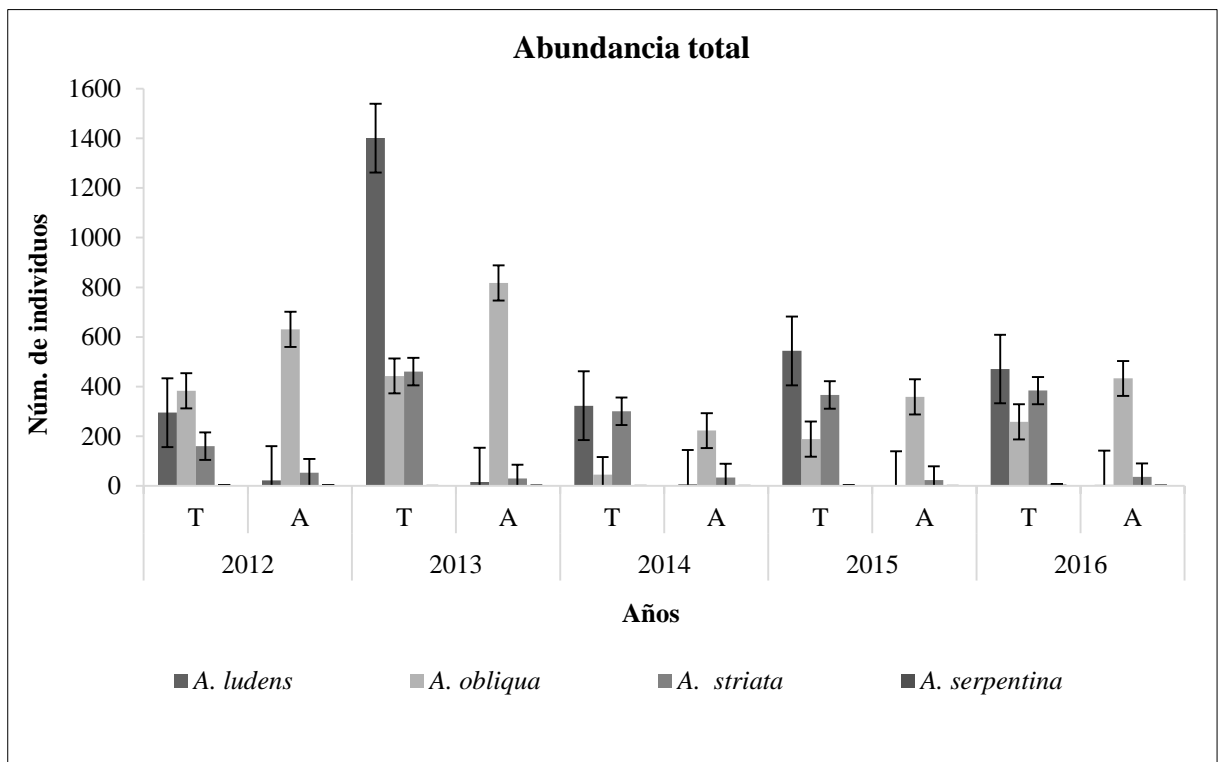


Figura 3. Abundancia total anual de moscas de la fruta, procedente de trampas húmedas Multilure, en los municipios de Tetipac (T) y Atoyac de Álvarez (A), Guerrero (2012-2016).

Respecto a los valores de MTD de las cuatro especies de moscas de la fruta en los dos municipios de Guerrero se tiene lo siguiente. En Tetipac, *Anastrepha ludens* en 2012 presentó los valores más altos de MTD en septiembre (0.0407); en 2013 presentó picos para junio y agosto (0.1736 y 0.1491, respectivamente), aunque estos valores disminuyeron gradualmente en los siguientes años; 2014 con un pico en mayo (0.0277); 2015 con picos en mayo y junio (0.0401 y 0.0410, respectivamente) y 2016 con varios picos de marzo a agosto (rango de 0.0170 a 0.0237). En Atoyac *A. ludens* presentó índices de MTD muy bajos, de 0.0007 en el 2012, de 0.0005 en 2013, de 0.0001 de 2014 y 2015 y de 0.0002 en 2016 (Figura 4).

Respecto a *A. obliqua* en Tetipac en 2012, los índices de MTD más altos se detectaron en septiembre (0.0564) y octubre (0.0261); de 2013 a 2016 los índices se mantuvieron bajos (0.0219, 0.0089, 0.0169, 0.0188, respectivamente). Mientras que, para el mismo período 2012-2016, en Atoyac de Álvarez, el panorama fue totalmente diferente, con picos de índices de MTD bajos y con tendencia a disminuir, con valores entre 0.0005 y 0.0084 (Figura 5).

Por otro lado, en los últimos 5 años, en Tetipac los índices de MTD de *A. striata* se han mantenido altos, con valores pico de 0.0107 en octubre de 2012 y 0.0144 en septiembre de 2016. En cambio, en Atoyac de Álvarez, estos índices MTD, se han mantenido bajos y con tendencia a disminuir, con valores pico de 0.0015 en 2012 y 0.0006 en 2016 (Figura 6).

A. serpentina es la especie de moscas de la fruta con los valores más bajos de MTD, en los últimos 5 años para ambos municipios de Guerrero. En Tetipac presentó valores de 0.0004 a 0.0014 y con cero detecciones para los años 2013 a 2014. Mientras que, para Atoyac de Álvarez, los valores en 2012, 2013 y 2016, fueron de 0.0001 y con cero detecciones en 2014 y 2015 (Figura 7).

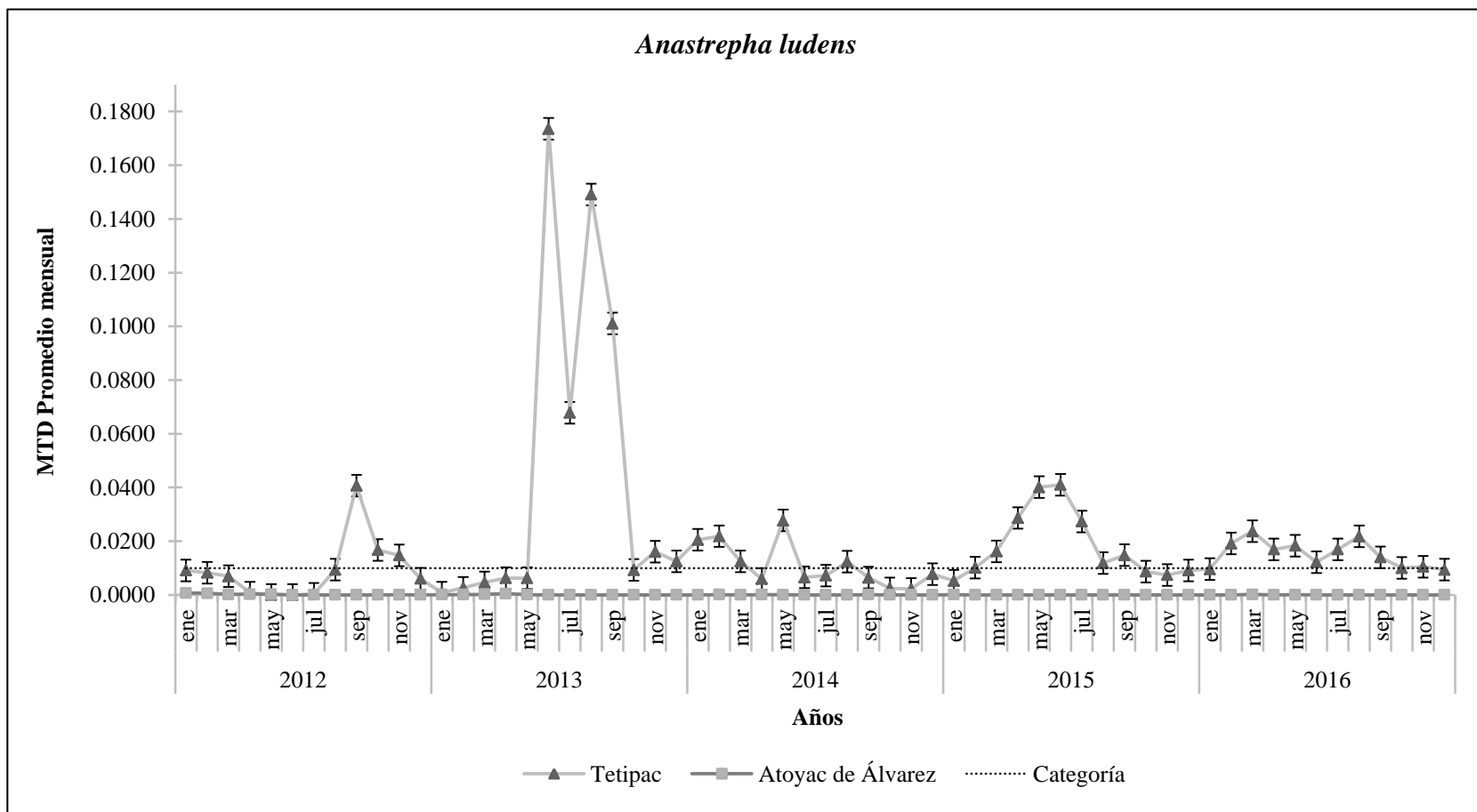


Figura 4. MTD de *Anastrepha ludens* en Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2012-2016). Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp.

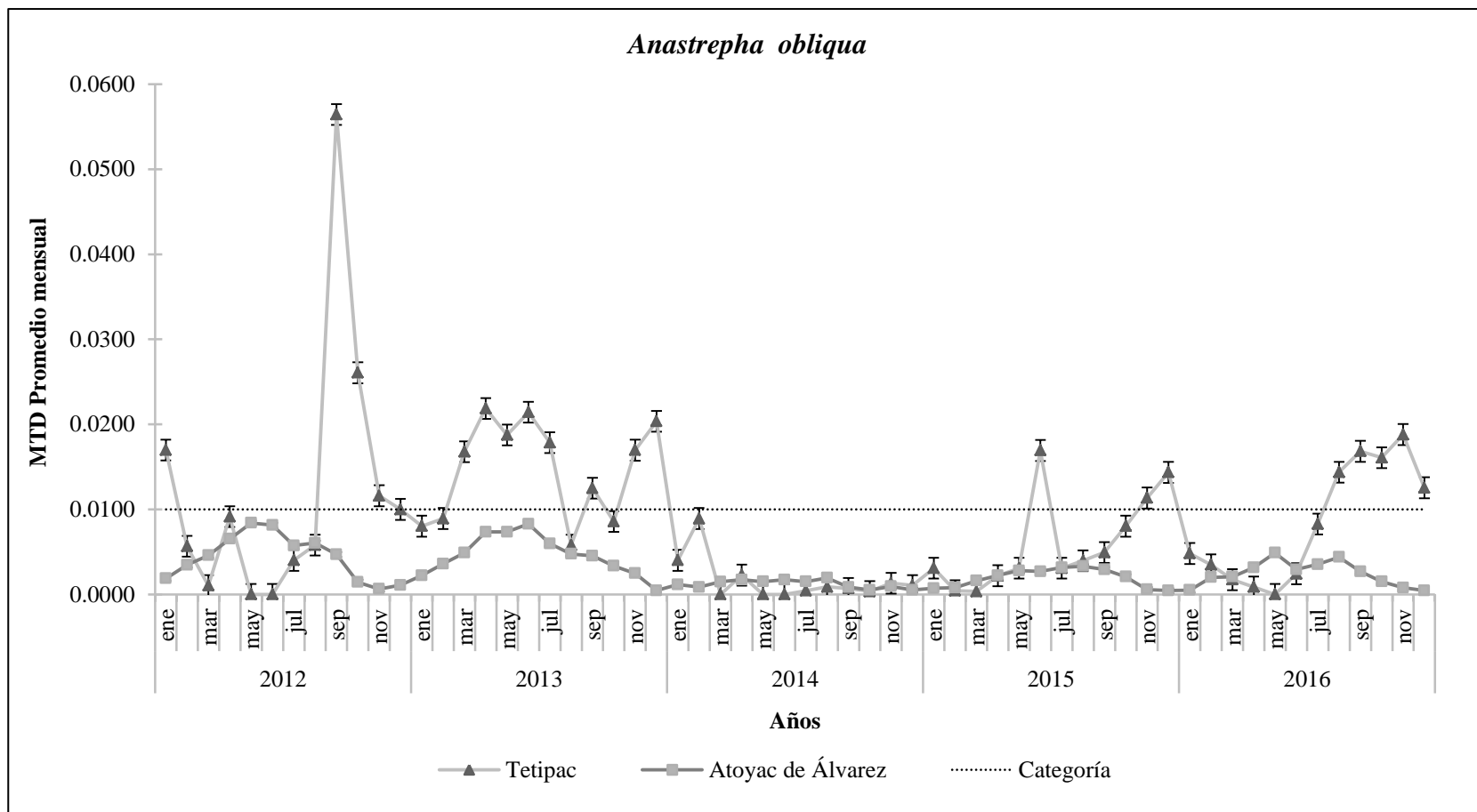


Figura 5. MTD de *Anastrepha obliqua* en Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2012-2016). Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp.

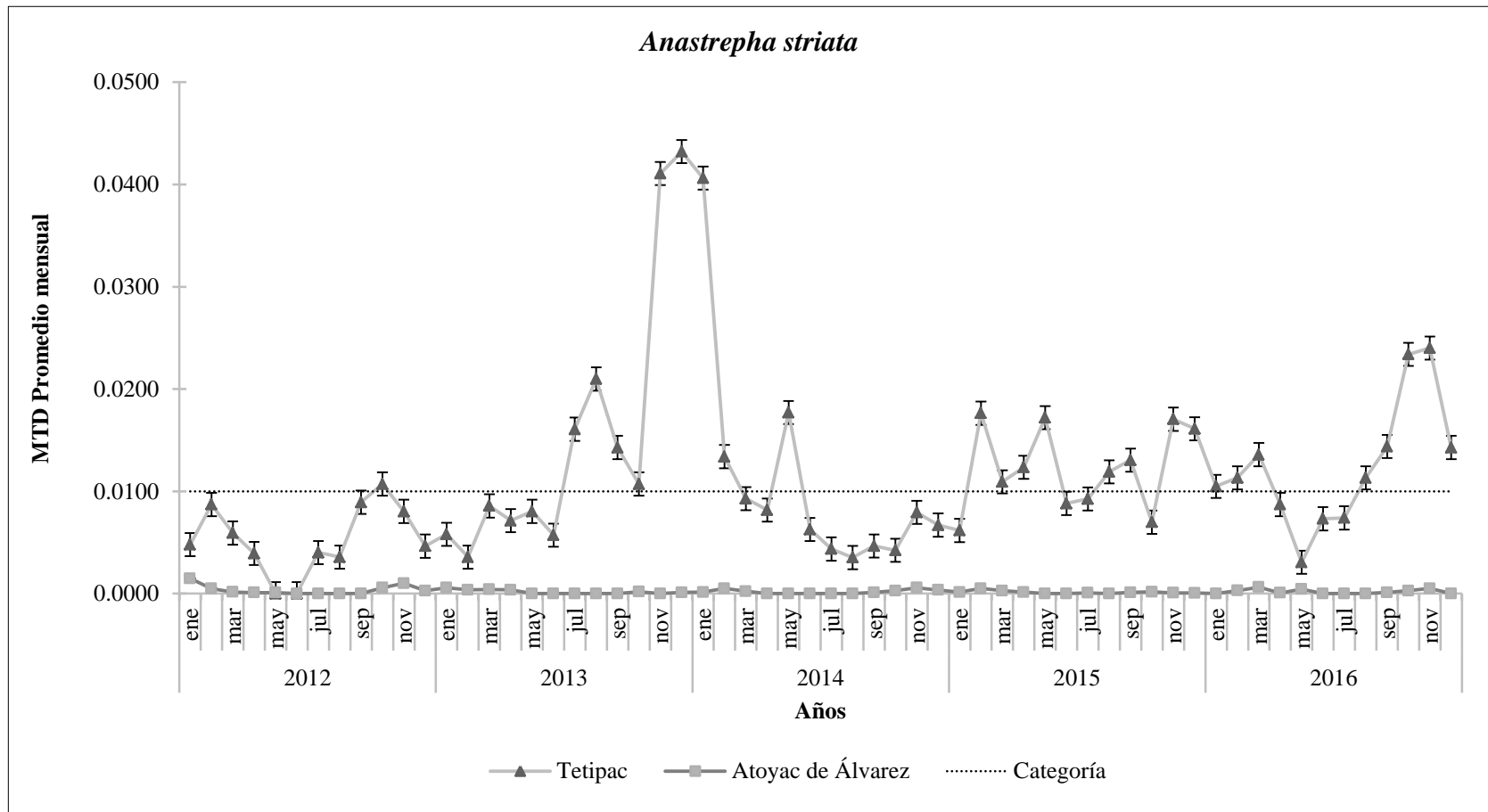


Figura 6. MTD de *Anastrepha striata* en Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2012-2016). Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp.

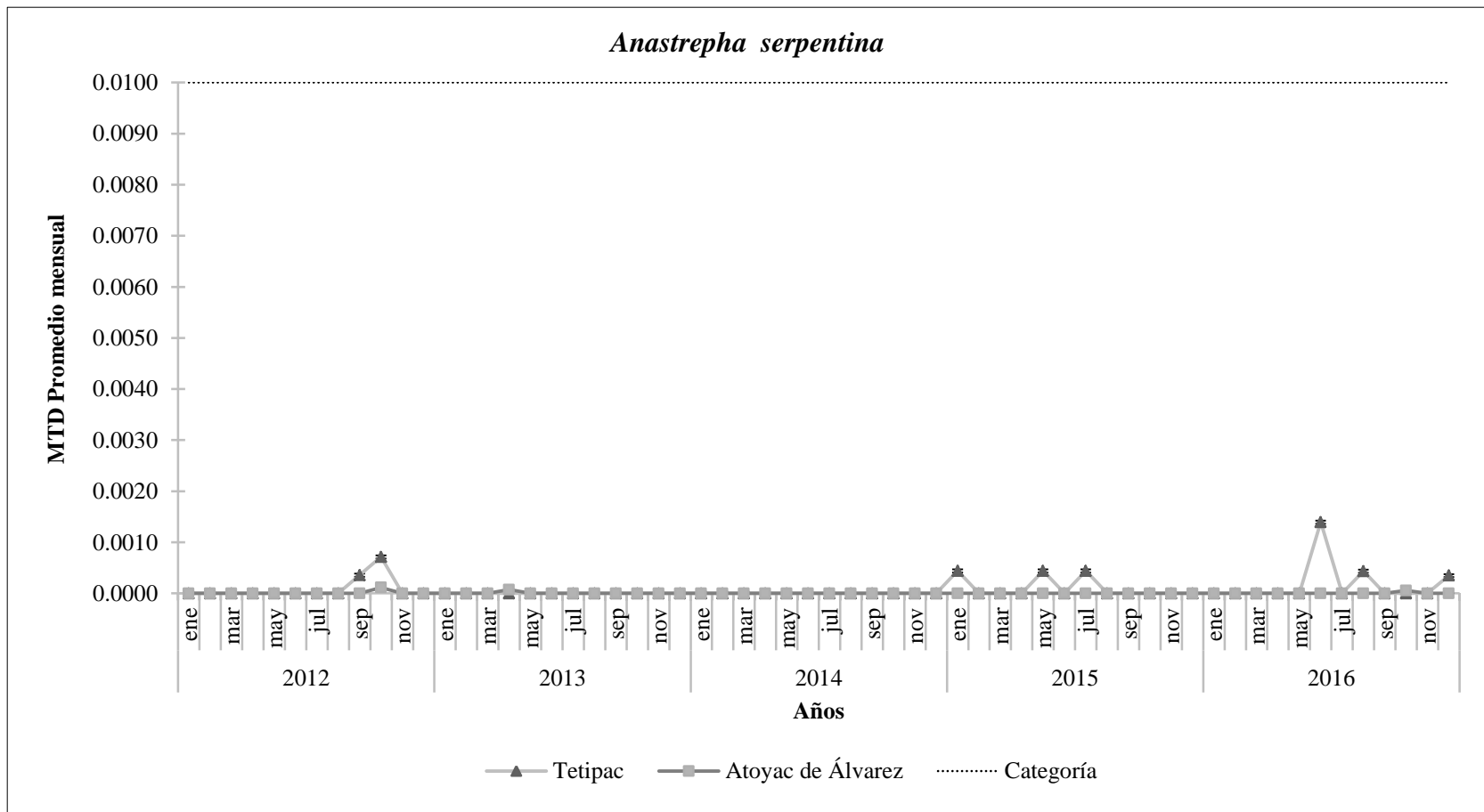


Figura 7. MTD de *Anastrepha serpentina* en Tetipac y Atoyac de Álvarez, Guerrero (2012-2016). Categoría: valor límite de zonas de baja prevalencia de moscas de la fruta *Anastrepha* spp.

VI. DISCUSIÓN

Los trabajos que se han realizado para conocer la fluctuación poblacional de Tephritidae, se han enfocado principalmente en las especies de mayor impacto económico (González-Hernández y Tejada, 1979; Thomas, 2003; Tucuch-Cauich *et al.* 2008; Aluja *et al.* 2012; Vanoye-Eligio *et al.* 2015; Hernández-Adame *et al.* 2015). No obstante, existen algunos trabajos donde se ha proporcionado importancia a la identificación faunística de las especies de moscas de la fruta presentes en un área, sus hospederos primarios y parte de su dinámica poblacional sin que sean necesariamente de interés económico (Celedonio-Hurtado *et al.* 1995; Martínez y Serna, 2005; Martínez-Alava, 2007; Nolasco y Lannacone, 2008; Gonzáles *et al.* 2011; René-Arias *et al.* 2014; Montoya-Álvarez *et al.* 2014; Vanoye-Eligio *et al.* 2014).

De las 11 especies de moscas de la fruta registradas en el presente estudio, cinco estuvieron presentes en las dos áreas de estudio y son consideradas de importancia económica: *A. ludens*, *A. striata*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y *T. curvicauda* (Aluja, 1993; Hernández-Ortiz y Aluja, 1993; Hernández-Ortiz *et al.* 2010). Para el municipio de Tetipac, además de éstas, se registró a las especies *A. bicolor* y *A. spatulata* anteriormente documentadas para Guerrero y *A. dentata*, que ya ha sido documentada para México, en los estados de Jalisco, Morelos, Sinaloa y Veracruz (Hernández-Ortiz, 2007), a *R. ramosae* que se describió por primera vez de material proveniente de Guerrero y Michoacán (Hernández-Ortiz, 1985) y a *Z. cocoyoc*, que ha sido registrada en los estados de Guerrero, Chiapas, y Morelos (Norrbom, 2002).

El que se haya detectado una mayor riqueza y diversidad de especies de moscas de la fruta en Tetipac que en Atoyac de Álvarez, probablemente se debe a que en Tetipac, las trampas están ubicadas no solo en guayaba, principal cultivo en el área, también están en frutales de traspatio como jobo, naranja, mango manila, papaya, mamey, zapote y durazno, hospederos de varias especies de moscas de la fruta (Aluja, 1993; Hernández-Ortiz, 2007). Tampoco se descarta que la diversidad de hospederos alternos, además de los de traspatio, en el área de Tetipac sea mayor y reciba menor atención que en Atoyac de Álvarez. Por el contrario, en este último municipio las trampas están ubicadas solo en mango el cual predomina por su importancia económica, además de huertos comerciales, también se cultiva como frutal de traspatio y lo podemos encontrar en vegetación silvestre, lo que no favorece la diversidad de especies de moscas de la fruta por el reducido número de hospederos alternos.

En el periodo de octubre 2015 a octubre 2016, la abundancia total de moscas de la fruta fue mayor en Tetipac (70.18%), y la especie con mayor presencia fue *A. ludens*, caracterizada por tener un mayor grado de adaptación en zonas de mayor altitud (>900 msnm) (Hernández-Ortiz, 1992), seguida de *A. striata* y *A. obliqua*. Estas tres especies estuvieron presentes a lo largo del año de este estudio. Posiblemente se debe a que las etapas de fructificación y maduración para cada frutal son diferentes en meses, por lo que todo el año existe disponibilidad de frutos hospederos. Lo anterior coincide con otros estudios, que relacionan la disponibilidad de hospederos con la presencia de moscas de la fruta en ambientes tropicales (Celedonio-Hurtado *et al.* 1995; Nolasco y Lannacone, 2008; Tucuch-Cauich *et al.* 2008; Gonzáles *et al.* 2011; Aluja *et al.* 2012; Hernández-Adame *et al.* 2015; Vanoye-Eligio *et al.* 2015). Las poblaciones de las especies de moscas de la fruta restantes se documentaron de forma esporádica y con bajo número de ejemplares de marzo a septiembre de 2016. El municipio de Atoyac de Álvarez aportó el 29.8% del material registrado y *A. obliqua* fue la especie más representativa, la cual se ha registrado que posee mayor adaptación en zonas bajas (<500 msnm) (Hernández-Ortiz, 1992). Además, esta especie se detectó en 46 de 53 semanas analizadas, en los meses de febrero a septiembre de 2016. Por el contrario, las poblaciones de *A. striata*, *A. ludens*, *A. chichlayae* y *T. curvicauda* fueron bajas, de esta última solo registró un ejemplar en todo el año.

En las dos áreas de estudio las poblaciones de moscas estuvieron conformadas principalmente por hembras. Posiblemente esto se atribuya a que el atrayente alimenticio utilizado en las trampas, para la captura de adultos, está constituido a base de proteínas (levadura de torula/bórax), las cuales son importantes para el desarrollo de la ovogénesis de las hembras, que son atraídas por los compuestos amoniacales liberados durante la fermentación de este atrayente (Montoya *et al.* 2010).

La presencia de las especies de moscas de la fruta más frecuentes a través del tiempo como *A. ludens*, *A. striata* y *A. obliqua* del presente estudio, coincidió con las etapas fenológicas de fructificación, maduración y cosecha de los frutales presentes en cada región. Con la recolecta de frutos infestados se corroboró a qué hospederos se asocian las especies de moscas de la fruta en los municipios de Tetipac y Atoyac de Álvarez. En Tetipac, *A. ludens* se registró en mango; *A. striata* en guayaba; *A. obliqua* en jobo y mango (Aluja, 1993; Hernández-Ortiz y Aluja, 1993; Hernández-Ortiz, 2007) y *T. curvicauda* en bonete (Martínez-Barrera *et al.* 2015). Para Atoyac de Álvarez solo se registró *A. obliqua* en mango.

Además de los hospederos, otros factores que también juegan un papel importante en la dinámica de poblaciones son las condiciones agroecológicas del lugar (Aluja, 1993; Hernández-Ortiz y Aluja, 1993), las fuentes naturales de alimento para los adultos y la actividad reguladora de los parasitoides (Aluja *et al.* 2012). Este último factor se ha estudiado con la finalidad de desarrollar métodos alternativos de control con menor impacto al ambiente (Liedo y Toledo, 2007). El endoparásitoide solitario de larva-pupa de moscas de la fruta, *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), es nativo de la región indo-australiana y ha sido utilizado en programas de control biológico por aumento a nivel internacional (Sivinski, 1996; Montoya *et al.* 2000) y ha logrado establecerse en los países donde se ha liberado (Ovruski *et al.* 2000). En México se introdujo en 1954 (Jiménez-Jiménez, 1956), actualmente se mantiene una cría para realizar liberaciones masivas en algunos estados del país principalmente con categoría fitosanitaria de baja prevalencia (Gutiérrez-Ruelas *et al.* 2013). Es importante mencionar que en Tetipac no se realizan liberaciones inundativas de este parasitoide por parte de la CNMF, pero si en otros municipios del estado. Sin embargo, se registró la emergencia de *D. longicaudata* de frutos de mango, guayaba y jobo, donde también emergieron las moscas de la fruta *A. obliqua*, *A. ludens* y *A. striata*. El mayor número de ejemplares del parasitoide se recuperó en mango junto con la emergencia de *A. ludens* (n= 53). Aparentemente *A. ludens* es mejor huésped que *A. obliqua* de acuerdo con Eben *et al.* (2000).

El análisis histórico (2012-2016) de las cuatro especies de importancia económica, mostró que en Tetipac, *A. ludens*, *A. striata* y *A. obliqua* fueron las especies con mayor frecuencia en el área. Los picos poblacionales, reflejados como índices MTD, más bajos fueron en el 2012 y los picos poblacionales más altos en 2013, en la mayoría de los casos con valores de MTD por arriba de 0.0100. En cambio, *A. obliqua* fue la especie más frecuente y abundante en Atoyac de Álvarez, y las poblaciones de *A. striata* y *A. ludens* fueron escasas. Los picos poblacionales más altos fueron en 2012 y 2013; mientras que los picos poblacionales más bajos fueron en 2014 y 2015, con valores de MTD siempre por debajo de 0.0100. Finalmente *A. serpentina* fue la especie con las poblaciones más bajas en las dos áreas de estudio, con valores MTD siempre por debajo de 0.0100, incluso no hubo registro en Tetipac en los años 2013 y 2014; y en Atoyac de Álvarez en 2014 y 2015.

Las especies que se registraron en este estudio con mayor frecuencia, han destacado en México por el grado de severidad como plagas. Por ejemplo, *A. ludens* que se alimenta de mango

y cítricos principalmente, *A. obliqua* asociada al mango y algunas especies de *Spondias*, *A. striata* que se alimenta de frutos de guayaba y *A. serpentina*, aunque presente en menor número, usa diversas sapotáceas como hospederos (Hernández-Ortiz, 1990).

En general, se observó que en Tetipac las poblaciones de moscas de la fruta han tenido ligeras variaciones a través del tiempo (2012-2016), pero se mantienen con valores iguales o superiores a $MTD > 0.0100$, mientras que en Atoyac de Álvarez las poblaciones se mantienen con $MTD < 0.0100$. Los niveles de incidencia de moscas de la fruta contribuyen a que el municipio de Tetipac se encuentre en la categoría de ZBCF, esto significa que tiene altos niveles de incidencia de moscas de la fruta de importancia económica, y que Atoyac de Álvarez esté con la categoría de ZBP de moscas de la fruta. Estas condiciones son resultados de muchos factores, pero la importancia de las acciones de la CNMF en el municipio de Atoyac de Álvarez están perfectamente reflejadas en el mantenimiento de ZBP y en la oportunidad para los productores de mango en mantener el nivel productivo y el potencial de comercialización, como lo han hecho desde 1992 del establecimiento de la CNMF (Gutiérrez-Ruelas y Santiago, 2008).

VII. CONCLUSIONES

- En Guerrero se registró un total de 11 especies de moscas de la fruta, *Anastrepha ludens*, *A. striata*, *A. obliqua*, *A. serpentina*, *A. spatulata*, *A. bicolor*, *A. dentata*, *A. chichlayae*, *Toxotrypana curvicauda*, *Zonosemata cocoyoc* y *Rhagoletis ramosae*.
- De acuerdo con los índices de Shannon-Wiener (H') y Simpson (λ) el municipio de Tetipac, con una mayor diversidad de frutos hospederos de moscas de la fruta, presentó la mayor diversidad de especies de moscas de la fruta.
- La abundancia total fue de 1,546 ejemplares, con la mayor parte para el municipio de Tetipac a diferencia de Atoyac de Álvarez.
- Los principales picos poblaciones de moscas de la fruta se presentaron de febrero a octubre de 2016, los cuales coincidieron con las etapas fenológicas de fructificación, maduración y cosecha de frutos en cada área de estudio.
- El análisis de datos de 2012 a 2016, del sistema de trapeo para las cuatro especies de importancia económica: *A. ludens*, *A. striata*, *A. obliqua* y *A. serpentina*, muestra que el municipio de Tetipac se encuentra en categoría de “Bajo Control Fitosanitario” y Atoyac de Álvarez en “Baja Prevalencia”, de acuerdo a los niveles de MTD detectados en este trabajo. Sin embargo, la situación fitosanitario actual para este último municipio, de acuerdo a la CNMF es “Bajo Control Fitosanitario” y es probable que en el futuro Atoyac de Álvarez pudiera llegar a conseguir la categoría “Baja Prevalencia”.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aluja, M. 1993. Manejo Integrado de la Mosca de la Fruta. Editorial Trillas, México, D. F. 251 p.
- Aluja, M. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. Annual Review of Entomology 39:155-78.
- Aluja, M., Ordano, M., Guillén, L. & Rull, J. 2012. Understanding long-term fruit fly (Diptera: Tephritidae) population dynamics: Implications for areawide management. Journal of Economic Entomology 105 (3): 823-836.
- Balzarini, M. G., Gonzáles, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A. y Robledo, C. W. 2008. InfoStat. Manual del usuario. Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- Cañadas, Á., Rade, D. y Zambrano, C. 2014. Diptera (Tephritidae) y su relación con factores abióticos, en la región Santa Elena, Ecuador. Revista Colombiana de Entomología 40 (1): 55-62.
- Celedonio-Hurtado, H., Aluja, M., & Liedo, P. 1995. Adult population fluctuations of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchard habitats of Chiapas, Mexico. Environmental Entomology 24 (4): 861-869.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guerrero (CESAVEGRO). 2015. Programa de trabajo de la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta, a operar con recursos 2015 del componente de sanidad del programa de sanidad e inocuidad agroalimentaria de las reglas de operación de los programas de la SAGARPA, en el estado de Guerrero. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guerrero, SAGARPA, México. 32 p.
- Eben, A., Benrey, B., Sivinski, J. & Aluja, M. 2000. Host species and host plant effects on preference and performance of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). Environmental Entomology 29 (1): 87-94.
- Espolador-São João, R., N. M.-Montes, S. M. & Raga, A. 2014. Fruit flies in a guava orchard in Indiana county, São Paulo, southeastern Brazil. IDESIA (Chile) 32 (3): 101-107.
- González-Hernández, A. y Tejada, L. O. 1979. Fluctuación de la población de *Anastrepha ludens* (Loew) y sus enemigos naturales en *Sargentia greggii* S. Watts. Folia Entomológica Mexicana 41: 49-60.
- Gonzáles, M., Loza-Murguía, M., Hugh, S., Cuba, N., Almanza, J. C. y Ruiz, M. 2011. Dinámica poblacional de adultos de la mosca boliviana de la fruta *Anastrepha* sp. (Diptera:

- Tephritidae) en el Municipio de Coroico, Departamento de La Paz, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society* 1 (2): 2-12.
- Gutiérrez-Ruelas, J. M. y Santiago, G. 2008. Situación actual de la campaña nacional contra moscas de la fruta en México. En: Montoya, P. J., F. Díaz, y S. Flores (Comp.). *Memorias de la Séptima Reunión del Grupo de Trabajo en Moscas de la Fruta del Hemisferio Occidental*. Noviembre 2 al 7, Mazatlán, Sinaloa, México, pp. 11-13
- Gutiérrez-Ruelas, J. M., Santiago-Martínez, G., Villaseñor-Cortés, A., Enkerlin-Hoeflich, W. R. y Hernández-López, F. 2013. Los Programas de moscas de la fruta en México, su historia reciente. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 96 p.
- Hernández-Adame, L. A., Figueroa-De la Rosa, J. I., Chavarrieta-Yañez, J. M., Pineda-Guillermo, S., Montoya, P. y Martínez-Castillo, A. M. 2015. Moscas de la fruta en una zona marginal del estado de Michoacán. *Entomología Mexicana* 2: 386-391.
- Hernández-Ortiz V. 1992. El género *Anastrepha* Schiner en México (Diptera: Tephritidae). Taxonomía, distribución y sus plantas huéspedes. Instituto de Ecología Publicación 33. Xalapa, Veracruz, México. 62 p.
- Hernández-Ortiz, V. 1985. Descripción de una nueva especie mexicana del género *Rhagoletis* Loew (Diptera: Tephritidae). *Folia Entomológica Mexicana* 64:73-79.
- Hernández-Ortiz, V. 1990. Lista preliminar de especies mexicanas del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con descripción de nuevas especies, registros y sinonimias. *Folia Entomológica Mexicana* 80: 227-244.
- Hernández-Ortiz, V. 2007. Diversidad y Biogeografía del género *Anastrepha* en México. En: V. Hernández-Ortiz (Ed.). *Moscas de la Fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, Biología y Manejo*. S y G editores, México, D. F., pp. 53-76.
- Hernández-Ortiz, V. y Aluja, M. 1993. Listado de especies del género neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. *Folia Entomológica Mexicana* 88: 89-105.
- Hernández-Ortiz, V., Guillén-Aguilar, J. y López, L. 2010. Taxonomía e identificación de moscas de la fruta de importancia económica en América. En: P. Montoya, J. Toledo y E. Hernández (eds.), *Moscas de la Fruta: Fundamentos y procedimientos para su manejo*, 2010. S y G editores, México, D. F., pp. 49-79.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2012. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012. México. 785 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos 2016. México. 965 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. México en cifras, información nacional por entidad federativa y municipios. <http://www.inegi.org.mx/> (Consultado en línea el 16 de octubre de 2016).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Suelo, superficie por tipo de uso de suelo o vegetación por entidad federativa, 2011. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb340&s=est&c=35603> (Consultado en línea el 10 de marzo de 2017).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Atoyac de Álvarez, Guerrero, 2009. 9 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tetipac, Guerrero, 2009. 9 p.
- Jiménez-Jiménez, E. 1956. Las moscas de la fruta y sus enemigos naturales. *Fitofilo* 16: 4-11.
- Liedo, P. y Toledo, J. 2007. Ecología de poblaciones y manejo integrado de moscas de la fruta en el Soconusco, Chiapas, México. En: V. Hernández-Ortiz (ed.), *Moscas de la Fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, Biología y Manejo*. S y G editores. México, D. F., pp. 133-144.
- Martínez-Alava, J. O. 2007. Nuevos registros en el género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) para Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 33 (1): 36-42.
- Martínez-Barrera, O. Y., Arzuffi, R. & Jiménez-Pérez, A. 2015. Oviposition by *Toxotrypana curvicauda* (Diptera: Tephritidae) in small to medium-size cuaguayote and papaya fruits with low sugar content. *Florida Entomologist* 98: 3.
- Martínez, J. O. y Serna, F. J. 2005. Identificación y localización geográfica de especies del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) en Cundinamarca (Colombia). *Agronomía Colombiana* 23 (1): 102-111.
- Montoya-Álvarez, G., Figueroa-De la Rosa, J. I., Hernández-Adame, L., Chavarrieta-Yañez, J. M., Méndez-Gutiérrez, I. R., y Martínez-Castillo, A. M. 2014. Especies de mosca de la fruta

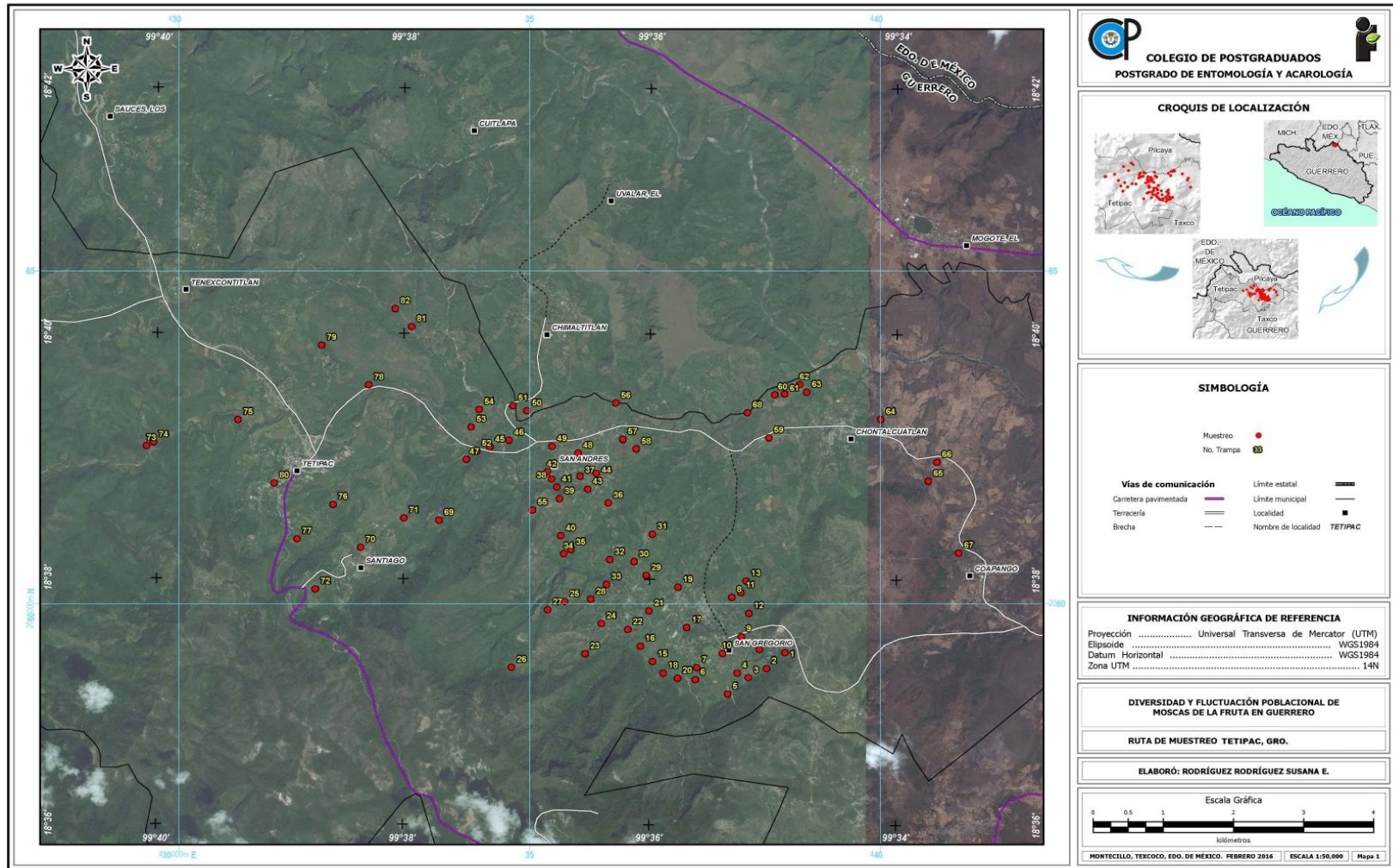
- del género *Anastrepha* Schiner capturadas en una zona marginal del estado de Michoacán. *Entomología mexicana* 1: 273-277.
- Montoya, P., Liedo, P., Benrey, B., Cancino, J., Barrera, J. F., Sivinski, J. & Aluja, M. 2000. Biological control of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in mango orchards through augmentative releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control* 18: 216-224.
- Montoya, P., Toledo, J. y Flores, S. 2010. Conceptos sobre trampeo y atrayentes. En: P. Montoya, J. Toledo y E. Hernández (eds.), *Moscas de la Fruta: Fundamentos y Procedimientos para su Manejo*. S y G Editores. México, D. F., pp. 133-146.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, 1. Zaragoza. 84 p.
- Nolasco, N. y Lannacone, J. 2008. Fluctuación estacional de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. y *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) en trampas McPhail en Piura y en Ica, Perú. *Acta Zoológica Mexicana* 24 (3): 33-44.
- Norrbom, A. L. 2002. A new species and key for the genus *Zonosemata* Benjamin (Diptera: Tephritidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 104 (3): 614-623.
- Norrbom, A. L. & Korytkowski, C. A. 2009. A revision of the *Anastrepha robusta* species group (Diptera: Tephritidae). *Zootaxa* 2182: 1-91.
- Norrbom, A. L. & Korytkowski, C. A. 2011. New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Zootaxa* 2740: 1-23.
- Norrbom, A. L., Zucchi, R. A. & Hernández-Ortiz, V. 1999. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology. In: M. Aluja & A. L. Norrbom [eds.], *Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior*. CRC Press, Boca Raton, pp. 299-342.
- Norrbom, A. L., Korytkowski, C. A., Zucchi, R. A., Uramoto, K., Venable, G. L., McCormick, J. & Dallwitz, M. J. 2012. Onwards. *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys. Version: 28th September 2013. <http://delta-intkey.com>.
- Ovruski, S., Aluja, M., Sivinski, J. & Wharton, R. 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.

- René-Arias, O., Librado-Fariña, N., Novaes-Lopes, G., Uramoto, K., & Antonio-Zucchi, R. 2014. Fruit Flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from some localities of Paraguay: New records, checklist and illustrated key. *Journal of Insect Science* 14: 224.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). 1998. NOM-075-FITO-1997. Por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la movilización de frutos hospederos de moscas de la fruta. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Diario Oficial de la Federación, México, D. F. 16 de marzo de 1998.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). 1999. NOM-023-FITO-1995. Por la que se establece la campaña nacional contra moscas de la fruta. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Diario Oficial de la Federación, México, D. F. 11 de febrero de 1999.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2017. Moscas nativas de la fruta, situación fitosanitaria actual. <http://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/moscas-nativas-de-la-fruta> (Consultado en línea el 10 de marzo de 2017).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Anuario estadístico de la producción agrícola 2015. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp (Consultado el 10 de marzo 2017).
- Sivinski, J. M. 1996. The past and potential of biological control of fruit flies. In: B. A McPherson & G. J. Steck (eds.), *Fruit Flies Pests. A World Assessment of their Biology and Management*. St. Lucie Press, Delray Beach, Florida, pp. 369-381.
- 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.
- Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. 7th edition. Brooks/Cole, Cengage Learning. 864 p.
- Tucuch-Cauich, F. M., Chi-Que, G. y Orona-Castro, F. 2008. Dinámica poblacional de adultos de la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) en Campeche, México. *Agricultura Técnica en México* 34 (3): 341-347.

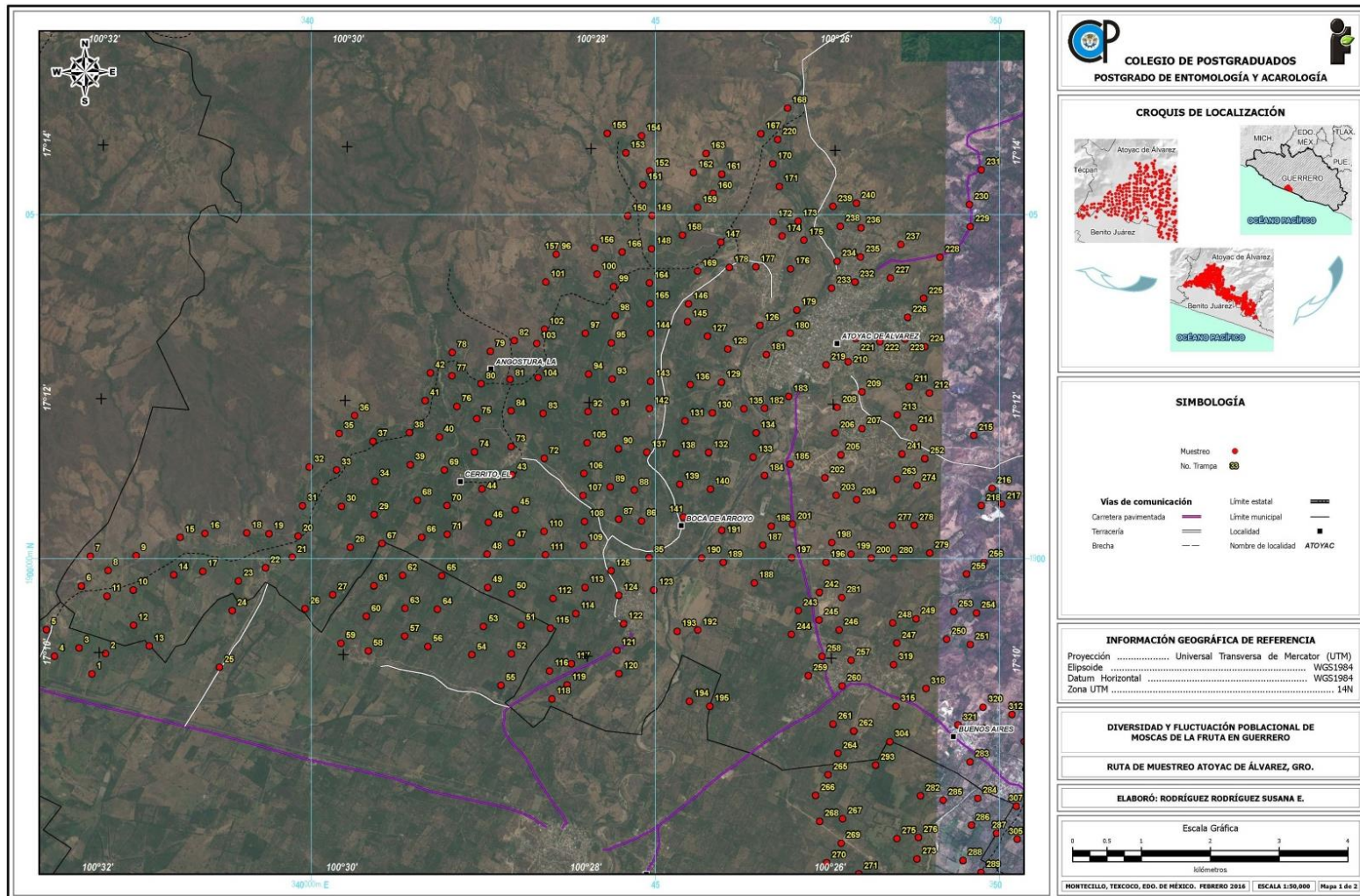
- Vanoye-Eligio, V., Guardiola-Alcocer, L. A. y Gaona-García, G. 2014. Nuevos registros de especies del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 30 (3): 688-691.
- Vanoye-Eligio, V., Pérez-Castañeda, R., Gaona-García, G., Lara-Villalón, M. y Barrientos-Lozano, L. 2015. Fluctuación poblacional de *Anastrepha ludens* en la región de Santa Engracia, Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5: 1077-1091.
- Villegas-Monter, A. y Mora-Aguilera, A. 2011. Avances de la fruticultura en México. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33 (1): 179-186.
- White, I. M. & Elson-Harris, M. M. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: their identification and bionomics*. CAB International. 601 p.

IX. ANEXOS

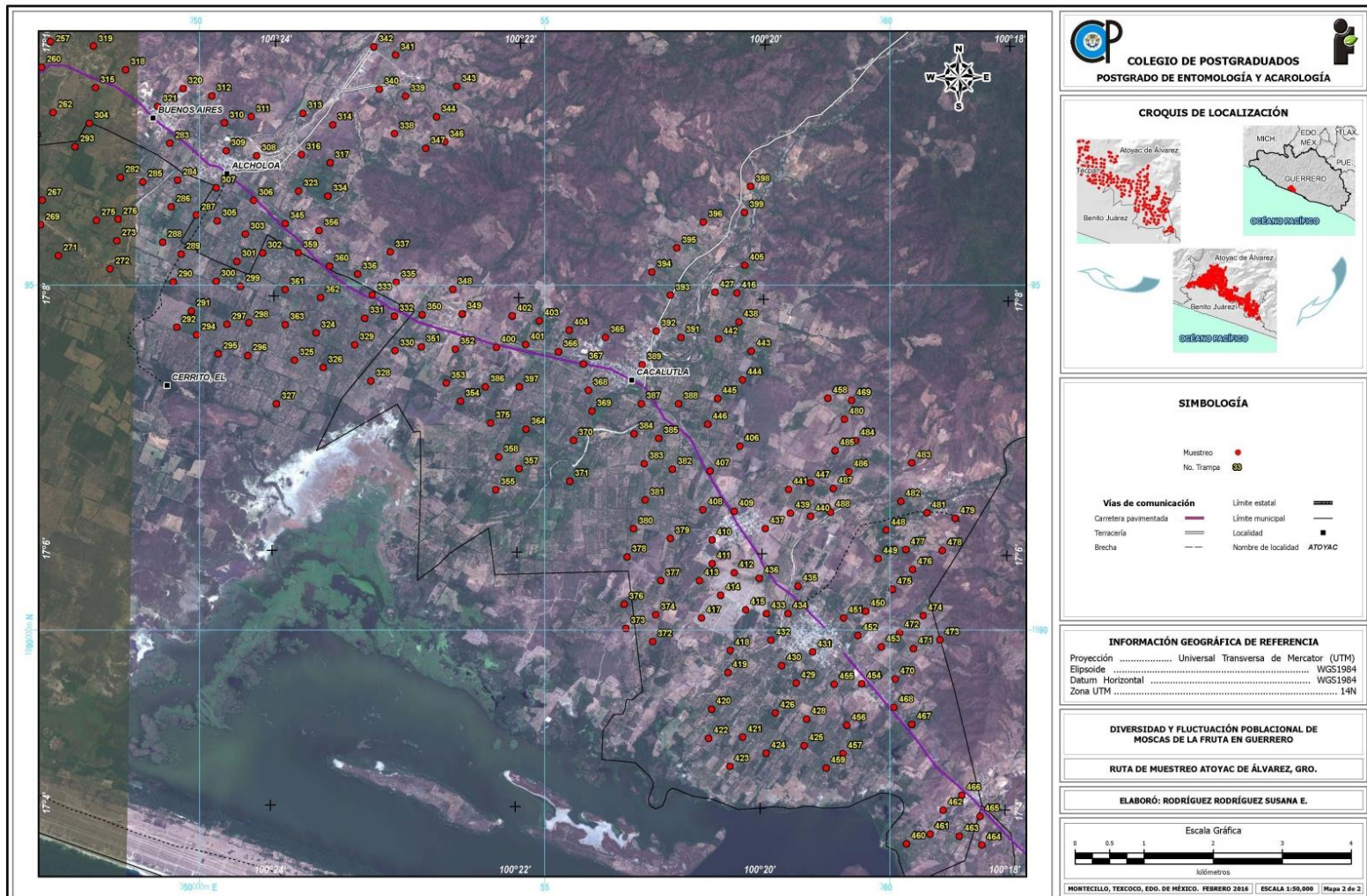
Anexo 1. Localización geográfica de las trampas instaladas en Tetipac (Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta, SENASICA).



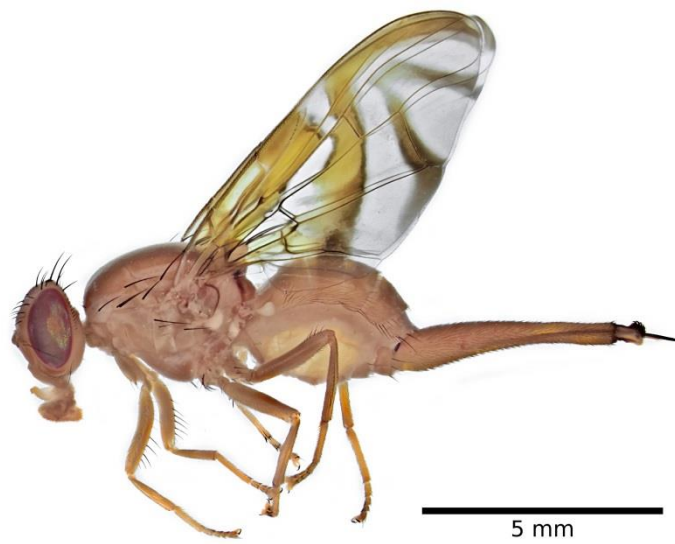
Anexo 2. Localización geográfica de las trampas instaladas en Atoyac de Álvarez, primera parte (Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta, SENASICA).



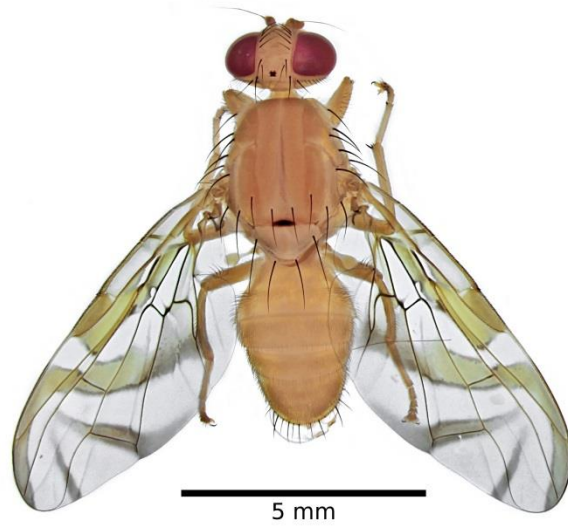
Anexo 2. Localización geográfica de las trampas instaladas en Atoyac de Álvarez, segunda parte (Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta, SENASICA).



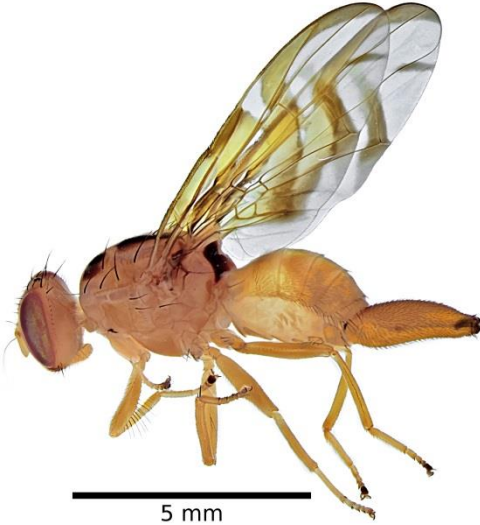
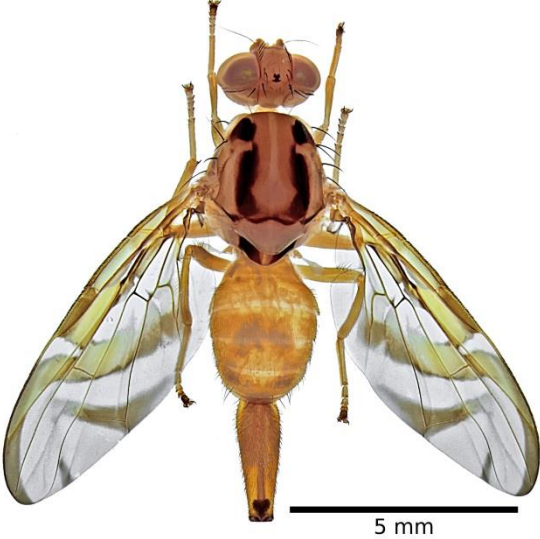
Anexo 3. Vista frontal y lateral de hembra de *Anastrepha ludens* (Loew) (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



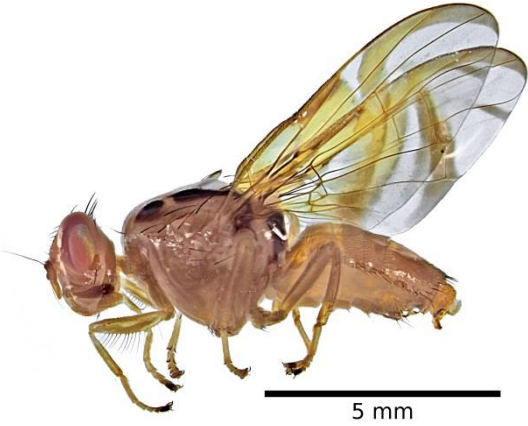
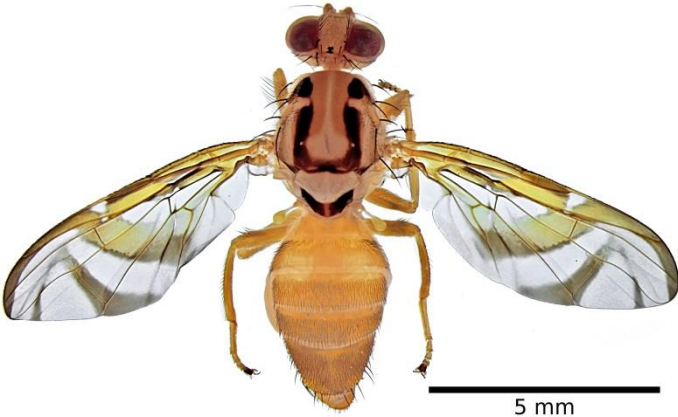
Anexo 4. Vista frontal y lateral de macho de *Anastrepha ludens* (Loew) (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



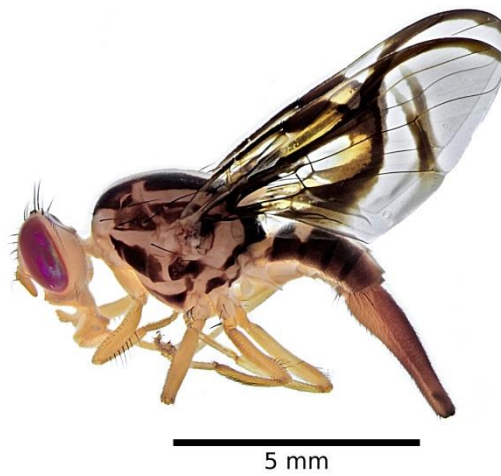
Anexo 5. Vista frontal y lateral de hembra de *Anastrepha striata* Schiner (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



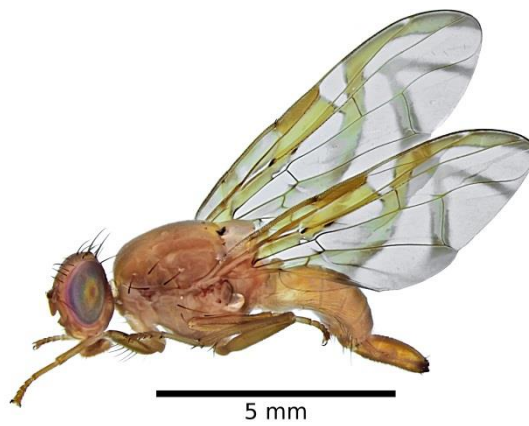
Anexo 6. Vista frontal y lateral de macho de *Anastrepha striata* Schiner (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



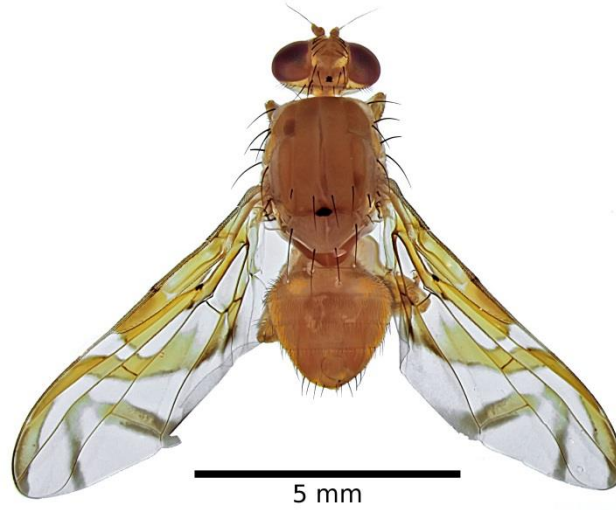
Anexo 7. Vista frontal y lateral de hembra de *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



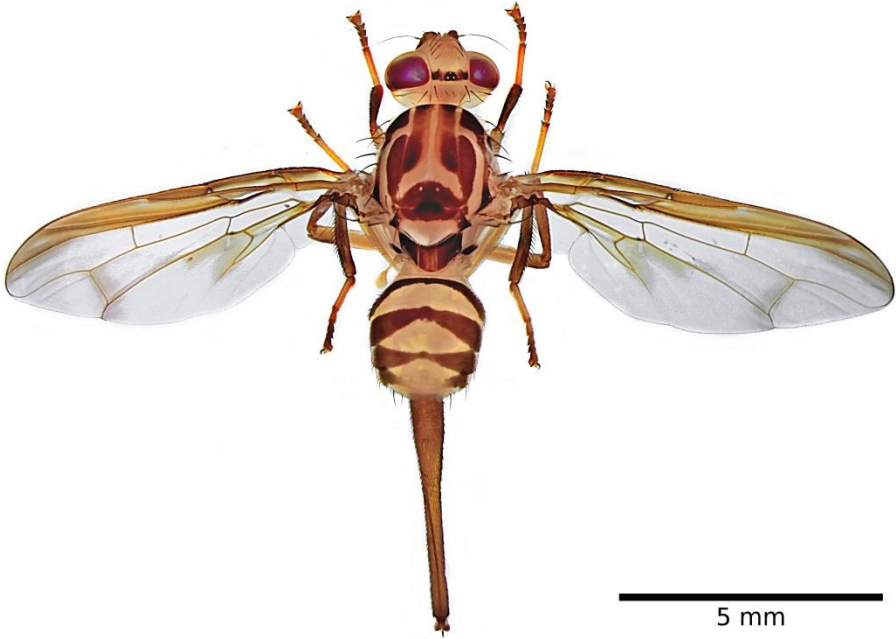
Anexo 8. Vista frontal y lateral de hembra de *Anastrepha spatulata* Stone (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



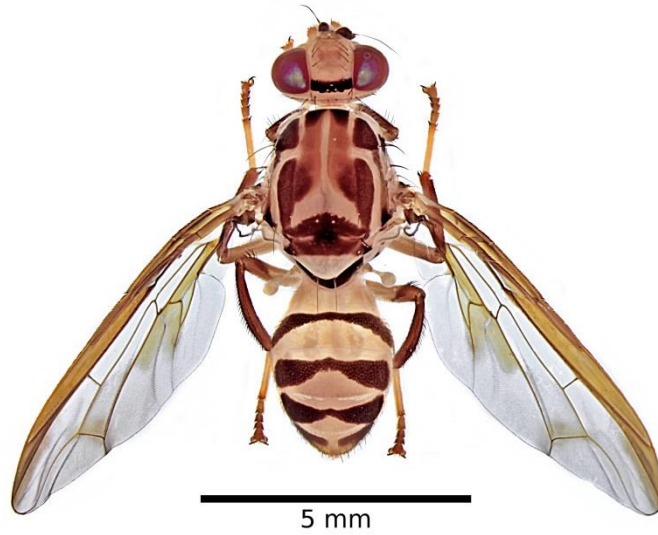
Anexo 9. Vista frontal y lateral de macho de *Anastrepha spatulata* Stone (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



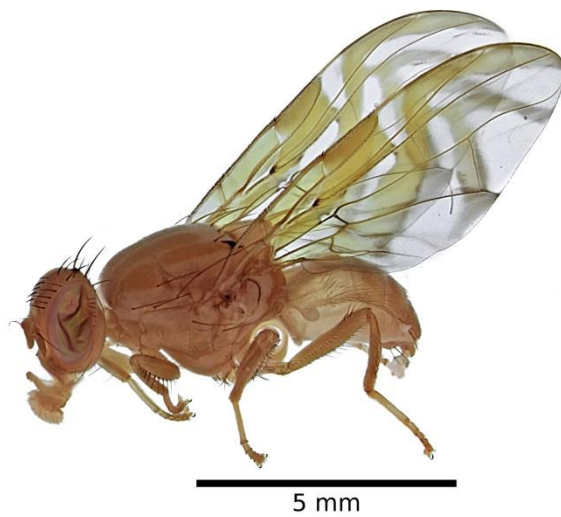
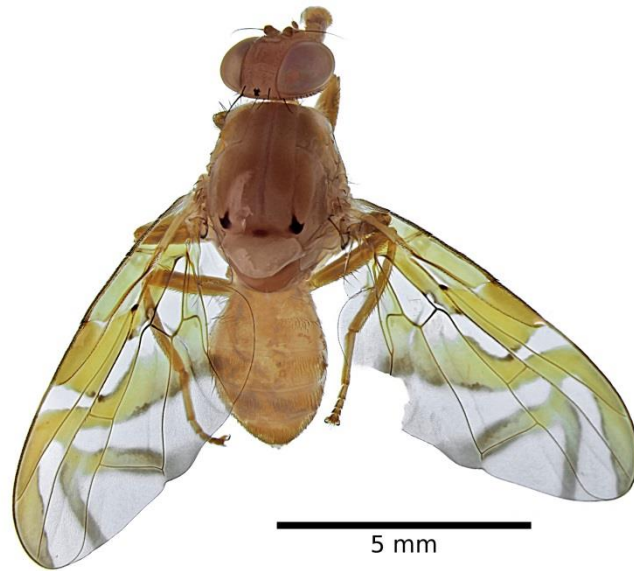
Anexo 10. Vista frontal y lateral de hembra de *Anastrepha bicolor* (Stone) (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



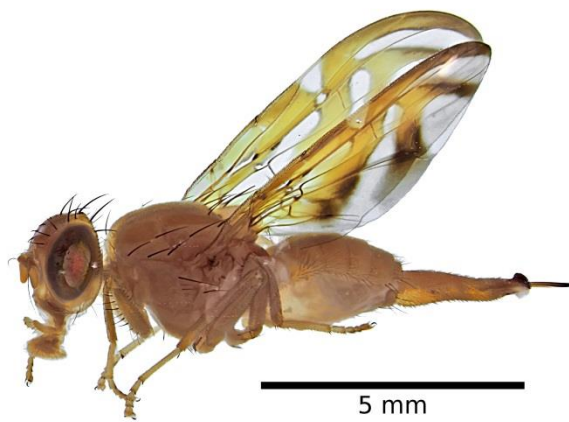
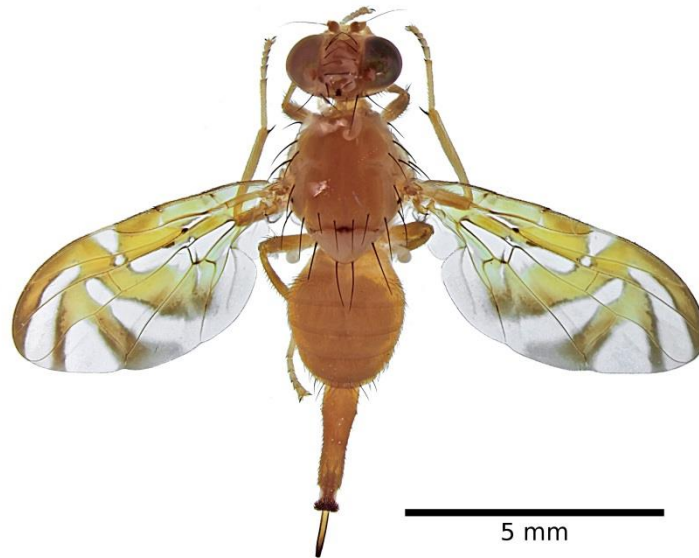
Anexo 11. Vista frontal y lateral de macho de *Anastrepha bicolor* (Stone) (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



Anexo 12. Vista frontal y lateral de macho de *Anastrepha dentata* (Stone) (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



Anexo 13. Vista frontal y lateral de hembra de *Anastrepha chichlayae* Greene (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



Anexo 14. Vista frontal y lateral de hembra de *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



Anexo 15. Vista frontal y lateral de macho de *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).

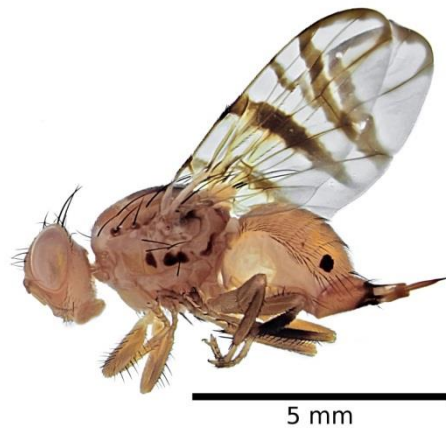
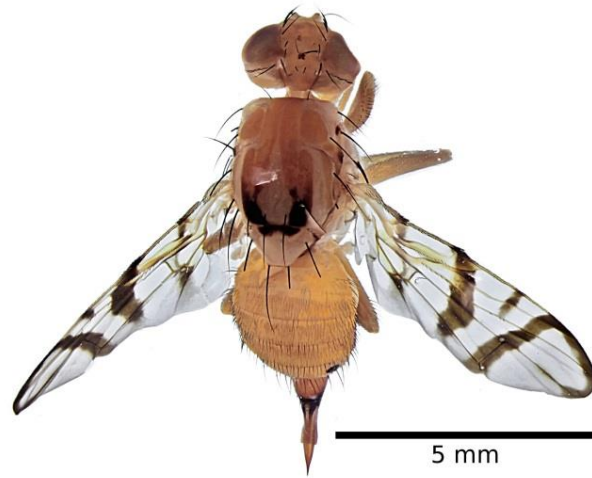


1 cm

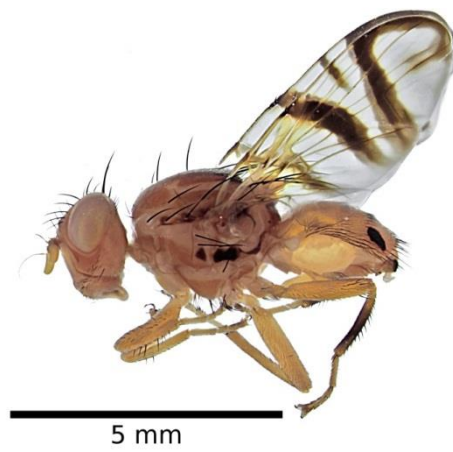
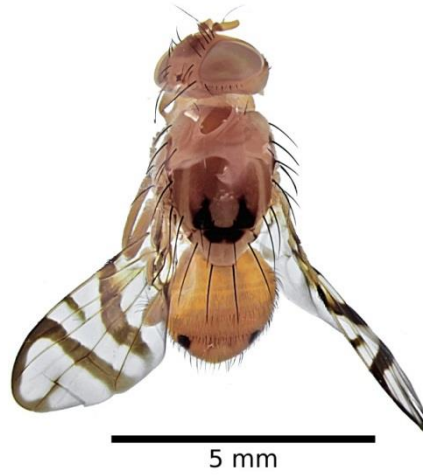


1 cm

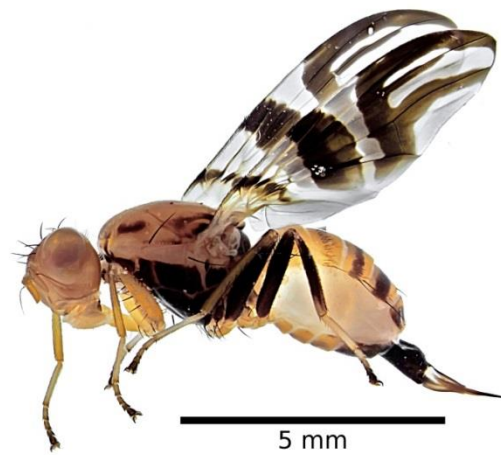
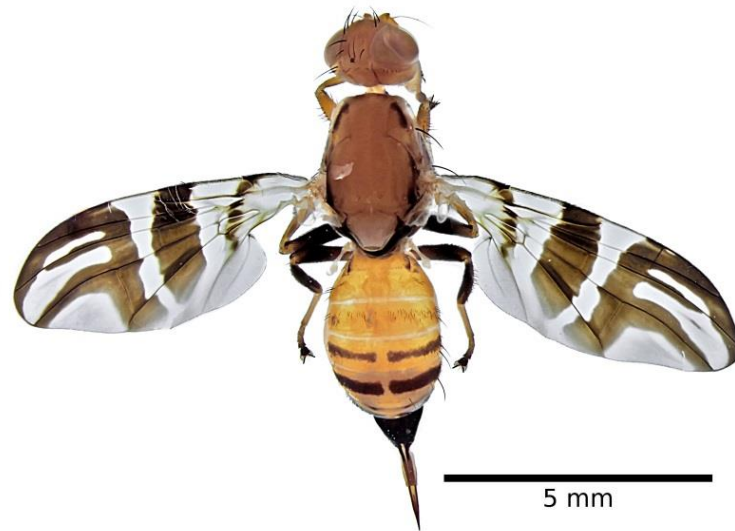
Anexo 16. Vista frontal y lateral de hembra de *Zonosemata cocoyoc* Bush (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



Anexo 17. Vista frontal y lateral de macho de *Zonosemata cocoyoc* Bush (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



Anexo 18. Vista frontal y lateral de hembra de *Rhagoletis ramosae* Hernández-Ortiz, 1985 (imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).



Anexo 19. Vista frontal y lateral de hembra de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead)
(imagen por S. E. Rodríguez Rodríguez y J. M. Valdez Carrasco).

