



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**Distribución del género *Anastrepha* spp. y su relación con las condiciones agroclimáticas, en cultivos de mango (*Mangifera indica*) en Jalisco**

**TESIS**

Que para obtener el título de

**Ingeniera Agrícola**

**P R E S E N T A**

Martínez Flores Aidé Monserrat

**ASESORA**

Navarrete Maya Rosa

**COASESOR**

Rodríguez William David

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: DRA. MARÍA DEL CARMEN VALDERICAMA BRAVO  
Jefa del Departamento de Titulación  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: **Tesis**

**Distribución del género Anastrepha spp. y su relación con las condiciones agroclimáticas, en cultivos de mango (Mangifera indica) en Jalisco**

Que presenta la pasante: **Aidé Monserrat Martínez Flores.**  
Con número de cuenta: **416095982** para obtener el Título de: **Ingeniera Agrícola**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 06 de Diciembre de 2022.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	Dra. Rosa Navarrete Maya	
<b>VOCAL</b>	Dr. Sergio Jimenez Ambriz	
<b>SECRETARIO</b>	Dr. Gustavo Mercado Mancera	
<b>1er. SUPLENTE</b>	Dra. Martha Elena Dominguez Hernandez	
<b>2do. SUPLENTE</b>	Mtro. Ruben Vargas Marquez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

MCVB/ntm\*

## **DEDICATORIA**

A mi padre, Fidel Martínez † por ser el mayor ejemplo de perseverancia y coraje; y por inculcarme ese gran amor al campo que siempre le caracterizó.

A mi madre, Luz María Flores, por todo su amor y dedicación, y por ser siempre el motor para nunca desistir.

A mi hermano, Josué, sin tu apoyo simplemente no lo habría logrado.

A mis hermanas, Betzabé y Ruth; y a mis sobrinos, Jesús, Karol, Dylan y Alexis, que siempre han sido mi recarga de energía, aun sin saberlo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis asesores de tesis, el Dr. William David y la Dra. Rosa Navarrete, por el acompañamiento brindado durante este proyecto y en la elaboración de este documento.

A la Agencia de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (ASICA) de Jalisco, por el acceso y el uso de los datos de sus trampas instaladas en campo.

A los técnicos Julio Morales, Raúl Alfredo y Daniel Ignacio, por su gran trabajo y por todo su apoyo para este proyecto.

# CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS .....	I
ÍNDICE DE FIGURAS .....	I
RESUMEN .....	II
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos .....	3
1.1.1. Objetivos particulares .....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. El mango.....	5
2.1.1. Descripción botánica.....	5
2.1.2. Producción .....	6
2.1.3. Variedades.....	7
2.2. Requerimientos climáticos.....	8
2.3. Manejo agronómico.....	8
2.4. Mosca de la fruta ( <i>Anastrepha</i> spp.).....	9
2.4.1. Clasificación taxonómica.....	9
2.4.2. Ciclo biológico y hábitos.....	10
2.4.3. Marco legal para su control .....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
3.1. Área de estudio .....	14
3.2. Sistema de trampeo .....	17
3.3. Determinación taxonómica de especies .....	18
3.4. Manejo agronómico.....	18
3.5. Información climatológica.....	20
3.6. Análisis estadístico .....	20
IV. RESULTADOS .....	21
V. DISCUSIÓN .....	27
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. REFERENCIAS .....	32



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Descripción de las estructuras vegetativas del mango.....	5
<b>Cuadro 2.</b> Categorías fitosanitarias de los huertos bajo campaña .....	13
<b>Cuadro 3.</b> Descripción del manejo agronómico aplicado en el área de estudio por municipio y localidad.....	18
<b>Cuadro 4.</b> PERMANOVA. Análisis de las abundancias de <i>A. ludens</i> y <i>A. obliqua</i> capturadas en trampas en Jalisco, México .....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Principales estados productores de mango.....	6
<b>Figura 2.</b> Ubicación del estado de Jalisco, México .....	14
<b>Figura 3.</b> (a) Localización: Región Valles (azul) y Región Centro (verde). (b) Municipios: Amatitán (rojo); San Cristóbal de la Barranca (verde) y Tequila (azul).....	15
<b>Figura 4.</b> Distribución de trampas en predios de mango en diferentes localidades del municipio de Amatitán: (a) La Chome; (b) La Mata; (c) Tecuane uno; (d) Tecuane dos. San Cristóbal de la Barranca: (e) El potrero; (f) El Ahuate; (g) Sosocola; (h) El Escalón. Tequila: (i) La Toma; (j). San Antonio del Potrero; (k) El Paraíso; (l) San Martín de las Cañas.....	17
<b>Figura 5.</b> Total de individuos capturados por municipio y por mes de <i>Anastrepha ludens</i> , <i>A. obliqua</i> , <i>A. serpentina</i> y <i>A. striata</i> .....	21
<b>Figura 6.</b> MTD de a) <i>A. ludens</i> y b) <i>A. obliqua</i> .....	23
<b>Figura 7.</b> Distribuciones Kernel bivariadas compuestas de temperatura y precipitación de <i>Anastrepha ludens</i> en el área de estudio.....	25
<b>Figura 8.</b> Gráfico del análisis de correlación canónica de la abundancia de <i>Anastrepha ludens</i> y <i>A. obliqua</i> .....	26



## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue conocer la distribución de especies del género *Anastrepha* spp.; determinar la relación entre la abundancia de *Anastrepha ludens* (Loew) y *A. obliqua* (Macquart) y las condiciones agroclimáticas presentadas en predios de mango (*Mangifera indica* L.) criollo barranqueño durante el periodo de estudio en tres municipios de Jalisco, México. Para esto se instalaron 84 trampas tipo Multilure, en doce localidades pertenecientes a Amatitán, San Cristóbal de la Barranca y Tequila, y se revisaron semanalmente desde mayo a septiembre de 2021. En total se capturaron 44,214 individuos de mosca de la fruta, de las cuales el 91.91 % fueron *Anastrepha ludens*, 6.89 % *A. serpentina* (Wiedemann), 1.14 % *A. obliqua* y 0.06 % *A. striata* Schiner. La mayor abundancia de *A. ludens* se presentó durante los meses de junio y julio en todos los municipios, mientras que para *A. obliqua* fue en junio. El índice de moscas por trampa por día tuvo valores mayores a 0.0100, por lo que se considera que el área de estudio tiene alta prevalencia de la plaga. Existe una correlación significativa entre la abundancia de *A. ludens* con la precipitación y la temperatura mínima. La abundancia de *A. obliqua* fue reducida (504 individuos) y no se relaciona con las variables. El rango altitudinal del área de estudio explica la diferencia entre la abundancia de éstas dos especies, que coincide con lo reportado en otras investigaciones sobre moscas de la fruta, además que la presencia de esta plaga está relacionada con la fenología del cultivo.

## I. INTRODUCCIÓN

El Orden Díptera está conformado por 128 familias en todo el mundo, por lo que es uno de los grupos de insectos más diversos (Hernández *et al.*, 2010); dentro de este grupo se encuentra la familia Tephritidae, que es una de las más importantes del orden y está constituida por aproximadamente 4,223 especies, que se distribuyen en las regiones templadas, subtropicales y tropicales de todo el mundo. En el Continente Americano se han registrado cerca de 977 especies de tefrítidos de los cuales el 73% ha sido en la región Neotropical (desde México hasta Chile y Argentina). Los miembros de esta familia son comúnmente llamados “verdaderas moscas de la fruta”, debido a que sus estados inmaduros se alimentan en el interior de los frutos de una gran cantidad de plantas, tanto cultivadas como silvestres, por lo que algunas especies ocasionan grandes pérdidas económicas para la fruticultura a nivel mundial. Dentro de la familia destacan los géneros *Rhagoletis* Loew, *Ceratitis* MacLeay, *Bactrocera* Macquart, *Toxotrypana* Gerstaecker y *Anastrepha* Schiner (Hernández *et al.*, 2010). El género *Anastrepha* es el grupo nativo con mayor diversidad en la región neotropical con 209 especies, además de ser uno de los más importantes desde el punto de vista agrícola tanto en México como en Latinoamérica. En México, se tiene registro de 37 especies de este género en 30 de las 32 entidades del país (Hernández, 1990; Hernández, 2007). Sin embargo, sólo cinco de estas son consideradas como plagas de importancia económica: *Anastrepha striata*, *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha ludens*, *Anastrepha serpentina* y *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Aluja, 1994, citado por Isiordia *et al.*, 2017), las cuatro primeras están consideradas en la NOM-023-FITO-1995, por la que se establece la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta.

En Jalisco se han registrado 15 especies de *Anastrepha*, donde se incluyen a las cuatro especies contempladas en la norma, sin embargo, sólo a *A. obliqua* y *A. ludens*, se les ha asociado como hospedero al mango (Hernández, 2007).

Jalisco es el séptimo productor de mango (*Mangifera indica*) a nivel nacional, con 110,916.50 toneladas anuales, que en su mayoría provienen de variedades mejoradas; solo el 7.64% de la producción es mango criollo, y su producción se concentra principalmente en San Cristóbal de la Barranca, Amatitán y Tequila, donde es conocido como mango

Barranqueño. Este mango es más fibroso que las variedades comerciales, pero también presenta un sabor más dulce y un olor más agradable. En la región las plantaciones de este cultivo datan de hace más de 90 años, y se han desarrollado con reducidos o nulos manejos agronómicos, por lo que las plantas son de grandes dimensiones, lo que dificulta la cosecha (Carrillo, 1997; SIAP, 2021).

La abundancia de mosca de la fruta se ha relacionado con la fenología del cultivo; sin embargo, también se ve afectada por factores climáticos (Montoya *et al.*, 2008). En México se han realizado diversos estudios buscando encontrar la relación entre los factores climáticos y la abundancia de *Anastrepha* spp. Por ejemplo, Hurtado *et al.* (1995) en la región del Soconusco, Chiapas, en cinco huertas ubicadas en altitudes entre 29 y 580 m s. n. m., estudió la relación entre las poblaciones de moscas adultas de *Anastrepha* spp. con las precipitaciones. Aluja *et al.* (1996) igualmente en la región Soconusco, Chiapas, en huertas de mango en altitudes entre 4 a 180 m s. n. m., estudió la fluctuación poblacional estacional de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. Martínez *et al.* (2004) en Jalpa de Méndez, Tabasco, a una altitud de 10 m s. n. m. estudió la influencia de las condiciones climáticas en el número de especímenes colectados. Montoya *et al.* (2008) en la región del Soconusco, Chiapas, en dos sitios, uno a 760 m s. n. m. y otro a 120 m s. n. m., estudió la respuesta de *A. ludens* y *A. obliqua* a diferentes factores ambientales. Tucuch *et al.* (2008) realizó su trabajo en el norte del estado de Campeche en huertas de mango cultivar (cv.) Tommy Atkins y de naranja cv. Valencia, ubicadas a una altitud de 40 m s. n. m., con el objetivo de “determinar la fluctuación poblacional del complejo mosca de la fruta en la región de Campeche, Campeche como base para el desarrollo de un esquema de manejo eficiente y económico de la plaga”. Aluja *et al.* (2012) en huertas comerciales de toronja, localizadas en Martínez de la Torre (80 m s. n. m.) y huertas de mango y zapote en Apazapan (293 m s. n. m.) Veracruz, buscó determinar si la dinámica poblacional es impulsada por factores endógenos o exógenos, como la variación climática local y global. Vanoye *et al.* (2017) en Miquihuana y Bustamante, Tamaulipas, en altitudes entre 1,800 y 1,950 m s. n. m., observó las fluctuaciones de la población de *A. ludens* y su relación con el clima. También Vanoye *et al.* (2019) en Santa Engracia, Tamaulipas, en un rango de 200 a 290 m s. n. m., evaluó los efectos de factores climáticos en la fluctuación poblacional de hembras maduras de *A. ludens*. Sin embargo, los estudios en huertas de mango criollo, como las de interés en este estudio, no han sido ampliamente abordadas, por lo

anterior, el objetivo de este trabajo fue conocer la distribución de especies del género *Anastrepha* spp.; y determinar la relación entre la abundancia de *Anastrepha ludens* y *Anastrepha obliqua*, que son las más asociadas al cultivo de mango, y las condiciones agroclimáticas presentadas en predios de mango (*Mangifera indica*) criollo barranqueño durante el periodo de estudio, que comprende los meses de mayo a septiembre de 2021, en los municipios Amatitán, San Cristóbal de la Barranca y Tequila, pertenecientes al estado de Jalisco, México.

### 1.1. Objetivos

Conocer la distribución de especies del género *Anastrepha* spp.; determinar la relación entre la abundancia de *Anastrepha ludens* y *A. obliqua* y las condiciones agroclimáticas presentadas en predios de mango (*Mangifera indica*) criollo barranqueño durante el periodo de estudio en tres municipios de Jalisco, México.

#### 1.1.1. Objetivos particulares

- Clasificar por especie las moscas de la fruta colectadas en el sistema de trapeo para conocer la abundancia de cada una.
- Recabar información por medio de cuestionarios a productores y técnicos sobre el manejo agronómico, para su descripción por localidad.
- Organizar por municipio y por mes los datos bióticos (especies) y abióticos (clima y manejo agronómico) para la elaboración de bases de datos.
- Calcular el índice Mosca por Trampa por día (MTD) de dos especies, para determinar la categoría fitosanitaria correspondiente a cada municipio.
- Analizar la correlación entre la abundancia de mosca de la fruta (*Anastrepha* spp) con los factores agroclimáticos.

### 1.2. Hipótesis

Los factores agroclimáticos (temperatura, precipitación y manejo agronómico) tienen una influencia directa en la fluctuación de la abundancia de *Anastrepha ludens* y *Anastrepha obliqua*, en predios de mango barranqueño en Amatitán, San Cristóbal de la Barranca y Tequila, Jalisco; debido a que la presencia de lluvias junto a altas temperaturas son condiciones adecuadas para la proliferación de la plaga, pero por otro lado, un correcto manejo del cultivo, puede ayudar a reducir las poblaciones de mosca de la fruta. También, debido a la altitud del área de estudio, habrá mayor presencia de *A. ludens* que de *A. obliqua*.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. El mango

El mango (*Mangifera indica*) (Familia: Anacardiaceae), es originario del noreste de la India, pero se ha dispersado a diversas regiones tropicales y subtropicales del mundo; lo que lo hace un fruto de gran importancia a nivel mundial (Chávez *et al.*, 2001). Se cree que a América llegó gracias a los navegantes portugueses, quienes lo trajeron a Brasil, lugar desde donde se extendió a América del Sur y, posteriormente hacia América del Norte (CNUCED, 2016).

#### 2.1.1. Descripción botánica

El mango es un árbol perenne, y según Chávez *et al.* (2001), sus estructuras vegetativas tienen las características siguientes (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Descripción de las estructuras vegetativas del mango.**

<b>Estructura vegetativa</b>	<b>Descripción</b>
Raíz	Pivotante. Se pueden encontrar raíces horizontalmente hasta 8 m alrededor del tronco y hasta 6 m de profundidad, pero la mayoría de las raíces absorbentes se encuentran en los primeros 50 cm.
Tronco	Erecto y ramificado en la copa. La corteza es gris oscura, rugosa y gruesa, con pequeñas fisuras y escamas.
Hoja	Simples y alternas. Pecíolo de 1.5 a 12 cm. El limbo es de 12.5 a 37.5 cm de largo y de 2.5 a 12.5 cm de ancho.
Inflorescencia	Panícula de hasta 30 cm de largo, con 1,000 a 6,000 flores. Las flores son hermafroditas y masculinas. Con corola de cinco pétalos, amarillos y cinco estambres.

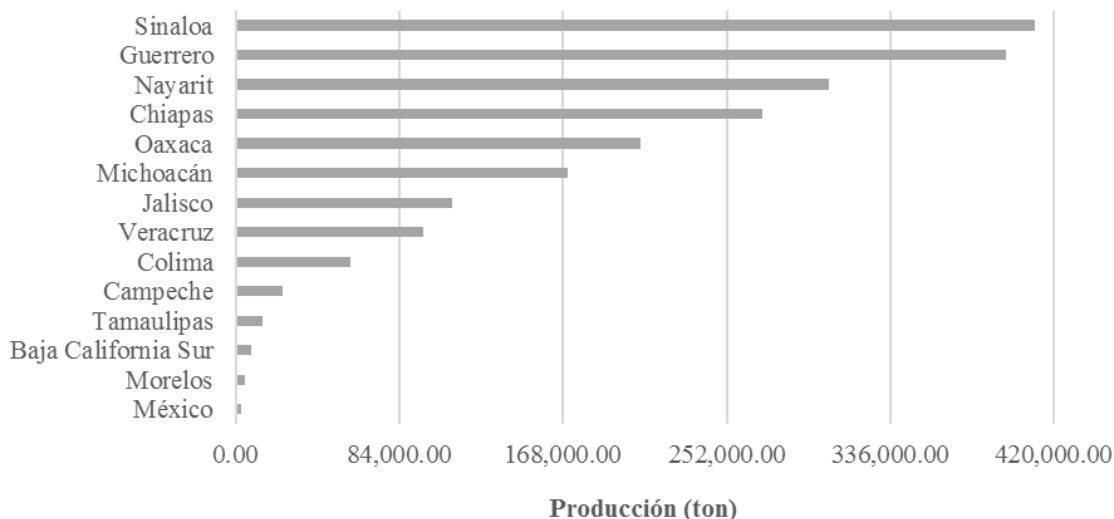
---

Fuente: Chávez *et al.* 2001.

### 2.1.2. Producción

El mango es el tercer fruto tropical con mayor producción e importación a nivel mundial, superado sólo por el plátano (*Musa paradisiaca* L.) y la piña (*Ananas comosus* L.). A nivel mundial, México aporta el 5 % de la producción, colocándolo como el quinto productor más importante de este fruto en todo el mundo, antecedido sólo por India (42%), China (10%), Tailandia (7%) e Indonesia (5%) (Pat *et al.*, 2017).

En México, en el 2020 se produjeron 2,085,751.18 ton de mango. Los principales estados productores fueron Sinaloa, Guerrero, Nayarit, Chiapas, Oaxaca, Michoacán y Jalisco (SIAP, 2021) (Figura 1).



**Figura 1. Principales estados productores de mango en México.**

(Elaboración propia con datos del SIAP, 2021).

Jalisco se ubica en el séptimo lugar a nivel nacional, con una producción de 110,916.50 ton, en una superficie de 7,768.84 ha. La mayor producción proviene de variedades mejoradas,

encabezando la lista Tommy Atkins, seguida de Ken y Ataulfo; tan sólo de estas tres variedades es el 73.18% de la producción estatal, por otro lado, de mango criollo sólo se producen 8,472.13 ton, que corresponden al 7.64% del total de la producción. La producción de mango criollo se concentra en 12 municipios, de entre los cuales destacan San Cristóbal de la Barranca, Tequila y Amatitán, sitios donde el total de su producción de mango corresponde a la variedad criolla (SIAP, 2021).

### 2.1.3. Variedades

Debido a que en Jalisco más del 70% de la producción corresponde a cultivares de Tommy Atkins, Ken y Ataulfo, a continuación, se presenta la descripción de estas según Chávez *et al.* (2001).

- Tommy Atkins: Los árboles de esta variedad son vigorosos y producen alrededor de 160 kg de fruto por árbol, su época de producción es de junio a julio, siendo ligeramente alternante. Fruto moderadamente resistente a la antracnosis, de color mayormente rojo, con forma redonda y peso de 300 a 470 g. Pulpa jugosa y con poco contenido de fibras.
- Ken: También llamado mango petacón. Árbol con crecimiento vigoroso y producción alternante, con rendimiento entre 100 y 300 kg por árbol. Son de producción tardía, se cosechan de mediados de julio a principios de septiembre. Fruto de color verde amarillento, con chapeo rojo, con un peso de 500 a 825 g. Es susceptible a la antracnosis y al ataque de mosca de la fruta.
- Ataulfo: Árboles semi vigorosos, con buena producción y poco alternantes. Producción temprana, de mayo a julio. El fruto es de color amarillo y no tiene fibra, es resistente al manejo y con peso de 200 a 370 g.
- Criollo: Según Carrillo (1997), este mango que es conocido como mango barranqueño en la región, es más fibroso que las variedades comerciales, pero también presenta un sabor más dulce y un olor más agradable que estas.



## 2.2. Requerimientos climáticos

El mango crece bien entre 24-27 ° C, y tolera hasta 50 ° C por poco tiempo, pero con poca humedad y viento sufre estrés hídrico. El límite inferior de 4.4 ° C provoca daños en las hojas y los brotes tiernos de los árboles maduros. En cuanto a la precipitación, esta va entre 250 a 2,500 mm y las altitudes varían desde el nivel del mar hasta 600 m. Para el cultivo se prefieren suelos que tengan buen drenaje y con pH entre 5.5 y 7, y que no sean muy delgados, alcalinos o pedregosos. Pueden ser de tipo limoso, arenoso, laterítico o aluvial (Chávez *et al.*, 2001; SADER, 2014).

## 2.3. Manejo agronómico

De acuerdo con Arellano (1976) algunas de las actividades a realizar para el cultivo del mango son las siguientes:

a) Plantación: Los principales marcos de plantación son el marco real y tresbolillo. Para mango es recomendable una distancia de 10 m entre árboles. Una vez ubicados los sitios de plantación, se abren cepas de 60 a 80 cm de ancho como de alto. Las plantas seleccionadas deberán ser sanas y vigorosas, libres de plagas y malformaciones; y de preferencia haber sido producidas en un vivero con características similares al sitio de plantación.

b) Poda: Se deben realizar tres tipos de podas, la de formación, cuando los árboles tienen de 0.8 a 1 m de altura; la de saneamiento, cada año al término de la cosecha, y la de rejuvenecimiento, cuando hay ramas entrecruzadas que no permiten el paso de la luz y el aire, reduciendo la producción. Para proteger los cortes de la entrada de agua o ataques de insectos o enfermedades, se recomienda la aplicación de sellador (Chávez *et al.*, 2001).

c) Riego: En general el mango en su primer año de vida puede recibir riegos cada 3 a 15 días, y a partir del segundo año, cada 10 a 15 días sólo en la época seca. También a partir del amarre del fruto, se puede realizar cada 8 a 15 días, debido a que ayuda a evitar la caída del fruto, así como obtener un mayor tamaño y calidad.

d) Nutrición: Durante los primeros años de crecimiento, se requieren altas dosis de fertilizantes nitrogenados. Una vez que empieza la fase productiva, se debe dar prioridad a

los fertilizantes potásicos y fosfóricos. Las fórmulas nutrimentales deberán contener de entre 4 y 5 % de ácido fosfórico y 8 a 15% de potasa. Para árboles adultos (más de 10 años) se recomienda la fórmula 1.1:0.27:1 (NPK); siempre suministrando el nitrógeno y el potasio de manera conjunta.

e) Control de malezas: Este se puede realizar de manera manual, mecánica o química. De manera manual se realiza con guadaña o azadón, eliminando la maleza que se encuentra a un metro alrededor del árbol. De manera mecánica se puede realizar mediante rastreo, recomendablemente al inicio y final de cada temporada, entre las hileras de árboles. En cuanto al control químico, se recomienda aplicar Gramoxone, Trasquat, o Paraquat en dosis de 2 a 3 litros por ha, cuando la maleza sea de hoja angosta y o mayor a 20 cm. Para maleza persistente se recomienda aplicar Faena o Coloso, en dosis de 2 a 3 litros por ha (Chávez *et al.*, 2001).

#### 2.4. Mosca de la fruta (*Anastrepha* spp.)

Entre las principales plagas que atacan al mango, podemos encontrar a las moscas de la fruta. Estas pertenecen a la familia Tephritidae, que es una de las más importantes del orden Díptera, por tener una amplia distribución y gran diversidad, en las regiones tanto tropicales como subtropicales de todo el mundo. En el continente americano se han registrado cerca de 977 especies de esta familia, y el 73% de esos registros han sido para la región Neotropical. Dentro de la familia destacan los géneros: *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis*, *Rhagoletis* y *Toxotrypana*, ya que son considerados de importancia económica. Del género *Anastrepha* se han descrito alrededor de 209 especies (Hernández *et al.*, 2010), de las cuales, en México, sólo cinco son consideradas como plagas de importancia económica: *Anastrepha striata*, *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha ludens*, *Anastrepha serpentina* y *Anastrepha fraterculus* (Aluja, 1994, citado por Isiordia *et al.*, 2017); sin embargo, sólo dos (*Anastrepha obliqua* y a *A. ludens*) tienen asociado al mango como hospedero (Hernández, 2007).

##### 2.4.1. Clasificación taxonómica

Según Hernández *et al.* (2010) y Triplehorn y Johnson (2005) citado por Rodríguez (2017) la clasificación taxonómica de estas especies es:

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Atelocerata

Clase: Hexapoda (Insecta)

Subclase: Pterygota

Orden: Diptera

Suborden: Cyclorrhapha

Infraorden: Muscomorpha

Superfamilia: Tephritoidea

Familia: Tephritidae

Subfamilia: Trypetinae

Género: *Anastrepha* Schiner

Especie: *Anastrepha obliqua*; *Anastrepha ludens*.

#### 2.4.2. Ciclo biológico y hábitos

El ciclo de vida es holometábolo y depende de factores abióticos (temperatura, humedad relativa, precipitación); y de factores bióticos (tipo de vegetación, disponibilidad de frutos hospederos, presencia de enemigos naturales, disponibilidad de alimento) (Aluja, 1993; citado por Rodríguez, 2017).

Los adultos de *Anastrepha* spp., requieren de un periodo de madurez sexual, que depende de la ingestión de nutrientes esenciales. Una vez que se ha alcanzado la madurez sexual, se lleva a cabo el apareamiento, tanto en plantas hospederas como no hospederas. En el caso de *Anastrepha ludens* y *A. obliqua*, existe la formación de “leks” (agregaciones de machos),

donde son atraídas las hembras sexualmente maduras, por la segregación de una feromona sexual. Una vez inseminada la hembra, esta guarda el esperma en las espermatecas, y busca un fruto adecuado para la oviposición. Al concluir la oviposición, la hembra secreta una feromona a través del ovipositor, para impedir que otras hembras realicen oviposiciones en el mismo lugar. Una vez que eclosiona el huevo, las larvas pasan por tres estadios dentro del fruto, una vez que han alcanzado la madurez, estas se desplazan al exterior del fruto para pupar en el suelo, o bien, si el fruto ya se ha desprendido de la planta, bajo este (Hernández, 1990).

Tanto *Anastrepha ludens* como *A. obliqua* son consideradas especies polífagas. La mosca mexicana de la fruta, *A. ludens*, posee 23 plantas hospederas, y la mosca de las indias occidentales, *A. obliqua*, se ha asociado con 14 plantas hospederas. Sin embargo, ambas presentan una marcada preferencia por especies nativas de familias específicas; para el caso de *A. ludens*, se le ha encontrado infestando especies de la familia Rutaceae mientras que a *A. obliqua* a especies de la familia Anacardiaceae; por lo que es probable, que en estas se encuentren sus hospederos originales (Hernández, 2007).

#### 2.4.3. Marco legal para su control

En México cuatro especies de mosca de la fruta: *Anastrepha striata*, *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha ludens* y *Anastrepha serpentina*, se encuentran bajo la NOM-023-FITO-1995, por la que se establece la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNMF), que fue puesta en marcha en 1992 con el objetivo de controlar, suprimir y erradicar esta plaga. La CNMF se ha sustentado en el concepto de manejo integrado de plagas e incluye acciones de trampeo y muestreo de frutos, así como el uso de métodos de control: mecánico, químico y biológico (SENASICA, 2020).

- Trampeo: Se deberá usar la trampa tipo McPhail de vidrio con un mínimo de 300 ml de agua, con tapón de corcho o caucho. Cada trampa se deberá cebar con 10 ml de proteína hidrolizada, o 10 a 12.5 g de proteína hidrolizada sólida, 5 g de bórax y 235 ml de agua. En el caso de mango, este se debe realizar desde la floración hasta la

cosecha, con una densidad de una trampa por ha, y se deben revisar semanalmente (DOF, 1995).

- Control cultural y mecánico: La fruta que se encuentra en el suelo o en el árbol, terminada la cosecha debe recolectarse y enterrarse o incinerarse. Si la fruta se entierra, deberá cubrirse con una capa de tierra de por lo menos 20 cm, de tal manera que los adultos que emerjan de la fruta enterrada no logren alcanzar la superficie. También deben realizarse rastreos para eliminar la maleza y pupas de moscas de la fruta que se encuentren en el suelo, así como podas fitosanitarias y mantener una densidad adecuada de plantas (DOF, 1995).
- Control químico: La aplicación del cebo selectivo, compuesto por la mezcla del insecticida, proteína hidrolizada y agua, puede ser en forma terrestre o aérea. La aplicación se debe iniciar cuando se detecte la presencia de una mosca, cubriendo una superficie aproximada de 4 ha alrededor del sitio de la detección de manera terrestre; es decir, 100 m hacia cada punto cardinal, repitiéndose este tratamiento cada siete días hasta realizar 4 aspersiones, las cuales se deben llevar a cabo en las primeras horas del día. Cuando se capture más de una mosca en una misma trampa o más de una mosca en las diversas trampas distribuidas en el huerto, entonces se deberá asperjar todo el predio. La concentración de insecticida, proteína hidrolizada y agua para aplicaciones terrestres es de 1:4:95 y se debe aplicar de 150 a 350 ml de la mezcla por árbol (DOF, 1995).
- Control biológico: implica lo siguiente.
  1. Moscas estériles. Las liberaciones se iniciarán cuando el valor del índice moscas por trampa por día (MTD) sea igual o menor a 0.0100 a nivel regional, en superficies compactas mayores de 1,000 ha. de frutales hospederos de la plaga. La densidad de moscas a liberar por hectárea por semana y la frecuencia de liberación se deberá estimar conforme a lo establecido en el Apéndice Técnico para las Operaciones de Campo de la Campaña (DOF, 1995).
  2. Parasitoides. Las liberaciones inundativas de parasitoides, en forma aérea o terrestre, se deben realizar en las regiones que presenten niveles altos de infestación de la plaga,

con especial atención a las áreas marginales. La densidad de parasitoides a liberar por hectárea por semana y la frecuencia de liberación está determinada por los niveles de infestación de la plaga, que deberá estimarse conforme a lo establecido en el Apéndice Técnico para las Operaciones de Campo de la Campaña (DOF, 1995).

En cualquier caso, es la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural quien determina el momento oportuno para iniciar las liberaciones, así como la programación de los envíos del material biológico a cada zona o región, con base en la infraestructura y acondicionamiento apropiado para mantener la calidad del agente biológico (DOF, 1995).

- Niveles de infestación de moscas de la fruta: El índice moscas por trampa por día (MTD) indica el nivel de infestación de esta plaga en un área y periodo determinado; se aplica por huerto, municipio, estado, grupos de estados, especie frutícola, especies de moscas de la fruta y proporción sexual.

El MTD se obtiene aplicando la fórmula  $MTD = \frac{M}{T \cdot D}$

Donde:

M = Número de moscas capturadas

T = Número de trampas inspeccionadas

D = Número promedio de días de exposición de las trampas

El valor del MTD deberá expresarse en diezmilésimas de punto (0.0000).

- Categorías fitosanitarias: Las categorías fitosanitarias de los huertos bajo Campaña (DOF, 1995) son tres y se establecen según el MTD (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Categorías fitosanitarias de los huertos bajo campaña.**

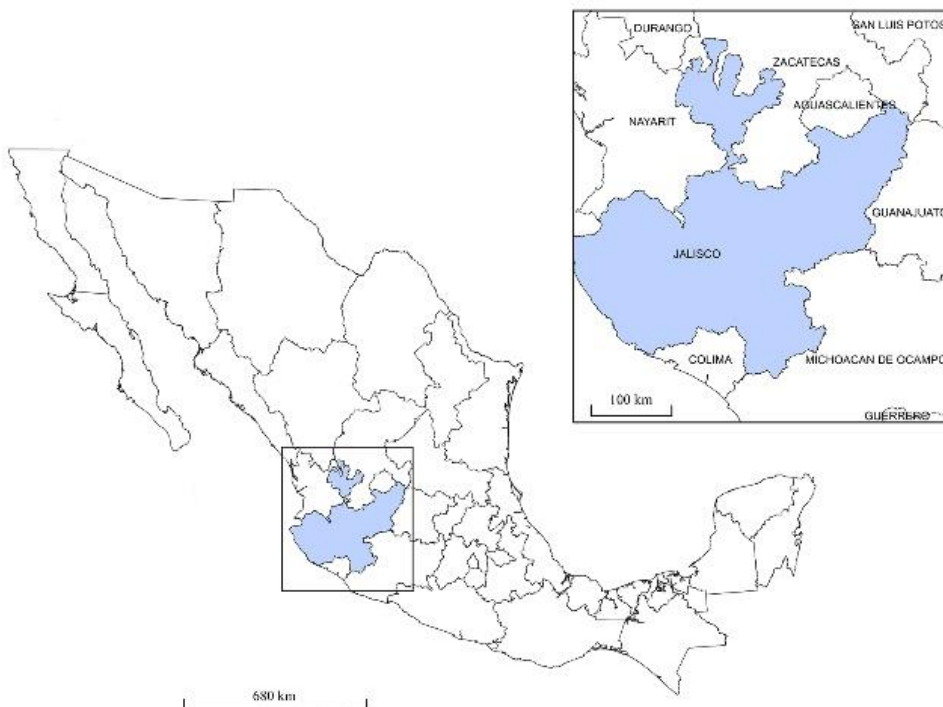
<b>Categoría</b>	<b>MTD</b>
Nula prevalencia	= 0.0000
Baja prevalencia	≤ 0.0100
Alta prevalencia	> 0.0100

Fuente: DOF, 1995. MTD: índice moscas por trampa por día.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudio

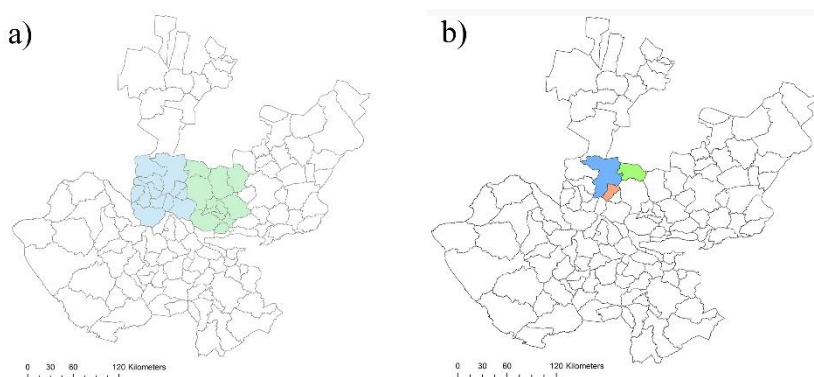
Jalisco se ubica en la región Centro-Occidente del país y colinda con los estados de Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato, Michoacán, Colima y Nayarit (Figura 2). La entidad se caracteriza por la presencia de la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur, así como por planicies volcánicas, piedemontes y valles rodeados de montañas originadas por actividad volcánica. El estado tiene una superficie de 80,208.299 km<sup>2</sup>, que equivale al 4% de la superficie total del país; y está conformado por 125 municipios, los cuales están distribuidos en 12 regiones administrativas que son: 01 Norte; 02 Altos Norte; 03 Altos Sur; 04 Ciénega; 05 Sureste; 06 Sur; 07 Sierra de Amula; 08 Costa Sur; 09 Costa Norte; 10 Sierra Occidental; 11 Valles y 12 Centro (CONABIO y SEMADET, 2017) .



**Figura 2. Ubicación del estado de Jalisco, México.**  
(IIEG, 2018).

Los municipios de interés para el presente trabajo son Amatitán y Tequila, en la región Valles; y San Cristóbal de la Barranca, en la región centro (Figuras 3a y 3b).

Amatitán se localiza entre los paralelos 20°45' y 20°56' de latitud norte; y los meridianos 103°37' y 103°48' de longitud oeste, a una altitud entre los 700 y 1,800 msnm. El clima predominante es el cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw. El rango de temperatura es de 18 a 26 °C y la precipitación anual va de los 800 a los 1,100 mm (García, 2004; IIEG, 2019).



**Figura 3. (a) Localización: Región Valles (azul) y Región Centro (verde). (b) Municipios: Amatitán (rojo); San Cristóbal de la Barranca (verde) y Tequila (azul). (IIEG, 2018).**

San Cristóbal de la Barranca se encuentra entre los paralelos 20°56' y 21°10' de latitud norte y los meridianos 103°20' y 103°41' de longitud oeste; presenta altitudes entre 800 y 2,200 m s. n. m. El clima predominante es el cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw. El rango de temperatura es de 6 a 26 °C y la precipitación es entre 700 y 1,000 mm anuales (García, 2004; IIEG, 2021a).

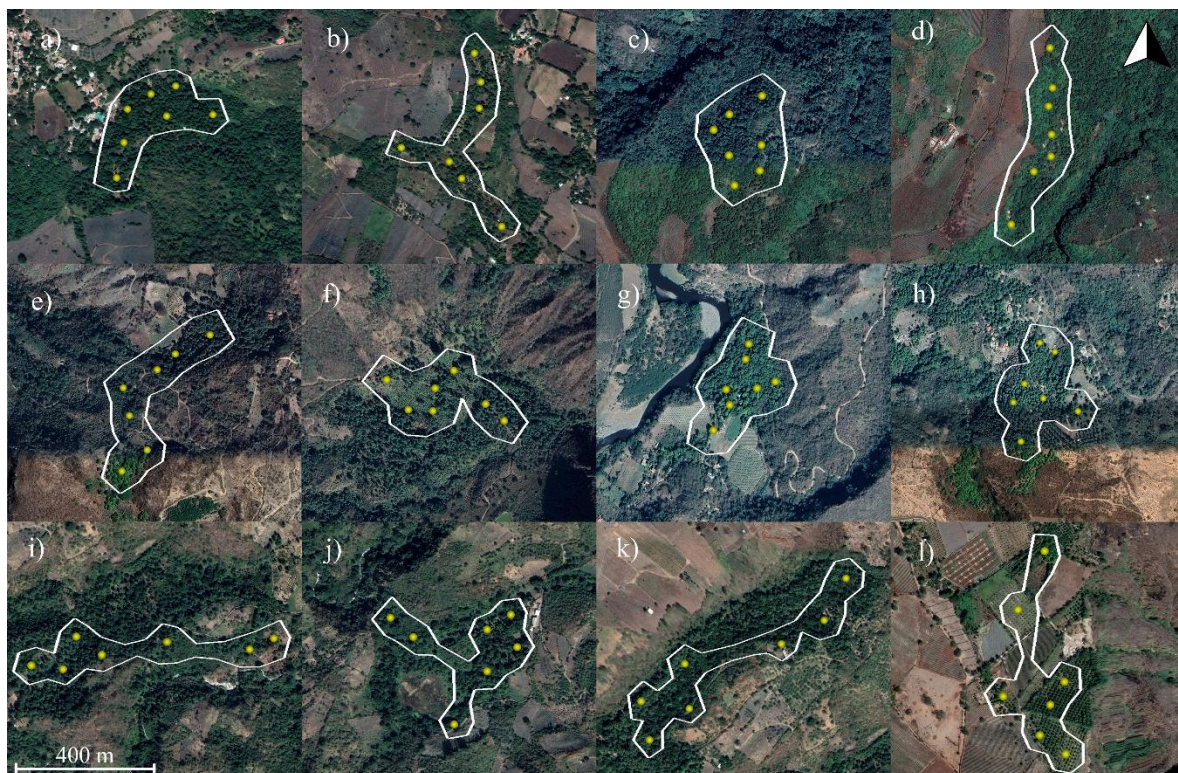
Tequila se ubica entre los paralelos 20°47' y 21°27' de latitud norte y los meridianos 103°30' y 104°04' de longitud oeste; a una altitud entre 500 y 2,900 m s. n. m. Predomina el clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano (A)Cw. El rango de temperatura va de 14 a 26 °C y la precipitación anual de 700 a 1,100 mm (García, 2004; IIEG, 2021b).



Estos municipios forman parte de una zona geográficamente llamada Barranca del río Santiago, donde la topografía es de manera irregular, presentándose desde pequeñas mesetas escalonadas, grandes laderas, hasta barrancos con pendientes que van de 4 al 40%; además, fuera de las áreas de cultivo, se desarrollan de manera natural el bosque tropical caducifolio y el bosque de encino. En el lugar, existen árboles de mango criollo, que tienen más de 90 años desde su establecimiento y que se han desarrollado con reducidos o nulos manejos agronómicos por lo que son de grandes dimensiones (Carrillo, 1997); el riego se hace por gravedad y se observa la inexistencia de marco de plantación, además, en algunos sitios, se encuentran establecidos junto a otros frutales como zapote mamey *Pouteria sapota* (Jacq.) Moore y Stearn, chirimoya *Annona longiflora* S.Watson, zapote blanco *Casimiroa watsonii* Engl. ex P. Wilson y plátano. En la región, el mango presenta su etapa de floración de septiembre a octubre, y para finales de marzo y principios de abril comienza la cosecha, extendiéndose hasta mayo y junio, periodo en donde el fruto es comercializado primero en mercados, y posteriormente sobre las vialidades.

### 3.2. Sistema de trampeo

Para conocer la densidad poblacional de moscas de la fruta, se colocaron 84 trampas tipo Multilure (Better World MFG Inc., Fresno, CA), distribuidas en doce localidades, cuatro por cada municipio (Figura 4).



**Figura 4. Distribución de trampas en predios de mango en diferentes localidades del municipio de Amatitán: (a) La Chome; (b) La Mata; (c) Tecuane uno; (d) Tecuane dos. San Cristóbal de la Barranca: (e) El potrero; (f) El Ahuate; (g) Sosocola; (h) El Escalón. Tequila: (i) La Toma; (j) San Antonio del Potrero; (k) El Paraíso; (l) San Martín de las Cañas.**

(Google Earth, 2022; IIEG, 2018).

Como atrayente se usó levadura de *Torula* (Pelmos, Promotora Agropecuaria Universal, SA CV, CDMX) con unas dosis de 5 pastillas por trampa, disueltas en 250 ml de agua. Todas las trampas se colocaron en las ramas bajas de árboles de mango, a una altura del suelo entre 2 y 3 metros, y se revisaron de manera semanal (Grupo Técnico de la Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta, 2017) durante cinco meses, de mayo a septiembre de 2021.

Para la revisión de las trampas, estas eran retiradas de las ramas de los árboles con ayuda de una extensión con gancho. Posteriormente se desarmaba la trampa, y se depositaba el contenido en un colador, en donde los insectos capturados eran limpiados con alcohol. Se inspeccionaba el material capturado, para colocar las moscas del género *Anastrepha* spp, en frascos de plástico con alcohol al 70%, respectivamente etiquetados. Las moscas fueron determinadas taxonómicamente en el laboratorio.

### 3.3. Determinación taxonómica de especies

Los ejemplares se determinaron utilizando el trabajo taxonómico de Hernández *et al.* (2010). Las moscas de la fruta capturadas fueron preservadas en alcohol al 70% y algunas de ellas montadas en alfileres entomológicos y colocadas en una serie de especies representadas por cada sexo y depositadas en la Colección Entomológica del Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Guadalajara (Guadalajara, México). Los especímenes adicionales están en alcohol, alojados en la misma colección. Los especímenes de referencia también se depositaron en la Colección de Insectos de Interés Agrícola, de la Agencia de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria de Jalisco (ASICA).

### 3.4. Manejo agronómico

La información sobre el manejo agronómico se recopiló a través de encuestas a los productores de la zona, y se complementó y verificó mediante visitas de campo. En todas las parcelas los productores utilizan Malathion como insecticida. Otras prácticas como el deshierbe, la poda o el uso de trampas matadoras (recipientes de plástico abiertos con mezclas de insecticida y azúcar), son menos empleadas. El manejo de residuos postcosecha no se realiza en ninguna parcela (Cuadro 3).

### **Cuadro 3. Descripción del manejo agronómico aplicado en el área de estudio por municipio y localidad.**

<b>Municipio</b>	<b>Localidad</b>	<b>Riego</b>	<b>Deshierbe</b>	<b>Fumigación</b>	<b>Poda</b>	<b>Trampas matadoras</b>
Amatitán	La Chome	MJS	MJ	MJ	S	-
	La Mata	MJS	MJ	MJ	S	-
	Tecuane 2	MJS	-	J	S	-
	Tecuane 1	MJS	M	MJ	S	-
San Cristóbal de la Barranca	El Ahuate	MJ	S	MJ	-	-
	El Escalón	MJXA	MJXA	MJX	MJ	-
	El Potrero	MJXA	MJXAS	MJX	-	-
	Sosocola	MJ	-	MJ	-	-
Tequila	El Paraíso	MJXAS		MJXA	-	MJXA
	La Toma	MJXA		MJXAS	M	MJXAS
	San Antonio del Potrero	MJXAS		MJXAS	-	MJXAS
	San Martín	MJXAS		MJXAS	MJXS	MJXAS

de las  
Cañas

---

Fuente: Elaboración propia con datos originales. M: Mayo, J: Junio, X: Julio, A: Agosto, S:  
Septiembre.

### 3.5. Información climatológica

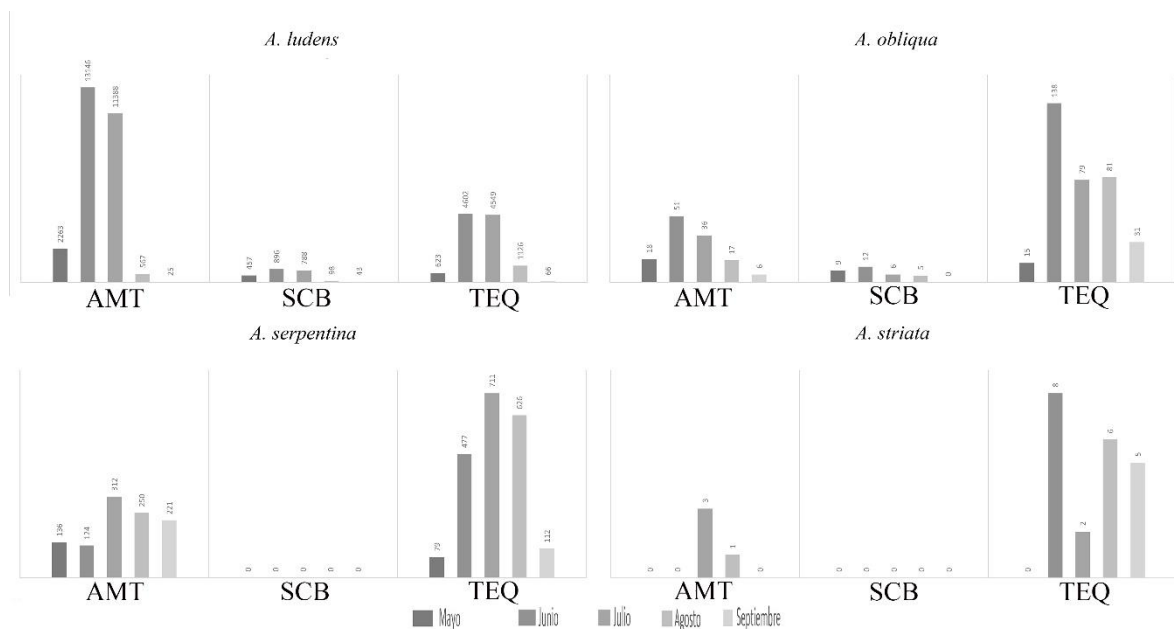
Los Dataloggers (Extech RHT10 Humidity and Temperature USB Datalogger, FLIR Systems, Inc., Nashua, NH, U.S.A.) registraron la temperatura en cada sitio, mientras que la información de precipitación se recabó de Weather Spark (<https://es.weatherspark.com/>). Para cada municipio, se recolectaron los datos históricos de las variables atmosféricas de 2006 a 2019 en el Servicio Meteorológico Nacional de México (SMN, s.f.) para reducir las posibles variaciones en las variables ambientales durante el período de muestreo.

### 3.6. Análisis estadístico

Para comparar la estructura de abundancia de cada especie de mosca de la fruta en la localidad de cada municipio y meses, se utilizó el análisis de varianza multivariante permutacional (PERMANOVA), una prueba no paramétrica que permite investigar modelos complejos que incluyen interacciones (Anderson, 2001; McArdle y Anderson, 2001). La variable respuesta fue la abundancia de especies de moscas de la fruta recolectadas en las parcelas de estudio. Se utilizó un análisis de componentes principales para reducir la variabilidad de los datos abióticos históricos a lo largo del tiempo. Y para explorar las relaciones entre las variables atmosféricas (precipitación y temperatura), altitud y variables agronómicas (manejo agronómico), y la abundancia de moscas en cada municipio a lo largo del tiempo se usó el Análisis de correlación canónica (ACC), propuesto por Anderson y Willis (2003). Este análisis se realizó con el paquete Vegan 2.2-1 (Oksanen *et al.*, 2019). Las distribuciones Kernel bivariadas, de la temperatura-precipitación cuando las capturas son positivas, se representan con valores de este índice positivos, y la interpretación es que cuanto mayor sea su valor, mayores serán las condiciones para que se presente la captura de moscas de la fruta. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa R v. 4.1.1 (R Core Team, 2021).

#### IV. RESULTADOS

Durante los cinco meses que duró el estudio, se capturaron 44,214 individuos de mosca de la fruta, de las cuales el 91.91 % fueron *A. ludens*, 6.89 % *A. serpentina*, 1.14 % *A. obliqua* y 0.06 % *A. striata*. La mayor concentración de moscas capturadas de la especie *A. ludens* se encontró en Amatitán, mientras que *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata* tuvieron una mayor presencia en Tequila (Figura 5).



**Figura 5. Total de individuos capturados por municipio y por mes de *Anastrepha ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata*.**

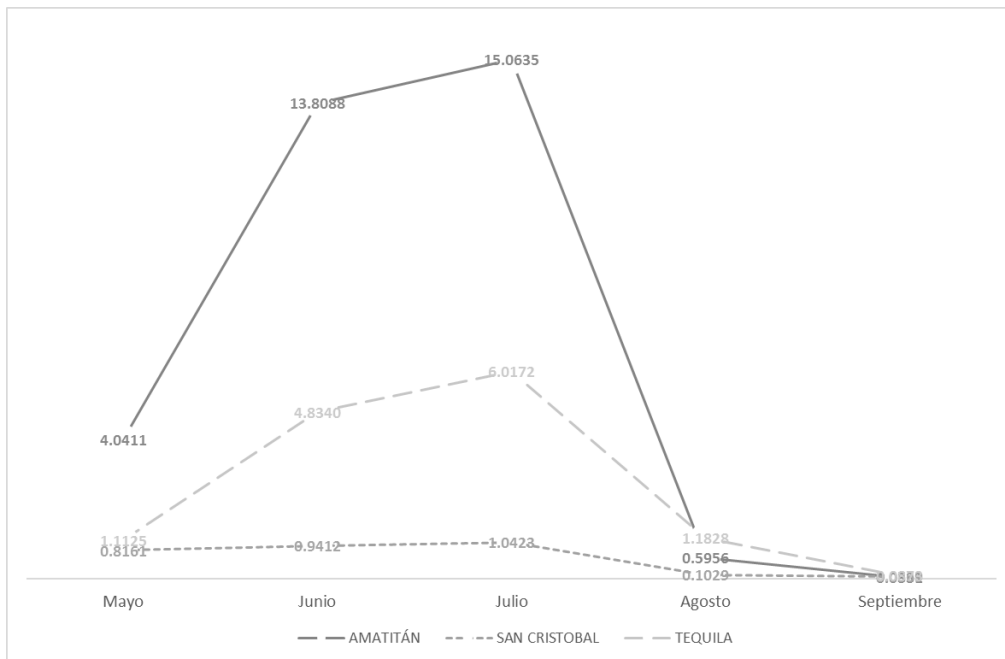
(Elaboración propia con datos originales). AMT: Amatitán; SCB: San Cristóbal de la Barranca; TEQ: Tequila.

*A. ludens* y *A. obliqua*, consideradas de importancia para el cultivo de mango, se ubicaron en primer y tercer lugar respectivamente, en cuanto al total de capturas; en los tres municipios, los meses de junio y julio fueron los que contaron con un número mayor de individuos capturados de *A. ludens*, coincidiendo con la etapa de postcosecha, donde hay gran presencia de frutos caídos al suelo; las capturas de *A. obliqua* se concentraron en el mes de junio, igualmente en la postcosecha. La menor abundancia de las dos especies de mosca en todos

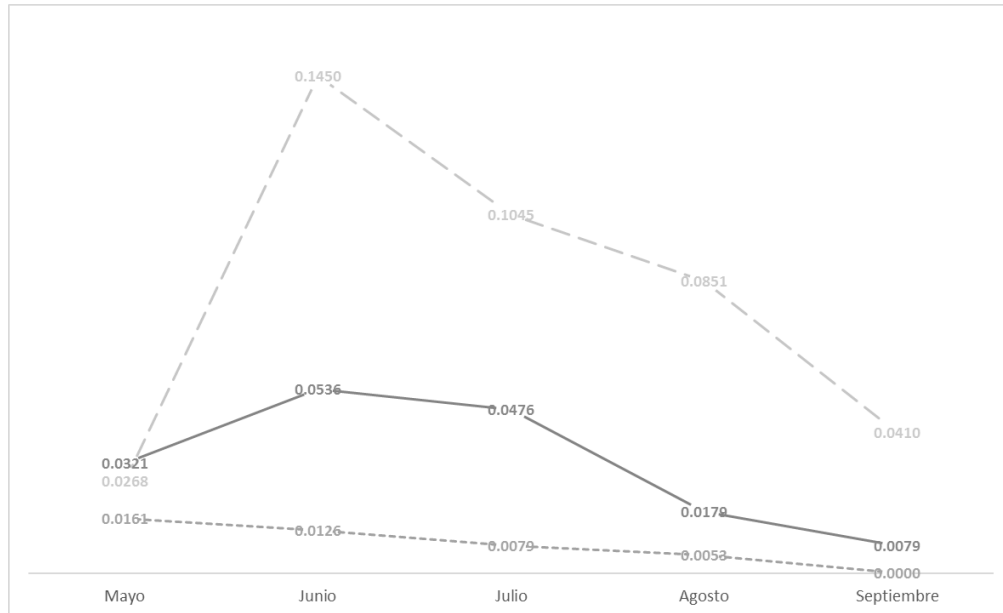
los municipios fue en septiembre en la etapa de prefloración. *A. serpentina* fue la segunda especie con mayor abundancia en las trampas, debido a que, en algunos de los predios con mango, también se encontraban establecidos arboles de zapote mamey.

El índice MTD de *A. ludens* en los tres municipios, se mantuvo por arriba de 0.0100, por lo que se consideran zonas de alta prevalencia de esta plaga (DOF, 1995). En julio se presentó el nivel más alto del índice MTD en Amatitán con un valor de 15.0635, en Tequila de 6.0172 y en San Cristóbal de la Barranca de 1.0423. Mientras que septiembre fue el mes con el menor índice para los tres municipios (Tequila: 0.0886, San Cristóbal de la Barranca: 0.0569 y Amatitán: 0.0331). Respecto al índice MTD de *A. obliqua*, los valores más altos (>0.0100), se presentaron en junio en Amatitán (0.0536) y Tequila (0.0.1450); y en mayo en San Cristóbal de la Barranca (0.0161). Durante septiembre se tuvo el menor índice para los tres municipios (0.0410; 0.0079 y 0.0000), respectivamente (Figura 6).

a)



b)



**Figura 6. MTD de a) *A. ludens* y b) *A. obliqua*.**

(Elaboración propia con datos originales).

Las diferencias entre la abundancia de *A. ludens* entre cada municipio a lo largo del tiempo es altamente significativa (Cuadro 4; P-valor = 0.0004). En el municipio de Amatitán en los meses de junio y julio se capturaron el 60.37% del total (24,534 individuos), por el contrario, en Tequila se capturaron 10,966 individuos durante los cinco meses, apenas el 26.99% del total de *A. ludens*; y en San Cristóbal de la Barranca se capturaron 2,282 ejemplares de *A. ludens*, 5.62% del total. Para el caso de *A. obliqua*, se muestran diferencias significativas en la abundancia para cada municipio (Cuadro 4; P-valor= 0.0001) así como entre meses (Cuadro 4; P-valor= 0.0008); sin embargo, no se muestran diferencias significativas entre la interacción de estas (Cuadro 4; P-valor= 0.1354). Al término de los cinco meses, la mayor captura de *A. obliqua* fue en Tequila, con 344 individuos (68.25% del total), siendo junio del mismo municipio el mes con mayor concentración de individuos capturados (138). En Amatitán se capturaron 128 individuos de *A. obliqua* y en San Cristóbal de la Barranca 32 individuos.

**Cuadro 4. PERMANOVA. Análisis de las abundancias de *A. ludens* y *A. obliqua* capturadas en trampas en Jalisco, México.**



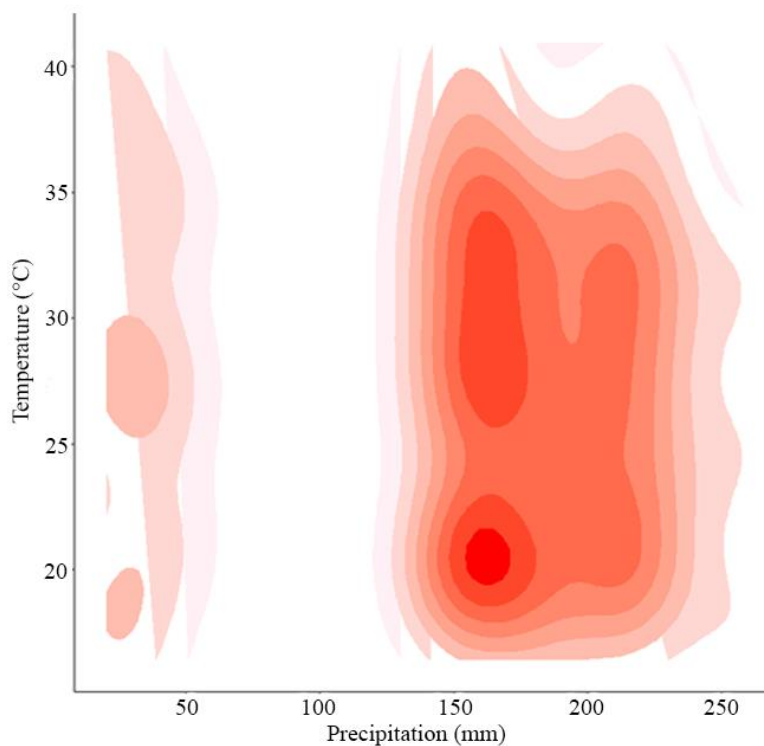
---

<b>Abundancia</b>	<b>A.</b>				
<i>ludens</i>					
<b>Municipio</b>	2	1.4355	0.71774	6.8660	0.0002 ***
<b>Localidad</b>	3	0.4415	0.14717	1.4079	0.1902
<b>Meses</b>	4	6.4458	1.61144	15.4153	0.0001 ***
<b>Municipio:Localidad</b>	6	0.8820	0.14701	1.4063	0.1487
<b>Municipio:Meses</b>	8	2.3258	0.29072	2.7811	0.0004 ***
<b>Localidad:Meses</b>	12	2.0335	0.16946	1.6211	0.0379 *
<b>Residual</b>	24	2.5089	0.10454		
<b>Total</b>	59	16.073			
<hr/>					
<b>Abundancia</b>	<b>A.</b>				
<i>obliqua</i>					
<b>Municipio</b>	2	2.4552	1.22760	13.3883	0.0001***
<b>Localidad</b>	3	0.4220	0.14067	1.5342	0.1978
<b>Meses</b>	4	1.7458	0.43644	4.7599	0.0008***
<b>Municipio:Localidad</b>	6	0.9781	0.16301	1.7779	0.0912
<b>Municipio:Meses</b>	8	1.1286	0.14108	1.5386	0.1354
<b>Localidad:Meses</b>	12	1.7626	0.14688	1.6019	0.0944
<b>Residual</b>	24	2.2006	0.09169		
<b>Total</b>	59	10.6929			

---

Fuente: Elaboración propia con datos originales.

En el área de estudio la mayor incidencia de la mosca de la fruta se presentó a una temperatura entre 20.1 a 34.8 °C y una precipitación entre 150.8 y 182.45 mm (Figura 7).

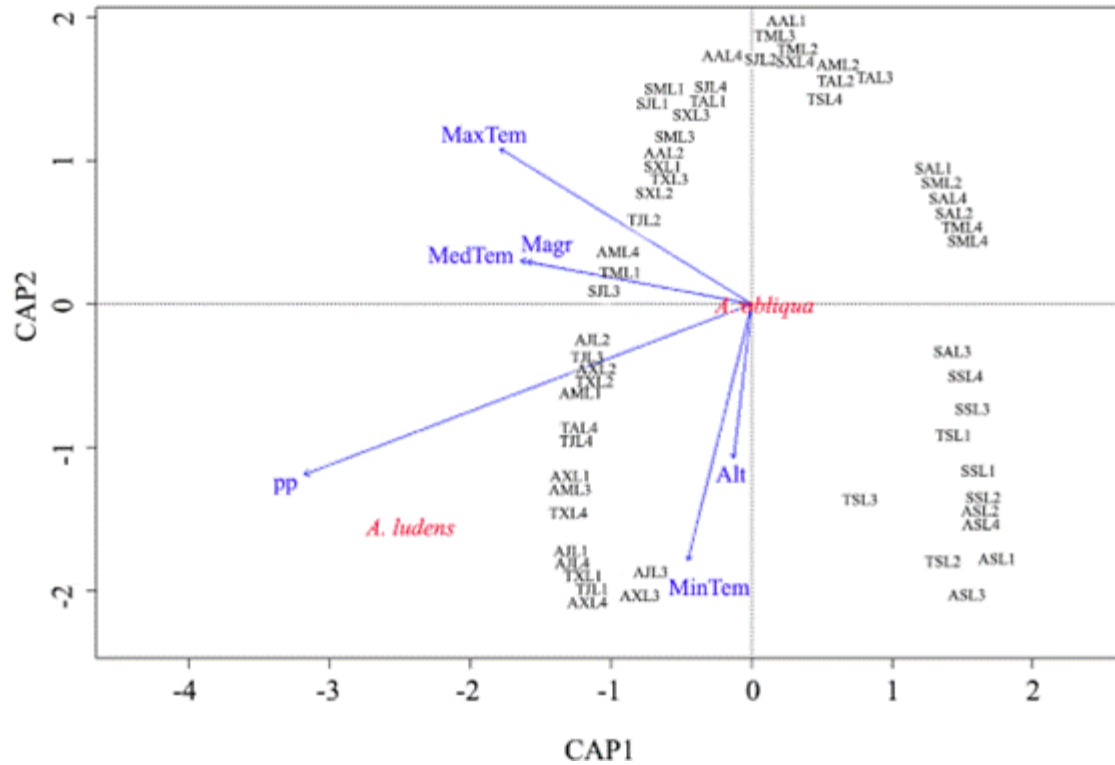


**Figura 7. Distribuciones Kernel bivariadas compuestas de temperatura y precipitación de *Anastrepha ludens* en el área de estudio.**

\*La intensidad del color indica la densidad de captura.

(Elaboración propia con datos del SMN, s.f. y datos originales).

El modelo es altamente significativo (P-valor= 0.001) para el análisis de los datos obtenidos. El ACC muestra una alta correlación entre la temperatura mínima (P-valor= 0.001) y la precipitación (P-valor= 0.001), con la abundancia de *A. ludens* registradas durante los meses de junio y julio en las localidades de Amatitán (24,534) y Tequila (9,151), que corresponden a los meses con mayor captura de la especie. El manejo agronómico, la temperatura media y la temperatura máxima, muestran cierta tendencia con la abundancia de la plaga en junio y julio en las localidades del municipio de San Cristóbal de la Barranca, no obstante, las correlaciones no son significativas (P-valor= 0.397; 0.089; 0.168) (Figura 8).



**Figura 8. Gráfico del análisis de correlación canónica de la abundancia de *Anastrepha ludens* y *A. obliqua*.**

\*La primera letra indica la inicial del municipio: A, Amatitán; S, San Cristóbal de la Barranca; T, Tequila. La segunda letra indica el mes y estado fenológico: M: Mayo (fructificación); J: Junio (fructificación); X: Julio (Crecimiento vegetativo -con abundante presencia de frutos recién caídos en el suelo-); A: Agosto (Crecimiento vegetativo -con presencia de frutos caídos al suelo completamente descompuestos y secos-); S: Septiembre (Pre-floración). 95 % del nivel de confianza (Elaboración propia con datos originales).

## V. DISCUSIÓN

Se ha documentado que *A. obliqua* tiene una marcada preferencia por las especies vegetales nativas de la familia Anacardiaceae (a la que pertenece el mango) y que *A. ludens* se le ubica infestando principalmente especies de la familia Rutaceae (donde se encuentra a los cítricos) (Hernández, 2007); sin embargo, la abundancia de *A. ludens* (40,637 individuos) en esta investigación, es considerablemente mayor a la que presentó *A. obliqua* (504), y que difiere con lo presentado en otros estudios realizados en México, por ejemplo Aluja *et al.* (1996) en la región Soconusco (0-250 msnm) estado de Chiapas tuvo una captura de 66.14% para *A. obliqua* y 30.41% para *A. ludens*. También en Martínez *et al.* (2004) en huertas de zapote mamey, en Jalpa de Méndez, Tabasco, México, a una altura de 10 msnm encontró esta relación al capturar 1,049 especímenes de *Anastrepha obliqua* en contraste de 58 especímenes de *A. ludens* y Rodríguez, (2017) en Atoyac de Álvarez, Guerrero ubicado a una altitud de 40 msnm tuvo una captura de sólo 4 individuos de *A. ludens* en comparación a 418 de *A. obliqua*. Esto sucede posiblemente porque *A. ludens* presentó una condición mayoritariamente polífaga en el área de estudio, y puede presentarse en otros frutos hospedantes del área de estudio (*P. sapota*, *A. longiflora* y *C. watsonii*) además, las altitudes de las localidades muestreadas oscilaron entre, 834-1,166 msnm, debido a que, una mayor abundancia de *A. obliqua* se ha asociado a altitudes bajas (0-250 msnm) mientras que *A. ludens* a altitudes elevadas (>500 msnm) en Chiapas y Oaxaca (Aluja *et al.*, 1996; Antonio, 2019; Hernández, 2007). Esto coincide con lo reportado por Aluja *et al.* (1990) quien realizó un estudio en Mazapa de Madero (1,040 msnm), estado de Chiapas; y tuvo un porcentaje de captura de 65.2% para *A. ludens* y 30.1% para *A. obliqua*. También Montoya *et al.* (2014), encontraron una mayor proporción de *A. ludens* que de *A. obliqua* en mango en Hoyo del Aire, Taretan, en el estado de Michoacán, México, ubicada a una altitud de 900 msnm Mientras que Rodríguez (2017) en Tetipac, estado de Guerrero, a una altitud de 1,660 msnm tuvo una abundancia de 448 *A. ludens* y 326 *A. obliqua*.

Respecto al índice MTD, aún en el mes en que se presentaron menos capturas de *A. ludens*, este siempre permaneció por arriba de 0.0100, por lo que la categoría a la que pertenecen los tres municipios es de alta prevalencia; y en comparación a los valores del índice MTD

reportados en otros trabajos, 0.2500 en junio en mango (Tucuch *et al.*, 2008), 0.5-1.6 entre abril y junio en mango (Montoya *et al.*, 2014), 0.6726 en marzo en cítricos (Vanoye *et al.*, 2015), los obtenidos en el presente trabajo son muy elevados. En el caso de *A. obliqua*, en Amatitán (0.079 septiembre) y en San Cristóbal de la Barranca (0.0079 Julio; 0.0053 Agosto; 0.0000 Septiembre) se encontraron valores correspondientes a una baja ( $<0.0100$ ) e incluso nula prevalencia (0.0000), sin embargo, aunque los números de capturas bajen, o incluso que la plaga no sea detectada cuando el fruto no está disponible, no se debe suponer que las acciones para su control han sido efectivas, debido a que la plaga tiene la tendencia a entrar y salir de las huertas, en busca de hospederos alternativos para su alimentación (Aluja *et al.*, 1996; Celedonio *et al.*, 1995).

La correlación encontrada entre la precipitación (P-valor= 0.001) y la abundancia de *A. ludens* es positiva, presentándose un aumento en las capturas de *A. ludens*, al mismo tiempo que se establece el periodo de lluvias en la zona. Esto coincide con Tucuch *et al.* (2008) en Campeche, México, en cultivos de mango, quien encontró una correlación altamente positiva entre la precipitación y las poblaciones de *A. ludens* al coincidir las altas poblaciones de ésta, con la época de mayor precipitación en la región; Aluja *et al.* (2012), en Martínez de la Torre y Apazapan, en el estado de Veracruz, reportó que la precipitación tiene un efecto retardado en las tasas de población de *A. ludens*, concluyendo que cuando la diferencia estacional de precipitaciones es máxima la tasa de variación de la población debe disminuir. Igualmente, Conde *et al.* (2018), encontraron que la precipitación es la principal covariable que influye en la fluctuación poblacional del complejo *Anastrepha* spp. en Caranavi, Bolivia, mostrando una correlación positiva, mientras que Vanoye *et al.* (2019) reportaron en Santa Engracia, estado de Tamaulipas, México, la precipitación influye en la dinámica poblacional de hembras de *A. ludens* en campo al beneficiar su supervivencia a las altas temperaturas.

La temperatura mínima presentó una correlación significativa (P-value= 0.001) con la abundancia de *A. ludens*, coincidiendo con lo informado por Vanoye *et al.* (2017) en Miquihuana y Bustamante (Tamaulipas, México), quienes encontraron una correlación positiva, débil pero significativa entre la temperatura mínima y la captura de *Anastrepha* spp.; sin embargo, mencionan que, en términos prácticos, no representa una relación funcional, y la falta de capturas en los meses más fríos está relacionada con la ausencia de alimento, como

también se presenta en nuestros resultados, en los que se presenta la menor abundancia. en la etapa fenológica de prefloración (en septiembre) donde no hay frutos (mango). Se sabe que existe una relación directa entre la madurez del mango y su sensibilidad a las bajas temperaturas, lo que también podría influir indirectamente en el desarrollo de las moscas de la fruta (CONASPROMANGO, 2012; SADER, 2014).

No obstante, se debe entender que aunque se encuentre una correlación, esta no representa necesariamente una relación causa-efecto (Celedonio *et al.*, 1995) y que debe interpretarse de acuerdo a la biología de las moscas y las condiciones de campo; una escasez de lluvia, puede causar que las pupas en el suelo se dessequen o que los adultos mueran por la escasez de alimento, en contraste, precipitaciones extremas pueden afectar la calidad del alimento de moscas de la fruta adultas, disminuyendo su fecundidad y longevidad (Aluja, 1994; Hendrichs *et al.* 1991, 1993; citado por Celedonio *et al.*, 1995), o afectar la sobrevivencia de pupas por ahogamiento (McPhail y Bliss 1933; Baker *et al.* 1944 citado por Celedonio *et al.*, 1995; Montoya *et al.*, 2008). Los resultados obtenidos contrastan con lo anteriormente expuesto, porque el muestreo de esta investigación se realizó en los periodos de cosecha e inicios de postcosecha -en los cuales el alimento era abundante- dando aún más relevancia a las relaciones inferidas entre las variables climáticas (precipitación y temperaturas bajas) con la abundancia de las moscas de la fruta.

Los presentes resultados también difieren a los obtenidos por Celedonio *et al.* (1995) y Aluja *et al.* (1996) en la región Soconusco, en el estado Chiapas, México; Martínez *et al.* (2004) en Jalpa de Méndez, en el estado de Tabasco, México; y a los de Altafin *et al.* (2019) en Pindorama, São Paulo, Brasil, quienes mencionan que no encontraron una correlación significativa entre las variables climáticas y los individuos colectados de mosca de la fruta. Esta diferencia puede presentarse porque en las zonas tropicales donde se realizaron dichos estudios, las variables climáticas entre otros factores son diferentes, destacando entre ellas la precipitación la cual es mayor a 1,500 mm anuales, en comparación de la media máxima en el área de estudio que no superó 1,100 mm.

En cuanto al manejo agronómico, no se encontró una correlación significativa con la abundancia de *Anastrepha* (P-valor= 0.397) y es que cualquier esfuerzo local será ineficaz y tenderá a fomentar la resistencia a los insecticidas, esto debido a que, la disminución en las

poblaciones de *A. ludens* a causa de las aplicaciones de insecticidas, son rápidamente contrarrestadas por individuos presentes en los huertos vecinos o en la vegetación nativa (Aluja *et al.*, 2012); por lo que los esfuerzos al control de esta plaga se deben encaminar a un manejo integral de plagas en todos los predios de mango.

También es importante mencionar la relación existente entre la abundancia de *Anastrepha* spp. y la fenología del cultivo, se observó que las mayores capturas del insecto coincidieron con la maduración del mango, hecho que ya había sido reportado por otros autores (Celedonio *et al.*, 1995; Tucuch *et al.*, 2008; Vanoye *et al.*, 2017).

Finalmente, los resultados de esta investigación pueden ser utilizados como referencia para futuros estudios en México. Asimismo, considerando las fechas de mayor incidencia de la plaga, las condiciones climáticas, la altitud y la fenología del mango son importantes para entender el comportamiento de las moscas de la fruta, estos resultados pueden ser utilizados como base para la toma de decisiones en el manejo integrado de la mosca de la fruta en plantaciones de mango barranqueño, en el estado de Jalisco.

## VI. CONCLUSIONES

Aunque *Anastrepha ludens* y *Anastrepha obliqua* comparten como hospedero al mango, y ambas son especies polífagas, la dominancia en cuanto a abundancia de una u otra depende de la altitud de los sitios de interés; así, en regiones con bajas altitudes sobre el nivel del mar habrá mayor abundancia de *A. obliqua*, mientras que en sitios con mayores altitudes, como las condiciones presentes en los municipios de Amatitán, San Cristóbal de la Barraca y Tequila, se encontrará en mayor proporción a *A. ludens*.

Los factores agroclimáticos evaluados en este estudio no muestran una clara relación causa-efecto con la abundancia de *Anastrepha ludens*, aun cuando sí existe una correlación positiva entre los factores precipitación y temperatura mínima.

Esta investigación se puede tomar como referencia para futuras investigaciones sobre mosca de la fruta en la región, y los datos de abundancia pueden ser usados como complemento a estudios de mayor duración. También se pueden usar al momento de toma de decisiones para un manejo integrado de esta plaga, al considerar los meses con mayor abundancia de la plaga, y las condiciones climáticas que predominaban durante los meses de captura.



## VII. REFERENCIAS

1. Altafin, G.J., Doniseti, M.M., Bernardes, S.M.B., Mello, M.A.L., Herman, F.I. 2019. Population fluctuation of fruit fly *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in guava (*Psidium guajava* L.) accesses produced in organic system. *Acta Agronómica*, 68(1): 9-15.
2. Aluja, M., Celedonio, H.H., Liedo, P., Cabrera, M., Castillo, F., Guillen, J., Rios, E. 1996. Seasonal population fluctuations and ecological implications for management of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial mango orchards in Southern Mexico. *Journal of Economic Entomology*, 89(3): 654–667.
3. Aluja, M., Guillen, J., Liedo, P., Cabrera, M., Rios, E., de la Rosa, G., Celedonio, H., Mota, D. 1990. Fruit Infesting Tephritids [Dipt.: Tephritidae] and associated parasitoids in Chiapas, México. *Entomophaga*, 35(1): 39–48.
4. Aluja, M., Ordano, M., Guillen, 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.
5. Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26(1): 32–46.
6. Anderson, M.J., Willis, T.J. 2003. Canonical analysis of principal coordinates: an ecologically meaningful approach for constrained ordination. *Ecology*, 84(2): 511–525.
7. Antonio, H.E. 2019. Diversidad de moscas de la fruta del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Sustentabilidad Turismo y Educación*: 1–23. En Niño, N., Valencia, M., García, M. (Dir.) *Sustentabilidad, Turismo y Educación*. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Guerrero, 2019.
8. Arellano, A.F. 1976. Cultivo del mango en el estado de Jalisco. [Tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara]. Repositorio Institucional-Centro universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.

9. Carrillo, T.J. 1997. Sistemas de producción de la comunidad de Ixcatan en el mpio. de Zapopan. [Tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara]. Repositorio Institucional-Centro universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.
10. Celedonio, H.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.
11. Chávez, C.X., Vega, P.A., Tapia, V.L.M., Miranda, S.M.A. 2001. Mango su manejo y producción en el trópico seco de México. Libro Técnico Núm. 1. Campo Experimental Valle de Apatzingán CIRPAC (1ª ed.) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.
12. CNUCED (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo) 2016. Mango Perfil de INFOCOMM. En: [https://unctad.org/system/files/official-document/INFOCOMM\\_cp07\\_Mango\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/INFOCOMM_cp07_Mango_en.pdf). Fecha de consulta el 10 de enero de 2022.
13. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) y SEMADET (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial). 2017. La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. Volumen I. En: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/13253.pdf>. Fecha de consulta el 10 de enero de 2022.
14. CONASPROMANGO (Comité Nacional Sistema Producto Mango). 2012. Plan Rector Nacional de Sistema Producto Mango. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación en la República Mexicana. En: <https://sursureste.org.mx/wp-content/uploads/2022/08/Plan-Rector-del-Sistema-Producto-Mango-2012.pdf>. Fecha de consulta el 03 de enero de 2022.
15. Conde, B.E.A., Loza, M.M.G., Asturizaga, A.L.B., Ugarte, A.D., Jiménez, E.R. 2018. Modelo de fluctuación poblacional de moscas de la fruta *Ceratitis capitata* (Wiedemann 1824) y *Anastrepha* spp (Díptera: Tephritidae) en dos rutas en el municipio de Caranavi, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 9(1): 3–24.

16. DOF (Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos). 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-023-FITO-1995., Por la que se establece la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta. En: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4880782&fecha=06/09/1995](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4880782&fecha=06/09/1995). Fecha de consulta el 28 de diciembre de 2021.
17. García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (5th ed.) Universidad Nacional Autónoma de México.
18. Grupo Técnico de la Dirección del Programa Nacional de Moscas de la Fruta. 2017. Manual técnico para las operaciones de campo de la campaña nacional contra moscas de la fruta. Sección I: Trampeo y muestreo de frutos. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. En: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/262603/MT\\_Operaciones\\_de\\_campo\\_CNMF\\_Seccion\\_I\\_TyM.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/262603/MT_Operaciones_de_campo_CNMF_Seccion_I_TyM.pdf). Fecha de consulta el 1 de febrero de 2022.
19. Hernández, O.V. 1990. Revisión del Género *Anastrepha* Schiner en México (Diptera: Tephritidae). [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de la Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información.
20. Hernández, O.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: 53–76. S y G Editores.
21. Hernández, O.V., Guillén, A.J., 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: 49–80. S y G Editores.
22. IIEG (Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco). 2018 Mapa general de Jalisco 2012 modificado por Decreto 26837, límite municipal. shp. Datos Abiertos - Jalisco. En: <https://datos.jalisco.gob.mx/dataset/mapa-general-de-jalisco-limite-municipal-administrar/resource/cb155373-931d-412e-abe8>. Fecha de consulta el 03 de febrero de 2022.

23. IIEG (Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco). 2019. Amatitán diagnóstico del municipio agosto 2019. En: <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2019/09/Amatitan.pdf>. Fecha de consulta el 03 de febrero de 2022.
24. IIEG (Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco). 2021a. San Cristóbal de la Barranca Diagnóstico municipal Agosto 2021. En: <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2021/10/San-Cristobal-de-la-Barranca-1.pdf>. Fecha de consulta el 03 de febrero de 2022.
25. IIEG (Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco). 2021b. Tequila Diagnóstico del municipio Agosto 2021. En: <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2021/10/Tequila.pdf>. Fecha de consulta el 03 de febrero de 2022.
26. Isiordia, A.N., Robles, B.A., Cambero, C.O. J., Diaz, H.M., Gonzalez, C.L., Flores, C.R.J. 2017. Biological control of *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) through augmentative releases of *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera; Braconidae) in fruit-producing marginal areas of Northern Nayarit, Mexico. African Journal of Agricultural Research, 12(47): 3331–3338.
27. Martínez, M.A., Alia, T.I., Hernández, H.L.U., López, M.V. 2004. Capturas de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en zapote mamey en Tabasco, México. Investigación Agropecuaria, 2: 32–36.
28. McArdle, B.H., Anderson, M.J. 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. Ecology, 82(1): 290–297.
29. Montoya, A.G., Figueroa, D.L.R.J.I., Hernández, A.L., Chavarrieta, Y.J.M., Méndez G., I. R., Martínez, C.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.
30. Montoya, P., Flores, S., Toledo, J. 2008. Effect of rainfall and soil moisture on survival of adults and immature stages of *Anastrepha ludens* and *A. obliqua* (Diptera: Tephritidae) under semi-field conditions. Florida Entomologist, 91(4): 643–650.
31. Oksanen, J., Guillaume, B.F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., Mcglinn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H.,

- Szoecs, E., Wagner, H. 2019. Vegan. Encyclopedia of Food and Agricultural Ethics: 2395–2396.
32. Pat, F.V.G., Caamal, C.I., Caamal, P.Z.H. 2017. Comportamiento y competitividad del mango de México en el mercado mundial: 77–92. En Pérez, F., Figueroa, E., Godínez, L., Salazar, R. (eds.) Ciencias Sociales: Economía y Humanidades. Handbook T-III.-©ECORFAN, Texcoco de Mora, México, 2017.
33. R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. En: <https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/>. Fecha de consulta el 23 enero de 2022.
34. Rodríguez, R.S.E. 2017. Diversidad y fluctuación poblacional de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en Guerrero, México. [Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados]. Repositorio Institucional.
35. SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). 2014. Catálogo de plantas frutales. Mango. En: <https://sader.jalisco.gob.mx/catalogo-plantas/mango>. Fecha de consulta el 9 de enero de 2022.
36. SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2020. Moscas nativas de la fruta. Gobierno de México. En: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/moscas-nativas-de-la-fruta-110869>. Fecha de consulta el 3 de enero de 2022.
37. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2021. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. En: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta el 27 de diciembre de 2021.
38. SMN (Servicio Meteorológico Nacional). s.f. Información Climatológica por estado. En: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=jal>. Fecha de consulta el 29 de diciembre de 2021.
39. Tucuch, C.F.M., Chi, Q.G., Orona, C.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.

40. Vanoye, E.V., Barrientos, L.L., Pérez, C.R., Gaona, G.G., Lara, V.M. 2015. Population Dynamics of *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) on Citrus Areas in Southern Tamaulipas, Mexico. *Neotropical Entomology*, 44(6): 565–573.
41. Vanoye, E.V., Mora, O.A., Gaona, G.G., Reyes, Z.F., Rocandio, R.M. 2017. Mexican Fruit Fly Populations in the Semi-Arid Highlands of the Sierra Madre Oriental in Northeastern Mexico. *Neotropical Entomology*, 46(4): 380–387.
42. Vanoye, E.V., Vázquez, S.M.D.L.L., Rosas, M.M., Vera, A., Cortés, H.D.E., Rocandio, R.M. 2019. Analysis of temporal fluctuations in numbers of sexually mature *Anastrepha ludens* females over an extensive citrus area in northeastern Mexico. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 167(6): 517–525.