

**Capítulo I Diversidad de moscas de la fruta del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México**

**Chapter I Diversity of fruit flies of the genus *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) in the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico**

ANTONIO-HERNÁNDEZ, Enrique†\*

*Tecnológico Nacional de México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Enrique, Antonio-Hernández* / **ORC ID:** 0000-0002-3558-5374

**DOI:** 10.35429/H.2019.1.1.23

E. Antonio

\*anastrephaproject@gmail.com

N. Niño, M. Valencia y M. García. (Dir.) Sustentabilidad, Turismo y Educación. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Guerrero, 2019.

## Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivos conocer la diversidad de especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha*, su relación con los diversos ecosistemas y sus plantas de alimentación presentes en la región del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, México. Este trabajo fue realizado a partir de la revisión de especímenes del género *Anastrepha* colectados en diversos puntos geográficos en el Istmo de Tehuantepec. Para la realización de este, fueron examinados especímenes del género *Anastrepha* obtenidos a partir de actividades de trapeo y muestras de frutas en diversas localidades pertenecientes a cinco subprovincias fisiográficas en esta región.

Como resultado de este trabajo fueron identificadas 28 especies del género *Anastrepha* reunidas en diez grupos de especies, incluyendo una especie sin grupo específico. Las especies identificadas fueron las siguientes: *Anastrepha acris* Stone, *A. alveata* Stone, *A. bahiensis* Lima, *A. barnesi* Aldrich, *A. bezzii* Lima, *A. bicolor* (Stone), *A. canalis* Stone, *A. chiclayae* Greene, *A. compressa* Stone, *A. crebra* Stone, *A. curvicauda* (Gerstaecker), *A. distincta* Greene, *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. furcata* Lima, *A. leptozona* Hendel, *A. ludens* (Loew), *A. minuta* Stone, *A. montei* Lima, *A. obliqua* (Macquart), *A. pallens* Coquillett, *A. pastranai* Blanchard, *A. robusta* Greene, *A. serpentina* (Wiedemann), *A. spatulata* Stone, *A. striata* Schiner, *A. tumida* Stone, *A. zuelaniae* Stone y *A. sp.* nueva especie perteneciente al grupo *fraterculus*. Además, se identificaron 25 especies vegetales pertenecientes a 13 familias como plantas hospederas de 10 especies de *Anastrepha*.

### *Anastrepha*, Diversidad, Istmo de Tehuantepec

#### Abstract

The objective of this work was to know the diversity of fruit flies of the genus *Anastrepha*, its relationship with the diverse ecosystems and its host plants present in the region of the Isthmus of Tehuantepec, in the state of Oaxaca, Mexico. This work was carried out from the revision of specimens collected in various geographic points of the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. For the accomplishment of the same was examined specimens of *Anastrepha* obtained from activities of trapping and fruits samples in various locations belonging to five subprovinces physiographic of this region.

Were identified 28 species of *Anastrepha* gathered in ten groups, including a species without a specific group. The species identified were the following: *Anastrepha acris* Stone, *A. alveata* Stone, *A. bahiensis* Lima, *A. barnesi* Aldrich, *A. bezzii* Lima, *A. bicolor* (Stone), *A. canalis* Stone, *A. chiclayae* Greene, *A. compressa* Stone, *A. crebra* Stone, *A. curvicauda* (Gerstaecker), *A. distincta* Greene, *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. furcata* Lima, *A. leptozona* Hendel, *A. ludens* (Loew), *A. minuta* Stone, *A. montei* Lima, *A. obliqua* (Macquart), *A. pallens* Coquillett, *A. pastranai* Blanchard, *A. robusta* Greene, *A. serpentina* (Wiedemann), *A. spatulata* Stone, *A. striata* Schiner, *A. tumida* Stone, *A. zuelaniae* Stone and *A. sp.* new species *fraterculus* group. In addition, 25 plant species belonging to 13 families were identified as host plants of 10 *Anastrepha* species.

### *Anastrepha*, Diversity, Isthmus of Tehuantepec

#### 1 Introducción

Las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) representan algunas de las plagas agrícolas más importantes del mundo, las cuales, además de causar un gran impacto económico en pérdidas a una gran diversidad de frutas y otros vegetales, limitan el desarrollo de la agricultura en todos los continentes del orbe y son causantes directos de un número considerable de restricciones cuarentenarias impuestas por los países importadores, ocasionando un detrimento en la economía de los países productores.

Dentro de estas plagas se encuentran los géneros más devastadores para la fruticultura mundial, entre ellos *Ceratitis* MacLeay, con alrededor de 100 especies descritas, restringidas a la región Afrotropical (Norrbom, 2010), y con una especie presente en el Nuevo Mundo, *C. capitata* (Wiedemann), la más invasora de todas las especies de Tephritidae, también llamada Mosca del Mediterráneo, erradicada del Sur de México, pero distribuida ampliamente desde Centroamérica y el Caribe hasta Sudamérica; *Bactrocera* Macquart, género nativo del Viejo Mundo y el más grande de moscas de la fruta, con más de 550 especies reconocidas, representado en América por dos especies altamente invasivas, *B. carambolae* Drew & Hancock, presente en Guyana, Surinam, Guyana Francesa y los estados de Amapá y Roraima en el Norte de Brasil y *B. oleae* Rossi introducida y establecida en California, USA y Noroeste de México (Noroeste de Baja California); *Anastrepha*, endémico del Nuevo Mundo, con 305 especies reconocidas actualmente, con muchas especies más por describir y descubrir, las cuales se encuentran ampliamente distribuidas en la mayor parte del continente, con mayor presencia en áreas tropicales y subtropicales, de acuerdo con Malavasi (2009), ninguna especie de este género puede considerarse invasora de áreas, debido a que todas están establecidas dentro de su probable área de origen; y *Rhagoletis* Loew, con más de 70 especies descritas y algunas por describir, presente principalmente en la región Holártica y con poco más de 20 representantes en el Neotrópico.

El género *Anastrepha* representa la categoría más grande de moscas de la fruta del nuevo mundo, por su diversidad, capacidad de adaptación a diversos biomas y por el devastador impacto que algunas de sus especies ocasionan a la fruticultura, debido a que se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales del continente, desde Florida y Texas en el Sur de los Estados Unidos, hasta el Norte de Argentina.

En México algunas especies de este género atacan únicamente frutos silvestres o de poca importancia, mientras que otras atacan variedades cultivadas (e.g., *Mangifera indica* L., *Citrus* spp., *Psidium guajava* L., *Carica papaya* L.), afectando los programas de exportación de frutas, causando grandes pérdidas económicas, y originando la imposición de barreras cuarentenarias; aunque únicamente ocho son consideradas plagas de importancia cuarentenaria, *Anastrepha curvicauda*, *A. fraterculus*, *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina*, *A. striata*, *A. grandis* (Macquart) y *A. suspensa* (Loew), las cuales representan el 2.62 % de las especies de este género, estas dos últimas ausentes en el país.

El Istmo de Tehuantepec comprende una de las regiones de mayor producción frutícola en el estado de Oaxaca, debido a su condición tropical y a la diversidad de ecosistemas presentes, aspectos que son óptimos para el cultivo y producción de una gran variedad de especies de índole comercial destinados para los mercados de exportación, nacional y regional, principalmente *M. indica* en sus diversas variedades, además de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Citrus reticulata* Blanco, *Coffea arabica* L., *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn, *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, *P. guajava*, *Carica papaya* y diversas especies de *Spondias*, algunas de las cuales representan hospederos preferenciales para el género *Anastrepha* en esta región. En las diversas áreas que integran esta región se encuentran además una gran diversidad de especies botánicas, tanto cultivadas como silvestres entre las que destacan las familias Anacardiaceae, Apocynaceae, Caricaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Hippocrateaceae, Leguminosae, Moraceae, Myrtaceae, Olacaceae, Passifloraceae, Staphyleaceae, entre otras, las cuales agrupan géneros que han sido reportados por diversos investigadores como plantas de alimentación para numerosas especies de *Anastrepha*, lo cual representa un excelente ambiente para la presencia de una notable diversidad de especies de este género.

## 1.2 Metodología

El presente trabajo fue realizado a partir de la revisión de especímenes colectados en diversas localidades del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Para la realización de este se examinaron ejemplares de *Anastrepha* colectados por el autor a partir de actividades de trapeo y muestras de frutas, los cuales fueron obtenidos en diversos puntos geográficos pertenecientes a cinco subprovincias fisiográficas de esta región.

### 1.2.1 Colecta de especímenes

Los ejemplares colectados en trapeo se obtuvieron mediante trampas McPhail y Multilure cebadas con proteína hidrolizada y levadura de torula boratada, y en menor cantidad ejemplares obtenidos a partir de frutas cultivadas y silvestres infestadas con larvas de moscas de la fruta.

### 1.2.2 Preservación de especímenes

El material obtenido en trapeo y a partir de muestras de frutas fue preservado en viales con alcohol desnaturalizado al 70%, los cuales se etiquetaron con numeración consecutiva, dicha etiqueta se registró en una base de datos con la información de los ejemplares contenidos en cada vial (número de vial, especie, lugar de colecta, nombre del colector, fecha de colecta, número y sexo de los ejemplares, coordenadas geográficas, altitud, tipo de vegetación y método de colecta), empleando las técnicas descritas por Márquez, (2005).

### 1.2.3 Georreferenciación

Los sitios de colecta de especímenes con trampas y de colecta de frutas se tomaron con un equipo de Sistema de Posicionamiento Global Magellan eXplorist 610® y referenciados en cartas topográficas de la región del Istmo de Tehuantepec a escalas 1: 250 000 y 1: 50 000 con la finalidad de contar con una base de datos geográfica de las áreas de distribución de las diversas especies de *Anastrepha*.

### 1.2.4 Determinación de especies

Los ejemplares examinados fueron determinados por el autor, de igual manera Allen L. Norrbom (Sistematic Entomology, USDA-ARS, Smithsonian Institution), examinó algunos ejemplares de *A. bahiensis*, *A. canalis* y *A. fraterculus*.

### 1.2.5 Instituciones

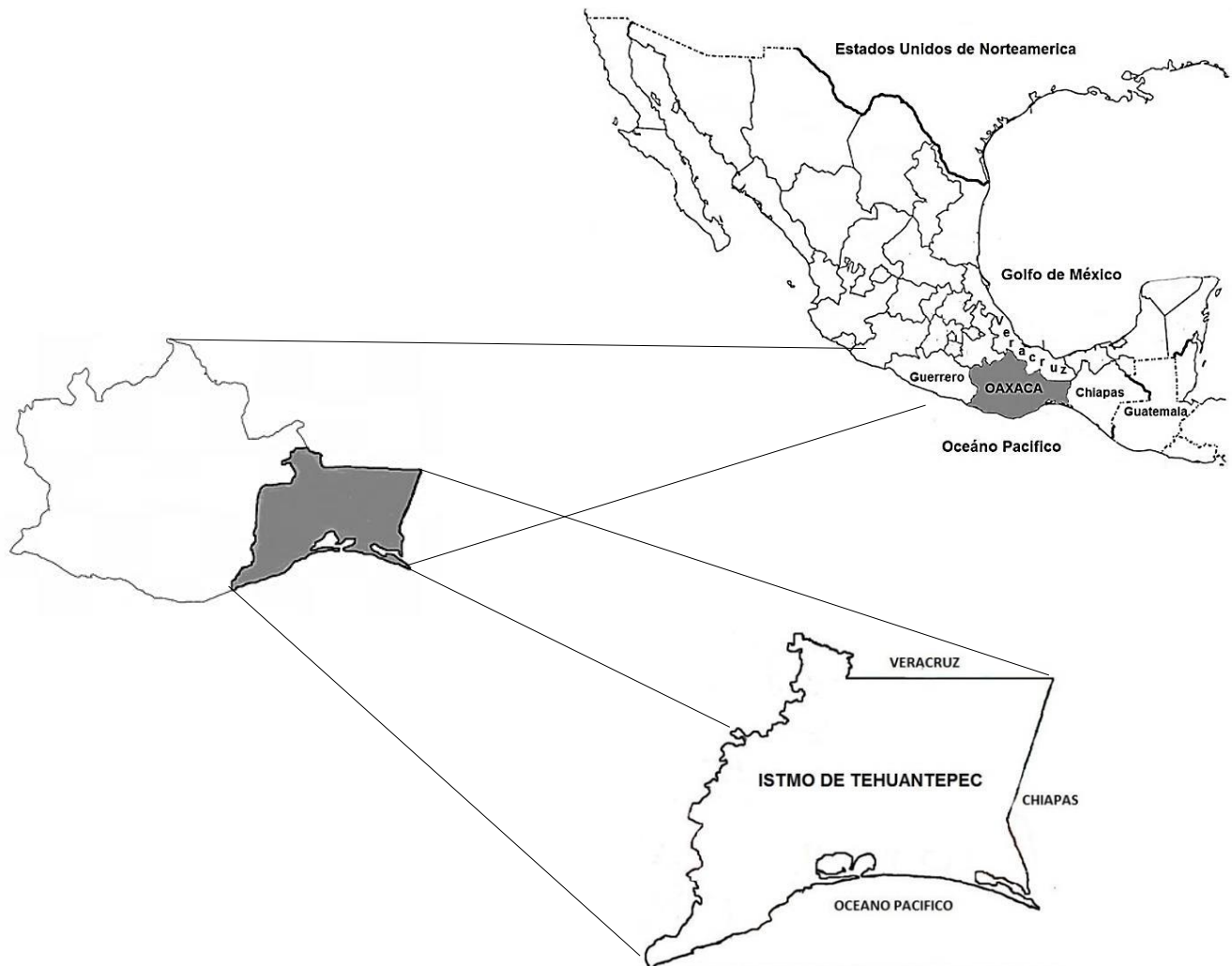
El material examinado fue depositado posterior a su estudio en IEXA: Colección Entomológica del Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz., México; USNM: National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C., USA; ESCA-UAC: Laboratorio de Entomología, Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias-Universidad Autónoma de Campeche, Campus IV, Escárcega, Campeche, México; el estudio del material que integra este trabajo fue realizado en el CNRF-DGSV: Laboratorio de Entomología y Acarología del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de la Dirección General de Sanidad Vegetal, SENASICA-SADER, Tecámac, Estado de México.

## 1.3 El Istmo de Tehuantepec

El Istmo de Tehuantepec es una de las ocho regiones económicas que integran el estado de Oaxaca, se localiza las coordenadas geográficas 17°12'46" Norte, y 94°44'25" longitud Oeste, ocupando una extensión de 19,975.5 km<sup>2</sup>. Esta región se encuentra conformada por 41 municipios, y representa una de las áreas más interesantes de México en el contexto de la biodiversidad, se encuentra enclavada en el costado Oriente del estado de Oaxaca, limitando al Norte con el estado de Veracruz, al Este con Chiapas, al Sur con el Océano Pacífico y al Oeste con las regiones de la Sierra Norte y Sierra Sur, estas dos últimas localizadas dentro del mismo estado; es una región pequeña desde el punto de vista territorial, pero excepcionalmente diversa, de tal manera que el Istmo de Tehuantepec es una de las regiones más importantes de Mesoamérica desde la perspectiva biológica.

La ubicación geográfica de esta región es privilegiada por estar situada prácticamente en la zona de contacto de los reinos biogeográficos Neotropical y Neártico (Pérez-García et al. 2001). Por su accidentada topografía, variación de climas, así como por las condiciones ecológicas y orográficas presentes, representa un ambiente propicio para la presencia y desarrollo de una gran diversidad de elementos de flora y fauna, además de representar un importante corredor biológico, debido a que esta región comparte muchos taxones de moscas de la fruta con otras regiones de Mesoamérica y Sudamérica, y es al mismo tiempo el único puente natural que une las selvas secas, subhúmedas y húmedas del país, localizadas entre los Océanos Pacífico y Atlántico (Antonio-Hernández y García-Ramírez, 2018a). Aquí se encuentran presentes una diversidad considerable de representantes de la familia Tephritidae entre los que sobresalen *Anastrepha*, *Baryplegma* Wulp, *Blepharoneura* Loew, *Hexachaeta* Loew, *Neotaracia* Bates, *Tetruaresta* Hendel, *Tomoplagia* Coquillett, *Xanthaciura* Hendel, los cuales se distribuyen en amplias áreas cálidas de esta región, y *Rhagoletis* Loew, que se encuentra confinado a áreas templadas asociadas al bosque de niebla en Los Chimalapas y probablemente a elevaciones considerables en la zona Mixe, localizada al Oeste de esta región.

**Figura 1.1** Localización geográfica de la región del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca



Esta diversidad de géneros es posible debido a que el Istmo de Tehuantepec es un paso natural localizado entre las vertientes Atlántica y Pacífica de México, obligatorio en la dispersión y diversificación de los géneros provenientes de ambos hemisferios, situación sólo compartida en el resto de Mesoamérica con la Depresión de Nicaragua y el Istmo de Panamá (Pérez-García et al. 2001).

Esta región es la tercera provincia florística-faunística más diversa del estado de Oaxaca, particularmente a altitudes entre 0 a 1000 m. para diversidad y entre 1200 y 2600 m. en lo referente a endemismos (Casas-Andreu *et al.* 1996); además, el Istmo de Tehuantepec juega un papel importante como barrera biogeográfica para las floras y faunas montanas que no son capaces de atravesar sus tierras bajas (Peterson et al. 1999).

#### 1.4 Ecología

La privilegiada localización geográfica, al ser una región situada prácticamente en la convergencia de dos grandes reinos biogeográficos, las variadas condiciones ambientales, el accidentado relieve orográfico, así como la gran diversidad de elementos vegetales, son factores que se conjugan para que en el Istmo de Tehuantepec se presente una riqueza excepcional del género *Anastrepha*, y, en consecuencia, esta sea la región en la cual se concentra la mayor diversidad de especies en México.

Los factores antes mencionados hacen posible que aquí coexistan taxones de origen Mesoamericano y Sudamericano, de selvas húmedas y de selvas secas, de ambientes cálidos localizados prácticamente al nivel del mar y de ecosistemas templados a más de 1000 metros de altitud.

En esta región se encuentran presentes diez de los 12 grupos de especies reportados en México, y algunos de los taxones de este género presentes en el país únicamente se han reportado aquí, (e.g., *Anastrepha barnesi*, *A. furcata*, *A. sp.* nueva especie del grupo *fraterculus*) o son compartidas con un solo estado (e.g., *A. bezzii*, *A. tumida* con Chiapas y *A. minuta* con Veracruz). Todos los elementos antes mencionados no se presentan en ninguna otra región de México de manera simultánea, únicamente son posibles en el Istmo de Tehuantepec, lo que convierte a esta región en única y excepcionalmente interesante desde la perspectiva biológica, y los hallazgos realizados han revolucionado por completo el conocimiento sobre la diversidad de especies de este género en el país.

### 1.4.1 Diversificación

La variabilidad climática en esta región, al presentarse cinco de los 12 tipos de climas reportados para el estado de Oaxaca por Trejo (2004), representa un factor determinante en la presencia y distribución de los diferentes tipos de vegetación, y en consecuencia, influye en los movimientos dispersivos del género *Anastrepha* cuya diversificación en el Istmo de Tehuantepec se encuentra representada principalmente en cinco tipos de comunidades vegetales: selva alta perennifolia localizada primordialmente en áreas húmedas no mayores a 500 m en Los Chimalapas; selvas bajas caducifolias situadas en áreas bajas hasta los 400 m, al Sur de la subprovincia Depresión Ístmica y en áreas contiguas a las localidades de Santiago Laollaga, Tehuantepec y Tequisistlán; selva mediana subperennifolia ubicada al Norte y Oriente de la subprovincia Depresión Ístmica; bosques de pino-encino, presente en la parte Oriente de esta región, a altitudes entre los 800 y 1500 m, y vegetación secundaria (huertos de *M. indica*) en áreas bajas, no mayores a 100 m, en la subprovincia Planicie Costera de Tehuantepec.

#### 1.4.1.1 Diversificación del género *Anastrepha* en ecosistemas asociados a las selvas altas perennifolias del Istmo de Tehuantepec

Las selvas altas perennifolias del Istmo de Tehuantepec se encuentran localizadas principalmente en Los Chimalapas, y es en este lugar donde se registra la mayor riqueza de especies de *Anastrepha* para esta región, debido a que muchos de sus componentes vegetales se encuentran en mayor grado hacia el Sur del continente y, por lo tanto, muchas de las especies presentes en estas selvas húmedas se encuentran distribuidas en regiones de Centro y Sudamérica.

Las selvas altas perennifolias del Sur de México (e.g., Los Tuxtlas, en Veracruz, Los Chimalapas en Oaxaca y Lacandona en Chiapas) comparten en común algunas especies que presentan una distribución preferente hacia Sudamérica (e.g., *A. bahiensis*, *A. cordata*, *A. crebra*, *A. minuta*, *A. tumida*) debido a que estos ecosistemas presentaban hasta hace un siglo una distribución continua desde el Sureste de San Luis Potosí y Norte de Veracruz hasta el Norte y Noreste de Chiapas (Rzedowski, 2006), lo que favorecía los desplazamientos dispersivos de estas especies. La dispersión humana a partir de la segunda mitad de siglo XIX y primera del XX, época en la cual las poblaciones comenzaron a extenderse paulatinamente hasta colonizar las regiones habitables posibles en México y el resto del continente, así como la alteración de los ecosistemas con fines agrícolas fue un factor determinante en la fragmentación de estas selvas, lo que propició la formación de “islas ecológicas” representadas en las selvas tropicales actuales y que a su vez dio lugar al aislamiento ecológico y geográfico de muchas especies de *Anastrepha*.

Los aspectos mencionados anteriormente demuestran que especies asociadas a ecosistemas húmedos de la selva alta perennifolia en Los Chimalapas (e.g., *A. bahiensis*, *A. bezzii*, *A. canalis*, *A. compressa*, *A. crebra*, *A. furcata*, *A. minuta*, *A. tumida* y *A. zuelaniae*) presentan una distribución relativamente amplia, debido a que todas se encuentran presentes desde el Istmo de Tehuantepec hasta Panamá, incluso, *A. minuta* se distribuye hasta Venezuela, y otras más, como *A. bahiensis*, *A. bezzii*, *A. furcata* y *A. tumida*, presentan una distribución que se extiende hasta Colombia y Brasil, estas especies, que generalmente presentan una distribución predominante hacia el Sur del continente quedaron confinadas en estas “islas ecológicas” en las cuales encontraron los elementos óptimos para su reproducción, y la ausencia de algunas de ellas en zonas intermedias entre México y Sudamérica, se debe a los elementos antes mencionados, los cuales se relacionan directamente con la fragmentación y alteración de los ecosistemas debido a las actividades humanas.

Muchos taxones presentes en las selvas húmedas del Istmo de Tehuantepec son muy específicos en cuanto al hábitat en que se presentan, debido a que algunas de estas especies se encuentran ausentes en ecosistemas secos, y su presencia en esta región se inclina por ecosistemas poco perturbados o inalterados, en gran medida, la presencia de estas especies en las selvas altas perennifolias de Los Chimalapas se debe al patrón de dispersión que presentaron en épocas en las cuales estas selvas conformaban una línea ininterrumpida de vegetación desde México hasta Centro y Sudamérica, lo que en su momento favoreció a la diversificación muchas especies de origen Sudamericano asociadas a ecosistemas húmedos.

Aunado a los factores antes mencionados, los movimientos dispersivos de estas especies dentro de la selva alta perennifolia de Los Chimalapas se encuentran restringidos por cuatro elementos orográficos:

- 1.- Al sur, por los macizos montañosos que conforman la Sierra Atravesada (e.g., Cerro Atravesado, Cerro Azul, Cordón La Cortadura, Cordón El Retén, Sierra La Jineta).
- 2.- Al Oriente, por los bosques de pino-encino en las áreas circundantes al cerro El baúl, Cerro Guayabitos, por la sierra Espinazo del diablo y las áreas deforestadas entre las localidades de Nuevo San Juan, Rio frio, Benito Juárez y Rodulfo Figueroa, en los límites con el estado de Chiapas.
- 3.- Al Norte, con los llanos del Uxpanapa, los cuales se encuentran separados de Los Chimalapas principalmente por la sierra Tres picos y un número considerable de elevaciones que sobrepasan los 1000 m.
- 4.- Al Oeste, por la Depresión Istmica de Tehuantepec y por el Paso de Chivela, este último, es el punto que separa las montañas de la Sierra Madre Oriental y la Sierra Atravesada, la cual a su vez representa una prolongación de las sierras de Chiapas.

Estos elementos funcionan como barreras biogeográficas que impiden el desplazamiento de estos taxones hacia otras áreas y probablemente las plantas hospederas de estas especies únicamente se encuentren dentro de la riqueza notable de familias botánicas existentes en estas selvas húmedas.

Existe además, un alto grado de probabilidad que en las selvas altas perennifolias del Istmo de Tehuantepec se encuentren especies que se han reportado en otros estados de México, incluso en países de Centro y Sudamérica (e.g., *Anastrepha ampliata* Hernández-Ortiz, *A. coronilli* Carrejo y González, *A. hamata* (Loew), *A. limae* Stone, *A. turpiniae* Stone), debido a que muchas de las especies vegetales que estas especies utilizan como plantas de alimentación en otras regiones del continente se encuentran en estas selvas húmedas.

A excepción de los estados de Chiapas y Veracruz, en las selvas húmedas de Los Chimalapas se han encontrado hasta el momento más especies de *Anastrepha* que en cualquier otro estado de México, lo que indica una gran diversidad del género en este ecosistema, aquí se encuentran presentes 22 de las 28 especies que se mencionan en este trabajo, las cuales representan a siete grupos infragenéricos.

Por otra parte, de acuerdo con Aluja (1999), la rápida deforestación de las selvas tropicales puede ser la causa de la extirpación, quizás hasta la extinción de muchas especies de moscas de la fruta. En la medida que las selvas altas perennifolias del Istmo de Tehuantepec sean alteradas por actividades destructivas (e.g., tala, construcción de carreteras, agricultura, incendios, proyectos eólicos e hidrológicos), muchas especies de moscas de la fruta de diversos géneros podrían desaparecer, incluso especies que aún son desconocidas para la ciencia y que quizás no se lleguen a descubrir, situación que ya pudo haberse presentado durante el año 1998, cuando se perdieron en su totalidad 30,000 ha. de vegetación en Los Chimalapas entre bosque templado, bosque de niebla y selvas tropicales a causa de incendios forestales. (García, 1998).

#### 1.4.1.2 Diversificación del género *Anastrepha* en ecosistemas asociados a las selvas bajas caducifolias del Istmo de Tehuantepec

La selva seca mesoamericana probablemente cubrió históricamente alrededor de 6,500,000 kilómetros<sup>2</sup>, desde el Sur de la Península de Baja California y Sonora en México (25° de latitud Norte) hasta la península de Nicoya, Costa Rica y el Noroeste de Panamá (10° de latitud Norte) a lo largo de la costa del Pacífico (Ceballos y Valenzuela, 2010). Actualmente las selvas bajas caducifolias se distribuyen en el Oeste de México desde el Sur de Sonora hasta el Istmo de Tehuantepec, penetrando al continente a lo largo de la Cuenca del río Balsas (Lott y Atkinson, 2010).

El bosque tropical caducifolio es uno de los ecosistemas más característicos del estado de Oaxaca, se estima que este ecosistema ocupó alrededor de 30% del territorio estatal antes de la acción humana y las mayores extensiones de esta comunidad vegetal se encuentran en la vertiente pacífica del Istmo de Tehuantepec (Meave et al. 2012), donde existen alrededor de 7,636 km<sup>2</sup> de selvas secas (Trejo, 2010), y las áreas mejor conservadas de este ecosistema se localizan al Oeste de esta región, en la subprovincia Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec. Aunque las selvas bajas caducifolias del Istmo de Tehuantepec presentan menor diversidad del género *Anastrepha* que las selvas altas perennifolias de esta misma región, en ellas se concentra una riqueza interesante y particular de especies, en este sentido se puede apreciar que las subprovincias fisiográficas que presentan elementos característicos propios de la selva baja caducifolia (e.g., Sierra Madre de Oaxaca, Planicie Costera de Tehuantepec y parte de las subprovincias Depresión Istmica de Tehuantepec y Montañas y Valles del Centro), las cuales se caracterizan por una acentuada estacionalidad en la disponibilidad de agua, registran grupos de especies que en cierta manera se han adaptado a las fuertes presiones climáticas de estos ambientes cálidos, destacando el hecho que algunos grupos de especies propios de la selva baja caducifolia no se encuentran en comunidades vegetales relacionadas con la selva alta perennifolia de esta región.

Especies de origen mesoamericano del grupo *daciformis* (e.g., *Anastrepha bicolor*, *A. pallens*), así como algunas pertenecientes al grupo *spatulata* (e.g., *A. alveata*, *A. montei* y *A. spatulata*) son representantes típicos del género en este ecosistema, en el cual se presenta una notable ausencia en la precipitación pluvial, con periodos de sequía de hasta siete meses. En estas comunidades vegetales, la temperatura y la escasa humedad son factores ambientales a los que estas especies se han adaptado y representan elementos importantes para que las mismas presenten una abundancia relativa dentro de las mismas. En el Istmo de Tehuantepec, estos taxones presentan límites definidos en sus patrones de distribución, dichos límites se encuentran representados principalmente en tres áreas biogeográficas:

- 1.- El Sur de la zona de convergencia entre las selvas secas del Istmo de Tehuantepec con los ecosistemas montañosos húmedos que se ubican en la Sierra Atravesada, la cual determina la zona de contacto entre las subprovincias Planicie Costera de Tehuantepec y Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas.
- 2.- El área de transición de las selvas caducifolias y subperennifolias de la subprovincia Depresión Istmica de Tehuantepec con las selvas perennifolias de Los Chimalapas.
- 3.- El área de contacto entre las subprovincias Planicie Costera de Tehuantepec, localizada prácticamente en la localidad de Santiago Laollaga, y la subprovincia Sierra Madre de Oaxaca, esta última con climas templados, que en determinados casos no serían favorables para la presencia de las plantas de alimentación de estas especies, lo que limitaría su presencia.

#### 1.4.1.3 Diversificación del género *Anastrepha* en ecosistemas asociados a las selvas medianas subperennifolias del Istmo de Tehuantepec

Las selvas medianas subperennifolias del Istmo de Tehuantepec juegan un papel importante en la diversificación del género *Anastrepha*, esta comunidad vegetal representa un entorno de contacto, el cual regula la interacción entre especies de ambientes húmedos y secos. (e.g., selvas perennifolias y selvas caducifolias), además, conjuga factores propios de la selva alta perennifolia y la selva baja caducifolia (e.g., presencia de especies, elementos vegetales, fisonomía) los cuales representan elementos fundamentales para la diversidad de grupos de especies de este género. Este ecosistema se presenta principalmente en forma de manchones discontinuos a lo largo de la zona de contacto entre las selvas secas en la subprovincia Planicie Costera de Tehuantepec y las selvas húmedas de la subprovincia Sierra Madre de Oaxaca y Chiapas, así como en la subprovincia Depresión Istmica de Tehuantepec.



A excepción del grupo *mucronota*, el cual se encuentra presente en ambientes húmedos propios de las selvas altas perennifolias de Los Chimalapas, los restantes nueve grupos de especies que se reportan en este capítulo están presentes en esta comunidad vegetal, no obstante, debido a que este ecosistema presenta en algunas de sus características factores propios de las selvas perennifolias, es probable que especies del grupo *mucronota* sean colectadas en estudios futuros en este ambiente.

De igual manera, especies típicas de ambientes húmedos (e.g., *A. barnesi*, *A. leptozona*, *A. robusta*) interactúan en esta comunidad vegetal con especies asociadas con ambientes secos (e.g., *A. spatulata*, *A. pallens*, *A. acris*), estas últimas han logrado penetrar y establecerse en la subprovincia Depresión Istmica a través de las tierras bajas, localizadas entre los sistemas montañosos de Los Chimalapas y las montañas de la Sierra Madre de Oaxaca.

#### **1.4.1.4 Diversificación del género *Anastrepha* en ecosistemas asociados a bosques de pino-encino del Istmo de Tehuantepec**

Esta comunidad vegetal es sin duda la menos estudiada para el género *Anastrepha* de todos los ecosistemas de esta región, resulta importante mencionar el patrón de diversificación que presenta el género en este entorno, a pesar que su conocimiento es escaso desde el punto de vista biológico, debido principalmente a que pocos hospederos son conocidos, los cuales generalmente se han reportado como plantas de alimentación para diversas especies de este género (e.g., *Citrus sinensis*, *Mangifera indica*, *Passiflora edulis*, *Psidium guajava*) este aspecto se debe principalmente a que la diversidad ha sido pobremente estudiada en este hábitat, y en consecuencia, el conocimiento sobre las especies presentes es hasta cierto punto insuficiente e incompleto, debido a que en este hábitat debe encontrarse una mayor diversidad de especies a las conocidas actualmente.

El bosque de pino-encino se localiza principalmente en la parte centro y oriente del Istmo de Tehuantepec en áreas predominantemente con clima templado húmedo C (f), con un régimen de lluvias intermedio y un porcentaje de lluvia invernal durante los meses de enero, febrero y marzo mayor a 18% (Trejo, 2004), las altitudes favorables en esta región para la diversificación del género *Anastrepha* relacionadas con la disponibilidad de hospederos oscilan entre los 500 y 1400 m, la temperatura media anual es de 20°C, y una precipitación de 1500 a 2000 mm. Esta comunidad vegetal se ubica geográficamente en una zona boscosa paralela a los límites con el estado de Chiapas, asociada en algunas áreas con vegetación de galería cerca del nacimiento del río El Baúl, en la cual es frecuente encontrar plantas hospederas de las familias Anacardiaceae, Apocynaceae, Myrtaceae, Passifloraceae y Rutaceae, por citar algunas. A pesar de que en el bosque de pino-encino la diversidad del género *Anastrepha* es relativamente baja comparada con otras asociaciones vegetales, su presencia reviste singular interés debido a que se trata de especies que se han adaptado a las variables climáticas que se presentan en este hábitat (e.g., *Anastrepha ludens*, *A. chichlayae*, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. striata*).

Es evidente que el grupo *fraterculus* es el mejor diversificado en este ecosistema, debido principalmente a que algunas de sus plantas hospederas cultivadas se encuentran en este ambiente, de igual manera especies de los grupos *pseudoparallela* y *striata* han encontrado las condiciones óptimas para su establecimiento en estas altitudes debido a que sus plantas de alimentación se encuentran presentes de manera cultivada y silvestre (e.g., *Passiflora* spp. y *Psidium guajava*).

#### **1.4.1.5 Diversificación del género *Anastrepha* en huertos de *Mangifera indica* en el Istmo de Tehuantepec**

Este hábitat es el resultado de la sustitución de las selvas bajas caducifolias de la parte oriente de la Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec, también llamada vegetación secundaria, el hábitat integrado por huertos de *Mangifera indica* con una superficie de 13,875 ha. (CESVO, 2016), se encuentra distribuido ampliamente en la parte oriental del estado de Oaxaca, en los municipios de Chahuities, Tapanatepec, Zanatepec, Reforma de Pineda e Ixhuatán. Las especies predominantes en este hábitat están representadas principalmente por especies de importancia económica (e.g., *Anastrepha ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina*, *A. striata*) con una extraordinaria capacidad de colonizar hospederos de las familias Anacardiaceae, Myrtaceae, Rutaceae y Sapotaceae que en algunos casos se encuentran asociados con huertos de *M. indica*.

Las acciones de manejo integrado contra moscas de la fruta, llevadas a cabo por los organismos auxiliares de sanidad vegetal en esta región, han arrojado como resultado el conocimiento de una diversidad considerable de especies presentes en este ecosistema, en este sentido es bien conocido que los movimientos dispersivos del género *Anastrepha* dentro de esta comunidad vegetal se encuentran relacionados principalmente con la etapa de fructificación, la cual se presenta durante los meses de enero a julio, en este caso para las especies que utilizan este fruto como alimento en su fase larvaria, y como fuente de aminoácidos y proteínas para otras especies que no representan importancia económica, las cuales se alimentan de secreciones y exudaciones propios de los frutos de *M. indica*.

#### 1.4.2 Patrones de dispersión del género *Anastrepha* en el Istmo de Tehuantepec

Los istmos, son accidentes geográficos que actúan como áreas de concentración de una excepcional riqueza biológica, y en consecuencia, una extraordinaria diversidad de especies animales y vegetales, los mejores ejemplos se encuentran en dos regiones muy conocidas del continente americano, los istmos de Panamá y de Tehuantepec, estas franjas angostas de tierra representan elementos importantes en la dispersión de muchas especies, debido a que en estas regiones las especies han seguido diversos patrones de distribución en ambas direcciones, aspecto que quizás únicamente ocurra en estas regiones del continente para el género *Anastrepha*.

##### 1.4.2.1 Patrón de dispersión Neotropical típico

Este patrón generalmente corresponde a especies ampliamente distribuidas en Centro y Sudamérica, cuya penetración a las diversas áreas de México y en especial al Istmo de Tehuantepec se ha realizado a través de tierras bajas de las planicies costeras, principalmente del golfo de México el cual representa un excelente corredor biológico de dispersión para las especies Sudamericanas. De acuerdo con Halffter (1976) la separación taxonómica de estas especies en relación con las formas originales Sudamericanas es mínima, y en algunos casos su penetración hacia el Norte es variable, debido a que pocas especies llegan hasta el Sur de Estados Unidos (Texas) a través de las planicies costeras del golfo de México, presentando un patrón de dispersión con penetración media (e.g., *A. distincta*, *A. chichlayae*, *A. zuelaniae*); sin embargo, a diferencia de las especies antes mencionadas, el límite Norte para algunos taxones de origen Sudamericano con patrones de dispersión de penetración mínima, se encuentra en las selvas tropicales de México, este es el caso de algunas especies como *A. bezzii*, *A. furcata* y *A. tumida* cuyos límites máximos podrían estar en las selvas altas perennifolias del Istmo de Tehuantepec, debido a que estas especies presentan un patrón de dispersión que se encuentra restringido a ecosistemas húmedos.

##### 1.4.2.2. Patrón de dispersión Mesoamericano

Estas especies han seguido un patrón de dispersión orientado hacia el Sur del continente, algunas especies se encuentran presentes en sistemas montañosos (e.g., *A. ludens*), y otras más se han dispersado ampliamente a través de tierras bajas costeras (e.g., *A. bicolor*, *A. pallens*), el límite Sur de la dispersión de algunas de estas especies se encuentra en el istmo de Panamá. Los movimientos dispersivos de estas especies, sin importar el patrón de dispersión que hayan seguido tienen un elemento en común, en algún momento de su disgregación todas atravesaron el Istmo de Tehuantepec.

#### 1.5 Biogeografía

*Anastrepha* es el género más diverso de los Tephritidae del nuevo mundo, actualmente se encuentra congregado en 28 grupos, y representado por 305 especies descritas con la reciente inclusión de 7 integrantes anteriormente agrupados en el disgregado género *Toxotrypana*, además de numerosas especies que aún se encuentran sin describir y próximamente más serán descubiertas, lo que convierte a este género en el más grande y mejor estudiado de los Tephritidae americanos.

El género se encuentra confinado entre las latitudes 27° Norte y 35° Sur (Stone, 1942), aunque la mayor diversidad de especies se distribuye entre la línea ecuatorial y el trópico de capricornio, con un decremento hacia el Norte y Sur respectivamente, esta región abarca Brasil, Ecuador y Perú, a excepción de Canadá y Chile, existen registros documentados y confiables sobre la presencia de *Anastrepha* en el resto de los países del Hemisferio Occidental; y de acuerdo con Malvasi (2009), ninguna especie puede considerarse invasora de áreas, ya que todas las especies están establecidas dentro de su probable área de origen.

### 1.5.1 Diversidad continental

Probablemente la floresta atlántica del Sur de Brasil es el lugar de origen de muchas especies de *Anastrepha*, de acuerdo con la premisa de Korytkowski (2008) el centro de origen del género *Anastrepha* es la cuenca del río de La Plata, desde estos refugios la dispersión del genoma podría haber alcanzado rápidamente los límites australes del área de influencia del Amazonas a través del Chaco colonizando los refugios faunísticos de la vertiente atlántica de los Andes hasta los llanos amazónicos de Ecuador; desde allí, por un lado internándose por las cuencas del Cauca y Magdalena en Colombia hasta alcanzar el Darién en Panamá para dispersarse hacia el más importante refugio de Mesoamérica entre el sur de México y Honduras, y de otro lado a través de los llanos colombianos internándose en la cuenca del Orinoco hacia el sur de Venezuela. A partir de estos movimientos dispersivos del género *Anastrepha*, diversas especies se establecieron y adaptaron a la diversidad de ecosistemas presentes en el continente y muchas más evolucionaron a partir de procesos de especiación.

Por otra parte, las especies mejor distribuidas de este género son *Anastrepha obliqua* con presencia en 26 países, *A. fraterculus* reportada en 21, *A. serpentina* y *A. striata*, ambas representadas en 18 naciones, *A. curvicauda* en 17, y *A. distincta* presente en 12 países. (Hernández-Ortiz y Aluja 1993; Invasive Species Compendium, 2019). Otras especies consideradas de importancia cuarentenaria tienen una distribución menos extensa, como es el caso de *A. ludens*, la cual se distribuye desde el sur de los Estados Unidos (no establecida) hasta Panamá; *A. grandis* presente en Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, Brasil y Perú y *A. suspensa* confinada a las Antillas y el Caribe.

Los países con mayor número de representantes son Brasil con 121 especies, que equivale al 39.6% de las especies conocidas en la actualidad, Panamá con 84 especies (27.5%), en Perú se han registrado 76 especies (24.9%), en Colombia se han reportado 60 especies (19.6%), Venezuela con 59 especies reportadas (19.3%), Ecuador 50 especies (16.3%), Costa Rica con 45 especies reportadas (14.7%), México registra 42 especies (13.7%) algunas más en proceso de descripción, Argentina con 32 especies (10.4%) y Guatemala con 27 especies (8.8%).

### 1.5.2 Diversidad y endemismos en México

México es un país excepcionalmente diverso, que destaca en el contexto biológico por su alto grado de endemismos de flora y fauna, en este sentido el género *Anastrepha* no es la excepción, debido a que en el territorio mexicano se encuentran especies exclusivas, en este sentido se puede apreciar que los estados de Jalisco, Michoacán y Sinaloa poseen un notable registro de endemismos del género *Anastrepha* en México, debido a que los bosques tropicales secos del país son ricos en endemismos, y poseen una fauna exclusiva del género *Anastrepha*, la cual no se presenta en los bosques tropicales húmedos localizados en la vertiente del Golfo de México.

Apenas el 13.7% de las especies de *Anastrepha* descritas se encuentran presentes en México. En el Sur del país se ha reportado la presencia de 35 especies, que se encuentran repartidas en su gran mayoría en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz (Antonio-Hernández, 2006; Hernández-Ortiz, 2007), además del registro de *A. sagittata* en el estado de Campeche (Madera et. al 2008), lo que representa el 85.7% de las especies conocidas a la fecha en el territorio nacional. Las únicas especies que aún no se han reportado en esta parte de México son: *Anastrepha enkerlini* Hernández-Ortiz, conocida únicamente en el estado de Michoacán; *A. maya* Hernández-Ortiz, de Quintana Roo y Yucatán; *A. pacifica* Hernández-Ortiz, de Jalisco y Sinaloa; *A. paradedentata* Norrbom & Korytkowski, de Michoacán y Sinaloa, *A. relictata* Hernández-Ortiz, descrita con ejemplares procedentes de las montañas de Morelos y *A. tehuacana* Norrbom, obtenida de *Euphrobia tehuacana* (Brandege) V.W.Steinm. en Puebla. Asimismo, resulta interesante mencionar a *Anastrepha tripunctata* Wulp, la cual se ha reportado en los estados de Guerrero, Jalisco y Chiapas, y junto con las seis especies antes mencionadas se encuentran asociadas a ecosistemas tropicales secos que se presentan en la franja costera del Pacífico mexicano, Península de Yucatán y Depresión del Balsas (ver Tabla 1.1).

**Tabla 1.1** Estados con principales registros del género *Anastrepha* en México

Chiapas
<i>Anastrepha ludens</i> , <i>A. obliqua</i> , <i>A. serpentina</i> , <i>A. distincta</i> , <i>A. striata</i> , <i>A. chichlayae</i> , <i>A. fraterculus</i> , <i>A. montei</i> , <i>A. leptozona</i> (Ríos et al. 1986); <i>A. acris</i> , <i>A. alveata</i> , <i>A. bezzii</i> (como <i>A. balloui</i> ), <i>A. bicolor</i> , <i>A. pallens</i> , <i>A. robusta</i> , <i>A. tripunctata</i> (Aluja et al. 1987); <i>A. limae</i> (Hernández-Ortiz, 1987); <i>A. ampliata</i> , <i>A. tumida</i> (Hernández-Ortiz, 1990); <i>A. crebra</i> , <i>A. spatulata</i> (Hernández-Ortiz, 1992); <i>A. bahiensis</i> (Hernández-Ortiz, 1999); <i>A. coronilli</i> , <i>A. cordata</i> , <i>A. zuelaniae</i> (Aluja et al. 2003); <i>A. canalis</i> (Hernández-Ortiz, 2007); <i>A. curvicauda</i> (Norrbon et al. 2018). <span style="float: right;"><b>27 especies</b></span>
Oaxaca
<i>Anastrepha alveata</i> , <i>A. barnesi</i> (Hernández-Ortiz, 1987); <i>A. chichlayae</i> , <i>A. distincta</i> , <i>A. fraterculus</i> , <i>A. ludens</i> , <i>A. obliqua</i> , <i>A. pallens</i> , <i>A. robusta</i> , <i>A. serpentina</i> , <i>A. spatulata</i> , <i>A. striata</i> (Aluja et al. 1987); <i>A. acris</i> , <i>A. leptozona</i> , <i>A. montei</i> (Hernández-Ortiz, 1992); <i>A. cordata</i> (Hernández-Ortiz, 1999); <i>A. bahiensis</i> , <i>A. bicolor</i> , <i>A. canalis</i> , <i>A. compressa</i> , <i>A. crebra</i> , <i>A. zuelaniae</i> (Antonio-Hernández, 2006); <i>A. bezzii</i> , <i>A. furcata</i> , <i>A. minuta</i> , <i>A. tumida</i> (Antonio-Hernández et al. 2018b); <i>A. curvicauda</i> (Norrbon et al. 2018); <i>A. sp. nueva especie</i> , <i>A. pastranai</i> (en este trabajo). <span style="float: right;"><b>29 especies</b></span>
Veracruz
<i>Anastrepha aphelocentema</i> , <i>A. bahiensis</i> , <i>A. chichlayae</i> , <i>A. cordata</i> , <i>A. crebra</i> , <i>A. distincta</i> , <i>A. fraterculus</i> , <i>A. hamata</i> , <i>A. leptozona</i> , <i>A. ludens</i> , <i>A. obliqua</i> , <i>A. pallens</i> , <i>A. robusta</i> , <i>A. serpentina</i> , <i>A. spatulata</i> , <i>A. striata</i> , <i>A. zuelaniae</i> (Hernández-Ortiz, 1992). <i>A. minuta</i> (Hernández-Ortiz y Pérez Alonso, 1993); <i>A. alveata</i> , <i>A. bicolor</i> , <i>A. canalis</i> , <i>A. dentata</i> , <i>A. limae</i> (Aluja et al. 2000); <i>A. montei</i> (Hernández-Ortiz, 2007); <i>A. curvicauda</i> (Norrbon et al. 2018). <span style="float: right;"><b>25 especies</b></span>

Además de Oaxaca, Chiapas y Veracruz, otros estados con presencia notable del género *Anastrepha* en México son: Campeche, Jalisco y Yucatán con 15 especies registradas, Guerrero, Michoacán, Morelos y Tamaulipas con 14, además de Sinaloa con 13. Es interesante señalar que, a excepción del estado de Morelos, el cual se encuentra localizado en la provincia fisiográfica de la Depresión del Balsas, el resto de los estados colindan con las vertientes Pacífica y Atlántica (Golfo de México), y todos presentan la peculiaridad que en gran parte de su territorio se presentan climas cálidos con elevadas temperaturas anuales, sin grandes variaciones estacionales.

#### 1.5.4 Diversidad en el Istmo de Tehuantepec

En diversas regiones de México se han realizado innumerables trabajos, con la finalidad de contar con un conocimiento preciso sobre la diversidad del género en el país, resulta interesante mencionar que, en estos estudios, el Istmo de Tehuantepec representa la región de México en la cual se ha reportado la mayor diversidad de especies del género *Anastrepha*, incluso, la diversidad es mayor que en cualquier otro estado de la república mexicana. Algunos antecedentes notables sobre la diversidad de *Anastrepha* en otras regiones de México son los siguientes, en Mazapa de Madero, en el estado de Chiapas Ríos et al. (1986) reportan nueve especies; en el área frutícola de Chahuities, Oaxaca, Cancino y Pérez (1987), registraron la presencia de 13 especies; en Los Tuxtlas, Veracruz se detectó la presencia de 13 especies de este género (Hernández-Ortiz y Pérez Alonso, 1993); en el Soconusco, Chiapas (Celedonio-Hurtado, 1990a; Celedonio-Hurtado et al. 1995) reportan 10 especies de este género; en las localidades de Apazapán y Monte Blanco, Veracruz, 16 y 14 especies respectivamente (Aluja et al. 2000b); en la reserva de la biosfera Montes Azules en el estado de Chiapas a nueve especies. (Aluja et al. 2003); en cuatro áreas del Istmo de Tehuantepec, 20 especies (Antonio-Hernández, 2006), este último dato se ha modificado sustancialmente con resultados obtenidos a partir de investigaciones posteriores realizadas en esta región. Tomando como referencia los trabajos realizados por Cancino y Pérez, (1987); Hernández-Ortiz (1992); Antonio-Hernández (2006); Antonio-Hernández y García-Ramírez, (2018b), el género *Anastrepha* se encuentra representado en el Istmo de Tehuantepec por las siguientes especies: *A. acris*, *A. alveata*, *A. bahiensis*, *A. barnesi*, *A. bezzii*, *A. bicolor*, *A. canalis*, *A. chichlayae*, *A. compressa*, *A. crebra*, *A. curvicauda*, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. furcata*, *A. leptozona*, *A. ludens*, *A. minuta*, *A. montei*, *A. obliqua*, *A. pallens*, *A. pastranai*, *A. robusta*, *A. serpentina*, *A. spatulata*, *A. striata*, *A. tumida*, *A. zuelaniae* y *A. sp. nueva especie* del grupo *fraterculus*.

La única especie presente en el estado de Oaxaca que aún no se ha reportado en el Istmo de Tehuantepec es *Anastrepha cordata* Aldrich (Hernández-Ortiz, 1999), sin embargo, en virtud de las condiciones ecológicas que prevalecen en esta región, es probable que el rango de distribución de esta especie abarque las selvas húmedas de Los Chimalapas, debido a que en esta área es común encontrar la especie botánica *Tabernaemontana alba* Mill. y otras especies de Apocynaceae, la cual es reportada como planta de alimentación para esta especie (Hernández-Ortiz, 1992; Aluja et al. 2003), y cuya distribución abarca los estados tropicales de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz (USDA, 2013), por lo que el rango de distribución de *A. cordata* en el país puede ser más extenso de lo que se conoce actualmente.

### 1.5.5 Distribución del género *Anastrepha* en el Istmo de Tehuantepec

Es interesante señalar que la diversificación del género *Anastrepha* en el Istmo de Tehuantepec es mayor en la selva alta perennifolia de Los Chimalapas, principalmente para especies que se encuentran ampliamente distribuidas en Centro y Sudamérica, en este ecosistema el número de endemismos es bajo pero la diversidad es muy alta, asimismo, esta comunidad vegetal cuenta en esta región con el potencial ecológico para la presencia de un número mayor de taxones a los conocidos en la actualidad, y probablemente en un futuro no muy lejano en este fascinante ecosistema serán descubiertas especies que se encuentran presentes en otros estados del Sur del país, o incluso en países de Centro y Sudamérica lo que acrecentará el número de taxones conocidos en el estado de Oaxaca y por ende en México.

Aunque no se debe pasar por alto el potencial ecológico de las selvas bajas caducifolias del litoral Pacífico, que se presentan desde Tehuantepec en el Oeste del istmo oaxaqueño, hasta los límites con el estado de Chiapas, además de la selva baja subperennifolia de la Depresión Istmica, debido a que estos ecosistemas han sido poco estudiados desde el punto de vista entomológico, en estos ambientes el clima y exclusiva fauna son elementos excepcionales para la presencia de especies propias de estos ecosistemas, cuya distribución se limita a ciertas regiones, lo que en algunos casos las hace exclusivas de México.

Asimismo los ecosistemas con vegetación secundaria asociados y los bosques de pino juegan un papel importante en la presencia de especies de este género, debido a que en estos ambientes ecológicos se presentan los climas extremos del Istmo de Tehuantepec, que van desde los 5°C en las áreas altas de la subprovincia Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas en parte Oriente de esta región durante los meses de Otoño e Invierno, hasta los 40°C en las áreas bajas de la Planicie Costera de Tehuantepec durante el mes de Abril, y algunas especies se han adaptado a las variables climáticas presentes en estos ecosistemas. A pesar de todos estos factores y de la gran diversidad presente y demostrada en el Istmo de Tehuantepec, es evidente que hacen falta un número mayor de estudios sistemáticos para conocer con más detalle la diversidad y complejidad del género *Anastrepha* en esta región.

### 1.5.6 Grupos de especies

De los 12 grupos de especies del género *Anastrepha* presentes en México, 10 se reportan en este trabajo para el Istmo de Tehuantepec, además de *A. tumida*, la cual no se encuentra asignada a grupo alguno debido a que actualmente su conocimiento sistemático no se encuentra bien definido.

Los grupos presentes en esta región son *curvicauda*, *daciformis*, *fraterculus*, *leptozona*, *mucronota*, *pseudoparallela*, *robusta*, *serpentina*, *spatulata* y *striata*, algunos de estos grupos se encuentran distribuidos en áreas exclusivas, otros más de manera general en toda la región, lo que conduce a definir a este género como un grupo excepcional y de gran adaptación a las variables ecológicas.

Las subprovincias con mayor diversidad de grupos de especies son la Planicie costera de Tehuantepec y la Depresión Istmica de Tehuantepec con nueve grupos presentes, siguiéndole la subprovincia Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas (Chimalapas) con ocho, finalmente en las subprovincias Sierra Madre de Oaxaca y Montañas y valles de Oaxaca se han registrado hasta el momento siete grupos (ver Tabla 1.2).

**Tabla 1.2** Grupos de especies del género *Anastrepha* presentes en el Istmo de Tehuantepec y su distribución por subprovincias fisiográficas: Depresión ístmica de Tehuantepec (**DIT**); Sierra madre del Sur de Oaxaca y Chiapas (**SMSOC**); Sierra madre de Oaxaca (**SMO**) y la Planicie costera de Tehuantepec (**PCT**); Montañas y valles del centro (**MVC**)

Grupos de especies		Subprovincias fisiográficas				
		DIT	SMSOC	SMO	PCT	MVC
<i>fraterculus</i>						
1	<i>Anastrepha acris</i> Stone	•			•	
2	<i>Anastrepha bahiensis</i> Lima		•			
3	<i>Anastrepha canalis</i> Stone		•			
4	<i>Anastrepha compressa</i> Stone		•			
5	<i>Anastrepha distincta</i> Greene	•	•	•	•	•
6	<i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedemann)	•	•	•	•	•
7	<i>Anastrepha ludens</i> (Loew)	•	•	•	•	•
8	<i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart)	•	•	•	•	•
9	<i>Anastrepha zuelaniae</i> Stone		•			
10	<i>Anastrepha</i> sp. (Nueva especie)		•			
<i>mucronota</i>						
11	<i>Anastrepha bezzii</i> Lima		•			
12	<i>Anastrepha crebra</i> Stone		•			
13	<i>Anastrepha minuta</i> Stone		•			
<i>spatulata</i>						
14	<i>Anastrepha alveata</i> Stone	•		•	•	•
15	<i>Anastrepha montei</i> Lima			•	•	
16	<i>Anastrepha spatulata</i> Stone	•		•	•	•
<i>robusta</i>						
17	<i>Anastrepha furcata</i> Lima		•			
18	<i>Anastrepha robusta</i> Greene	•	•		•	
<i>leptozona</i>						
19	<i>Anastrepha barnesi</i> Aldrich	•	•		•	
20	<i>Anastrepha leptozona</i> Hendel	•	•		•	
<i>daciformis</i>						
21	<i>Anastrepha bicolor</i> (Stone)	•		•	•	•
22	<i>Anastrepha pallens</i> Coquillett	•		•	•	•
<i>pseudoparallela</i>						
23	<i>Anastrepha chichlayae</i> Greene	•	•	•	•	•
24	<i>Anastrepha pastranai</i> Blanchard		•			
<i>curvicauda</i>						
25	<i>Anastrepha curvicauda</i> (Gerstaecker)	•	•	•	•	•
<i>serpentina</i>						
26	<i>Anastrepha serpentina</i> (Wiedemann)	•	•	•	•	•
<i>striata</i>						
27	<i>Anastrepha striata</i> Schiner	•	•	•	•	•
<i>incertae sedis</i>						
28	<i>Anastrepha tumida</i> Stone		•			
Número total de especies/grupos por subprovincia		16/9	22/8	13/7	17/9	12/7

### 1.5.6.1. Grupo *curvicauda*

Este grupo se encuentra representado en el Istmo de Tehuantepec por una sola especie, *Anastrepha curvicauda*, la cual se encuentra distribuida ampliamente en los diversos ecosistemas que integran esta región, desde áreas bajas en la Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec, hasta elevaciones mayores a 1000 m en la subprovincia Sierra Madre de Oaxaca y Chiapas.

### 1.5.6.2 Grupo *daciformis*

En el Istmo de Tehuantepec este grupo se encuentra representado por *Anastrepha bicolor* y *A. pallens*, es un grupo ampliamente distribuido en el Sur de esta región, principalmente en la subprovincia Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec. Estas especies presentan una distribución bien definida, la cual se limita a zonas secas de la selva baja caducifolia en las localidades de Almoloya, Chahuites, Santiago Laollaga, Tapanatepec, Tehuantepec y Tequisistlán. La parte Norte de la Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec y de la Depresión del Istmo representan los límites máximos de distribución en esta región para este grupo de especies. Destaca la ausencia de este grupo en la región selvática de Los Chimalapas.

### 1.5.6.3 Grupo *fraterculus*

Es el grupo mejor representado con 10 especies, de las cuales únicamente cuatro se encuentran ampliamente distribuidas en esta región, (e.g., *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. ludens*, *A. obliqua*), una más se encuentra asociada a ecosistemas secos de la selva baja caducifolia (e.g., *A. acris*) aunque su distribución es poco conocida debido a los escasos ejemplares que se han colectado en esta región, y el resto se encuentra asociado con ecosistemas húmedos en Los Chimalapas (e.g., *Anastrepha bahiensis*, *A. canalis*, *A. compressa*, *A. zuelaniae*, *A. sp.* nueva especie). Desde la perspectiva general es un grupo ampliamente disperso en prácticamente todas las comunidades vegetales presentes en esta región, desde áreas bajas asociadas a la selva baja caducifolia en la Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec (e.g., *A. fraterculus*, *A. obliqua*), hasta ecosistemas asociados a bosques de pino en Los Chimalapas, a altitudes de 1400 m en la sierra El Retén, en los límites con el estado de Chiapas (e.g., *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. ludens*), resulta interesante mencionar que en este último ecosistema los ejemplares de *A. distincta* y *A. ludens* presentan una talla ligeramente mayor que los individuos colectados en el resto de las comunidades vegetales, en las cuales la altitud no supera los 400 m.

### 1.5.6.4 Grupo *leptozona*

*Anastrepha barnesi* y *A. leptozona* son las especies que integran este grupo en el Istmo de Tehuantepec, se encuentran generalmente en áreas húmedas y subhúmedas de Los Chimalapas y la Depresión del Istmo, estas especies fueron reportadas ocasionalmente en la localidad de Chahuities (Cancino y Pérez, 1987), aparentemente presentan una distribución amplia en esta región, pero su rareza demográfica no permite conocer de manera precisa su distribución, principalmente para *A. barnesi*.

### 1.5.6.5 Grupo *mucronota*

*Anastrepha bezzii*, *A. crebra* y *A. minuta* son las especies que integran este grupo en el Istmo de Tehuantepec, esas especies presentan una distribución específica, en cierta manera son especies que se encuentran asociadas a las condiciones húmedas de la selva alta perennifolia en Los Chimalapas y se encuentran ausentes en áreas con climas secos asociados a la selva baja caducifolia.

### 1.5.6.6 Grupo *pseudoparallela*

*Anastrepha chiclayae* y *A. pastranai* son las especies que integran este grupo, el cual se encuentra disperso en dos patrones de distribución, *A. chiclayae* se encuentra ampliamente distribuida en la región del Istmo de Tehuantepec, sin embargo su presencia no alcanza niveles demográficos altos y generalmente se relaciona con la fructificación de especies de la familia Passifloraceae, por otra parte *A. pastranai* es una especie de la cual se tiene un conocimiento escaso, debido a que únicamente ha sido colectada en actividades de trampeo en Los Chimalapas y al menos en esta región su distribución se restringe a ecosistemas húmedos asociados a la selva alta perennifolia.

### 1.5.6.7 Grupo *robusta*

Este grupo se encuentra representado por dos especies, *Anastrepha robusta* y *A. furcata*, la primera se encuentra presente en ecosistemas pertenecientes a la selva baja subcaducifolia de la localidad de Almoloya y en la selva alta perennifolia de los Chimalapas, y ha sido reportada esporádicamente en vegetación secundaria en la localidad de Chahuities (Cancino y Pérez, 1987). Por el contrario, la distribución de *A. furcata* se encuentra restringida a la selva alta perennifolia en Los Chimalapas, su presencia coincide con la época de lluvias en esta área, lo que hace suponer que es una especie exclusivamente relacionada con ecosistemas tropicales húmedos, al menos en esta región.

### 1.5.6.8 Grupo *spatulata*

En el Istmo de Tehuantepec este grupo se encuentra conformado por tres representantes, *Anastrepha alveata*, *A. spatulata* y *A. montei*, su distribución se restringe a la Planicie Costera de Tehuantepec y a la Depresión del Istmo. A pesar de que la presencia demográfica de estas especies es alta (exceptuando *A. montei*), su distribución se limita a zonas secas de la selva baja caducifolia en las localidades de Santiago Laollaga, Chahuities, Tapanatepec, Tehuantepec y Tequisistlán, además de la selva baja subcaducifolia en el área de Almoloya.

La parte Norte de la Planicie Costera y la Depresión Ístmica Tehuantepec marcan el límite máximo de distribución para este grupo de especies, el cual destaca su ausencia en la selva alta perennifolia de Los Chimalapas.

#### 1.5.6.9 Grupo *serpentina*

*Anastrepha serpentina* es el único representante de este grupo, es una especie que se encuentra ampliamente distribuida en todas las áreas del Istmo de Tehuantepec, principalmente en áreas con mayor presencia de plantas de la familia Sapotaceae, principalmente en la Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec.

#### 1.5.6.10 Grupo *striata*

Este grupo tiene a *Anastrepha striata* como único representante y al igual que la especie anterior se encuentra ampliamente dispersa en todas las áreas del Istmo de Tehuantepec, desde áreas bajas de la Planicie Costera hasta altitudes superiores a los 1000 m.

#### 1.5.6.11 Especies no asignadas a grupo alguno (*Incertae sedis*)

La única especie que se ha reportado en el Istmo de Tehuantepec sin estar asignada a grupo alguno es *Anastrepha tumida*, la cual representa una especie asociada a ambientes tropicales húmedos y en esta región únicamente se ha colectado en ecosistemas pertenecientes a la selva alta perennifolia de Los Chimalapas.

**Figura 1.2** *Anastrepha obliqua* y *A. serpentina* (respectivamente), dos de las principales especies plagas de importancia económica en el Hemisferio Occidental



### 1.6 Relaciones *Anastrepha*-plantas de alimentación

En México las relaciones entre el género *Anastrepha* con sus plantas hospederas comprenden alrededor de 64 especies, agrupadas en 22 familias botánicas, sin embargo, algunos de ellos representan registros dudosos, únicos u ocasionales, que requieren confirmación (Hernández-Ortíz, 2007). Reportes puntuales en el país han dado a conocer registros de asociación entre especies de *Anastrepha* y sus plantas hospederas (Piedra et al. 1993; Aluja et al., 2000a, 2000b; Aluja et al., 2003; García-Ramírez et al., 2010; Antonio-Hernández y García-Ramírez, 2017; García-Ramírez et al. 2018; Antonio-Hernández y García-Ramírez, 2018a; García-Ramírez et al., 2019).

La gran diversidad de elementos vegetales presentes en la región del Istmo de Tehuantepec representa múltiples opciones de alimentación para el estado larvario de las diversas especies de *Anastrepha*, principalmente para aquellas que presentan una distribución amplia y con alta capacidad para colonizar hospederos de diversas familias botánicas.



El conocimiento de las plantas de alimentación del género *Anastrepha* en esta región es hasta cierto punto insuficiente, debido a que de las 28 especies de este género reportadas en este trabajo, únicamente se conocen hospederos para 10 de ellas (35%), de las cuales, 25 especies vegetales comprendidas en 13 familias representan plantas de alimentación de *Anastrepha*, entre las que se encuentran 16 especies nativas y 9 introducidas o de origen incierto, predominando las familias Anacardiaceae, Rutaceae, Passifloraceae y Myrtaceae. Once reportes de asociación entre estados inmaduros del género *Anastrepha* y sus plantas de alimentación, se presentan en este trabajo por primera ocasión para el estado de Oaxaca.

### 1.6.1 Hábitos alimenticios del género *Anastrepha* en el Istmo de Tehuantepec

El género *Anastrepha* puede definirse como un grupo generalista, en cuanto al número de plantas hospederas que atacan (Arredondo et al. 2010), debido a que se encuentra conformado por taxones especialistas, algunos de los cuales se encuentran restringidos a un solo hospedero y su presencia coincide únicamente con el periodo de fructificación del mismo (e.g. *A. canalis*), además de especies que presentan una alta capacidad para infestar diversas familias hospederas, tal es el caso de *A. fraterculus* y *A. obliqua*, las cuales se caracterizan por presentar amplios rangos de distribución en esta región, y en determinadas épocas del año el periodo de fructificación de algunas de sus plantas hospederas se sobrepone, como en el caso de *A. obliqua* con la fructificación de *M. indica*, *Spondias purpurea* y *Psidium guajava* desde enero hasta septiembre.

En función del número de especies vegetales que las diversas especies de *Anastrepha* utilizan en su estado larvario como plantas hospederas, y de acuerdo con las estrategias de alimentación de las diversas especies presentes en esta región, los hábitos alimenticios de este género se clasifican en cuatro grupos, sin embargo, desde el punto de vista regional, el estatus de clasificación referente a estos hábitos varía en las diversas regiones de México, debido a que ciertas especies en determinadas áreas de México pueden llegar a infestar hospederos de diversas familias, mientras que estas mismas especies en otras regiones pueden encontrarse restringidos a una sola familia o planta hospedera, esto debido principalmente a las condiciones ecológicas presentes en cada región, en las cuales el número de hospederos potenciales es escaso o se encuentra reducido.

#### 1.6.1.1 Especies polífagas

Estas especies se caracterizan principalmente por representar algunas de las principales plagas agrícolas de importancia económica en México, las cuales se alimentan de una gran diversidad de familias botánicas.

Las especies con estas características de alimentación en el Istmo de Tehuantepec se encuentran representadas primordialmente por *A. obliqua* y *A. ludens*, la primera se ha encontrado relacionada con cinco especies de la familia Anacardiaceae, una de Myrtaceae y otra más de Oxalidaceae, por su parte *A. ludens* se encuentra relacionada con cuatro especies vegetales de la familia Rutaceae y una más de la familia Anacardiaceae, la infestación de esta última se restringe a dos subprovincias en periodos relativamente cortos relacionados con la época de fructificación de *M. indica*. Estos casos se presentan en amplias áreas de esta región. *A. fraterculus* se ha encontrado infestando dos familias vegetales, *Psidium guajava* L., y *Syzygium jambos* (L.) Alston, ambos pertenecientes a la familia Myrtaceae, además de *Ampelocera hottlei* (Standl.) Standl. (Ulmaceae), aunque en esta región únicamente se conocen estos hospederos para esta especie, se incluye dentro de esta categoría debido a que es la especie que más especies botánicas infesta en términos generales. De acuerdo con Hernández-Ortiz y Pérez-Alonso (1993), Aluja et al. (2000) y Aluja et al. (2003), *A. bahiensis* se encuentra asociada a hospederos de tres familias vegetales en diversas regiones de Chiapas y Veracruz, sin embargo, el único hospedero conocido hasta el momento para esta especie en el Istmo de Tehuantepec es *Brosimum alicastrum* Sw. no obstante, de acuerdo con los reportes antes citados se incluye a esta especie en esta clasificación de preferencias alimenticias.

### 1.6.1.2 Especies estenofagas

Esta categoría agrupa especies con hábitos alimenticios enfocados principalmente a una sola familia botánica, entre las que se encuentran *Anastrepha chichlayae*, la cual, en el Istmo de Tehuantepec tiene una inclinación preferencial hacia hospederos de la familia Passifloraceae, (e.g. *Passiflora edulis* Sims, *P. serratifolia* L. y *P. subpeltata* Ort.), de igual manera *A. distincta* se ha reportado asociada con diversas especies del género *Inga*, aunque en esta región únicamente se le ha encontrado infestando *I. jinicul* G. Donht. (Fabaceae).

### 1.6.1.3 Especies oligofagas

*Anastrepha serpentina* y *A. striata* se encuentran dentro de este grupo, al estar asociada la primera a *Diospiros digyna* Jacq. (Ebenaceae), *Manilkara zapota* (L.) P. Royen y *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn, estas dos últimas pertenecientes a la familia Sapotaceae; de igual manera *Anastrepha curvicauda* se encuentra asociada con plantas de las familias Caricaceae y Apocynaceae; *A. striata* tiene como hospederos a *Psidium guajava* L. y *P. guineense* Sw. (Myrtaceae), las cuales se encuentran de manera generalizada en esta región.

### 1.6.1.4 Monofagia

En el Istmo de Tehuantepec, *Anastrepha canalís* es el único representante conocido de las especies monofagas o también llamadas especialistas debido a que únicamente se encuentra asociada a *Turpinia occidentalis* (Sw.) G. Don (Staphyleaceae) (Antonio-Hernández y García-Ramírez, 2017), hasta el momento dicha asociación se ha encontrado únicamente en comunidades vegetales pertenecientes a la selva alta perennifolia y bosques de niebla en Los Chimalapas, durante la época lluviosa en los meses de Mayo a Julio.

**Figura 1.3** Frutos infestados de *Psidium guajava* y *Turpinia occidentalis*, por larvas de *Anastrepha striata* y *A. canalís* respectivamente



**Tabla 1.3** Especies de *Anastrepha* y sus plantas de alimentación registradas en el Istmo de Tehuantepec

	<b>Especie</b>	<b>Hospedero (referencia)</b>
1	<i>Anastrepha bahiensis</i>	<i>Brosimum alicastrum</i> (Sw). (Antonio Hernández, 2006).
2	<i>Anastrepha canalis</i>	* <i>Turpinia occidentalis</i> (Sw) G. Don (Antonio-Hernández y García-Ramírez, 2017)
3	<i>Anastrepha chiclayae</i>	* <i>Passiflora serratifolia</i> L., * <i>P. subpeltata</i> Ort., (Antonio-Hernández, 2006).** <i>P. edulis</i> Sims (en este trabajo).
4	<i>Anastrepha curvicauda</i>	** <i>Carica papaya</i> L., * <i>Macrosepsis diademata</i> (Ker Gawl.) W.D. Stevens. (en este trabajo).
5	<i>Anastrepha distincta</i>	** <i>Inga jinicuil</i> G. Donht. (en este trabajo).
6	<i>Anastrepha fraterculus</i>	<i>Psidium guajava</i> L., <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston (Antonio-Hernández, 2006).** <i>Ampelocera hottlei</i> (Standl.) Standl. ** <i>P. sartorianum</i> (O. Berg.) Nied. (en este trabajo).
7	<i>Anastrepha ludens</i>	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck, <i>C. aurantium</i> Osbeck, <i>C. reticulata</i> L., <i>C. grandis</i> Osbeck, <i>Mangifera indica</i> L. (Antonio-Hernández, 2006).
8	<i>Anastrepha obliqua</i>	<i>Mangifera indica</i> L., <i>Spondias purpurea</i> L., <i>S. mombin</i> L. (Antonio-Hernández, 2006). ** <i>S. radlkoferi</i> Donn. Sm.). (en este trabajo). ** <i>Averrhoa carambola</i> L. (en este trabajo). ** <i>Anacardium occidentale</i> L. (en este trabajo). ** <i>Psidium guajava</i> L. (en este trabajo).
9	<i>Anastrepha serpentina</i>	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen (Antonio-Hernández, 2006). ** <i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn (en este trabajo). ** <i>Diospyros digyna</i> Jacq. (en este trabajo).
10	<i>Anastrepha striata</i>	<i>Psidium guajava</i> L. (Antonio-Hernández, 2006).

\* Nuevo reporte para México

\*\* Nuevo reporte para Oaxaca

## 1.7 Agradecimientos

Al Dr. Allen L. Norrbom, Systematic Entomology Lab., ARS-USDA, c/o Smithsonian Institution, Washington, D. C., por sus comentarios y la revisión de algunos ejemplares que integran este trabajo; Al Dr. José Abel López Buenfil, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, DGSV-SENASICA-SADER, Tecamac, Edo de México, por todas las facilidades otorgadas durante la estadía del autor en esa institución para el estudio de las diversas especies de *Anastrepha* que integran este trabajo.

## 1.8 Conclusiones

Por estar situada en un territorio influenciado por un clima templado proveniente del Norte y por una topografía montañosa donde convergen dos grandes reinos biogeográficos, además de ser una región con condiciones ambientales muy variadas, el Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca es la región de México en la cual se encuentra la mayor diversidad de especies del género *Anastrepha*.

A pesar de tener una extensión menor a la quinta parte de la superficie de Guatemala, aquí se concentra un número mayor de especies de este género que en cualquier otra parte de Norteamérica, y a excepción de Panamá y Costa Rica en esta región se han reportado más taxones que en cualquier otro país de Centroamérica y el Caribe.

Es evidente que la conjugación de factores como los patrones de dispersión de algunas especies de *Anastrepha* al desplazarse a diversos ecosistemas, y las condiciones ambientales presentes en esta región, son elementos que han contribuido a la extraordinaria diversidad de este género y han hecho posible el desarrollo y presencia de especies únicas en el Istmo de Tehuantepec, y, en consecuencia, en un futuro no muy lejano algunas especies más serán reportadas en esta región.

No está por demás resaltar que, de cierta manera con la publicación del presente trabajo, en el Istmo Oaxaqueño el género *Anastrepha* se encuentra mejor estudiado y documentado, a pesar de que las investigaciones en esta región son escasas y prácticamente recientes en comparación con otros estados como Chiapas y Veracruz, en los cuales se han realizado trabajos sobre diversidad y ecología desde hace más de 30 años en el tema de las moscas de la fruta. El registro de 28 especies de *Anastrepha* en esta región sugiere que debe existir una considerable fauna de especies de este género por descubrir y estudiar, debido a que aquí convergen muchos integrantes de la fauna Mesoamericana y de Sudamérica.

Con los registros expuestos en esta publicación prácticamente se ha duplicado la cantidad de especies conocidas en el estado de Oaxaca hace 20 años, e indudablemente, a partir de material adicional colectado por el autor y que al momento de esta edición aún se encuentra en proceso de estudio, nuevos reportes de especies provenientes de esta región serán dados a conocer, lo que incrementará el número de taxones conocidos actualmente en el Istmo de Tehuantepec.

A los aspectos antes mencionados hay que agregar que en esta región hacen falta un mayor número de investigaciones sistemáticas para conocer con mayor certeza la diversidad, distribución, taxonomía y hábitos alimentarios de este género, debido a que existen áreas en las cuales aún no se han realizado investigaciones y que seguramente albergan especies diferentes a las conocidas actualmente, lo que posicionaría al Istmo de Tehuantepec como una de las regiones mejor estudiadas en el país en lo referente a diversidad de especies, en especial la zona costera de selva baja caducifolia que se encuentra entre Santiago Astata y Salina Cruz, en el Pacífico Oaxaqueño; a la zona de bosque mesófilo de montaña del alto mixe, localizado entre las localidades de Guevea de Humboldt, Santiago Lachiguiri y San José del Paraíso, en la cual seguramente se presentan endemismos; la Sierra tres picos en la zona Norte, colindante con los llanos del Uxpanapa en el estado de Veracruz; y al mismo Cerro Azul con su diversidad de ecosistemas en la parte central de Los Chimalapas, donde seguramente alguna especie del género *Anastrepha* espera a ser descubierta.

Con los resultados de este trabajo se aporta información trascendental sobre la diversidad de las especies presentes en el Istmo de Tehuantepec, de igual manera, el conocimiento relacionado con sus áreas de distribución, ecosistemas y plantas de alimentación se extiende de manera significativa a lo anteriormente reportado por diversos autores en estudios previos realizados en Oaxaca y otros estados del país.

### 1.9 Recomendaciones

Teniendo como base las conclusiones del presente estudio se establecen las siguientes recomendaciones.

- 1.- Realizar investigaciones sobre moscas de la fruta en otras áreas del estado de Oaxaca, debido a que estudios posteriores pueden incrementar el número de especies reportadas en nuestro estado, conociendo así la distribución de especies del género *Anastrepha*.
- 2.- Los estudios deben ser de ciclo completo, es decir, que abarquen todos los meses del año, con la finalidad de conocer la biología de cada una de las especies de *Anastrepha* presentes, así como su comportamiento en diversas épocas del año, estas investigaciones se deben realizar en hospederos cultivados y en silvestres, comprendiendo actividades de trampeo y muestreo de frutos.
- 3.- En las áreas productoras de mango como principal hospedero desde el punto de vista económico, realizar muestreos en forma intensiva, con la finalidad de determinar si existe algún tipo de interacción entre *Anastrepha obliqua* y *A. ludens* como plagas principales de este fruto, con otras especies del mismo género.

### 1.10 Referencias

Aluja, M. 1999. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) Research in Latin America: Myths, realities and dreams. *Anais Soc. Entomol. Brasil.* 28: 565-594.

Aluja, M., Cabrera, M., Ríos, E., Guillén, J., Celedonio, H., Hendrichs, J. and Liedo, P., 1987a. A survey of the economically important fruit flies (Diptera: Tephritidae) present in Chiapas and few other fruit growing regions in México. *Florida Entomologist* 70 (3): 320-329.

Aluja, M., Piñero, J., López, M., Ruiz, C., Zúñiga, A., Piedra, E., Díaz-Fleischer, F., and J. Sivinski. 2000b. New host plant and distribution records in México for *Anastrepha* spp., *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker, *Rhagoletis zoqui* Bush, *Rhagoletis* sp. and *Hexachaeta* sp. (Diptera: Tephritidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 102: 802-815.

- Aluja, M., Rull, J., Sivinski, J., Norrbom, A. L., Warthon, R. A., Macias-Ordóñez, R., Díaz-Fleischer, F., and López, M. 2003. Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rainforest biosphere reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. *Environmental entomologist* 32 (6): 1377-1385.
- Antonio, H. E. 2006. Determinación de especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) mediante trapeo y muestreo en cuatro áreas del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. *Tesis Ing. Agrónomo, Instituto Tecnológico de Comitancillo*. 123 pp.
- Antonio-Hernández, E. y García-Ramírez, M. J. 2017. Primer registro de *Anastrepha canalis* Stone, 1942 (Diptera: Tephritidae) en *Turpinia occidentalis* (Sw.) G. Don, 1832 (Staphyleaceae) en México. *Entomología Mexicana* Vol. 4: Julio. 487-490.
- Antonio-Hernández, E. y García-Ramírez, M. J. 2018a. Especies del género *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) y sus plantas hospederas en el istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Cartel científico-informativo editado por los autores. *Anastrepha* Project-Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias-Universidad Autónoma de Campeche. 90x120cm.
- Antonio-Hernández, E., García-Ramírez M. J. and Fong-Lara, D. 2018b. New records of fruit flies of the genus *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) in the isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. *BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología*, 11(44): 824-833.
- Arredondo J., Diaz-Fleischer, F., and Pérez-Staples, D. 2010. Biología y Comportamiento. *En: Moscas de la Fruta: Fundamentos y procedimientos para su control (Montoya P., Toledo J. y Hernández E., Eds.)*. S y G Editores, México D.F. 91-106.
- Cancino, D. J. y Pérez A. R. 1987. Fluctuación estacional del complejo *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) en la zona frutícola de Chahuities, Oaxaca y su relación con algunos factores bióticos y abióticos. *Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza UNAM* (Tesis profesional).
- Casas-Andreu, G., Méndez de la Cruz, F. R y Camarillo, J. L. 1996. Anfibios y Reptiles de Oaxaca. Lista, distribución y conservación. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 69: 1-35.
- Ceballos, C. y Valenzuela, D. 2010. Diversidad, ecología y conservación de los vertebrados de Latinoamérica. *En: Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México. (Ceballos., G, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury-Creel y R. Dirzo. Eds)*. CONABIO. 41-51.
- Celedonio, H. 1995. Adult population fluctuations of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchard habitats of Chiapas, México. *Environmental entomology* 24 (4): 861-869.
- CESVO -Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Oaxaca- 2016. <http://www.cesvo.org.mx/contra-mosca-nativa-fruta/index.html> Acceso:13 de diciembre de 2018.
- García, A. M. 1998. Fuego en los Chimalapas ¿Paraincendiaris? *Maderas del Pueblo del Sureste A.C-Comité Nacional para la Defensa de los Chimalapas*.12 pp.
- García-Ramírez, M. J., Medina, R.E., López-Martínez, V., Vázquez, M., Duarte, I. E., and Delfín-González, H. 2010. *Talisia olivaeformis* (Sapindaceae) and *Zuelania guidonia* (Flacourtiaceae): New host records for *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in México. *Florida Entomologist* 93(4) 633-634.
- García-Ramírez, M. J., Antonio-Hernández, E., Vargas-Magaña, J. J., Valencia-Gutiérrez, M. C., Chí-Ruiz, J. C., y Plascencia-Valerio, Y. 2018. First host plant record for *Anastrepha ampliata* Hernández-Ortiz, 1990 (Diptera: Tephritidae). *BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología*, 11(42): 789-791.

- García-Ramírez, M. J., Antonio-Hernández, E., Vargas-Magaña, J. J., Valencia-Gutiérrez, M. C., Duarte-Ubaldo, I. E., González-Durán, E. A., and Encalada-Mena, L. 2019. Preliminary Report of *Anastrepha* Species Associated with “Kaniste” Fruits (*Pouteria campechiana*) (Sapotaceae) in the State of Campeche, Mexico. In: *Area-Wide Management of Fruit Fly Pests*. (Pérez-Staples, D., F. Díaz-Fleischer, P. Montoya and M. T. Vera Eds.) CRC Press, Taylor & Francis Group. 123-126.
- Halffter, G. 1976. Distribución de los insectos en la zona de transición mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomológica Mexicana* 35: 1-64.
- Hernández-Ortiz, V. 1987. Notas sobre el género *Anastrepha* en México. (Diptera: Tephritidae). *Folia Entomológica Mexicana* 3: 183-184.
- 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. 1992. El género *Anastrepha* Schiner en México (Diptera: Tephritidae) taxonomía, distribución y sus plantas huéspedes. *Instituto de Ecología. Publicación No. 33*, 162 pp.
- Hernández-Ortiz, V. 1999. Diptera: En: *Catálogo de insectos y ácaros plaga de los cultivos agrícolas de México*. (Deloya López, A. C. y J. E. Valenzuela G. Eds.). *Sociedad Mexicana de Entomología, publicaciones especiales No. 1* México. 69-81.
- Hernández-Ortiz, V. 2007. Diversidad y biogeografía del género *Anastrepha* en México. En: *Moscas de la fruta en Latinoamérica* (Diptera: Tephritidae): *Diversidad, biología y manejo*. (V. Hernández-Ortiz Ed.) S y G editores, Distrito Federal, México. 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. y Pérez A. R. 1993. The natural host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in a tropical rain forest of México. *Florida Entomologist* 76: 447-460.
- Invasive Species Compendium. 2019. <https://www.cabi.org/isc/> acceso: 13 noviembre 2019.
- Korytkowski, C. A. 2008. Manual para la identificación de moscas de la fruta, género *Anastrepha*, Schiner 1868. *Universidad de Panamá, Programa de Maestría en Entomología*. 145 pp.
- Lott., E y Atkinson, T. H. 2010. Diversidad florística. En: *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. (G. Ceballos, G. L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury-Creel y R. Dirzo. Eds). CONABIO. pp 63-76.
- Madera, M. A., Chi, Q. G y Ocampo, L. S. 2008. Especies de *Anastrepha* Schiner identificadas en la red de trapeo contra moscas exóticas (Jackson y Multilure) en Campeche, México. En: *Memorias séptima reunión del grupo de trabajo en moscas de la fruta del hemisferio occidental*. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Malavasi, A. 2009. Biología, ciclo de vida, relação com o hospedeiro, espécies importantes e Biogeografía de Tefritideos. Em: *Biología, monitoramento e controle. V Curso Internacional de Capacitação em Moscas –das-frutas*. (Aldo Malavasi e Jair Virginio Eds.). pp. 1-5.
- Márquez, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37: 385-408.
- Meave, J. A., Romero-Romero, M. A., Salas-Morales, S. H., Pérez-García, E. A. y Gallardo-Cruz, J. A. 2012. Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México. *Ecosistemas* 21(1-2):85-100.

- Norrbom, A. L. 2010. Tephritidae (fruit flies, moscas de frutas). In Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley and M.A. Zumbado Eds. *Manual of Central American Diptera Volume 2*. NRC Research Press Ottawa. 909-954.
- Norrbom, A. L., Barr, N. B., Kerr, P., Mengual, X., Nolzco, N., Rodriguez, E. J., Steck, G. J., Sutton, B. D., Uramoto, K. and Zucchi, R. A. 2018. Synonymy of *Toxotrypana* Gerstaecker with *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 120 (4): 834-841.
- Pérez-García, E. A; Meave, J. y Gallardo, C. 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana* 56:19-88.
- Peterson, A. T., Soberón, J. y Sánchez-Cordero, V. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 285: 1265-1267.
- Piedra, E., Zúñiga, A. and Aluja, M. 1993 New host plant and parasitoid record in México for *Anastrepha alveata* Stone. (Diptera: Tephritidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 95 (1) 127.
- Ríos, E., Celedonio-Hurtado, H., Guillén, J., Mota, D., Liedo, P., y Aluja, M. 1986. Fluctuación estacional de especies del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en el valle de Mazapa de Madero, Chiapas, 1982-1985. *XXI Congreso Nacional de Entomología*. Nuevo León, México. 66-68.
- Trejo, I. 2004. Clima. En: A. J. García-Mendoza, M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp 67-85.
- Trejo, I. 2010. Las selvas secas del pacífico mexicano. En: *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Ceballos., G, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury-Creel y R. Dirzo. (Editores). CONABIO. pp 41-51.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2013 Agricultural Research Service, Beltsville Area. Germplasm Resources Information Network (GRIN). <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?415093> Versión del 21 de septiembre de 2013.