

MOSCAS DE LA FRUTA (DIPTERA: TEPHRITIDAE) Y SUS HOSPEDEROS EN EL ÁREA DEL CARRIZAL-CHONE, MANABÍ

FRUIT FLIES (DIPTERA: TEPHRITIDAE) AND THEIR HOSTS IN THE CARRIZAL-CHONE AREA, MANABI

Milton Alejandro Bermúdez-Vera¹, Osvaldo Alberto Fosado-Tellez², Ernesto Gonzalo Cañarte-Bermúdez³

¹Maestría de Producción Agrícola Sostenible, Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí Portoviejo-Ecuador

²Instituto de Posgrado y Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí Portoviejo-Ecuador

³Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Portoviejo-Ecuador

Email: milton-agricola@hotmail.es

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
20/04/2020

Aceptado:
29/06/2020

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista
ESPAMCIENCIA
11(1):1-11

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i1.204

Resumen

El sistema Carrizal-Chone representa el proyecto hídrico más importante de Manabí, Ecuador, donde existen huertos, compuestos por frutales, que son afectados por “moscas de la fruta”, reportadas como las principales plagas de cultivos hortofrutícolas en el mundo. Esta investigación tuvo como objetivo auxiliar el conocimiento de esta plaga, a través de la detección de la presencia de las principales especies de “moscas de la fruta”, asociadas a la diversidad de frutales presentes en el área del sistema de riego Carrizal-Chone en Manabí. Se implementaron dos rutas de monitoreo en el área de estudio, evaluando 24 trampas caseras, utilizando como atrayente extracto fermentado de maracuyá. Las trampas fueron recolectadas cada 15 días, recuperando las “moscas de la fruta” en frascos con alcohol y reponiendo en cada fecha el atrayente. Paralelamente, fueron recolectados frutos con evidencia de la plaga. Las muestras fueron procesadas en los laboratorios de Entomología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí y del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. A partir de los datos, se obtuvo la identificación de especies, hospederos, distribución, dinámica poblacional e índice Mosca por Trampa por Día (MTD). Se identificaron seis especies, de las cuales *Anastrepha fraterculus* y *Anastrepha obliqua* son las de más amplia distribución. Los frutos más frecuentes fueron: guayaba, ovo, mango, arazá, zapote, fruta china, y mamey colorado. Se determinó que la disponibilidad y abundancia de frutas hospederas y especies nativas, son factores importantes que influyen sobre la fluctuación y temporalidad de las poblaciones de las “moscas de la fruta”.

Palabras clave: *Anastrepha*, *Ceratitis capitata*, distribución, fluctuación poblacional, trampas caseras.

Abstract

The Carrizal-Chone system represents the most important water project of Manabí, Ecuador where there are gardens consisting of fruit trees, which are affected by “fruit flies” (Diptera: Tephritidae), reported as the main pests of fruit and vegetable crops in the world. The research aimed to identify the fruit flies species, hosts, and their geographical distribution in the area of influence of the Carrizal-Chone water system. Two monitoring routes were implemented in the studying area, 24 home-made traps were evaluated, using passion fruit fermented extract as a bait. Traps were collected every fifteen days, preserving the “fruit flies” in a jar with alcohol and changing the bait at a time. Simultaneously, fruits with flies evidence were collected. Samples were processed in the entomology laboratories of the Agricultural Polytechnic of Manabí and the National Institute of Agricultural Research. From the data, it was possible to identify species, hosts, distribution, population dynamics, and index fly per trap per day (MTD). Six species were identified of which *Anastrepha fraterculus* y *Anastrepha obliqua* belong to the widest distribution. The fruits collected were guava, mombin, mango, araza, sapote, star fruit, and mamey sapote. It was determined that availability and plenty of fruit hosts and native species are important factors that influence the fluctuation and temporality of “fruit flies” populations.

Keywords: *Anastrepha*, *Ceratitis capitata*, distribution, population fluctuation, home-made traps

INTRODUCCIÓN

El Carrizal-Chone, representa el sistema de riego de mayor envergadura en la provincia de Manabí-Ecuador, irrigando 13 268 ha, en los cantones de Bolívar, Chone, Tosagua y Junín (SENAGUA, 2017), donde se aprecian huertos frutales mixtos de subsistencias de pequeños y medianos productores de mango (*Mangifera indica*), limón (*Citrus x aurantifolia*), mandarina (*Citrus reticulata*), naranja (*Citrus x sinensis*), toronja (*Citrus x paradise*), papaya (*Carica papaya*), caimito (*Chrysophyllum cainito*), mamey serrano (*Mammea americana*), zapote (*Quararibea cordata*), cereza (*Prunus cerasus*), guayaba (*Psidium guajava*), guanábana (*Annona muricata*), chirimoya (*Annona cherimola*), aguacate (*Persea americana*), ovo (*Spondias* sp.), anona (*Annona reticulata*), pechiche (*Vitex cymosa*) entre otros, manejados con poca o nula tecnología. Estos frutales, son parte de varios sistemas de producción de cultivos de importancia económica para el país, como cacao, café y cítricos. En estas condiciones, estos frutales quedan expuestos a una diversidad de problemas fitosanitarios, entre ellos, un complejo de “moscas de la fruta” (MF), de los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis* (Diptera: Tephritidae), que constituyen una de sus principales plagas (González et al., 2011).

La familia Tephritidae es considerada una de las plagas de mayor impacto económico en la producción mundial de cultivos hortofrutícolas (Kuzina et al., 2001), siendo muy destructivas en una diversidad de cultivo de flores, verduras, frutas caducifolia, subtropicales y tropicales (Gómez-Cendra et al., 2011), como manzanas *Malus domestica*, melocotón *Prunus persica* L. (Rosaceae), pera *Pyrus communis*, cítricos *Citrus* spp., mango *Mangifera indica* (Kuzina et al., 2001; Thomas et al., 2001; Vargas et al., 2008; Li et al., 2011; Vargas et al., 2012; Godefroid et al., 2015; Qin et al., 2015; Faria et al., 2018), moras *Rubus glaucus* (Rosaceae) (Aluja et al., 2003a), comprometiendo a países productores, por el alto costo de inversión a causa de la pérdida de cosechas, acceso a mercados, normativas y plaguicidas (Suckling et al., 2014), control y/o erradicación (De Meyer et al., 2008; Li et al., 2011; Gómez-Cendra et al., 2011; Suckling et al., 2014), restricciones cuarentenarias (Faria et al., 2018), vigilancia y detección temprana de tefritidos (Sutton y Steck, 1994), volviendo esta actividad comercial extremadamente costosa (Faust, 2004; De Meyer et al., 2008; Vargas et al., 2008; De Meyer et al., 2010; Suckling et al., 2014; Kean et al., 2019), que implica un costo mundial estimado en 1,4 billones de dólares por año por efecto de las “moscas de la fruta”, que representa casi el 5% de la economía mundial (Godefroid et al., 2015).

Las “moscas de la fruta”, se encuentran entre los grupos más diversos de moscas (Thompson, 1999; De Meyer et al., 2008; De Meyer et al., 2010), de amplia distribución

mundial, que incluye entre 4000 a 4500 especies descritas (Thompson, 1999; De Meyer et al., 2008; De Meyer et al., 2010; Li et al., 2011; Hernández-Ortiz et al., 2010; Qin et al., 2015), agrupadas en 500 géneros. De estas, en la actualidad se asocian al menos 1500 especies con frutales, de las cuales 150 a 250 son de importancia económica (Li et al., 2011; Qin et al., 2015), destacándose cuatro géneros de mayor importancia *Anastrepha* Schiner (trópico del nuevo mundo), *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* MacLeay y *Dacus* Fabricius en el trópico del viejo mundo (De Meyer et al., 2008; De Meyer et al., 2010; Hernández-Ortiz et al., 2010; Godefroid et al., 2015). Las especies de mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* Wiedemann, mosca oriental *Bactrocera dorsalis* Hendel, mosca del olivo *Bactrocera oleae* Gmelin, mosca del melón *Bactrocera cucurbitae*, mosca de la solanácea *Bactrocera latifrons* y mosca mexicana del olivo *Anastrepha ludens* Loew, son consideradas las más dañinas (Kuzina et al., 2001).

Las larvas de estos dípteros, se desarrollan en los órganos de plantas que contienen semillas, alimentándose de la pulpa del fruto huésped (Thomas et al., 2001), flores y tallos. Un 35% de estas especies atacan frutos (De Meyer et al., 2010). Los adultos de *C. capitata*, comparten características con las otras especies de moscas de la fruta, tales como alas con patrones de manchas color amarillento, con tonalidades marrón, especialmente en abdomen y patas (Thomas et al., 2001; Faria et al., 2018). Esta plaga utiliza a los frutos en maduración como sitios de oviposición (Gómez-Cendra et al., 2011). El ciclo biológico depende de las condiciones ecológicas de cada región y está estrechamente regulado por factores como temperatura, humedad, vegetación nativa, sustrato de pupación, sustrato de oviposición y disponibilidad de alimento, entre otros (Vilatuña et al., 2010). Adultos de *Bactrocera tryoni* Froggatt, pueden dispersarse desde 400 m hasta 94 km (Meats y Edgeron, 2008).

Anastrepha es el género más diverso de estos tefritidos, destacándose algunas especies, que se encuentran exclusivamente en los trópicos y subtropicos de América, con alrededor de 200 a 250 especies identificadas (Norrbon, 2002), siendo muchas aún desconocidas (Aluja, 1999; Ovruski et al., 2000; Aluja et al., 2003b). No obstante, apenas siete a diez de ellas tienen importancia agrícola (Thomas et al., 2001; Norrbom, 2002; Hernández-Ortiz et al., 2004; Vargas et al., 2008; Faria et al., 2018). Se incluyen *Anastrepha fraterculus* (mosca sudamericana), que es una especie críptica (Aluja et al., 2003a; Hernández-Ortiz et al., 2004; Selivon et al., 2005; Gomez-Cendra et al., 2011) y polífaga (Hernández-Ortiz et al., 2004), *Anastrepha obliqua* Macquart, (Hernández-Ortiz et al., 2004; Faria et al., 2018). *Anastrepha serpentina* Wiedemann (Norrbon, 2004), además de *A. ludens* Macquart y *A. suspensa* Loew (Aluja et al., 1999; Aluja et al., 2003b). El género *Ceratitis* comprende entre

65 y poco más de 90 especies, todas ellas nativas de África tropical (De Meyer, 2001; Vargas et al., 2008). *Ceratitis capitata* Wiedemann, es una de las especies más importantes en frutas frescas en todo el mundo (Qin et al., 2015), de amplia distribución (Thomas et al., 2001), en los cinco continentes (De Meyer, 2005), que refleja su gran adaptabilidad (Siciliano et al., 2014). Otras especies importantes son *C. rosa* Karsch (De Meyer, 2001; Duyck et al., 2004, 2006) y el género *Bactrocera* con menos 440 especies (Vargas et al., 2012).

En la actualidad, se han introducido aproximadamente 47 especies de moscas de la fruta en diversas regiones del mundo, debido a la actividad humana, que favorece su amplia distribución, limitando el desarrollo de la actividad agrícola en muchos de estos países (Vargas et al., 2008; Li et al., 2011; Qin et al., 2015). Vilatuña et al. (2010), mencionan que, en Ecuador, se reportan al menos 36 especies del género *Anastrepha*, siendo las especies más comunes *A. fraterculus*, *A. striata*, *A. serpentina*, *A. obliqua*, además de *C. capitata*. La implementación de un programa de manejo integrado, exige la correcta identificación de las especies (Li et al., 2011; Qin et al., 2015; Faria et al., 2018), que muestran características diferentes de comportamiento e invasión (Hernández, 2014), así como un monitoreo permanente que permita desarrollar modelos predictivos para evaluar los riesgos (Godefroid et al., 2015). Esta investigación tuvo como objetivo auxiliar el conocimiento de esta plaga, a través de la detección de la presencia de las principales especies de “moscas de la fruta” (Diptera: Tephritidae), asociadas a la diversidad de frutales presentes en el área del sistema de riego Carrizal-Chone en Manabí, lo que a futuro permitirá diseñar estrategias adecuadas de control, acorde a los convenios fitosanitarios internacionales y que posibiliten a Manabí incluirse dentro de la zona de exportación del Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio fue realizado durante doce meses, desde la colocación de las trampas en cuatro cantones de la provincia de Manabí, Ecuador, que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que irriga 13 268 ha. Se implementó dos rutas de monitoreo con presencia de una diversidad de especies frutales. La primera se inició en la represa la Esperanza (Bolívar) hasta el sitio La Sabana (Chone) con 16 trampas, reportándose en esta ruta los frutales mango (*M. indica*), guayaba (*P. guajava*), ovo (*Spondias* sp.), mamey (*M. americana*), zapote (*Quararibea cordata*), limón (*C. aurantifolia*), mandarina (*C. reticulata*), naranja (*C. sinensis*), toronja (*C. paradise*), papaya (*C. papaya*), caimito (*C. cainito*), guanábana (*A. muricata*), chirimoya (*A. cherimola*),

aguacate (*P. americana*), anona (*A. reticulata*), pechiche (*V. cymosa*), pudiéndose observar que los frutales estaban establecidos en forma distanciada; mientras que la segunda ruta comprendió desde Junín hasta La Estancilla (Tosagua), con ocho trampas caseras, siendo los frutales con mayor presencia mango (*M. indica*), guayaba (*P. guajava*), ovo (*Spondias* sp.), zapote (*Q. cordata*), papaya (*C. papaya*), limón (*C. aurantifolia*), naranja (*C. sinensis*), almendro (*Terminalia catappa*), que se encontraban plantados con distanciamientos reducidos en los patios de las casas, originándose una abundante sombra en el área. Además, esta ruta tuvo la presencia de granjas avícolas. Cada trampa fue separada a cinco kilómetros en cada ruta (Figura 1). La zona de estudio se caracteriza por presentar un clima tropical subhúmedo en Calceta, hasta un clima tropical seco en Tosagua con temperatura media de 26,3°C, precipitación de 527,90 mm, Humedad Relativa 82,1% y Heliofanía de 1392,30 horas luz. Se utilizaron los valores medios de precipitación en la zona de estudio, registrados por la Estación Meteorológica de la ESPAM-MFL.

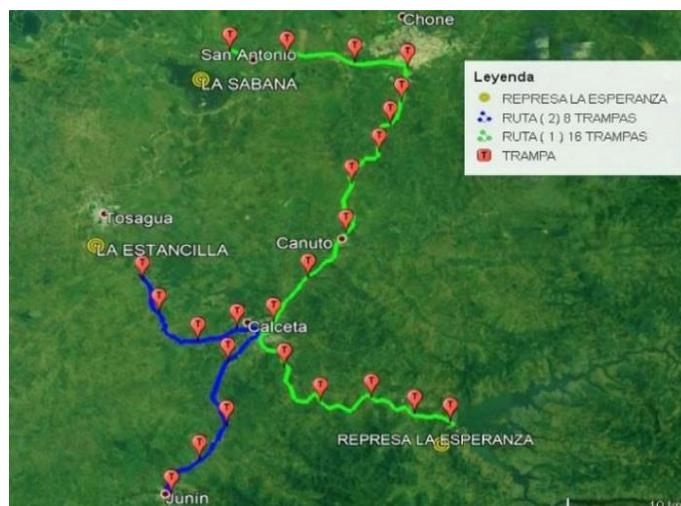


Figura 1. Distribución de las 24 trampas caseras para la captura de moscas de la fruta en dos rutas de evaluación en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador.

Levantamiento de la información

Para la captura de las “moscas de la fruta”, se utilizaron trampas caseras, elaboradas con botellas plásticas descartables de 3 litros de capacidad, a la cual se le realizó tres orificios de aproximadamente 5 cm de diámetro, localizados en el tercio superior de la botella. Se empleó como atrayente extracto fermentado de maracuyá (*Passiflora edulis*) que se obtenía licuando la pulpa de maracuyá y se mezclaba con agua. (Cruz et al., 2006; Epsky et al., 2014; Vilatuña et al., 2016; ICA, 2017). Cada trampa se la colocó en el tercio superior de los árboles

frutales evaluados, previamente identificados. Procurando evitar la entrada directa de los rayos solares y la interferencia de ramas y hojas sobre las perforaciones de la trampa. Estas fueron identificadas y numeradas. Las trampas se revisaron cada 15 días, procediendo a vaciar el extracto de las trampas, conteniendo individuos adultos machos y hembras de las “moscas de la fruta”. Estos fueron depositados en frascos con alcohol limpio 70%, plenamente identificados. Inmediatamente, se lavó cada trampa y se renovó el extracto de frutas para colocarla en el árbol asignado.

Los especímenes fueron trasladados hasta los laboratorios de Entomología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM-MFL y de la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), donde se analizó el contenido de cada frasco. Con la ayuda de un estereomicroscopio se realizó inicialmente, el conteo, separación por morfoespecies y sexado de los especímenes de “moscas de la fruta”. Posteriormente se procedió a realizar la identificación taxonómica de las especies de moscas de la fruta, utilizando diversas claves taxonómicas (Uramoto, 2002; Hernández et al., 2010; Vilatuña et al., 2010; Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, 2016).

Paralelamente, se estudiaron los principales hospederos de las especies de moscas de la fruta en el área de cobertura de esta investigación. Para esto, en cada fecha se recolectó frutos tanto del árbol, suelo y alrededor de éste, con evidencia de perforaciones provocadas por la plaga. Se consideró un fruto adecuado, aquel que presentaba en el árbol por lo menos $\frac{3}{4}$ partes de madurez, colectando entre 5 y 10 frutos por árbol. Para el caso de los frutos del suelo, estos no debían presentar signos de descomposición. Durante el estudio y dependiendo de la época, se recolectaron frutos de guayaba (*P. guajava*), mango (*M. indica*), arazá (*Eugenia stipitata*), fruta china (*Averrhoa carambola*), zapote (*Q. cordata*), mamey colorado (*Colacarpum mammosum*), ovo (*Spondias* sp.), mandarina (*C. reticulata*), limón (*C. aurantifolia*), limón Tahití (*Citrus latifolia*), toronja (*C. paradise*), naranja (*C. sinensis*), papaya (*C. papaya*), noni (*Morinda citrifolia*), café (*Coffea* sp.), banana (*Musa paradisiaca*), maracuyá (*P. edulis*), pechiche (*V. cymosa*), caimito (*C. cainito*), mamey serrano (*M. americana*), guaba (*Inga edulis*) y anona (*A. reticulata*).

El tamaño de la muestra dependió de la disponibilidad de frutos, variando de 0,5 kg para frutos pequeños hasta 2-3 kg para frutos grandes. La muestra tomada fue colocada en funda plástica, dentro de un cooler de isopor, plenamente identificada con una etiqueta conteniendo información sobre la localidad, número de trampa, fecha, hospedero, números de frutas. En laboratorio, las frutas fueron ubicadas en mallas y estas sobre una bandeja

plástica conteniendo en el fondo una delgada capa de arena humedecida. Los frutos fueron cubiertos con papel imprenta para oscurecer el ambiente y provocar que las larvas emerjan de los frutos y se precipiten hasta la arena humedecida para pupar. Una vez obtenida las pupas fueron colectadas y ubicadas en bandejas de recuperación, observándose diariamente hasta la emergencia del adulto. A partir de esto se los clasificó y procedió a la identificación de especies, siguiendo la metodología ya descrita. A partir de los datos quincenales, se obtuvo la identificación de especies de moscas de la fruta de los géneros *Ceratitidis* y *Anastrepha*, distribución de especies de moscas de la fruta, dinámica poblacional de las principales especies, hospederos de las especies identificadas, relación sexual macho-hembra de cada especie y la densidad poblacional, mediante el índice Mosca por Trampa por Día (MTD), que consistió en determinar el número de adultos de moscas de la fruta/trampa/día de exposición de las mismas, con base a la siguiente fórmula 1 (FAO-IAEA, 2013).

$$MTD = \frac{M}{T \times D} \quad (1)$$

Dónde:

MTD = Número de moscas capturadas/trampa/día

M = Número total de moscas capturas

T = Número de trampas revisadas

D = Número promedio de días de exposición de las trampas en campo

Análisis estadístico

Se construyeron tablas de contingencias para determinar la dependencia de las especies de moscas de la fruta versus las rutas de estudio, épocas versus especie de mosca y época de producción de hospederos versus especie de mosca. Se realizó pruebas de χ^2 para las tablas de contingencias y estadístico exacto de fisher para los casos de incumplimiento de los supuestos de las pruebas de χ^2 y análisis de residuos corregidos para determinar la dirección de la dependencia. Una vez verificada la dependencia, se procedió a realizar pruebas de análisis de correspondencia para los casos que ameritaban. Los datos fueron analizados con el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 21, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron seis especies de moscas de la fruta de los géneros *Anastrepha* y *Ceratitidis* (Diptera: Tephritidae), siendo estas: *Anastrepha obliqua* Macquart 1835; *Anastrepha fraterculus* Wiedemann 1830; *Anastrepha*

striata Schiner 1868; *Anastrepha serpentina* Wiedemann 1830; *Anastrepha* sp., y *Ceratitis capitata* Wiedemann 1824. Resultados coincidentes con aquellos encontrados por Valarezo (2011), quien reportó a estas mismas especies en su estudio de distribución e identificación de hospederos de moscas de la fruta en ocho cantones de Manabí. De igual manera, Vilatuña et al. (2010), cita a nivel nacional al menos 36 especies de moscas de la fruta, de las cuales *A. fraterculus*, *A. striata*, *A. serpentina*, *A. obliqua* y *C. capitata*, son las más significativas y comunes, considerando aspectos como su distribución, importancia económica, rango de hospederos y daños que producen en la fruticultura del Ecuador.

Fueron colectadas durante esta investigación en las 24 trampas caseras, un total de 1647 especímenes de adultos machos y hembras de moscas de la fruta, agrupadas en las seis especies antes citadas. De estos 962 especímenes correspondieron a la ruta 1 y 685 a la ruta 2. Se determinó un MTD de 0,20 moscas por día de exposición de las trampas.

Se analizó la asociación de las especies de moscas con las rutas de evaluación, el estadístico exacto de fisher y el análisis de los residuos tipificados y corregidos, determinaron dependencias altamente significativas (p.valor = 0.000) entre las rutas evaluadas y las especies de moscas de la fruta.

Las especies *A. striata* y *A. serpentina*, tuvieron una mayor presencia significativa en la Ruta 1, caracterizada por la predominancia de frutales como: mango (*M. indica*), guayaba (*P. guajava*), mamey (*M. americana*), caimito (*C. cainito*), limón (*C. aurantifolia*), mandarina (*C. reticulata*), naranja (*C. sinensis*), toronja (*C. paradise*), papaya (*C. papaya*), zapote (*Q. cordata*), guanábana (*A. muricata*), chirimoya (*A. cherimola*), aguacate (*P. americana*), anona (*A. reticulata*), pechiche (*V. cymosa*). Mientras que las especies de moscas con mayor presencia significativa en la ruta 2 fueron *A. obliqua* y *C. capitata*, con predominancia de mango, guayaba, ovo (*Spondias* sp.), fruta china (*A. carambola*), arazá (*E. stipitata*), zapote, papaya, limón, naranja, almendro (*T. catappa*). Esto denota una fuerte asociación de ciertas especies de moscas de la fruta, con hospederos naturales presentes en cada una de las dos rutas, lo cual es respaldado por Vilatuña et al. (2010), quienes manifiestan que las poblaciones de moscas de la fruta están asociadas a la disponibilidad de alimento. No obstante, las especies *A. fraterculus* y *Anastrepha* sp., se identificaron indistintamente en las dos rutas, sin observarse dependencias significativas, al analizar los residuos tanto tipificados como corregidos (Figura 2).

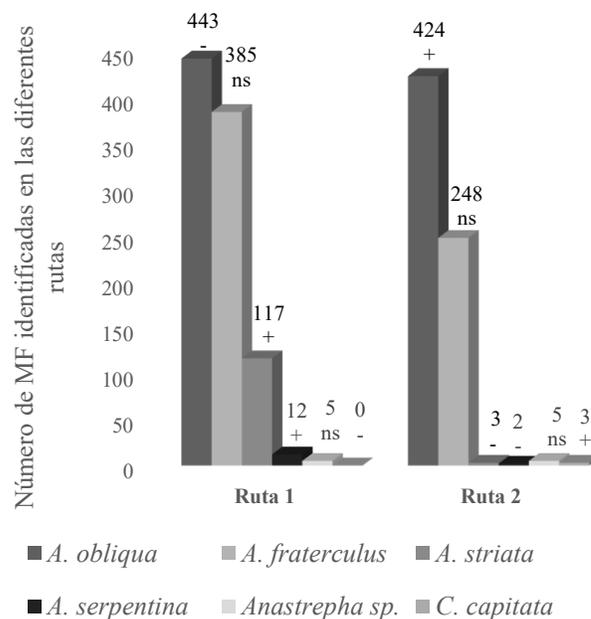


Figura 2. Especies de moscas de la fruta asociadas con las rutas de evaluación en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador. (+ o -: Dirección de la dependencia significativa según el análisis de los residuos corregidos y n.s. No hay influencia significativa en la dependencia según los residuos corregidos).

De las seis especies identificadas, *A. fraterculus* y *A. obliqua* fueron las de mayor amplia distribución en las dos rutas evaluadas, lo cual es coherente con Valarezo (2011), quien cita a estas dos especies como las de mayor distribución en Manabí. Mientras que *C. capitata*, se presentó de manera general como la especie de menor ocurrencia, en comparación con la abundancia de las poblaciones de las especies de *Anastrepha*, resultados similares a los encontrados por Valarezo et al. (2003).

Hubo respuesta de las especies de moscas de la fruta a la temporalidad o época de ocurrencia. El estadístico exacto de fisher y los residuos tipificados corregidos, determinaron que existe dependencia significativa entre las especies de moscas y la época del año (lluviosa-seca) (p. valor = 0.000), observándose mayor presencia de las especies *A. obliqua*, *A. serpentina* y *Anastrepha* sp., en la época lluviosa (diciembre-abril), contrario a lo ocurrido con las especies *A. fraterculus* y *A. striata*, cuya mayor presencia se dio significativamente en la época seca. Para el caso de la especie *C. capitata*, esta no mostró diferencias significativas en ninguna de las dos épocas de evaluación (Figura 3). Al respecto, Vilatuña et al. (2010), manifiesta que las poblaciones de moscas de la fruta están influenciadas por condiciones ecológicas de cada región, siendo estrechamente reguladas por factores como temperatura, humedad, vegetación nativa, sustrato de

pupación, sustrato de oviposición y disponibilidad de alimento. Lo cual es ratificado por Tucuch-Cauich *et al.* (2008), quienes también sostienen, que variables climáticas como la precipitación, influyen sobre las poblaciones de moscas de la fruta.

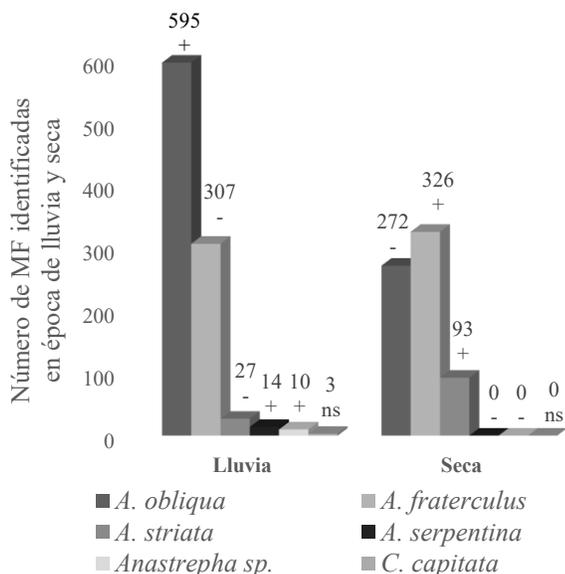


Figura 3. Especies de moscas de la fruta capturadas en las épocas lluviosa y seca en los cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador. (+ o -: Dirección de la dependencia significativa según el análisis de los residuos corregidos y n.s. No hay influencia significativa según los residuos corregidos).

Se estableció la asociación de las especies de moscas de la fruta recuperadas en laboratorio, con la época de producción de ciertos frutales. Se tomó como referente al mango, por su abundancia en los meses de octubre a febrero, periodo también de mayor producción de guayaba. El estadístico exacto de fisher, estableció diferencias altamente significativas (p.valor = 0.000). Los residuos tipificados corregidos, permitieron detectar dependencia positiva entre las poblaciones de *A. fraterculus* y *A. striata* en el periodo de mayor producción de mango y guayaba, mientras que, durante el periodo de ausencia de estos frutales, se incrementaron significativamente las poblaciones de las especies *A. obliqua*, *Anastrepha sp.*, y *Ceratitis capitata* (Figura 4). Estos niveles de asociación, han sido estudiados por Tucuch-Cauich *et al.* (2008), quienes manifiestan que las poblaciones de las diferentes especies de moscas de la fruta dependen de la disponibilidad de alimento, siendo que en el caso de la especie *A. ludens* se incrementa en la época de fructificación del mango.

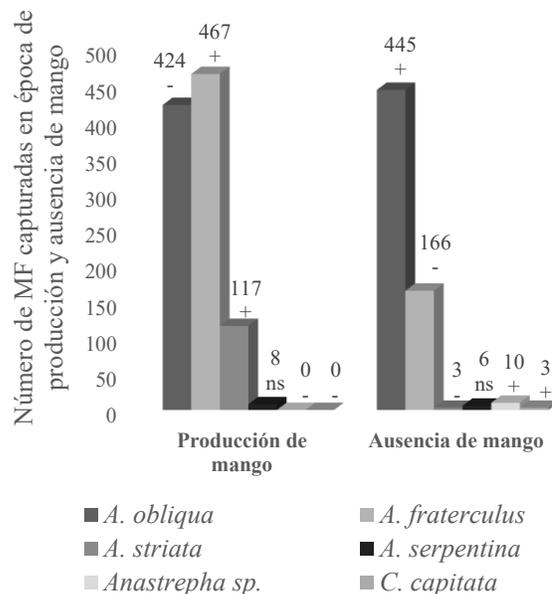


Figura 4. Número de moscas de la fruta capturadas en época de producción y ausencia de mango en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador. (+ o -: Dirección de la dependencia significativa según el análisis de los residuos corregidos y n.s. No hay influencia significativa en la dependencia según los residuos corregidos).

Cuando se utilizó las tablas de contingencia con el estadístico exacto de fisher, se determinó una alta dependencia entre las especies de moscas de la fruta identificadas en esta investigación con los siete hospederos considerados en este análisis: guayaba, ovo, mango, arazá, zapote, fruta china, y mamey colorado. Se observó que la especie *A. fraterculus* tiene una presencia significativa en los hospederos mango, fruta china, arazá, zapote y guayaba, mientras que la especie *A. obliqua* se la reportó infestando significativamente mango, arazá, zapote y guayaba. Finalmente, *A. striata* fue muy asociada a guayaba y ovo (Cuadro 1). En Ecuador se han registrado 56 especies vegetales como hospederos de moscas de la fruta, agrupadas en 23 familias botánicas, siendo las que registran mayor número de especies hospederas las Rutaceae, Myrtaceae y Sapotaceae, con seis especies cada una (Tigrero, 2009).

Por otro lado, se observa en el cuadro 1, que el mango y la guayaba hospedan al mayor número de especies de moscas de la fruta, coincidiendo en *A. fraterculus*, *A. obliqua* y *C. capitata*, lo cual es corroborado por Tigrero (2005), quien describe a la guayaba como hospedero preferido principalmente de *A. fraterculus*.

Cuadro 1. Número de individuos de moscas de la fruta recuperados en laboratorio a partir de frutas hospederas en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador.

Especies de moscas de la fruta identificadas	Nombre común	Nombre científico	Número de moscas de la fruta capturadas
<i>Anastrepha fraterculus</i>			42
<i>Anastrepha obliqua</i>	Mango	<i>Mangifera indica</i>	58
<i>Ceratitis capitata</i>			10
<i>Anastrepha</i> sp.			2
<i>Anastrepha fraterculus</i>	Fruta china	<i>Averrhoa carambola</i>	28
<i>Anastrepha fraterculus</i>	Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	19
<i>Anastrepha obliqua</i>			28
<i>Anastrepha fraterculus</i>	zapote	<i>Quararibea cordata</i>	14
<i>Anastrepha obliqua</i>			16
<i>Anastrepha obliqua</i>			60
<i>Anastrepha fraterculus</i>	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	39
<i>Anastrepha striata</i>			174
<i>Ceratitis capitata</i>			15
<i>Anastrepha striata</i>	Ovo	<i>Spondias</i> sp.	149
<i>Anastrepha serpentina</i>	Mamey colorado	<i>Colacarpum mammosum</i>	9
Total			663

Vilatuña et al. (2016), también ratifican que entre las especies vegetales atacadas por moscas de la fruta están la guayaba (*P. guajava*), arazá (*E. stipitata*), y ciruelo (*Spondias purpurea*). Sin embargo, no reporta al mango, como hospedero de estas plagas en Manabí.

Souza et al. (2018), mencionan que investigaciones realizadas en el estado de Amazonas en Brasil reportan a *A. striata* infestando frutos de guayaba y fruta china, mientras que en nuestra investigación esta especie fue reportada en guayaba y ovo, no así en fruta china, que fue un frutal presente en el área de estudio. Por su parte Valarezo (2011), sostiene que en Manabí las frutas atacadas por esta plaga, son el mango, guayaba, ovo, fruta china, Zapote, mamey colorado, entre otras, coincidiendo con al menos seis de los siete hospederos reportados en esta investigación.

Como complemento a los resultados antes citados, se realizó un análisis de correspondencia para estudiar la correlación entre los hospederos y la especie de mosca encontradas. Se obtuvo que con la reducción a dos dimensiones se explicaba el 91,6% de la inercia total, explicando el 57,6% a través de la dimensión 1 y el 34,0% a través de la dimensión 2. En cuanto a los hospederos, se observa que la dimensión 1, explica un mayor porcentaje del mamey colorado *C. mammosum*, mientras que el resto

tienen una mayor representatividad en la dimensión 2. En cuanto a las especies de moscas la mayor representatividad en la dimensión 1, la tiene *A. serpentina*, y el restante en la dimensión 2.

El análisis del diagrama de dispersión biespacial permitió llegar a la conclusión que existe una tendencia a presentarse la especie *A. serpentina* en el *C. mammosum* (dimensión 1), mientras que en el análisis de la dimensión 2, se observa una tendencia de agrupamiento de *A. striata* con *P. guajava* y *Spondias* sp., quedando en un siguiente grupo el resto de las especies de moscas y hospederos (Figura 5).

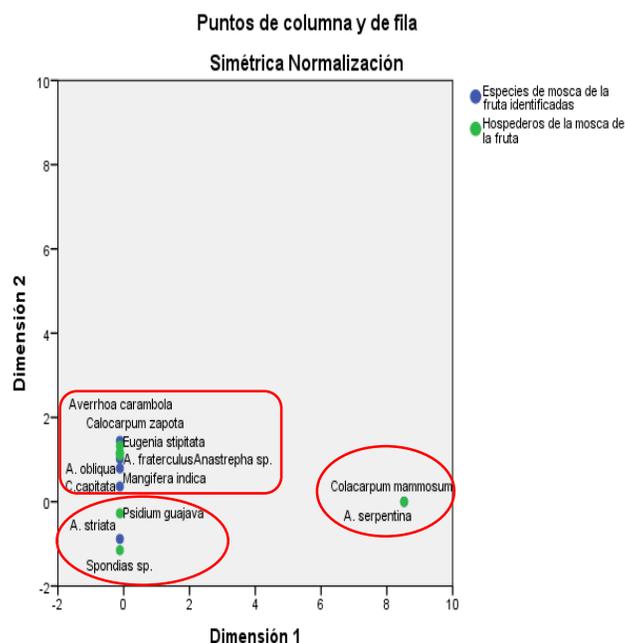


Figura 5. Diagrama de dispersión biespacial entre los hospederos frutales y las especies de moscas de la fruta recuperadas en laboratorio en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador.

En la figura 6 se presenta la dinámica temporal de las especies de moscas de la fruta, identificadas en esta investigación. Se observa una marcada temporalidad de las especies de estos tefritidos, destacándose las especies *A. obliqua*, *A. fraterculus* y *A. striata* por su mayor incidencia de manera general entre los meses lluviosos de noviembre a marzo, a diferencia del periodo seco (mayo-octubre), donde sus poblaciones se reducen significativamente, resultados que son contradictorios con aquellos de Miranda et al. (2002), quienes manifiestan que la presencia de poblaciones de *Anastrepha* son constante, alcanzando fluctuaciones marcadas a lo largo del año y sólo presentando descensos de sus poblaciones durante los meses de agosto a diciembre. Por su parte, las especies *A.*

serpentina, *Anastrepha* sp., y *C. capitata* mantuvieron poblaciones significativamente bajas durante todo el año.

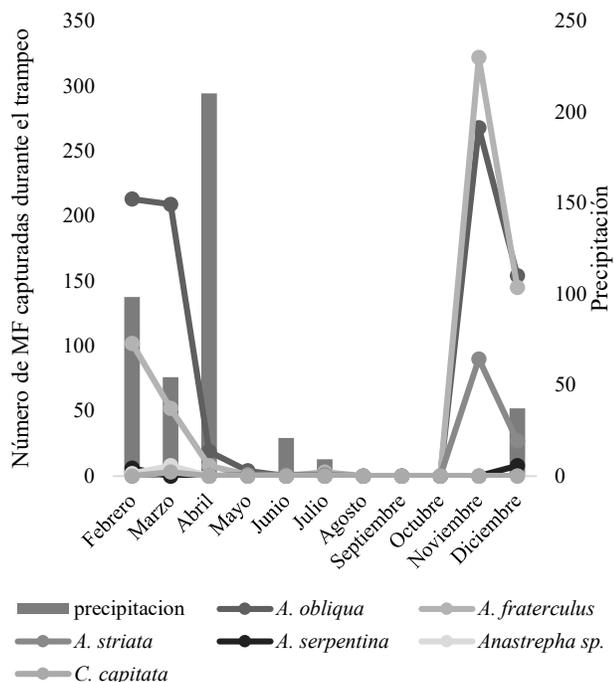


Figura 6. Dinámica temporal (periodo febrero-diciembre) de las seis especies de moscas de la fruta colectadas en 24 trampas caseras en dos rutas de evaluación en cuatro cantones (Bolívar, Chone, Tosagua y Junín), que conforman el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone. Manabí, Ecuador.

CONCLUSIONES

Se estableció la presencia de seis especies de moscas de la fruta de los géneros *Anastrepha* y *Ceratitidis* (Diptera Tephritidae), de las cuales *A. obliqua* y *A. fraterculus* fueron las especies más importantes por su mayor abundancia, distribución y rango de hospederos en el área de influencia del sistema de riego Carrizal-Chone.

Siete de los hospederos evaluados demuestran una alta asociación con las diferentes especies de moscas de la fruta identificadas en este estudio, evidenciándose preferencias por ciertas frutas. La especie *A. serpentina* se la encontró haciendo daño solo a mamey colorado (*C. mammosum*), mientras que el mango (*M. indica*) y guayaba (*P. guajava*) registraron cuatro especies de moscas de la fruta.

Anastrepha fraterculus y *A. striata* incrementaron significativamente sus poblaciones en la temporada de mayor producción de mango y guayaba.

Las moscas de la fruta presentaron temporalidad, alcanzando algunas especies mayor población en la época

lluviosa, mientras que otras lo hacen en la época seca, siendo octubre a marzo el periodo de mayor ocurrencia.

LITERATURA CITADA

- Aluja, M. 1999. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. *Anais Soc. Entomol. Brasil.* 28: 565-594.
- Aluja, M.; Pérez-Staples, D.; Macías-Ordoñez, R.; Piñero, J.; McPherson, B.A. y Hernández-Ortiz, V. 2003a. Nonhost status of *Citrus sinensis* cultivar Valencia and *C. paradisi* cultivar Ruby Red to Mexican *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 96: 693-1703.
- Aluja, M.; Rull, J.; Sivinski, J.; Norrbom, A.; Wharton, R.; Macías-Ordoñez, R.; Días-Fleischer, F. y López, M. 2003b. Fruit Flies of the Genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and Associated Native Parasitoids (Hymenoptera) in the Tropical Rainforest Biosphere Reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. *Environ. Entomol.* 32(6): 1377-1385.
- Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. 2016. Diagnósticos y protocolos para la regulación de plagas. DP9: Género *Anastrepha* Schiner.
- Cruz-López, L; Malo, E; Toledo, J; Virgen, A; Del Mazo, A y Rojas, J. 2006. A new potential attractant for *Anastrepha obliqua* from *Spondias mombin* fruits. *Journal of Chemical Ecology.* 2006. 357-362. DOI: 10.1007/s10886-005-9006-7.
- De Meyer, M. 2001. On the identity of the Natal Fruit Fly, *Ceratitidis rosa* (Diptera, Tephritidae). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Entomologie,* 71: 5-62.
- De Meyer, M. 2005. Phylogeny of the fruit fly genus *Ceratitidis* MacLeay (Diptera: Tephritidae). *Insect Systematics and Evolution,* 36: 59-480.
- De Meyer, M.; Robertson, M.P.; Peterson, A.T. y Mansell, M.W. 2008. Ecological niches and potential geographical distributions of Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata*) and Natal fruit fly (*Ceratitidis rosa*). *Journal of Biogeography (J. Biogeogr.)* (2008) 35, 270-281. doi:10.1111/j.1365-2699.2007.01769.x
- De Meyer, M.; Robertson, M.P.; Mansell, M.W.; Ekesi, S.; Tsuruta, K.; Mwaiko, W.; Vayssières, J.F. y Peterson, A.T. 2010. Ecological Niche and Potential Geographic Distribution of the Invasive Fruit Fly *Bactrocera invadens* (Diptera, 2 Tephritidae). Published version: *Bulletin of Entomological Research,* 100:35-48. Cambridge University Press.

Cambridge University Press.
doi:10.1017/S0007485309006713

Science 11:175 available online:
insectscience.org/11.175.

- Duyck, P.F., David, P. y Quilici, S. 2004. A review of relationships between interspecific competition and invasions in fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Ecological Entomology*, 29: 511–520.
- Duyck, P.F., David, P. y Quilici, S. 2006. Climatic niche partitioning following successive invasions by fruit flies in La Re´union. *Journal of Animal Ecology*, 75, 518–526.
- Estación Meteorológica de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. 2010-2018. Ubicación geográfica proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Epsky, N.; Kendra, P. y Schnell E. 2014. Trapping and the detection, control, and regulation of tephritid fruit flies. Chapter three History and Development of Food-Based Attractants. 75-99.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación); IAEA (Agencia Internacional de Energía Atómica). 2013. Trapping manual for area-wide fruit fly Programmes. 21, 22.
- Faria, F.A.; Perre, P.; Zucchi, R.A.; Jorge, L.R.; Lewinsohn, T.M.; Rocha, A.; da S. Torres, R. 2018. Automatic identification of fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Visual Communication and Image Representation*. DOI: 10.1016/j.jvcir.2014.06.014.
- Faust, R.M. 2004. Local research, but everyone's watching. (Forum, Hawaii Areawide Fruit Fly Control Program, Pacific Basin Agricultural Research Center). *Agricultural Research* 1 February.
- Godefroid, M.; Cruaud, A.; Rossi, J.P. y Rasplus, JY. 2015. Assessing the Risk of Invasion by Tephritid Fruit Flies: Intraspecific Divergence Matters. *Plos One*. 10(8): e0135209. doi:10.1371/journal.
- González, M., Loza-Murguía, M., Smeltekop, H., Cuba, N., Almanza, J. C., y Ruiz, M. 2011. Dinámica poblacional de adultos de la mosca boliviana de la fruta *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) en el Municipio de Coroico, Departamento de La Paz, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 2(2), 2-12.
- Gomez-Cendra, P.; Calcagno, G.; Belluscio, L. y Vilardi, J.C. 2011. Male courtship behavior of the South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus*, from an Argentinean laboratory strain. *Journal of Insect*
- Hernández-Ortiz, V.; Gómez-Anaya, J.A.; Sánchez, A.; McPheron, B.A. y Aluja, M. 2004. Morphometric analysis of Mexican and South American populations of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae) and recognition of a distinct Mexican morphotype. *Bulletin of Entomological Research* (2004) 94, 487–499. DOI: 10.1079/BER2004325.
- Hernández, V., Guillén, J., y López, L. 2010. Taxonomía e identificación de moscas de la fruta de importancia económica en América. In J. T. y E. H. P. Montoya (Ed.), *Moscas de la fruta: Fundamentos y Procedimientos para su manejo* (pp. 49–80). D.F, México.
- Hernández, R. 2014. Manual técnico para la identificación de moscas de la fruta. Sistema Preventivo y Dispositivo Nacional de Emergencia contra moscas exóticas de la fruta (pp. 16-25). D.F, México.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2017. Manual técnico de trapeo de moscas de la fruta. Colombia: ICA Colombia. p 10-19
- Kuzina, L.V.; Peloquin, J.J.; Vacek, D.C. y Miller, T.A. 2001. Isolation and Identification of Bacteria Associated with Adult Laboratory Mexican Fruit Flies, *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). *current microbiology*, 42. 290-294. doi: 10.1007/s002840110219.
- Kean, J.M.; Suckling, D.M.; Sullivan, N.J.; Tobin, P.C.; Stringer, L.D.; Smith, G.R.; Kimber, B.; Lee, D.C.; Flores-Vargas, R.; Fletcher, J.; Macbeth, F.; McCullough, D.G.; Herms, D.A. 2019. Global eradication and response database. <http://b3.net.nz/gerda> (accessed 14 November 2019).
- Li, Z.; Li, Z.; Wang, F.; Lin, W. y Wu, J. 2011. TBIS: A Web-Based Expert System for Identification of Tephritid Fruit Flies in China Based on DNA Barcode. *IFIP International Federation for Information Processing* 346, pp. 563–571.
- Meats, A. y Edgerton, J.E. 2008. Short- and long-range dispersal of the Queensland fruit fly, *Bactrocera tryoni* and its relevance to invasive potential, sterile insect technique and surveillance trapping. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, 1237–1245.
- Miranda-Salcedo, M. A., Liedo-Fernández, J. P., y Montoya-Gerardo, P 2002. fluctuación poblacional de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. (Diptera:

- Tephritidae) en el Valle de Apatzingan, Michoacán, México.
- Norrbom, A. L. 2002. A revision of the *Anastrepha serpentine* species group (Diptera: Tephritidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 104: 390-436.
- Norrbom, A. L. 2004. Host plant database for *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Diptera: Tephritidae: Toxotrypanini). Diptera Data Dissemination Disk, 2.
- Ovruski, S.; Aluja, A.; Sivinski, J. y Wharton, R. 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. Int. Pest Manage. Rev. 5: 81-107.
- Qin, Y.; Paini, D.R.; Wang, C.; Fang, Y. y Li, Z. 2015. Global Establishment Risk of Economically Important Fruit Fly Species (Tephritidae). Plosone. DOI:10.1371/journal.pone.0116424.
- Selivon, D.; Perondini, A.L.P. y Morgante, J.S. 2005. A genetic-morphological characterization of two cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae). Annals of the Entomological Society of America 98(3): 367-381.
- SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua). 2017. Informe de rendición de cuentas 2017. Demarcación hidrográfica de Manabí. Quito. Ecuador. p 17-18.
- Siciliano, P.; Scolari, F.; Gomulski, L.M.; Falchetto, M.; Manni, M.; Gabrieli, P.; Field, L.M.; Zhou, J.J.; Gasperi, G. y Malacrida, A.R. 2014. Sniffing Out Chemosensory Genes from the Mediterranean Fruit Fly *Ceratitidis capitata*. PLoS ONE 9(1): e85523. doi:10.1371/journal.pone.0085523.
- Souza, E. G. D., Acioli, A. N. S., Silva, N. M. D., y Silva, F. C. C. D. 2018. Novos registros de hospedeiros para espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no estado do Amazonas, Brasil. Arquivos do Instituto Biológico, 85.
- Suckling, D.M.; Kean, J.M.; Stringer, L.D.; Cáceres-Barrios, C. Hendrichs, J.; Reyes-Flores, J. y Dominiak, B.C. 2014. Eradication of tephritid fruit fly pest populations: outcomes and prospects. Pest Manag Sci. DOI 10.1002/ps.3905.
- Sutton, B.D. y Steck, G.J. 1994. Discrimination of Caribbean and Mediterranean Fruit Fly Larvae (Diptera:Tephritidae) by Cuticular Hydrocarbon Analysis. Florida Entomologist 77(2).
- SPSS (Paquete Estadístico para Ciencias Sociales). 2012. Guía breve de IBM SPSS Statistics. USA.
- Thomas, M.C; Heppner, J.B.; Woodruff, R.E.; Weems, H.V.; Steck, G.J y Fasulo, T.R. 2001. Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae). Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Published: July 2001.
- Thompson, F. C. 1999. Data dictionary and standards for fruit fly information database. Myia. Estados Unidos de Norte América.
- Tigrero, J. 2005. Monitoreo de especies del género *Anastrepha* en tres localidades de la Amazonía ecuatoriana. Boletín Técnico 5. Serie Zoológica, 5, 18–28. Quito. Ecuador.
- Tigrero, J. 2009. Lista anotada de hospederos de moscas de la fruta (Diptera:Tephritidae) presentes en Ecuador. Boletín Técnico 8. Serie Zoológica, 8, Quito. Ecuador. p107–116.
- Tucuch-Cauich, F. M., Chi-Que, C., y Orona-Castro, F. 2008. Adult population dynamics of the Mexican fruit fly *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) at Campeche, México. Agricultura Técnica en México, 34(3), 341-347.
- Uramoto, K. 2002. Biodiversidade de mosca-das-frutas do género *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Valarezo, O. 2011. Biología y manejo de las moscas de la fruta en Manabí. Revista la Técnica. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo. Ecuador. p 11-13
- Valarezo Cely, O., Pita, F., Moreira, E., Navarrete Cedeño, J. B., y Arias de López, M. (noviembre, 2003). Identificación, distribución y fluctuación poblacional de moscas de la fruta en Manabí [PDF]. En XII Seminario Nacional de Sanidad Vegetal: Memorias (pp. 41-48). Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi
- Vargas, R.I.; Mau, Ronald, F.L.; Jang, E.B.; Faust, R.M. y Wong, L. 2008. "The Hawaii Fruit Fly Areawide Pest Management Programme". Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. 656. <https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/656>.
- Vargas, R.I.; Leblanc, L.; Harris, E.J. y Manoukis, N.C. 2012. Regional Suppression of Bactrocera Fruit Flies

(Diptera:Tephritidae) in the Pacific through Biological Control and Prospects for Future Introductions into Other Areas of the World. *Insects* 2012, 3, 727-742; doi:10.3390/insects3030727.

Vilatuña, J.; Sandoval, D.; Tigrero, J. 2010. Manejo y control de moscas de la fruta (Diptera:Tephritidae) 11-31 ISBN-978-9978-92-939-1

Vilatuña, J., Valenzuela, P., Bolaños, J., Hidalgo, R., y Mariño, A. 2016. Hospederos de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. y *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) en Ecuador es Calidad, 3, 52–57.

Vilatuña, J; Salas, D; Sosa, M. 2016. Guía de manejo integrado de moscas de la fruta (Diptera:Tephritidae) en el cultivo de mango (*Mangifera indica*). Quito. Ecuador. p 22-23