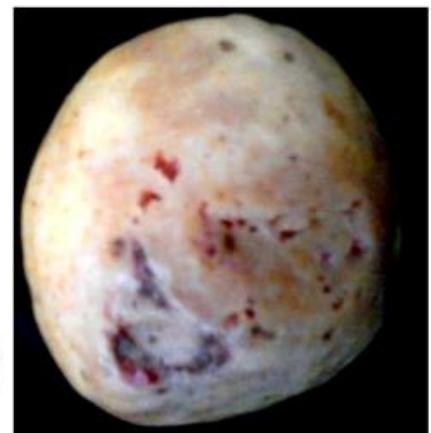




UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



Tefritidos (Diptera, Tephritidae): taxonomía, daños y manejo ecológico de un complejo de fitófagos de interés para la agricultura sostenible.

MONOGRAFIA EN OPCION AL GRADO ACADEMICO DE MASTER EN CIENCIAS AGRICOLAS.

AUTORA: Lic. María de los Ángeles Fernández Junco.

TUTOR: Dr. C. Leonel Marrero Artabe

MATANZAS, 2022

P E N S A M I E N T O

"El único camino abierto a la prosperidad constante y fácil, es el de conocer, el de investigar infatigablemente la naturaleza".

José Martí

DEDICATORIA

A mi hijo Marvin Fernández Fernández

A toda mi familia y en especial a mi madre quien me inculcó la
necesidad del estudio.

A la Universidad de Matanzas

A G R A D E C I M I E N T O S

A todas las personas que hicieron posible insertarme en el programa y llegar a defender la tesis de maestría.

A todos los profesores y especialistas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la U M .

Al Dr.C.Leonel Marrero Artabe por su apoyo, asesoría brindada en la tutoría de este trabajo de tesis y por dedicarme su valioso tiempo .

A todos mis compañeros de trabajo, en especial a mi director M s C . Joaquín Torrent Molina y a mi amigo Juan Carlos Castellanos, por la ayuda incondicional y sugerencias a este documento.

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo, María A. Fernández declaro que soy la única autora de la presente tesis en opción a Máster en Ciencias Agrícolas, en virtud de lo cual autorizo a la Universidad de Matanzas, Sede "Camilo Cienfuegos", a hacer uso de la misma, con la finalidad que estime conveniente.

Ing. María A. Fernández

INDICE

EPIGRAFE	PAG
I INTRODUCCION.	1
Problema	2
Objetivo general	3
Objetivo específicos	3
II DESARROLLO	4
2.1 Importancia de la fruticultura para una agricultura sostenible	
2.2 Los tefritidos.	5
2.2.1 Posición taxonómica de los tefritidos	
2.2.2 Características generales de los tefritidos (Diptera, Tephritidae)	6
2.2.3 Origen y distribución mundial de los tefritidos	6
2.2.4 Los tefritidos y sus relaciones con los seres humanos	7
2.3 Diagnóstico taxonómico de tefritidos	12
2.3.1 Morfología general en larvas	
2.3.1 Morfometría de adultos	13
2.4 Bioecología de las moscas de la fruta	16
2.4.1 Influencia de los factores abióticos en el desarrollo	18
2.5 Impactos del ataque de tefritidos plagas en la agricultura mundial	20
2.5.1 Daños por tefritidos en la fruticultura cubana	21
2.5.2 Otros impactos de los tefritidos: especies de importancia cuarentenaria para Cuba	32
3 Situación actual y perspectivas del manejo agroecológico de tefritidos	33
3.1 Manejo integrado de tefritidos	
3.1.1 Control mecánico cultural.	34
3.1.2 Control legal	35

3.1.3 Control químico	36
3.1.4 Control etológico	
3.1.4.1 Sistemas de trapeo	37
Atrayentes en sistemas de trapeo	39
Trampas artesanales para el manejo ecológico de tefritidos	40
3.1.5 Control genético. Técnicas de esterilización de tefritidos	42
3.1.6 Factores de mortalidad natural	42
3.1.7 Control biológico	43
3.2 Experiencias del manejo agroecológico de tefritidos en Cuba	45
III Conclusiones	51
IV BIBLIOGRAFIA	52

RESUMEN

Los Tefritidos (Diptera: Tephritidae) constituyen plagas que limitan la sostenibilidad agrícola, afectan el comercio de vegetales, frutas frescas y denotan importancia cuarentenaria. El objetivo del presente trabajo radicó en contribuir al conocimiento teórico sobre el diagnóstico taxonómico, daños y manejo de tefritidos plagas bajo el contexto de una agricultura sostenible. Se aporta literatura científica que actualiza la lista de plantas hospedantes, nuevos métodos de diagnóstico taxonómico y alternativas de manejo agroecológico de tefritidos en la fruticultura cubana. Para Cuba se reportan seis especies de tefritidos plagas; *Anastrepha* Schiner es el taxón de mayor abundancia, con ataques severos en guayaba (*P.guajava*), mango (*M.indica*) en varios ecosistemas de frutales, incluida la Empresa Victoria de Girón, provincia de Matanzas. Se aporta una clave taxonómica ilustrada con la descripción de larvas y adultos, que permite la capacitación a los fruticultores. Se valoran programas de manejo agroecológico de tefritidos en la fruticultura cubana, a partir de alternativas como los sistemas de trampeo, las jaulas de maduración y el empleo de bioreguladores nativos.

Palabras claves Tephritidae, plagas, fruticultura, daños, *Anastrepha*, manejo ecológico

A B S T R A C T

Tephritidae or fruit flies (Diptera) affect the marketing of vegetables, fresh fruits. Several species show quarantine importance. The aim of this work was to contribute to the knowledge of taxonomic diagnoses, damages and management of fruit flies under an ecological agriculture context. Current scientific information about Tephritidae host plant list, taxonomic diagnoses methods and ecological management in Cuban fruit production is given. Six fruit flies are reported from Cuba. *Anastrepha* Schiner was the genus of higher incidence causing severe attack on guava and mango in different environments including Victoria de Giron Enterprise, Matanzas province. An illustrated key of larvae and adults is offered. Ecological management program of fruit flies, including the use of trap systems and biological controls are also discussed.

Key words Tephritidae, pests, fruit production, damage, *Anastrepha*, ecological management

1. INTRODUCCION.

Los gobiernos y diferentes organizaciones mundiales se ocupan por dar cumplimiento a la erradicación de la pobreza y la consecución de una agricultura sostenible, que necesariamente tiene que construirse a partir de los aportes demostrados de la ciencia agroecológica.

El Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) estableció un acuerdo sobre la cooperación en las esferas de la seguridad alimentaria y la lucha contra las plagas. En la actualidad persiste una constante preocupación entre las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF) de todo el mundo por mantener a sus respectivos países libres de plagas (Guillén, 2020).

Las plagas de las plantas son parte integral de los agroecosistemas donde se cultivan, donde han coevolucionado con los cultivos durante milenios, interaccionan biológicamente con el ambiente. Los insectos, producen enfermedades y pérdidas de rendimiento en los cultivos, que conllevan al uso de plaguicidas y por ende producen pérdidas económicas, desequilibrio ecológico con otros organismos. Ello posee repercusión social, porque el agricultor apuesta a otras alternativas de trabajo (Donatelli *et al.*, 2017).

Los frutales representan la mayor parte de la producción agrícola mundial; las frutas frescas más producidas internacionalmente son las bananas, las manzanas, uvas y los melones, afectados seriamente por fitófagos (Agrofresh, 2022).

El desarrollo frutícola en Cuba ha sufrido un cambio de escenario en los últimos años, pues se crean nuevas áreas que agrupan diversidad de especies frutales que incluye asociaciones de cítricos, con otras especies de frutales de interés comercial en diferentes agroecosistemas del país. En este sentido, se incrementan los riesgos de plagas sobre la producción frutícola. Dentro de estas, las moscas de la fruta son importantes por los daños que ocasionan a la fruticultura y que inciden, en grado sumo, sobre la producción y los rendimientos (Borges *et al.*, 2019).

A nivel mundial una de las plagas que mayor daño causan a la agricultura son los tefritidos (Diptera: Tephritidae), constituyen unos de los grupos insectiles más destructivos que limitan el comercio internacional de productos frutihortícolas. Los efectos de la

fragmentación, degradación, pérdida de hábitat, invasión de especies exóticas y el cambio climático, están modificando la diversidad, patrones de distribución y abundancias de muchas especies de insectos plagas como los tefritidos.

Se reportan alrededor de 4 000 especies de tefritidos, más de 20 especies poseen importancia económica por ocasionar daños físicos directos y constituir además plagas de carácter cuarentenario. Provocan daños secundarios como consecuencia de la entrada de microorganismos patógenos e implicaciones indirectas por los tratamientos post cosecha, que impactan a los agroecosistemas.

Pueden reducir del 10 a 75% de los rendimientos, y recaban de restricciones cuarentenarias que imponen los mercados. Causan pérdidas económicas anuales superiores a 1000 millones de dólares en varios países (Rodríguez e Iparraguirre, 2021).

Desde el punto de vista taxonómico las especies que mayor daño ocasionan a la hortifruticultura mundial se encuentran ubicadas en los géneros, *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* MacLeay, *Rhagoletis* Loew y *Toxotrypana* Gerstaecker (Guillén, 2020)

Dada la creciente importancia económica que tienen las pérdidas ocasionadas por tefritidos en la producción frutícola cubana, es necesario el reconocimiento taxonómico y de ecología, como también de plantas hospederas, distribución geográfica y seguimiento de las moscas fruteras; de tal manera que se puede obtener toda la información necesaria para implementar programas de manejo de la plaga (Rodríguez e Iparraguirre, 2021).

Borges *et al.* (2019) coincidieron en la necesidad de contrarrestar esta limitante mediante la utilización de diferentes métodos de control en el contexto del Manejo Integrado de Plagas.

Problema

Los Tefritidos (Diptera Tephritidae) constituyen plagas que limitan la sostenibilidad agrícola principalmente de la fruticultura, sin embargo la literatura científica disponible es escasa y los estudios publicados sobre su incidencia en nuestro país se encuentran fragmentados. La actualización con un enfoque agroecológico del manejo de este grupo de fitófagos puede contribuir a minimizar los impactos en la agricultura cubana.

Objetivo general

- Contribuir al conocimiento teórico sobre el diagnóstico taxonómico, daños y manejo de tefritidos plagas bajo el contexto de una agricultura sostenible.

Objetivos específicos

- Valorar a partir de literatura actualizada los impactos del ataque de tefritidos plagas en la agricultura mundial y cubana.
- Describir la situación actual y perspectivas del diagnóstico taxonómico y las alternativas de manejo agroecológico de tefritidos en la fruticultura cubana.

2 DESARROLLO

2.1 Importancia de la fruticultura para una agricultura sostenible

Los frutales representan la mayor parte de la producción agrícola mundial ; las frutas frescas más producidas internacionalmente son las bananas , las manzanas, uvas y los melones (Agrofresh, 2021).

Las frutas son demandadas en el mercado por su exquisito sabor, pero también por sus propiedades nutricionales. Numerosos estudios han mostrado la riqueza de frutales como el mango, en minerales como el calcio, el fósforo, diferentes tipos de vitaminas, así como sustancias antioxidantes (Rojas *et al.*, 2016).

Frutales como el mango poseen compuestos bioactivos que previenen numerosas patologías como las cardiopatías, la arterosclerosis , enfermedades neurodegenerativas , reduce los riesgos frente a diferentes tipos de cáncer (Khairusy *et al.*, 2012).

Los cítricos son frutos de agradable sabor y alto valor nutritivo, son frutas valoradas por sus propiedades nutricionales, en especial por su alto contenido de ácido ascórbico (vitamina C). Son valorados por sus propiedades nutricionales, su alto contenido de vitamina C, que supera a la de todas las frutas de hoja caduca, tales como: manzanas, peras, melocotones, ciruelas, etc. Este elemento es muy importante para la formación de anticuerpos que contribuye a mitigar la situación epidemiológica que acontece a nivel global, generada por la COVID-19 (Agro Fresh, 2021).

El desarrollo frutícola en Cuba ha sufrido un cambio de escenario en los últimos años, pues se crean nuevas áreas que agrupan diversidad de especies frutales que incluye asociaciones de cítricos, con otras especies de frutales de interés comercial en diferentes agroecosistemas del país (Borges *et al.*, 2019).

En el país se han incrementado las áreas para la producción de frutales , durante el 2017 se estimaron 13 891 ha sembradas. De estas 2 180 ha pertenecen a mango, 1 684 ha de guayaba, 3 353 ha de piña .

La agroindustria cítrica cubana está integrada en la actualidad por 15 empresas agrícolas y cuatro plantas industriales, destacándose dentro de ellas la Empresa de Cítricos “Victoria de Girón” de Jagüey Grande, ubicada en la provincia Matanzas . Es una de las empresas más desarrolladas en cuanto a su cadena agro-industrial, logrando tener desde sus viveros hasta su combinado industrial para la producción de jugos y frigorífico propio (Anaya *et al.*, 2016).

Consideradas una importante fuente de empleo en las zonas rurales, están las llamadas mini industrias, enfocadas a elevar la producción de alimentos para reducir importaciones y garantizar el autoabastecimiento de las comunidades. Estas procesan guayaba, mango, piña, tomate, fruta bomba y coco (Gómez, 2017; citado por Rodríguez e Iparraguirre, 2021).

2.2 Los tefritidos.

2.2.1 Posición taxonómica de los tefritidos

El conocimiento de la taxonomía del grupo en los programas de control y/o erradicación es una herramienta esencial para una correcta identificación de las especies capturadas, siendo precisamente la primera instancia que determina la importancia económica y/o cuarentenaria de los organismos capturados.

Según ITIS (2022) los tefritidos se encuentran ubicados taxonómicamente en las siguientes categorías:

Clase Hexapoda o Insecta

Orden Diptera

Infraorden Muscomorpha

Superfamilia Tephritoidea

Familia Tephritidae

Subfamilia Trypetinae

Género *Anastrepha* Schiner

La superfamilia Tephritoidea pertenece al infraorden Muscomorpha (Cyclorrhapha), de la sección Schizophora, la cual comprende ocho familias relacionadas en tres clados: el primero solamente representado por la familia Lonchaeidae.

El segundo clado incluye a los Richardiidae, Pallopteridae y Piophilidae (denominados Tephritoidea inferiores); mientras que el tercer clado relaciona a los Uliidae, Platystomatidae, Tephritidae (incluyendo Tachiniscinae) y Pyrgotidae (Tephritoidea superiores).

2.2.2 Características generales de los tefritidos (Diptera, Tephritidae)

El orden Diptera está formado por una enorme cantidad de especies de insectos, agrupados en numerosas familias, que tienen en común exhibir solamente un par de alas las anteriores, ya que las posteriores o halterios, aparentemente actúan como balancines durante el vuelo. La metamorfosis es completa. Las larvas tienen hábitos y aspectos muy diversos.

De este orden una de las familia más importante es la Tephritidae, de la cual se reportan alrededor de 2 000 especies que son exclusivamente fitófagas. Los dípteros fitófagos están especializados para alimentarse de una gran variedad de tejidos de plantas, en sus frutos y semillas, hasta tallos, hojas y raíces (Castellanos *et al.*, 2006)

En este gremio trófico se encuentran los miembros de la familia Tephritidae, conocidas con el nombre común de "verdaderas moscas de la fruta", debido a que sus estados inmaduros se alimentan en el interior de los frutos de un gran número de plantas cultivadas.

2.2.3 Origen y distribución mundial de los tefritidos

Qin *et al.* (2015) cita que la familia Tephritidae, tiene una amplia distribución mundial. Esta distribución está relacionada con las exigencias ecológicas de cada especie, lo cual resulta de vital importancia, a la hora de evaluar las brechas que facilitarían la posible penetración e invasión biológica y también permitirá la adopción de medidas de cuarentena.

Los tefritidos están presentes en todos los continentes con mayor o menor número de especies. Como se ilustra en las áreas coloreadas del siguiente mapa , la familia Tephritidae se puede encontrar en las regiones templadas, subtropicales y tropicales de todo el mundo (Figura 1)

1)

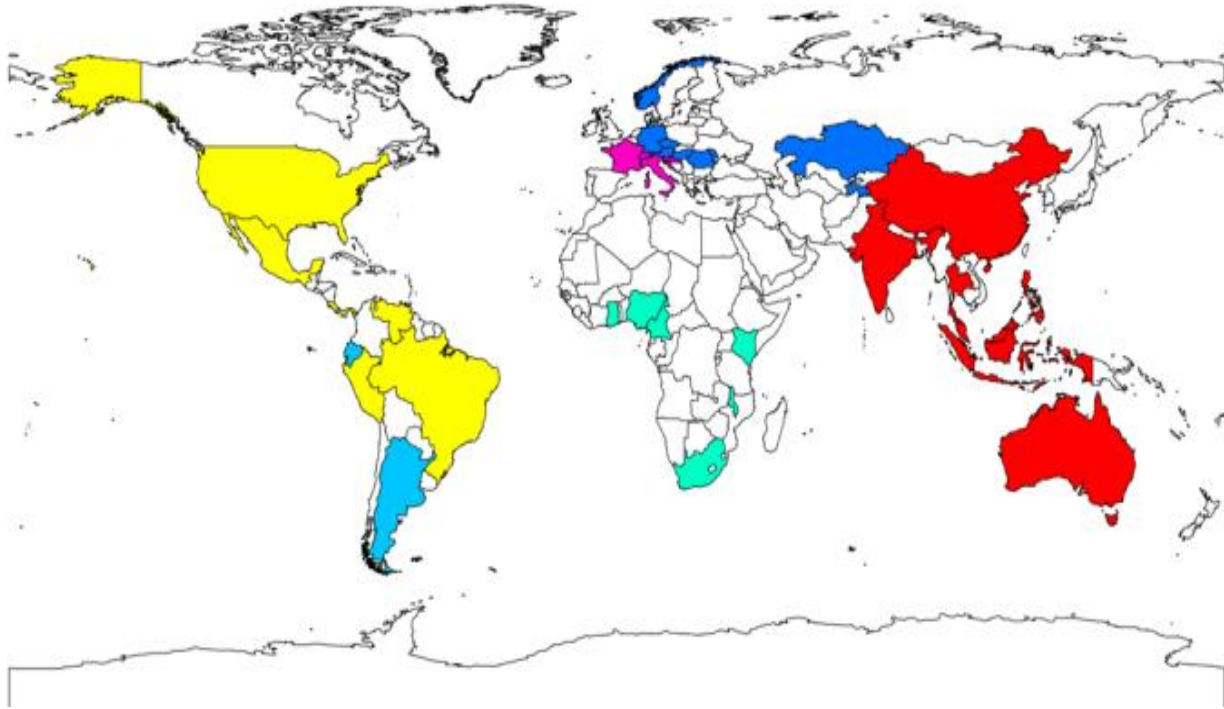


Figura 1. Distribución mundial de los tefritidos (Fuente: Qin et al. , 2015)

En la tribu Toxotrypanini se encuentran los géneros *Anastrepha* Schiner, *Toxotrypana* Gerstaecker y *Hexachaeta* Loew, todos ellos de distribución Neotropical y por lo tanto, exclusiva del continente americano.

Las especies del género *Ceratitis* Weid , consideradas entre las de mayor importancia económica por el daño directo ocasionado a la fruta y por las medidas de cuarentena que se imponen en el mercado internacional de frutas, se han extendido a todos los continentes. Se informa que es originaria de África Occidental, se ha dispersado por la mayoría de países del continente americano.

El género *Anastrepha* Schiner, oriundo de nuestro continente no está debidamente estudiado, a pesar de ser uno de los más numerosos. Se notifica que el género comprende

185 especies, ampliamente distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales. Las especies que integran el género, se confinan a la zonas tropicales y subtropicales, comprendidas entre los paralelos 27° N y 35° S, del hemisferio occidental, de donde proviene su nombre " Mosca del Nuevo Mundo" .

Anastrepha suspensa Loew se limita al Caribe y al Sur de La Florida, por lo está sometida a medidas de cuarentena para la mayoría de los países del continente. *Anastrepha obliqua* Macquart , es la de mayor distribución de las especie del género en el Continente Americano (Qin *et al.* , 2015).

Las especies de *Bactrocera* son originarias de Asia tropical, Australia y las regiones del pacifico sur, lo cual explica su dominancia en China y Australia (Lin *et al.*, 2021).

Para el continente americano se describen 11 especies de tefritidos, con mayor incidencia del género *Anastrepha* (Tabla 1).

Tabla 1. Principales especies de tefritidos en el Continente Americano (Fuente: Hernández *et al.*, 2010)

Especies	No. de países
<i>Ceratitis capitata</i>	20
<i>Anastrepha fraterculus</i>	21
<i>Anastrepha ludens</i>	20
<i>Anastrepha obliqua</i>	26
<i>Anastrepha serpentina</i>	26
<i>Anastrepha striata</i>	12
<i>Anastrepha suspensa</i>	13
<i>Anastrepha grandis</i>	4
<i>Anastrepha spp.</i>	32
<i>Rhagoletis spp.</i>	10
<i>Toxotripa curvicauda</i>	10

2.2.4 Los tefritidos y sus relaciones con los seres humanos

Un grupo de enfermedades que afectan a los seres humanos pueden encontrar respuestas en el genoma de los tefritidos o moscas de la fruta. Estas especies se utilizan en genética porque además de compartir genes con los humanos, son muy fáciles de reproducir y cuidar. La especie más empleada es *Drosophila melanogaster* Loew.

Estudios realizados por la NASA (2021) reportan que aproximadamente el 61 % de los genes de las enfermedades humanas que se conocen, tienen una contrapartida identificable en el código genético de las moscas fruteras.

Las moscas fruteras, comparten el 70 % de los genes que causan enfermedades y también tienen los mismos órganos. Se estudió a *D. melanogaster*, como modelo para encontrar posibles respuestas a insuficiencias cardíacas o arritmias humanas. El equipo de científicos estudia el efecto del envejecimiento en la mosca y después lo extrapolan para ver cómo repercute en el corazón del humano.

2.3 Diagnóstico taxonómico de tefritidos

2.3.1 Morfología general en larvas

Las larvas son vermiformes, apodas y presentan espiráculos anteriores asimétricos, un gancho bucal fuerte, de color negro, con carinas bucales que varían según la especie (Figura 2 a,b,c)

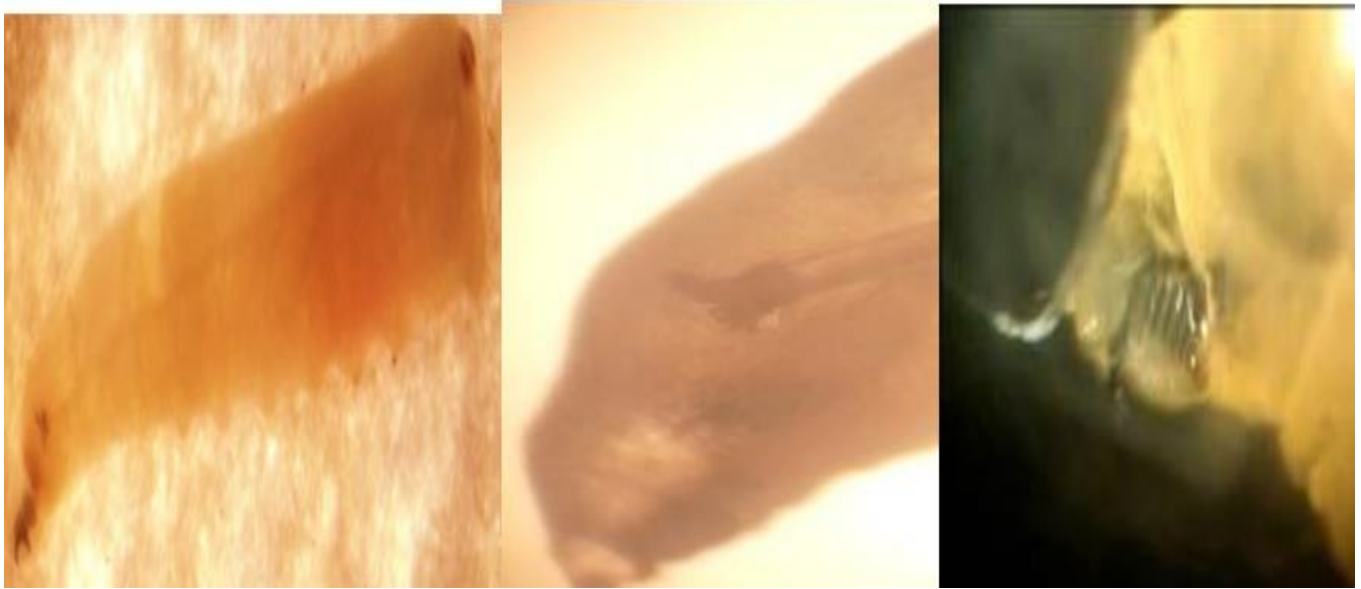


Figura 2 Morfología general de las larvas de tefritidos a, b) espiráculos anteriores ; c) corte cefalofaríngeo con carinas bucales (Fuente : Rojas et al., 2016)

En la actualidad el diagnóstico de larvas, fase nociva de la plaga, se precisa mediante el empleo de la microscopía electrónica.

Para ello se publican claves taxonómicas a nivel específico con énfasis en el patrón espiracular y se precisan como carácter de reconocimiento el número de dígitos en los espiráculos anteriores.

En larvas de *A.oblicua* se encuentran espiráculos anteriores con 12 -15 dígitos , a diferencia de *A.suspensa* que muestra 10-14 dígitos (Figura 3)

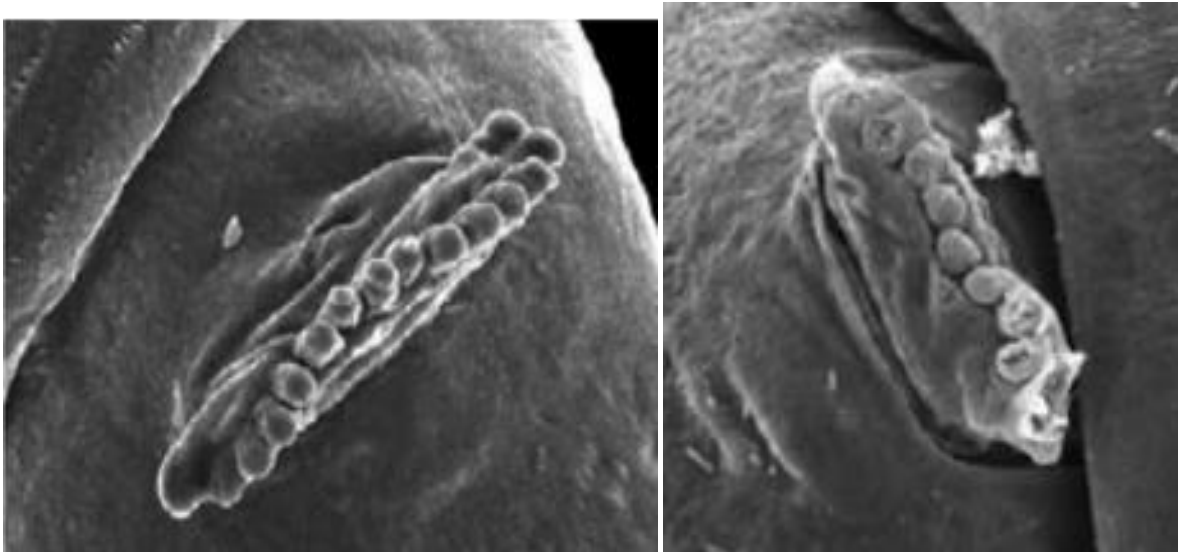


Figura 3 Dígitos espiraculares en larvas de *A.obliqua* y *A.suspensa* , imagen obtenida mediante microscopia electrónica (Fuente : Hernández *et al.*, 2020).

Hernández *et al.* (2010) destacó otros importantes caracteres para la identificación correcta de los tefritidos en su fase larval, son el número de carinas dorsales y el tipo de lóbulos anales, elementos que son distintivos entre las especies (Tabla 2)

Tabla 2 Caracteres diagnóstico de las diferentes especies de larvas(Fuente : Hernández *et al.* 2010)

Especie	Longitud de la larva	Carinas dorsales	Espiráculos anteriores	Lóbulos anales
<i>Anastrepha ludens</i>	9 – 11 mm	12 - 16	15 – 21 dígitos	bífidos
<i>Anastrepha obliqua</i>	8 – 10 mm	7 – 10	12 – 15 dígitos	enteros
<i>Anastrepha striata</i>	7 – 9 mm	5 – 8	11 – 17 dígitos	parcialmente bífidos o enteros

<i>Anastrepha serpentina</i>	8 – 10 m m	14 – 18	16 – 19 dígitos	bífidos o enteros
<i>Anastrepha suspensa</i>	8 – 10 m m	6 - 8	10 – 14 dígitos	enteros
<i>Anastrepha grandis</i>	6.6 – 7 m m	8 - 13	28 – 37 dígitos	Bífidos
<i>Ceratitis capitata</i>	7 – 9 m m	9 - 11	9 – 10 dígitos	bífidos o enteros
<i>Bactrocera dorsalis</i>	9 – 10 m m	10 - 13	8 – 12 dígitos	enteros
<i>Bactrocera cucurbitae</i>	9 – 11 m m	16 - 20	17 – 19 dígitos	enteros
<i>Rhagoletis pomonella</i>	7 – 8 m m	4 - 5	15 – 17 dígitos	enteros

2.3.2 Diagnóstico taxonómico de adultos de tefritidos

Algunas especies de tefritidos son muy similares entre sí lo cual puede generar confusión en el reconocimiento de las especies de moscas de la fruta capturadas en las trampas, generando controversias en la identificación correcta de dichas especies (Hernández, 2010),.

Borges (2019) retoma para el diagnóstico de los adultos de moscas de la fruta las características del Pronotum, Venaciones de las Alas, la Disposición de las Bandas (Alas), la Coloración del insecto y la Genitalia.

Hernández *et al.* (2010) publicaron como caracteres diagnóstico específico en los adultos las características del patrón alar, la descripción de quetotaxia en el mesonoto y los detalles morfo métricos del ovipositor o acúleo en las hembras (Figura 4)



Figura 4. Caracteres diagnóstico en adultos de tefritidos (patrón alar, mesonoto y aculeus)(Fuente: Hernández, 2010)

La monofilia de la superfamilia se basa en diversos rasgos entre los que destaca el subescutelo moderadamente bien desarrollado; anepisterno con una sutura más o menos perpendicular anterior a las sedas anepisternales.

Se enfatiza en machos con los terguitos 6, 7 y 8 muy reducidos o ausentes, y con el óbulo interno de los surstilos provistos de prensisetas. Las hembras con el segmento 7 fusionado en su totalidad (= sintergosternito 7) que protege al aculeus; y cercos fusionados.

Algunas sinapomorfias adicionales de los Tephritoidea superiores son: la vena R1 setulosa dorsalmente, presente en Tephritidae.

Las características derivadas que relacionan a *Anastrepha* Schiner, *Toxotrypana* Gerstaecker, son el distifalo (glans) con un esclerito apical en forma de "T", y la presencia de ganchos dorso basales esclerosados en la membrana eversible.

Se precisa en los siguientes caracteres genéricos distintivos para el reconocimiento de los adultos:

Características genéricas

***Ceratitis capitata* W.**

- Scutellum fuertemente abultado y brillante

- Banda transversa del ala manchada con numerosas y pequeñas máculas oscuras
- Scutum con patrón negro y blanco brillantes
- Dos espermatecas
- Aculeus con punta lisa

Anastrepha spp

- Vena M curvada anteriormente hacia el ápice
- Color anaranjado
- 3 espermatecas
- 3 bandas alares características
- setas (excepto ocelares) bien desarrolladas
- Membrana intersegmental del séptimo sintergoesternito con "raspa"
- Apice del aculeus casi siempre con dientes

Toxotrypana curvicauda G

- Séptimo tergoesternito más largo que el resto del cuerpo
- Tres espermatecas
- Proyección de la celda "cup" tan larga que llega hasta el margen del ala
 - Alas con bandeo compuesto por una banda sub costal unicolora , más una transversa siguiendo celda "cup"

Estos caracteres taxonómicos se emplearon por Rojas *et al.* (2016) para el diagnóstico del tefritido *A.obliqua* detectado en Venezuela con abundantes infestaciones en mango . La hembra adulta , se reconoce por el aculeus con sierra de dientes irregulares y agudos ocupando más de la mitad apical.

El ovipositor de este fitofago posee ápice ahusado desde el extremo del oviducto, no particularmente ensanchado o hinchado a la altura del extremo del oviducto, con dientes romos y pequeños, de 1.45 a 1.6 mm de longitud y 0.111 mm de ancho, ápice de 0.191 mm de longitud

El adulto se reconoce por la combinación de los caracteres siguientes: diseño alar con bandas castañas amarillentas, bandas Costal y S tocándose sobre R4+5, banda V completa y generalmente unida a la banda S, puede estar separada.

Presenta diseño torácico con el mesonoto amarillo castaño con áreas amarillas pálidas (húmero, estrías medias y laterales definidas y escutelo), pilosidad mesonotal castaña oscura excepto sobre la estría media que es amarilla pálida y con el metanoto amarillo naranja, algo oscurecido lateralmente.

2.3.3 Nuevas técnicas de diagnóstico taxonómico de adultos: estudios moleculares

Qin *et al.* (2016) condujeron estudios moleculares de tefritidos e identificaron las especies a partir de genes mitocondriales m tDNA *cox1* y el uso de marcadores con microsatélites.

Lebrack *et al.* (2021) destacaron que se han estudiado taxonómicamente las poblaciones de tefritidos mediante métodos biomoleculares, múltiples individuos de *B. dorsalis* que procedieron de regiones de Palau, Filipinas y Taiwan se examinaron. Para ello se secuenciaron la sección 780 bp del gen mitocondrial COI en 49 especímenes.

Araujo *et al.* (2021) publicaron recientemente métodos de morfometría para el diagnóstico de adultos de tefritidos, a partir de mediciones del aculeo y el análisis discriminante con variaciones canónicas que precisan la identidad de las hembras.

La identificación a nivel específica de adultos de tefritidos, incluidas poblaciones de *B. dorsalis* que procedieron de Palau, Filipinas y Taiwan se han realizado mediante disección del aedeagus de los machos (Leblanc *et al.*, 2015). Dichas estructuras se aclararon en KOH 25 % y se midieron cuidadosamente (Figura 5).

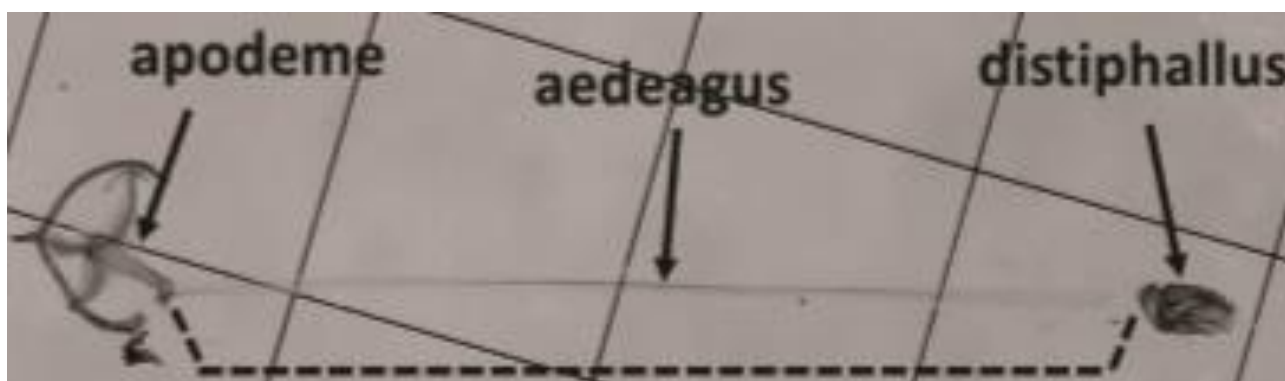


Figura 5. Diagnóstico taxonómico de adulto de tefritidos mediante examen de aedeagus. (Fuente: Lebrack et al., 2021)

2.4 Bioecología de las moscas de la fruta

Estos insectos presentan una metamorfosis holometábola o completa, que se divide en las siguientes etapas: huevo, larva, pupa, y adulto. La mayor parte de su vida la pasan en estado inmaduro en el interior de los frutos donde causan el daño.

ACTAF (2011) publicó que dependiendo de la duración del ciclo, que varía según la especie y las condiciones climáticas de la localidad, el número de generaciones por año en Cuba puede variar entre 4 - 12 o más.

Descripción del ciclo de vida

Huevos

Según Hernández et al., (2020) estos son de color blanco pálido y transparente, son depositados individualmente. Miden aproximadamente 1.2 +/- 0.2 mm de diámetro y 0.3 +/- 0.01 mm de largo.

La parte proximal del huevo es redondeada y disminuye gradualmente hasta terminar en una punta aguda, haciendo que el huevo tenga una apariencia elíptica. Generalmente son colocados del pedicelo y de uno en uno, al menos que oviposite más de una hembra en el mismo fruto.

Larva

Durante su desarrollo pasan por tres estadios, que se pueden determinar por el tamaño de la misma. Dependiendo de la especie, del sustrato y de la competencia, con otras larvas.

Todos los estadios poseen forma de cuña con la parte posterior redondeada, generalmente son de color crema claro hasta amarillo, sin embargo, el color varío con el tipo de fruto del cual se alimentan.

Cada larva tiene un par de ganchos bucales que se articulan con un par de escleritos céfalo-faríngeos. Posee un órgano espiracular protorácico en ambos lados de la cabeza.

Pupa.

La larva sale del sustrato de alimentación para convertirse en pupa enterrándose en el suelo, hecho que por lo general coincide con la caída del fruto. Puede enterrarse bastante, pero lo común es que lo hagan superficialmente (5-10 cm).

En ocasiones no salen del fruto y pupan dentro del mismo cuando este aún permanece colgado o ya cayó. El pupario es típico de un díptero ciclorrafa.

Adulto.

El adulto para romper el pupario utiliza un órgano llamado ptilinum, que se localiza sobre la cabeza, con este empuja una punta del pupario y emerge.

Según Borges *et al.*, (2017) las especies de moscas fruteras son multivoltinas, es decir, presentan varias generaciones al año. La dieta y la temperatura tienen un marcado efectos sobre la longevidad y fecundidad de las moscas de la fruta. Algunas de estas moscas, principalmente las especies tropicales y subtropicales, tienen varias generaciones al año y no pasan por períodos de diapausa.

Así, llegan a tener niveles de población muy elevados en épocas de fructificación de sus hospederos preferidos y cuando las frutas del mango o guayaba desaparecen migran a otras plantas hospederas que les permitan completar otra generación.

En cuanto a la disposición espacial de la plaga, Chambilla y Lorenzo (2016) encontraron que la mayor recuperación de moscas de la fruta del género *Anastrepha* fue en el punto cardinal este y la menor población en el punto norte de los campos.

2.4.1 Influencia de los factores abióticos en el desarrollo

Los tefritidos son organismos muy dinámicos, con un poder de adaptación extraordinario, que han encontrado en los frutos condiciones óptimas para su desarrollo y multiplicación masiva.

De acuerdo con las exigencias del medio ambiente, se desplazan entre un hospedante y otro.

Se señala que el ciclo de vida de estos insectos depende de las condiciones ecológicas de cada región, estrechamente regulado por factores tales como temperatura, humedad, vegetación nativa, sustrato de pupación, sustrato de oviposición y disponibilidad de alimento, entre otros

Atendiendo a sus características fisiológicas y ecológicas los tefritidos pueden ser divididos en dos grandes grupos:

- A) Especies univoltinas (una generación por año). Habitan en regiones de clima templado, con una fluctuación estacional marcada (el género *Bactrocera* es un ejemplo de especies de este tipo).
- B) Especies multivoltinas (más de una generación en el año). Comunes en regiones con clima sub-tropical. A este grupo pertenecen las especies del género *Anastrepha* Schnider.

En función de la diversidad de hospedantes que utilizan, las moscas de la fruta se pueden dividir en cuatro grandes grupos:

- Polífagas. Aquellas que se alimentan de plantas de diferentes familias.
- O lífagas. Especies asociadas con varios géneros de familia.
- Estenofagas. Se alimentan de varias plantas de un solo género.
- Monofagas. Especies restringidas a un solo huésped.

El ciclo de vida de estas especies se desarrolla en tres ambientes, vegetación, el fruto y el suelo. Los adultos habitan en las plantas hospedantes o plantas vecinas, donde pasan la mayor parte del tiempo.

Depende de las condiciones ecológicas de cada región, regulada por factores tales como:

- Temperatura.

- Humedad.
- Sustrato de pupación.
- Sustrato de oviposición.
- Disponibilidad de alimento.

Ramos *et al.* (2019) evaluaron la influencia de las variables climáticas (temperatura, precipitación) y la disponibilidad de hospedantes sobre la abundancia de moscas de la fruta. Para ello se hizo un análisis canónico de correspondencias y se construyó un modelo de fluctuación poblacional mediante la función de enlace logit. Se encontró que los meses con mayores poblaciones de moscas de la fruta fueron febrero, abril y mayo.

Araujo *et al.* (2008) reportaron una clara relación de la población de moscas de la fruta con la humedad relativa, la cual, al tener relación directa con la precipitación, puede jugar un papel importante en la presencia de tefrítidos adultos.

Las especies del género *Anastrepha* (*A. obliqua* y *A. ludens*) requieren de temperaturas entre 24 y 28 ° C, con una humedad relativa entre el 64 y el 82 %, para su normal desarrollo, en plantaciones de mango en la región del Sonocusco, Chiapas.

Los efectos del Cambio Climático, pueden influir en el comportamiento de las especies de tefrítidos, que incluyen un potencial invasivo de moscas tropicales como *Anastrepha* hacia regiones templadas (Gutiérrez *et al.*, 2021).

Aluja (2016) plantea que esta especie, a pesar de ser una especie de zonas tropicales ha comenzado a moverse hacia zonas más altas de Puebla, México

En Cuba, Castellanos *et al.* (2006) no encontraron correlación de las poblaciones de tefrítidos con las variables climáticas en ecozonas de Jagüey Grande.

Sin embargo, para *C. capitata*, el CNSV (2014) cita que es determinante para su desarrollo, una temperatura superior a 10° C e inferiores a 33° C. El óptimo térmico es de 23 ° C

En los trópicos completan de esta manera hasta más de 10 generaciones al año, manteniendo niveles poblacionales elevados. Cuando desaparece un hospedante, migran a otro, que les permita completar una generación.

A veces atacan simultáneamente entre 3 ó 4 hospedantes, si estos coinciden con la fructificación. Aun así, algunas especies se caracterizan por preferir cierto tipo de fruto o familia .

2.5 Impactos del ataque de tefritidos plagas en la agricultura mundial

Dentro de las repercusiones que tienen las plagas en la agricultura, están los efectos en la economía, por la disminución de los rendimientos del cultivo; afectaciones en la ecología, al contaminar el ambiente por la aplicación de medidas de control; y, en la parte social, disminución de alimentos, lo que plantea serios desafíos (Deus *et al.*, 2016).

Las moscas de la fruta son consideradas como una de las principales limitantes del desarrollo de la industria hortofrutícola en los países de América Latina y el Caribe. Lo anterior debido al daño directo que ocasionan a la producción de una amplia gama de especies de frutas y hortalizas, así como al daño indirecto por restricciones cuarentenarias que imponen los países que se encuentran libres de estas (Guillén, 2020).

Los mecanismos para controlar estas plagas, se realizan a través de las aplicaciones de plaguicidas, y su uso excesivo conlleva a resistencia y desequilibrio biológico, "colocando en riesgo la sostenibilidad de la producción, repercutiendo en la seguridad alimentaria de la población" (León *et al.*, 2021).

Además, las variaciones climáticas han conllevado a la aparición de más casos de enfermedad (Donatelli *et al.*, 2017). De acuerdo con Caicedo *et al.* (2020), los cambios climáticos representan "un factor o elemento que inciden en los sistemas productivos agrícolas, específicamente por la contaminación ambiental en las diferentes zonas productivas" .

Las especies de tefritidos son de gran importancia económica para la producción de frutales, debido a las pérdidas económicas que ocasionan, las que pueden llegar hasta el 70 % de la producción. Los hospedantes preferidos resultan aquellos frutos de pericarpio blando ya que

pueden ser primarios o secundarios eso depende de cada especie de mosca de la fruta y su ciclo biológico.

Generalmente los cultivos más afectados son cítricos, bananas, melones, vid, pomelos, aguacates, papaya y guayabas, entre otros. Los daños son causados por las hembras cuando depositan los huevos al interior de los frutos, en ocasiones en tallos en desarrollo o en segmentos florales, y el daño generado es por las larvas que se alimentan de la pulpa o las semillas, hasta que se desarrollan por completo y la fase de pupa ocurre generalmente en el suelo; este es un dato importante para el control de esta plaga es necesario recolectar los frutos caídos (Montoya *et al.*, 2020).

En Venezuela, Rojas *et al.* (2016) cita como plantas hospederas de *A.oblicua* a los frutos de *semeruco (Malpighia glabra)*, *mango (Mangifera indica L)*, *guayaba (Psidium guajava L)*, *jobo (Spondias mombin)* y *ciruela de hueso (Spondias purpurea)*.

En larvas de *Anastrepha* spp., se aisló la bacteria *Erwinia* spp. en un 84 % de los insectos examinados. También se obtuvieron en los aislamientos de tefritidos otras bacterias y el hongo *Aspergillus* sp.

Tigrero (2019) reportó 56 especies vegetales, pertenecientes a 23 familias como hospederas de *Anastrepha*. En Rutaceae, Myrtaceae y Sapotaceae, se registran los hospederos más importantes (seis especies en cada una). Los géneros *Psidium guajava* con siete especies, *Annona cherimola* . *Pouteria lucuma* con seis, son los hospedantes más significativos a la infestación por tefritidos.

Según Hernández *et al.*(2021) en México, se destaca la mosca de la fruta (*Anastrepha ludens* L.), ocasionando daños principalmente a dos de los frutales más importantes del país: naranja (*Citrus sinensis* L) y mango (*Mangifera indica*L.).

En Argentina, *Ceratitis capitata* Weid genera pérdidas hasta de un 20% de la producción, sin embargo el daño indirecto es mayor y se debe a la pérdida de mercados potenciales. En

varios países la especie se notifica como plaga clave de la citricultura mundial y puede atacar más de 300 otros cultivos de importancia económica a nivel global (Mahfouz *et al.*, 2021)

Vanegas (2021) informó que las especies del género *Anastrepha* están consideradas como las plagas principales en cultivos frutales al afectar directamente los frutos. Esta plaga produce un daño directo cuando la hembra ovoposita en la pulpa de los frutos.

Además, el daño provocado por la oviposición favorece la entrada de hongos y bacterias que ocasionan la descomposición de la pulpa, aunado a las galerías de las larvas durante su alimentación. Todo esto produce una maduración precoz, caída del fruto y pérdida de la cosecha.

En plantaciones de mango de la República Dominicana se reportan pérdidas entre 5-70 %, la especie de mayor nocividad es *Bactrocera* sp. En Estados Unidos, como promedio la industria de frutas y vegetales de California gasta para el control de tefritidos aproximadamente 25 billones de pesos. Una sola campaña de erradicación de mosca de la fruta tiene un costo estimado aproximadamente de 32 millones de dólares.

En Egipto, las infestaciones por *C.capitata* superan el 40% , con pérdidas anuales de 177 millones de USD. Gastos adicionales se incurren por la aspersión de plaguicidas tales como triazophos, imidacloprid, dipterex (Mahmoud *et al.*, 2017), que resultan de negativo impacto ambiental y pueden acarrear residualidad.

Según Meza (2021) la abundancia y riqueza de especies vegetales hospederas y no hospederas de *Anastrepha*, fue variable entre localidades monitoreadas.

En Ecuador las especies hospederas de tefritidos más abundantes fueron: Mango (*Mangifera indica.*), ciruelo (*Spondias purpurea*L. y papaya (*Carica papaya*L.). Entre las plantas no hospederas destacó *Teobroma cacao* L.

Las familias Malvaceae, Musaceae y Anacardiaceae, fueron las de ataques más frecuentes por tefritidos (Tabla 3).

Varias especies afectaron la calidad e los frutos y las semillas. Los insectos frugívoros pueden influenciar la producción de semillas, directa o indirectamente a través de cambios

bioquímicos que causan la maduración prematura de la fruta o los niveles aumentados de proteínas (Saavedra *et al.* 2017).

Tabla 3 Hospedantes atacados por tefritidos en Ecuador (Fuente : Meza, 2021)

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Cacao*	<i>Theobroma cacao</i> L	Malvaceae
Plátano*	<i>Musa paradisiaca</i> L	Musaceae
Mango	<i>Mangifera indica</i> L	Anacardiaceae
Papaya	<i>Carica papaya</i> L	Caricaceae
Obos	<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae
Palma coco*	<i>Cocus nucifera</i> L	Arecaceae
Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i> L	Anacardiaceae
Naranja	<i>Citrus sinensis</i> L	Rutaceae
Limón	<i>Citrus x limón</i>	Rutaceae
Guarumo*	<i>Cecropia spp</i>	Urticaceae
Achiote*	<i>Bixa Orellana</i>	Bixaceae
Café	<i>Coffea</i>	Rubiaceae

	<i>canephora</i>	
	<i>Pierre</i>	
Acacia*	<i>Acacia mangium Will</i>	Fabaceae
Guachapelí*	<i>Albizia guachapele</i>	Fabaceae
Bototillo*	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae
Pechiche*	<i>Vitex gigantea</i>	Lamiaceae
Guabo	<i>Inga eduliz L</i>	Fabaceae
Fruto pan*	<i>Arpocarpus altilis</i>	Moraceae
Moringa*	<i>Moringa oleífera L</i>	Moringaceae
Mate*	<i>Crescentia cujete</i>	Bignonaceae
Caña* fistula	<i>Cassia fistula</i>	Fabaceae
Melina*	<i>Gmelina arbórea</i>	Lamiaceae
Cauje	<i>Pouteria caimito L</i>	Sapotaceae
Guanábana*	<i>Annona muricata L</i>	Annonaceae
Guayaba	<i>Psidium guajava L</i>	Myrtaceae

G rose lla*	<i>Phyllanthus</i> <i>acidus</i>	Phyllanthaceae
Zapote	<i>Matisia cordata</i>	Sapotaceae
Teca*	<i>Tectona</i> <i>grandis</i>	Verbenaceae
Tamarindo*	<i>Tamarindus</i> <i>indica L</i>	Fabaceae
Mata palo*	<i>Ficus pertusa</i>	Moraceae
Marañón*	<i>Anacardium</i> <i>occidentalis</i>	Anacardiaceae
Mamey colorado	<i>Pouteria</i> <i>sapota (Jacquin)</i>	Sapotaceae
Aguacate*	<i>Persea</i> <i>americana L</i>	Lauraceae
Almendra	<i>Terminalia</i> <i>catappa</i>	Combretaceae
Mamey Cartagena*	<i>Mammea</i> <i>americana L</i>	Calophyllaceae
Maraçuyá*	<i>Passiflora</i> <i>edulis</i>	Passifloraceae
Cereza	<i>Malpighia spp</i>	Malpighiaceae

2.5.1 Daños por tefritidos en la fruticultura cubana.

Anastrepha Schiner ha sido detectada en Cuba atacando guayaba, mango, ciruela jobo, icaco, mamey de Santo Domingo y mamey clorado (Bruner *et al.*, 1975).

En Cuba, Vázquez *et al.* (2000), describieron el género *Anastrepha*, se reportan cinco especies, que son: *Anastrepha suspensa* Loew, *Anastrepha obliqua* Macquart, *Anastrepha interrupta* Stone y *Anastrepha ocrexia* Walker, entre otras que no han sido identificadas.

En la provincia de Matanzas, Castellanos *et al.* (2006) concluyeron que el factor determinante en la presencia de tefritidos está dado por la diversidad del hospedante y su abundancia.

Se obtuvo una relación significativa entre la captura y las precipitaciones solo en el caso de *A. suspensa*, mientras que las capturas de *A. obliqua* no mostraron relación con ninguna de las variables climáticas.

En el agroecosistema de Jagüey Grande según registros estadísticos del Laboratorio de Diagnóstico de Sanidad Vegetal de Matanzas, se reportan 3 especies del género, *Anastrepha*, representados por *Anastrepha suspensa* Loew, *Anastrepha obliqua* Macquart y *Anastrepha ocrexia* (Walker) (Castellanos *et al.*, 2006)

Las dos primeras especies son de importancia económica por el daño que causan a la fruta y por el número de hospedantes presentes en la zona de estudio. Es de relevancia ecológica estudiar el comportamiento de estas especies y detectar a tiempo sus posibles daños, para evitar afectaciones en nuestra economía, donde los cítricos constituyen un rublo exportable, además de ser hospedantes potenciales de estas moscas (Castellanos *et al.*, 2006).

Borges (2019) informa para ecosistemas frutícolas de la isla a las especies *Anastrepha insularis* Stone, *Anastrepha interrupta*, *Anastrepha obliqua* Macquart y *Anastrepha suspensa* Loew., *Anastrepha ocrexia* (Walker), *Anastrepha soroana* S.

Según CNSV (2014), los hospedantes preferenciales de las moscas de la fruta del género *Anastrepha* Schineren Cuba, se muestran en la tabla 4.

Tabla 4 Hospedantes preferenciales de moscas de la fruta (Fuente: CNSV, 2014)

Nombre común	Nombre científico	Familia
Almendra de india	<i>Terminalia catappa</i> L	Combretaceae
Annona	<i>Annona reticulata</i> . L	Annonaceae
Aguacate	<i>Persea americana</i> . M	Lauraceae
Arrojón	<i>Psidium sartoriana</i> U	Myrtaceae
Bagá	<i>Annona glabra</i> L	Annonaceae
Cacao	<i>Theobroma cacao</i> L	Esterculaceae
Caimito	<i>Chrysophyllum caimito</i> L	Sapotaceae
Caimitillo	<i>Chrysophyllum oliviforme</i>	Sapotaceae
Cafeto	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae
Canistel	<i>Pouteria campechiana</i> B	Sapotaceae
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i> L	Oxalidaceae

Ciruelo	<i>Spondia purpurea</i> L.	Rosaceae
Chirimoya	<i>Annoina chirimolia</i> M	Annonaceae
Cundeamor	<i>Momordica</i> <i>charantia</i> L	Cucurbitaceae
Fresa	<i>Fragari vesca</i> L.	Rosaceae
Granada	<i>Punica nahum</i> L	Punicacea
Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i> L.	Myrtacea
Guaimaro	<i>Bromicia</i> <i>alicastrum</i> S(W)	Moraceae
Higuera	<i>Picus carica</i> L	Moraceae
Icaco	<i>Crysobalanus</i> <i>icaco</i> I	Rosacea
Jobo	<i>Spondia</i> <i>ombium</i> L	Anacardasea
Kumuqat	<i>Fortunilla japónica</i> T	Rutaceae
Limero	<i>Citrus aurantifolia</i> S	Rutaceae

Mamey colorado	<i>Calocarpum sapota (J) M</i>	Sapotaceae
M. S. Domingo	<i>Mammea americana L</i>	Guttiferaceae
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae
Marañón.	<i>Anacardium occidentales</i>	Anacardaceae
Mango	<i>Mangifera indica L</i>	Anacardaceae
Manzano	<i>Malus sylvestris M</i>	Rosácea
Manzano malayo	<i>Eugenia melococensis B</i>	Myrtaceae
Melocotón	<i>Prunus persica (I) S</i>	Ebeneceae
Mamón	<i>Annona reticulata L</i>	Annonaceae
Naranja agrio	<i>Citrus aurantium L.</i>	Rutaceae
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis L</i>	Rutaceae
Nispero	<i>Achras sapota L</i>	Rosaceae
Nispero del Japón	<i>Erihotya japónica L-</i>	Rosaceae
Papaya	<i>Carica papaya L</i>	Caricaceae

Peral	<i>Pyrus communis</i> L.	Rosaceae
Pimienta Inglesa	<i>Pimenta oisica</i> M	Myrtaceae
Pomarrosa	<i>Eugenia jambus</i> L	Myrtaceae
Toronja	<i>Citrus grandis</i> O	Rutaceae
Tomate	<i>Lycopersicon</i> <i>esculentum</i> W	Solanaceae
Uva de caleta	<i>Coccoloba uvifera</i> J.	Poligonaceae
Yuca	<i>Manihot esculenta</i> C	Euforbiaceae

El listado de hospedantes obtenidos denota significación agroecológica para la agricultura cubana, toda vez que se demuestra la polifagia de este grupo insectil y sus impactos agrícolas al atacar no solo frutales, sino también otros hospedantes de interés económico como hortalizas tomate, raíces y tubérculos como la yuca y el café.

Las autoridades locales en el municipio Jagüey Grande, Matanzas informaron que el ataque de plagas, entre otros factores, influye negativamente en el rendimiento actual de los frutales y en particular en el de la guayaba.

Barreda (2018) en la Finca El Combate del municipio Jagüey Grande, provincia Matanzas, encontró ataques de *Anastrepha suspensa* Loew, que ocasionaron infestaciones larvales superiores al 10 % de los frutos examinados, favorecidas por temperaturas de 22,5 °C. Se encontraron infestaciones de 0.5 Moscas Días Trampa (MDT) superando el Umbral de Daño Económico informado para la plaga.

En esta localidad *A. suspensa* provocó coeficientes de nocividad de 13.51 - 55.48 % con afectaciones al peso potencial del fruto y a la calidad comercial en la guayaba roja enana.

Martin e Iparraguirre (2021) describieron en plantaciones de frutales de Ciego de Ávila los resultados alcanzados en la captura de adultos de tefritidos, a partir de la observación de la red de trampas instaladas para este fin.

Se realizaron muestreos de frutos de plantas hospedantes, aprovechando la organización de la Vigilancia Fitosanitaria por Cuadrantes Cartográficos aplicada por el Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV).

Como resultado se obtuvo que las especies *Anastrepha suspensa* Loew y *Anastrepha obliqua* Macquart, son las que predominan en esta área de la fruticultura cubana. *A. suspensa* es la especie preponderante en las capturas de adultos en trampas y larvas en muestreo de fruto, siendo la guayaba el hospedante preferido de ambas especies de moscas fruteras (Martin e Iparraguirre, 2021).

Rodríguez e Iparraguirre (2021) en ecosistemas fruteros de Morón, Ciego de Ávila determinaron que las especies *Anastrepha suspensa* Loew y *Anastrepha obliqua* Macquart, son las que predominan en este municipio. Igualmente se pudo comprobar que *A. suspensa* es la especie predominante en las capturas en trampas.

Además se demostró que en todos los campos analizados las afectaciones de la mosca frutera en los rendimientos sobrepasan los límites establecidos internacionalmente. Las trampas McPhail mostraron una alta eficiencia en la captura de adultos del género *Anastrepha*.

2.4. 2 Otros impactos de los tefritidos: especies de importancia cuarentenaria para Cuba

La vigilancia fitosanitaria es una obligación de los países miembros de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). Para establecer un sistema de vigilancia eficiente es fundamental conocer el manejo del territorio y las plagas sometidas a vigilancia.

Estos criterios coinciden con la estrategia trazada en nuestro país a través del Programa de Detección, Monitoreo y Control de especies de Moscas de la fruta (CNSV, 2014).

Varias especies de tefritidos se insertan en el grupo A-1 de la Lista de Plagas Reglamentadas de la República de Cuba, se incluyen 17 especies de moscas de la fruta que no se reportan en Cuba (Tabla 5) y recaban de estricta vigilancia fitosanitaria (MINAG, 2017).

Tabla 5. Tefritidos plagas reglamentadas en Cuba (Fuente: MINAG, 2017)

GÉNERO	ESPECIES
ANASTREPHA	<p><i>Anastrepha ludens</i> (Loew)</p> <p><i>Anastrepha fraterculus</i> Wiedemann</p> <p><i>Anastrepha grandis</i> (Macquart)</p> <p><i>Anastrepha serpentina</i> (Wiedemann)</p> <p><i>Anastrepha striata</i> Schiner</p> <p><i>Anastrepha</i> spp. (excepto <i>A. obliqua</i> (Macquart), <i>A. ocrexia</i> (Walker) y <i>A. suspensa</i> (Loew))</p>
BACTROCERA	<p><i>Bactrocera correcta</i> (Bezzi)</p> <p><i>Bactrocera cucurbitae</i> Coquillett</p> <p><i>Bactrocera dorsalis</i> (Hendel)</p> <p><i>Bactrocera</i> spp.</p> <p><i>Busseola fusca</i> (Fuller)</p>
CERATITIS	<p><i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann)</p> <p><i>Ceratitis rosa</i> Karsch</p>

	<i>Ceratitis spp.</i>
--	-----------------------

Es de destacar que en puntos fronterizos del país, como el Aeropuerto Internacional de Varadero en la provincia de Matanzas, los especialistas fitosanitarios han interceptado larvas de *Ceratitis capitata* en frutas y otros alimentos importados por extranjeros arribantes a la isla.

Balde (2017) afirmó que la vigilancia fitosanitaria ocupa un lugar primordial en la producción mundial de frutales, resulta vital en la protección de cultivos de importancia económica como la guayaba; en la región del Caribe se registran especies de moscas fruteras como *Bactrocera invadens* (Drew) que son altamente invasoras y presentan riesgos de introducción al país

3 Situación actual y perspectivas del manejo agroecológico de tefritidos

3.1 Manejo integrado de tefritidos

En la actualidad los mecanismos para controlar tefritidos, se realizan generalmente a través de las aplicaciones de insecticidas.

Se plantea que un modelo de Manejo integrado de tefritidos comprende los siguientes aspectos: mecanismos de detección y el empleo del control mecánico cultural, etológico, legal, biológico, químico.

Mecanismos de detección.

Los mecanismos de detección favorecen la correcta identificación del insecto plaga, describen su población real y su rango de hospedantes. Se fundamenta, en la aplicación de un monitoreo constante y sistemático, a partir de la colocación de trampas de captura, el muestreo de frutas y del suelo.

Según Lamofru (2014) los criterios de intervención fitosanitaria en cultivos frutícolas y la determinación de los umbrales de daño económico para tephitidos se deciden en función de los valores de MTD (Mosca/Trampa x Día), el % de hembras fértiles que se capturan y la presencia de larvas en los frutos.

3.1.2 Control mecánico cultural.

La base de cualquier programa de manejo integrado de plagas, lo debe constituir una adecuada atención técnica del cultivo. Es un mecanismo sencillo, con costos mínimos. Esta práctica incluye:

- Recolección y enterrado de frutos caídos.
- Control de malezas y otros.
- Tratamientos térmicos de frutas post-cosecha.
- Cultivos trampa.
- Uso de tratamiento térmico en frutos

Lin *et al.* (2020) describen la efectividad del tratamiento térmico de las frutas, en particular el empleo de enfriamiento y de bajas temperaturas en el manejo de frutas de guayaba ante el ataque de tefritidos como *Bactrocera dorsalis*.

En Estados Unidos el tratamiento térmico de los frutos se emplea para garantizar un 99 % de mortalidad de las moscas fruteras para los tratamientos cuarentenarios (Berton y Raga, 2021).

En Nueva Zelanda se ensayaron pruebas para el manejo de *C. capitata* en frutos de *C. sinensis*, con tratamientos a los frutos de 2°C a 3°C por 20 días, pero no siempre se observó la eficacia requerida (Urlacher y Devitt, 2021).

Bardo y Raga (2021) evaluaron tratamientos hidrotermos contra huevos de *A. grandis*, sometidos durante 60 minutos a rangos térmicos de 44 °C. Se encontró una mortalidad del 100 % a 50 °C.

3.1.2 Control Legal

Elementos esenciales en todo programa de atención fitosanitario, son las medidas de tipo legal. El control legal se ejecuta a través de cuarentenas, permisos para el movimiento de frutas, certificados de origen, certificados de huertos, constancia técnica de la ejecución de medidas de control, ejecución de tratamientos de fumigación y método de control físico.

Entre los tratamientos cuarentenarios más utilizados los siguientes:

- Tratamiento a base de vapor caliente.
- Tratamientos a base de fumigación.
- Tratamientos con bajas temperaturas.
- Tratamientos con temperaturas altas.
- Tratamiento hidrotérmico.
- Tratamiento a base de aire caliente húmedo forzado.
- Tratamientos a base de irradiación.

3.1.3 Control químico.

Para el control químico de las moscas de la fruta, se utilizan mezclas de insecticidas y un atrayente alimenticio, comúnmente llamado insecticida cebo, el cual resulta muy efectivo, ya que es específico para las moscas de la fruta. Se recomienda utilizar Malathion 57% EC 0.5 litro, proteína hidrolizada 1 litro y 90 litros de agua (Figura 6)



Figura 6 Alternativas de control químico, mezcla de insecticida y atrayentes (Fuente : Araujo , 2008)

Esta combinación de insecticida + un atrayente, permite realizar aplicaciones selectivas y no generalizadas. Estas aplicaciones resultan 4 veces más eficientes en comparación con el uso del producto químico simple. Si las aplicaciones se realizan con oportunidad, las poblaciones de moscas pueden ser reducidas hasta un 98 %.

Las moscas de la fruta son susceptibles a cualquier insecticida no obstante el más utilizado mundialmente es el Malathion 57 % para preparar el cebo, ya que este presenta una Dosis Letal Media (DL 50) alta y efectos suaves sobre el medio, si se utiliza racionalmente.

Estudios realizados en Costa Rica, sobre la tolerancia de huevos de *C. capitata* al malathion en condiciones in vitro, demostraron la susceptibilidad de los huevos al insecticida malathion 57% EC, la concentración 9.77 ppm, mata al 50 % (DL 50) de los huevos.

Para preparar el insecticida cebo, se le agrega un atrayente alimenticio. Los mejores atrayentes, son las proteínas hidrolizadas, especialmente, las derivadas de la levadura, también se usan proteínas hidrolizadas de maíz, de semilla de algodón y otras derivadas de la industria de los alimentos.

Para lograr un control eficiente es necesario agitar constantemente el producto al agregar un emulsificante, si esto no se hace el malathion y el atrayente se separan provocando que primero se asperje el insecticida y luego la proteína pudiendo causar daños al fruto disminuyendo por completo su efectividad.

La mezcla debe ser aplicada el mismo día en que se prepare, debido a que el insecticida se degrada en el transcurso del tiempo, es recomendable realizar la aplicación durante las primeras horas del día.

3.1.4 Control etológico

El control etológico se basa en la propiedad de los insectos de responder ante determinados estímulos, ya sean odoríficos (sexuales o alimenticios) o visuales (color o forma). Entre los sexuales, los más empleados son la feromonas, las kairomonas y las paraferomonas.

La eficiencia de captura de moscas de la especie *Toxotripa curvicauda* Gerstaecker, demostraron que trampas de forma cilíndrica hechas de plástico de color verde opaco cebadas con un tóxico o cubiertas de material adhesivo verde, capturaron aproximadamente 5 veces más moscas de la papaya, que las trampas verdes opacas cubiertas de goma o las esferas verdes cubiertas de goma. La combinación del color verde y la forma cilíndrica proveyeron una pista visual suficiente para la captura.

La humedad ambiental también juega un papel importante en la habilidad de los adultos de extender sus alas una vez que han salido del pupario. Esta es una de las razones principales por la que los adultos de *A. obliqua* emergen temprano en la mañana, cuando la humedad relativa es más alta y la temperatura más baja, momento en que se debe priorizar el manejo etológico.

3.1.4.1 Sistemas de trapeo

Las medidas de control de estos insectos se basan primeramente en los estudios obtenidos en el estudio de la dinámica de la plaga, lo que nos pondrá en condiciones de conocer cuántas especies hay presentes, sus niveles poblacionales, distribución y hospedantes. Con estos elementos, estamos en condiciones de establecer las medidas necesarias para su control.

El hecho de detectar a tiempo, la presencia de poblaciones de moscas de la fruta, constituye un aspecto esencial en cualquier programa de lucha que se diseñe, para su control. Los más usados internacionalmente están basados en trapeos, muestreos de fruto y el uso de jaulas de maduración lo que nos permite inclusive detectar especies exóticas sometidas a cuarentena.

El establecimiento de un programa de detección debe centrarse en las siguientes características:

- Conocimiento de las características geográficas, agroclimáticas y socioeconómicas del área.
- Conocimiento de la época de fructificación por zonas cultivadas.

- Distribución de hospedantes silvestres, para determinar el tipo de trampas los atrayentes y la densidad de estas, la frecuencia de lecturas, la metodología para el muestreo, recursos humanos, físicos y financieros.

El sistema de trapeo consiste en capturar adultos que son atraídos a una fuente específica. Su resultado, generalmente se expresa mediante el llamado índice de Moscas Trampas Día (MTD), y permite información importante como densidad de adultos y proporción sexual.

En la fruticultura mundial se utilizan diferentes tipos de trampas, entre ellas las de tipo Mcphail y Jackson (Figura 7)



Figura 7 Trampas de captura de tefritidos

Se sugiere además el muestreo de frutos infestados por tefritidos, una vez por mes, en diferentes campos de producción. Los frutos colectados se colocan en cajas de recuperación de 3 kg de capacidad, con una rejilla metálica a 12 cm de la base que contenía arena fina humedecida donde las larvas, una vez que abandonan los frutos y caían para empupar.

Según CNSV (2014) la eficiencia de la trampa está determinada por un grupo de factores entre los que se encuentran:

- Diseño.
- Atrayente utilizado.

- La altura y la ubicación.
- Densidad de trapeo.
- Niveles poblacionales de las moscas.
- Condiciones ambientales.

Atrayentes en sistemas de trapeo

El atrayente utilizado es otro factor decisivo en la eficacia de un sistema de detección por trapeo. La elección del atrayente óptimo de acuerdo a la especie es fundamental para garantizar eficacia en el resultado.

Los atrayentes pueden clasificarse en sexual y alimenticios. Los atrayentes sexuales están representados por las feromonas, kairomonas y paraferomonas. Son sustancias extraídas de las hembras de cada especie, de ahí su especificidad en la mayoría de los casos.

Entre los primeros atrayentes utilizados para las moscas de la fruta estuvieron las melazas, los fermentos azucarados y levaduras. Posteriormente se inició el uso de proteínas hidrolizadas, las cuales generalmente son menos efectivas que las levaduras, pero, son más fáciles de manejar y estandarizar.

Los volátiles de las melazas líquidas utilizadas, son compuestos amoniacales derivados de la hidrólisis de las proteínas, sin embargo, aún no se han identificado los compuestos activos que atraen a las moscas.

En Colombia, Martínez *et al.* (2020) reportaron a *Anastrepha ligiae*, una nueva especie del grupo *Anastrepha curvicauda*, capturada con trampas McPhail, en los municipios de Albán y Anolaima (Cundinamarca) y Vélez (Santander).

Se criaron en la fruta de *Vasconcellea pubescens* A (Caricaceae). *V. pubescens*, se registra por primera vez como una planta hospedante para el género *Anastrepha* (Clavijo *et al.*, 2018).

En un sistema de trapeo de *Anastrepha* spp en plantaciones de mango criollo en Ecuador, se utilizaron trampas McPhail y como atrayente alimenticio 5 % de proteína hidrolizada, 3 % de Bórax y 92 % de agua, instalando tres trampas en cada localidad, una por planta (Meza y Regulo, 2021).

3.1.4.2 Trampas artesanales para el manejo ecológico de tefritidos

Un estudio realizado en Colombia, llegó a la conclusión de que la orina humana es un atrayente viable para ser utilizada en trapeos de tefritidos por pequeños fruticultores. Se constató la sabiduría ancestral y las prácticas empíricas en la eficacia de este método para atraer y monitorear la especie *Anastrepha obliqua*.

Hedstrom (1988), reportó el empleo de tácticas tradicionales de manejo de plagas y la adopción de experiencias ancestrales como el uso de la orina humana en trampas colocadas en frutales, validadas en Programas MIP de tefritidos.

Este autor observó que la orina humana capturó 10 veces más moscas fruteras que la torula, en un ensayo de campo realizado con trampas McPhail. Se considera este efecto de captura por la posible existencia de compuestos amoniacales que atraen la plaga.

En Venezuela, Rojas *et al.* (2016) observaron elevada efectividad de trampas artesanales, confeccionadas con recipientes de polietileno y melaza, en el control de la mosca frutera del mango *A.obliqua*.

Se recomienda el manejo mediante sistemas de trapeo, con el uso de bioalimentos que atraen al insecto en trampas amarillas de cartón, las cuales duran algunos meses y son propias para fincas ecológicas. Se usa además amonio y trimedlure como atrayentes en las trampas (Smith, 2020).

También se emplean trampas con feromonas sexuales. Los tefritidos pueden migrar hacia áreas urbanas o mercados de frutales para evitar los químicos utilizados como manejo, por ello se deben incrementar las densidades de trampas en estas locaciones.

Lebrack *et al.* (2021) notificaron la confección de trampas para la captura de *B. dorsalis*, las que se confeccionaron con la adición al contenedor plástico, de orina humana a dosis de tasas de cinco onzas, como atrayente de la plaga (Figura 8)



Figura 8 Trampas de captura de tefritidos, uso de orina humana como atrayente de adultos de *B.dorsalis* (Fuente: Lebrack et al., 2021)

En las trampas además se evalúan jugos naturales para la atracción sobre las especies *A. distincta* Greene , *A. sorocula* Succhi , *A. striata* Schiner , *A. obliqua* Macquart y *A. serpentina* Wiedmann .

Se encontraron los siguientes % de atracción de tefritidos: jugo de naranja 50 % , jugo de acerola 30 % jugo de guayaba 30 % ,jugo de maracuyá 30 % , todos en solución de azúcar cristal al 10 % .

3.1.5 Control genético. Técnicas de esterilización de tefritidos

La técnica de esterilización de insectos es un método genético muy usado en amplias áreas como componente de Programas MIP contra insectos plagas y vectores, que incluyen los tefritidos.

Se basa en la inducción de mutaciones dominantes vía radiaciones ionizantes que esterilizan los insectos machos, los que posteriormente son liberados en masas y garantizan esterilidad reproductiva en hembras. Es un método muy eficaz en el control de poblaciones de tefritidos plagas como *Ceratitis capitata*, *A. ludens*; entre otras especies (Ramírez et al., 2021).

3.1.6 Factores de mortalidad natural: preferencia alimentaria de tefritidos

Todo organismo vivo está sometido a la acción reguladora del control natural, resultado de la interacción de factores abióticos y bióticos. Por esta razón cada fase del ciclo biológico de moscas de la fruta está regulada por la influencia de estos factores.

En el caso de los cítricos la concentración de aceites de la epidermis parece ser el principal factor que determina la susceptibilidad de ser ovipositado. Se determinaron que los huevos de *C. capitata*, son sumamente más susceptibles al zumo de la cáscara de la toronja y naranja dulce, con una mortalidad de 90.5 y 19.0 % respectivamente.

Se concluye que el aceite de la cáscara de cítricos era el principal factor de mortalidad. El pH es otro factor muy importante, haciendo que frutos como el limón, no sean susceptibles de ser ovipositados por las moscas de las frutas.

En mango se destaca que Anastrepha obliqua prefiere las variedades con un contenido de Trementina bajo, como la variedad Atulfo (Rojas *et al.*, 2016)

Las propiedades químicas del fruto participan en la elección del sustrato de oviposición. El aceite esencial de la cáscara de cítricos les transfiere características ácidas, comunicándole cierto grado de resistencia o de inmunidad en algunos casos como el limón, al ataque de moscas de la fruta.

En otras frutas se observó que el látex de la papaya, también influye en la elección del insecto antes de que ocurra la maduración del fruto (Hernández *et al.*, 2010)

3.1.7 Control biológico

En la fruticultura se ha comprobado la interacción entre las moscas de la fruta y sus parasitoides con las plantas hospederas. Esta depende de disponibilidad de la fruta, lo cual es crucial para la supervivencia de cada una de estas especies.

Aluja *et al.* (1998) señalan que son muchos los factores de mortalidad en los adultos y se expresan de diferentes maneras. Sobresalen los factores abióticos: alimento, temperatura, humedad e inclemencias climáticas. Dentro de ellos factores bióticos destacan: parasitismo,

enfermedades (bacterias, hongos, nematodos) y depredación los cuales no se habían mencionado hasta el momento.

Charles y Sivinski (2018) coincidieron en significar la eficacia biológica del parasitoide *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae) en el control de tefritidos en Estados Unidos.

López *et al.* (2021) registraron seis especies de parasitoides: *Doryctobracon areolatus* Szepilgeti, *Utetes (Bracnastrepha) anastrephae* Viereck, *Opius Hirtus* Fisher, y *Doryctobracon Zeteki* Musebeck, (Braconidae), y *Aganaspis Pelleranoi* (Brethés) y *Odontosema Anastrephae Borgmeier* (Figitidae).

Todas estas especies de parasitoides representan al menos un nuevo reporte para sus plantas hospederas. De la comunidad entera de parasitoides, *D. areolatus* fue la mejor representada de 15 especies importantes del parasitoide con 52.7 % de presencia en 12 especies plantas hospederas, parasitando seis especies de mosca de las frutas (Murillo *et al.*, 2020)

Se refiere que para el control de *A. fraterculus*, especie predominante en Sudamérica, puede considerarse conjuntamente con *Diachasmimorpha longicaudata*, algunas especies de parasitoides presentes en las selvas sub-tropicales de Argentina y que ejercen un control natural sobre la plaga, así como parasitoides nativos de la región neotropical específica de *Anastrepha* Schiner (López *et al.*, 2020)

Mahfouz *et al.* (2021) describe como alternativa ecológica el uso de productos de neem para el manejo de poblaciones de *C. capitata* en Egipto.

3.2 Experiencias del manejo agroecológico de tefritidos en Cuba

Según Vázquez *et al.* (2008) el primer eslabón para el manejo de tefritidos radica en el diagnóstico fitosanitario, que es un servicio de la sanidad vegetal que se organiza, acredita y ofrece al productor o a una fase de los proyectos de investigación los elementos y las particularidades del comportamiento de los organismos nocivos, para generar programas de manejos de plagas.

El manejo moderno de plagas no puede operar sino se dispone de estimaciones precisas de las densidades de población de una plaga y sus enemigos naturales, o sin estimaciones confiables del daño que sufren las plantas y su efecto sobre el rendimiento. La adquisición de información cuantitativa sobre el agroecosistema es una fase preliminar de cualquier trabajo elemental o aplicado sobre las interacciones de insectos y plantas.

En agroecosistemas de frutales en Matanzas, Castellanos *et al.* (2006) evaluaron una red de trampas instaladas como parte del Programa de Detección y Monitoreo de las moscas de las frutas, la cual estaba compuesta por trampas Mcphail, cebadas con torula 15 g y 5 g de Borax; Trampas Rebell, cebadas con Trimedrule 2,5 mL y Trampas Jackson, cebadas con Trimedrule 2,5 mL.

Este autor encontró los mayores niveles de capturas se muestran en el cuadrante 040-122 en los cuales se encontraron áreas compactas de guayaba, hospedante preferido del género *Anastrepha* y en las que predominan la mayor cantidad de trampas instaladas.

Las especies de mayor captura resultaron *Anastrepha suspensa* (Loew) con 4 171 ejemplares y 463 individuos de *Anastrepha obliqua* (Macquat). El sistema de trampeo permitió analizar el MTD (Moscas/Días/Trampas) y se pudo observar un alto 0.634 (Castellanos *et al.*, 2006). La proporción de hembras y machos capturados favoreció en todos los casos a las hembras de *A. suspensa* (4.3:1), resultado este de interés ecológico, ya que indica elevadas poblaciones potenciales y tasas de reproducción del tefritido en el ecosistema.

CNSV (2008) recomienda además los tratamientos hidrotérmicos (aplicable en los casos de lotes de frutas destinados a países donde están reguladas *A. suspensa* y *A. obliqua*) los cuales también resultan efectivo para el control de enfermedades fungosas que atacan a la fruta post cosecha. Consiste en sumergir la fruta inmediatamente después de la cosecha en agua caliente, a una temperatura constante de 46.1° C, con el objetivo de eliminar la presencia de los estadios inmaduros de Moscas e infecciones fungosas. El tiempo de duración del tratamiento está relacionado con la forma y peso de los frutos.

Vázquez *et al.* (2008) reportaron parasitando larvas de *Anastrepha mombinphraeoptans*, a la avispa *Opius anastrephae* y la actividad depredadora de una abundante fauna de hormigas en el suelo (Hymenoptera: Formicidae).

En el país, para el manejo de téfritidos resultan efectivas las alternativas de la instalación de una red de trampas, el muestreo de frutos en campo y establecimiento de centros de beneficio para la detección y monitoreo de las poblaciones de moscas fruteras (CNSV, 2008).

Los atrayentes para captura de hembras se basan en alimentos o en olores del huésped y los cebos de proteínas líquidas se han usado para capturar tanto machos como hembras, con preferencia hembras, de una gama de especies de mosca de la fruta. Sin embargo, tienen la desventaja de que en poblaciones bajas no son muy efectivas.

En Cuba se emplea la proteína hidrolizada de soya mezclada con bórax, que atrae significativamente más adultos de moscas de la fruta. Los atrayentes a usar serán cebos proteicos como son las tabletas de torula y/o proteína hidrolizada, NuLure, Tri-medlure o cualquier otro atrayente disponible. La dosis de torula recomendada es de tres a cinco tabletas por trampa (Ponce, 2010).

Se ha demostrado que si se adiciona un 2 % en peso de acetato amónico a la solución estándar de proteína hidrolizada y bórax se puede conseguir un 41 % más de captura. El 75 % de los individuos capturados en trampas en Cuba fueron *Anastrepha* spp., el 90.78 % eran hembras (Ponce, 2010).

Se destaca que la levadura más utilizada, es la torula boratada, la cual ha demostrado que con dosis entre 15 gr. -46 gr., captura eficientemente, las moscas de la fruta. Los cebos alimenticios fueron y siguen siendo utilizados ampliamente en trampas y en mezclas con insecticidas en programas de detección, monitoreo y control. Entre sus ventajas está que atrae varias especies de téfritidos, esta misma propiedad puede convertirse en una desventaja al atraer insectos benéficos, como las *Crisopas*

En un sistema de trampas casa moscas de tipo McPhail instaladas en la Empresa Citrícola "Victoria de Girón", Matanzas, Cuba, se utilizó como atrayente alimenticia levadura torula a razón de 46 g por trampas (CNSV, 2014).

Se constató también que la colocación de trampas con torula a dosis de 15 g son altamente eficaces para la captura de moscas fruteras y que estos dispositivos mostraron comportamientos semejantes en la efectividad de las capturas de adultos en trampas McPhail al estándar de 46 g de torula/trampa.

En estudio realizado en el agroecosistema de Jagüey Grande se demostró que a los 7 días de colocada la trampa los niveles de captura fueron significativos, en aquellas zonas donde la biodiversidad asegura niveles poblacionales altos. El Programa de Detección y Monitoreo, que se aplica en nuestro país recomienda la observación y cambio de solución de trampas cebadas con torula boratada, cada 7 días (CNSV, 2014).

Investigaciones desarrolladas por el Instituto de Investigaciones de Fruticultura demostraron que el atrayente alimenticio levadura torula actúa eficazmente sobre los adultos de las moscas *Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata* (Borges, 2016).

En plantaciones de mango de la UPBC Frank País García, en Trinidad durante los meses de julio y agosto se reportaron 289 áreas afectadas por *A.obliqua*, limitante que requirió varias aplicaciones de insecticidas para mitigar sus poblaciones (Carpio y Castellanos, 2011).

Carpio y Castellanos (2011) sugieren los cultivares de mango Hayden y Chino con menor susceptibilidad al ataque de tefritidos, así como garantizar un sistema de detección y monitoreo de la mosca a partir del uso de trampas de tipo McPhail con atrayentes alimenticios.

Las trampas se colocaron 1 cada 3 hectáreas, con 35 gramos de Levadura torula (45% de proteína bruta), 10 gramos de Bórax, y 250 ml de agua. Para los campos que produzcan frutas para exportar.

Deben emplearse frascos rústicos de boca ancha con cebos alimenticios, envenenados con monarca, melaza, y otros atrayentes alimenticios y agua. Este tipo de trampa demostró ser efectiva en las condiciones específicas de Trinidad, colocándose una por cada 10 plantas.

Según Martínez *et al.* (2007); Carpio y Castellanos (2011) deben sistematizarse además las asociaciones de cultivos que se diagnosticaron bajo las condiciones locales para aumentar las especies de biorreguladores de la mosca frutera.

Barreda (2018) en plantaciones de guayaba de J. Grande, demostró la eficacia de captura de *Anastrepha* mediante trampas artesanales; la instalación en las fincas de trampas artesanales con frascos de polietileno desechables contentivos de 250 mL de melaza en proporción 1:1 y de trampas McPhail de color amarillo, con 250 mL de solución de urea al 16 % (Figura 9)



Figura 9. Eficacia del trapeo artesanal de tefritidos en fincas de guayaba en J.Grande (Fuente: Labrada, 2018)

Esta alternativa ecológica permitió el hallazgo de 0,5 Moscas Días Trampa en la variedad Rojo Enana durante los meses de noviembre y diciembre 2018, lo que supera el Umbral de Daño Económico de 0.08 MTD informado internacionalmente, por Balde (2017) para

el cultivo de la guayaba.

Barreda (2018) destacó que en este índice de ataque pudo incidir el comportamiento promedio de temperaturas que oscilaron sobre 22.4 °C; rango térmico cercano a 25 °C que constituye el valor óptimo para la reproducción de los adultos (Farres *et al.*, 2014).

En el estudio de laboratorio se diagnosticó por vez primera para la Finca El Combate en Jaguey Grande, a pesar de ser una finca biodiversificada con otros cultivos como el frijol, la soya; el hallazgo del tefritido *Anastrepha suspensa* Loew con ataques en guayaba.

A partir de las capturas de individuos, se elaboró una clave digital de reconocimiento las larvas, que se distinguen por su morfología ahusada, con ocho carinas bucales y 9 - 15 dígitos en sus espiráculos anteriores. Estos caracteres, distinguen a esta especie del género *Bactrocera* que afecta al cultivo en todo el Caribe y se encuentra en estatus cuarentenario para Cuba.

Es de resaltar que en esta finca, debido a los ataques intensos de tefritidos los productores emplearon el insecticida Decís CE 25 (deltametrina) a dosis de 1 L.ha⁻¹, formulado del grupo de los Piretroides que es importado por Bayer Crop Science AG, Alemania.

Este insecticida posee Toxicidad Aguda en Mamíferos (III): Ligeramente peligroso; el ingrediente activo es Altamente peligroso para abejas, lo que lastra su actividad polinizadora y resulta nocivo para el resto de insectos benéficos que concurren al cultivo (Barreda, 2018).

Para lograr la sostenibilidad económico ambiental de los frutales y en especial de la guayaba es recomendable el establecimiento de Zonas Libres de Moscas. Estas áreas deben ser mantenidas bajo ciertas condiciones sanitarias que incluyen la eliminación de hospederos en los alrededores de la zona libre.

El monitoreo de trampas debe ser hecho habitualmente para asegurar que no haya mosca del Caribe en la zona. Si las certificaciones de zonas libres se basan en la captura negativa, éstas deben estar ubicadas a 3 km de zonas residenciales o con presencia de hospederos.

Se recomiendan además las asociaciones de maíz, frijol malanga, piña, plátano, fruta bomba, aguacate, boniato y yuca intercalado en el mango, para atraer las especies de parasitoides *Diachasma* sp., *Opios anastrephae*.

Rodríguez e Iparraguirre (2021) tuvieron en cuenta los resultados alcanzados en la captura de moscas fruteras cuyas acciones principales están relacionadas con la observación de la red de trampas instaladas y los muestreos de frutos de plantas hospedantes en Ciego de Ávila.

En esta provincia se determinó que las especies *Anastrepha suspensa* Loew y *Anastrepha obliqua* Macquart, son las que predominan en este municipio. Igualmente se pudo comprobar que *A. suspensa* es la especie predominante en las capturas en trampas.

Además, se demostró que en todos los campos analizados las afectaciones de la mosca frutera en los rendimientos sobrepasan los límites establecidos internacionalmente. Las trampas McPhail mostraron una alta eficiencia en la captura de adultos del género *Anastrepha*.

III CONCLUSIONES

Los tefritidos constituyen una de las plagas más importantes económicamente para la agricultura sostenible y la producción ecológica de frutas frescas.

Para Cuba se reportan seis especies de tefritidos plagas; *Anastrepha* Schiner es el taxón de mayor abundancia con ataques en guayaba, mango e incluye especies de interés cuarentenario.

Se aporta una clave taxonómica ilustrada con la descripción de larvas a partir del patrón espiracular y carinas bucales; así como las características del mesonoto y genitalia en adultos, que permiten la capacitación a los fruticultores entorno al reconocimiento preciso de las principales especies.

El manejo agroecológico de tefritidos en la fruticultura cubana se sustenta en la combinación de estrategias económica y ambientalmente viables, tales como los sistemas de trapeo, las jaulas de maduración y el empleo de bioreguladores nativos.

IV BIBLIOGRAFIA

1. ACTAF (2011). Instructivo Técnico de la Guayaba. La Habana: 42 pp
2. Agro Fresh. (2021). Cítricos 2020: Un gran año gracias a la pandemia. Disponible en: <http://www.portalfruticola.com>. Consultado: 1.11.2021.
3. Anaya, B.; Deere, C. A.; Fernández, E.; García, A.; González, G.; Muiño, B. L.; Nova, A. y Royce, F. S. (2016). Conviviendo con el HLB: la diversificación de la industria citrícola en Cuba. *Working Paper*, No 4, July 7 pp.
4. Araujo, E., Bezerra, R., Guimarães, J., Gomes, J. (2008) Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Goiaba *Psidium guajava* L., no Município de Russas. *Caatinga* 21 (1), 138-146.
5. Baldé A. (2017): Contribution to the study of the fruit fly *Bactrocera invadens* (Drew) in Santiago Island, Cape Verde. Resúmenes del VIII Seminario Internacional de Sanidad Vegetal (SISA). Palacio de Convenciones. La Habana, Cuba: 120 pp.
6. Barredo, T (2018). Moscas fruteras asociadas al cultivo de la guayaba (*Psidium guajava*L) en la Finca El Combate: diagnóstico taxonómico, nocividad y manejo etológico. Tesis de Especialidad en Fruticultura Tropical. Universidad de Matanzas, 89 pp.

7. Berton, F.; Raga, A (2021) .Effect of hot-water immersion on eggs and larvae of *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) (Diptera: Tephritidae) "in vitro" and on squash (*Cucurbita moschata* Duchesne, 1786) . *Revista Chilena de Entomología* 47 (4): 653-668.
8. Borges, Mirtha; Rodríguez, Maylin ; Doris Hernández ; Jorge Luis Rodríguez (2015) Reforzamiento de la vigilancia fitosanitaria de las moscas de la fruta *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) en el contexto del nuevo escenario de la fruticultura cubana. *Rev. Protección Veg.* vol.30: 12-13.
9. Borges, Mirtha; Rodríguez A.; Beltrán, D. Hernández; Rodríguez, J. (2017). Efectos de la diversidad de artrópodos, su articulación y aplicación en el manejo agroecológico de plagas. Resúmenes del VIII Seminario Internacional de Sanidad Vegetal (SISA). Palacio de Convenciones, La Habana, Cuba: 120 pp .
10. Brunner, S.C.; Scaramuza, L.C. y Otero, A.R. (1975): *Catálogo de los insectos que atacan plantas económicas de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba. Segunda Edición.121 pp.
11. CABI (2020). Invasive species compendium CAB International Wallingford, UK. Disponible en: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/12367>. Consultada 5.5.2020.
12. Caicedo, J. C., Puyol, J. L., López, M. C., y Ibáñez, S. S. (2020). Adaptabilidad en el sistema de producción agrícola: Una mirada desde los productos alternativos sostenibles. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)* XXVI (4): 308-327
13. Carpio, R.; Castellanos, L. (2011). Establecimiento de un Sistema de manejo Integrado de plagas para el mango bajo las condiciones de Trinidad. Tesis en opción del título académico de Master en Ciencia de la Agricultura Sostenible. Universidad de Cienfuegos, 89 pp.
14. Castellanos, J.C.; Samaniego, Luz María; Torrent. J; Liriano, R (2006). Influencia del agroecosistema en el establecimiento y desarrollo de poblaciones de moscas fruteras. *Centro Agrícola* 33 (4): 55-59.
15. Chambilla, I; Lorenzo, C (2016). Identificación de las moscas de la fruta del género *Anastrepha* sp y sus enemigos naturales en cinco frutales nativos en Tingo María. Tesis de diploma. Universidad Nacional Agraria de la Selva: 106 pp

16. Charles, J.; Sivinski, S.; Sivinski, J (2018) *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) (Insecta: Hymenoptera: Braconidae). Report of United States Department of Agriculture, USDA, 15 pp.
17. Clavijo, P.A.R.; Norrbom, A.L.; Peñaranda, E.A.; Diaz, P.A.; Benitez, M.C.; Gallego, J.; Cruz, M.I.; Montes, J.M.; Rodriguez, E.J.; Steck, G.J (2018). New records of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Colombia. *Zootaxa* 4390, 1-63.
18. CNSV (2008). Programa de protección fitosanitaria para la exportación de la fruta fresca del mango originaria de la República de Cuba. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Ministerio de la Agricultura. República de Cuba. 30 pp.
19. CNSV (2014). Programa de detección y manejo de las moscas de la fruta. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Subdirección de Cuarentena, Ministerio de la Agricultura. República de Cuba. p. 6-25.
20. Deus, E. G., Godoy, W. A. C., Sousa, M. S. M., Lopes, G. N., Jesus-Barros, C. R., Silva, J. G., y Adame, R. (2016). Co-infestation and spatial distribution of *Bactrocera carambolae* and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in common guava in the Eastern Amazon. *Journal of Insect Science* 16 (1) :88.
21. Donatelli, M., Magarey, R. D., Bregaglio, S., Willocquet, L., Whish, J. P. M., y Savary, S. (2017). Modelling the impacts of pests and diseases on agricultural systems. *Agricultural Systems* 155, 213-224.
22. Guillen, J. (2020) Guía armonizada de taxonomía e identificación de tefritidos que pudieran ser considerados de importancia económica y cuarentenaria en América Latina y el Caribe. Disponible en: <https://www.iaea.org/sites/default/files/guia210220.pdf>. Consultada: 20.05.2020
23. Gutiérrez, A.P., Ponti, L., Neteler, M. (2021). Invasive potential of tropical fruit flies in temperate regions under climate change. *Commun Biol* 4 (1141): 11-21
24. Hernández, O. V., Guillén, A. J. y López, L. (2010). Taxonomía e identificación de moscas de la fruta de importancia económica en América. En: Moscas de la fruta: Fundamentos y procedimientos para su manejo. S y G editores. México, D. F. pp. 49-79.
25. Irondi, E., Oboh, G, Akindahunsi, A. (2014). Phenolic composition and inhibitory activity of *Mangifera indica* and *Mucuna urens* seeds extracts against key enzymes

- linked to the pathology and complications of type 2 diabetes. *Asian Pac J Trop Biomed*; 4 (11): 903-910.
26. ITIS (2020). Integrated Taxonomic Information System - Report of fruit flies. Disponible en: www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic: Consultada: 16.04.2022.
27. Khairusy, S., Abdullah, N., Abdullah, N. (2012). Phytochemical screening and activities of hydrophilic and lipophilic antioxidant of some fruit peels. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*; 16 (3): 309 – 317.
28. Kleber, A., Cunuhay, E. (2020). Caracterización de la mosca de la fruta en el cantón Pangua, parroquia Moraspungo, provincia de Cotopaxi. *Ctro. Agr.* vol. 47 (1): 20-30.
29. Leblanc, L., Fay, H., Sengebau, F., San Jose, M., Rubinoff, D. Rui Pereira (2021). A Survey of Fruit Flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) and their Opiine Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in Palau.
30. Martínez, G. E.; Barrios S. G., Rovesti L., Santos P. R. (2007). Manejo Integrado de plagas manual práctico Centro Nacional de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba. P 19 – 24.
31. Martinez, J.; Serna, F.; Steck, J.; Allen, L., Matthew, R. (2020). Descripción de una nueva especie de *Anastrepha grupo curvicauda* (Diptera: Tephritidae).
32. Lin, K.W., Lin, H.L., Shiesh, C.C., Hsu, Y.L., Lin, C.H., Chen, S.C., Yeh, W.B. (2020) Cold treatment for guava fruits infested with oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). *Appl. Entomol. Zool.* 55 (1), 37-44.
33. León, N., Pérez, G., Becerra, S., y Rodríguez, J. (2021). Revalorización y sostenibilidad tecnológica de los andenes interandinos agroecológicos en la región Arequipa-Perú. *Revista de Ciencias Sociales XXVII* (1), 357-367
34. Lopez, E. (2020). The Mayan Tropical Rainforest: An Uncharted Reservoir of Tritrophic Host-Fruit Fly-Parasitoid Interactions. *Insects* 11 (8): 495 -510.
35. Mahfouz, M.; Abd-Elgawad, M. (2021). The Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae), a Key Pest of Citrus in Egypt. *Journal of Integrated Pest Management* 12 (1): 20-28.
36. Mahmoud, M.; Osman M. A; El-Hussiny, M; Elsebae A. A.; Hassan, A. (2017). Low environmental impact method for controlling the peach fruit fly, *Bactrocera zonata*

- (Saunders) and the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wied.), in mango orchards in Egypt. *Cercetări Agron în Moldova* 50: 93 –100.
37. Meza, J., Regulo, A. (2021). Organización de la diversidad vegetal en la presencia de *Anastrepha* spp en Vinces, Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales* 27 (3). 355-371.
38. MINAG (2017) Lista de plagas reglamentadas de la República de Cuba. Res 172. La Habana: 20 pp.
39. Montoya, P.; Toledo, J.; Hernández, E. (2020). Moscas de la Fruta: Fundamentos y Procedimientos para su Manejo. S y G editores, México, D.F. 80 pp.
40. Murillo, F., Cabrera, H., Barrera, J., Liedo, P., Montoya. (2020). *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera, Braconidae) a parasitoid of early developmental stages of *Anastrepha obliqua* (Diptera, Tephritidae). Disponible en <https://jhr.pensoft.net/issue/807/>. Consultado 1.11. 2020.
41. NASA (2017). Los humanos y la mosca de la futa. *Rice University Report*: 3 pp
42. Ovruski, S., Aluja, M., Sivinski, J., Wharton, R. (2000). Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: Diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Integrated Pest Management Reviews* 5 (2): 81-107.
43. Ponce, N (2010). Evaluación de atrayente alimenticio en la captura de moscas de la fruta (*Anastrepha obliqua* Mcquart y *Anastrepha suspensa* Loew). Sede universitaria municipal Jagüey Grande. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Monografías. (CD).
44. Putu I ; Martiningsia, D ; Nyoman I (2018) . Molecular identification of *Bactrocera occipitalis* using mitochondrial cytochrome oxidase Col . *International Journal of Biosciences and Biotechnology* Vol. 6 No. 1 : 34 –43.
45. Qin, Y.J., Paini, D.R., Wang, C., Fang, Y., Li, Z.H. (2015). Global establishment risk of economically important fruit fly species (Tephritidae). *PLoS One* 10 (1):1-10
46. Qin, Y.J., Buahom, N., Krosch, M.N., Du, Y., Wu, Y., Malacrida, A.R., Deng, Y.L., Liu, J.Q., Jiang, X.L., Li, Z.H. (2016). Genetic diversity and population structure

- in *Bactrocera correcta* (Diptera: Tephritidae) inferred from mtDNA *cox1* and microsatellite markers. *Sci. Rep.* 6 (1): 1-11.
47. Ramírez, E., Rendon, P., Gouvi. G., Zacharopoulou, A., Bourtzis, K., Cáceres, C., Kenneth Bloem (2021). A Novel Genetic Sexing Strain of *Anastrepha ludens* for Cost-Effective Sterile Insect Technique Applications: Improved Genetic Stability and Rearing Efficiency. *Insects* 12 (499): 1-14.
48. Ramos, A., Yábar, E., Ramos, J.C. (2019). Diversidad, fluctuación poblacional y hospedantes de moscas de la fruta *Anastrepha spp.* y *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en el Valle de Abancay, Apurímac, Perú. *Acta Zool. Mex.* vol. 35, 10-20.
49. Rodríguez, Zaida; Iparraguirre, M.A (2021): Fluctuación poblacional y manejo de las moscas fruteras en Morón, Ciego de Ávila. *Universidad & Ciencia*. Vol. 10, N°. 3 : 1-12.
50. Rojas, Tamharaire; Pérez, Y.; Rodríguez, S.L; Marrero, L. (2014). El cultivo del mango y la incidencia de plagas en Cojedes, Venezuela. Monografía. CDICT UM : 29 pp.
51. Saavedra, J, Galeano, P., Canal, N. (2017). Relaciones ecológicas entre frutos hospederos, moscas frugívoras y parasitoides en un fragmento de bosque seco tropical. *Rev. Cienc. Agr.* 34 (1): 32 - 49.
52. Stupp, Paloma., Machota, R., Dalla Nora, Tais., Costa, Aline., Hoffer, A., Bernardi, D. (2021). Mass trapping is a viable alternative to insecticides for management of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in apple orchards in Brazil. *Crop Protection* 139 :105-191
53. Tigrero, J. O. (2019). Lista anotada de hospederos de moscas de la fruta presentes en Ecuador. *Serie Zoológica* 8 (5) : 107-116.
54. Urlacher, E., Devitt, Jessica (2021). A novel method of determining a cold treatment for fruit flies associated with citrus. *MPI Technical Paper* 31. 45 pp.
55. Vanegas, R. (2021). Distribución espacial de mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha spp.*) (Diptera: Tephritidae) en Michoacán, México. *Revista Colombiana de Entomología* vol.47 no.1 : 1-5.

