



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA MOSCA DE
LA FRUTA *Anastrepha fraterculus* (DIPTERA:
TEPHRITIDAE) EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS –
ECUADOR**

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMA

AUTORA

CUESTA DELGADO AMGY CECIBEL

TUTOR

ING. VALDEZ RIVERA DANILO, MSc.

GUAYAQUIL-ECUADOR

2022



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. VALDEZ RIVERA DANILO, MSc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA MOSCA DE LA FRUTA *Anastrepha fraterculus* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS – ECUADOR”**, realizado por la estudiante **CUESTA DELGADO AMGY CECIBEL**; con cédula de identidad N° **0953820826** de la carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. VALDEZ RIVERA DANILO, MSc.
TUTOR

Guayaquil, 1 de abril del 2022



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA MOSCA DE LA FRUTA *Anastrepha fraterculus* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS – ECUADOR”**, realizado por la estudiante **CUESTA DELGADO ANGY CECIBEL**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Juan Martillo García

PRESIDENTE

PHD. Sirli Leython Chacon

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Valdez Rivera Danilo

EXAMINADOR PRINCIPAL

Guayaquil, 16 de febrero de 2022

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado en especial a mis padres, Asterio Cuesta y Mirian Delgado porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo pude dar este paso tan importante en mi vida.

A mi hermano Joel Cuesta y a quienes día a día a base de consejos me dan fuerzas para continuar por el camino correcto y avanzar paso a paso cumpliendo mis metas.

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, por la salud vida y fuerzas para culminar esta etapa de mi vida

A mis padres ya que he contado hasta ahora con su apoyo diario y a mi hermano por animarme día a día.

A mis abuelos por sus consejos y el resto de mi familia que moralmente he contado con ellos.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, especialmente al Ing. Danilo Valdez Rivera, quien fue la persona que me respaldó y guio en la ejecución de mi proyecto

.

Autorización de autoría intelectual

Yo, **CUESTA DELGADO AMGY CECIBEL**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “**COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA MOSCA DE LA FRUTA *Anastrepha fraterculus* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS – ECUADOR**” para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 1 de abril del 2022

CUESTA DELGADO AMGY CECIBEL

C.I. 0953820826

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de autoría intelectual.....	6
Índice general	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
Resumen	14
Abstract.....	15
1. Introducción.....	16
1.1 Antecedentes del problema.....	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema	18
 1.2.1 Planteamiento del problema.....	18
 1.2.2 Formulación del problema.....	19
1.3 Justificación de la investigación	19
1.4 Delimitación de la investigación	20
1.5 Objetivo general	20
1.6 Objetivos específicos.....	20
1.7 Hipótesis	20
2. Marco teórico	21
2.1 Estado del arte.....	21
2.2 Bases teóricas	23

2.2.1 Taxonomía	23
2.2.1.1. <i>Distribución</i>	23
2.2.1.2. <i>Fluctuación poblacional</i>	24
2.2.2 Ciclo biológico de la mosca de la fruta	25
2.2.3 Características morfológicas (adulto y larva)	27
2.2.3.1. <i>Morfología general de los adultos de moscas de la fruta</i>	27
2.2.3.2. <i>Morfología general de larvas de moscas de la fruta</i>	28
2.2.4 Detección de la mosca de la fruta	29
2.2.4.1. <i>Mecanismos de captura de la mosca de la fruta</i>	29
2.2.5 Identificación de moscas de la fruta	30
2.2.5.1. <i>Claves para la identificación de A. fraterculus</i>	31
2.2.5.2. <i>Identificación del sexo de la “Mosca de la Fruta” A. fraterculus</i> ..	31
2.2.6 Acción de agentes climatéricos.....	32
2.2.7 Hábitos y comportamiento sexual	33
2.2.8 Mecanismo de control efectivo	34
2.3 Marco legal.....	35
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)	35
2.3.2 Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria	36
2.3.3 Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria	37
3. Materiales y métodos	38
3.1 Enfoque de la investigación	38
3.1.1 Tipo de investigación	38
3.1.1.1. <i>Investigación documental</i>	38
3.1.1.2. <i>Investigación de campo y laboratorio</i>	38
3.1.2 Diseño de investigación.....	38

3.2 Metodología	38
3.2.1 Variables.....	38
3.2.1.1. Variable independiente.....	38
3.2.1.2. Variable dependiente	39
3.2.1.2.1. Comportamiento sexual.....	39
3.2.1.2.2. Tiempo de cortejo.....	39
3.2.1.2.3. Tiempo de la copula.....	39
3.2.1.2.4. Número de cópulas	39
3.2.2 Recolección de datos.....	39
3.2.2.1. Recursos.....	39
3.2.2.1.1. Recursos bibliográficos	39
3.2.2.1.2. Recursos y materiales	40
3.2.2.1.3. Recursos financieros.....	40
3.2.2.1.4. Recursos humanos	40
3.2.2.2. Métodos y técnica	40
3.2.2.3. Manejo del ensayo	40
3.2.3 Análisis estadístico	41
3.2.3.1. Análisis estadístico descriptivo.....	41
3.2.4 Valoración económica	41
4. Resultados	43
4.1 Análisis del comportamiento sexual de la mosca de la fruta <i>Anastrepha</i>	
<i>fraterculus</i>.....	43
4.1.1 Comportamiento sexual	43
4.2 Identificación del tiempo de cortejo de la mosca de la fruta <i>A. fraterculus</i>	
.....	44

4.2.1 Tiempo de cortejo	44
4.2.2 Tiempo de la copula.....	45
4.3 Determinación de la cantidad de copulas <i>A. fraterculus</i>.....	45
4.3.1 Número de cópulas	45
5. Discusión	47
6. Conclusiones	50
7. Recomendaciones.....	51
8. Bibliografía.....	52
9. Anexos.....	55

Índice de tablas

Tabla 1. Ciclo biológico de la mosca de la fruta <i>A. fraterculus</i>	27
Tabla 2. Criterios para la diferenciación sexual de la mosca de la fruta.....	32
Tabla 3. Presupuesto tentativo para el proyecto	41
Tabla 4. Tiempo de cortejo.....	45

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de Agrocalidad.....	55
Figura 2. Distribución de la mosca de la fruta a nivel mundial.	56
Figura 3. Distribución de la plaga en América.....	56
Figura 4. Ciclo biológico de la mosca de la fruta:a) Huevecillos de la mosca de la fruta; b) Larvas de mosca de la fruta; c) Pupas de mosca de la fruta; d) Adultos de la mosca de la fruta	57
Figura 5. <i>Anastrepha fraterculus</i> en estado adulto	57
Figura 6. Tephritidae adultos en vista dorsal: A) <i>Anastrepha ludens</i> , B) <i>Anastrepha fraterculus</i> (México), C) <i>Anastrepha serpentina</i> , D) <i>Ceratitis capitata</i> , E) <i>Rhagoletis completa</i> , F) <i>Rhagoletis pomonella</i> ... 58	58
Figura 7. Morfología del ovipositor y su extremo apical en diversas especies de <i>Anastrepha</i> . A) <i>A. ludens</i> (típica), B) <i>A. ludens</i> (variación en la sección dentada), C) <i>A. obliqua</i> , D) <i>A. suspensa</i> , E) <i>A. grandis</i> 20X, F) <i>A.</i> <i>serpentina</i> 20X, G) <i>A. striata</i> (izquierda 20X, derecha 40X), H) <i>A.</i> <i>fraterculus</i> 40X (México), I) <i>A. fraterculus</i> 40X (Brasil).....	58
Figura 8. Recolección de pupas	60
Figura 9. Identificación del insecto	59
Figura 10. Acercamiento de cortejo	61
Figura 11. Obtención de pupas	59
Figura 12. Alimentación con agua	61
Figura 13. Alimentación con guayaba	60
Figura 14. Aparición de pupas	61
Figura 15. Recolección de larvas	60

Figura 16. Montaje en el cultivo	62
Figura 17. Visita tutor	60

Resumen

La mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus* o mejor conocida como mosca sudamericana de la fruta, es considerada la mayor plaga en frutales y hortalizas en regiones neotropicales en el mundo. Se recolectó muestras de los hospedantes en la zona oeste de la provincia del Guayas y se llevaron a los laboratorios en las instalaciones de Agrocalidad. Esta investigación fue con el fin de estudiar el comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus* en condiciones controladas en la provincia del Guayas – Ecuador, para el control temprano de la plaga. El análisis se realizó mediante una descripción, se evaluó la variación del tiempo de cortejo y apareamiento pudiendo generar comparaciones en laboratorio. Se muestra que en el primer seguimiento, la hembra comenzó a revolotear y a liberar sus feromonas para atraer al macho a las 13:42 pm y concluyo a las 15:26 pm (1 hora con 44 minutos) sin ser efectivo el cruce y el segundo seguimiento comenzó el día siguiente a las 12:51 pm y finalizó a las 14:27 pm en total (1 hora con 36 minutos) sin haber cruces; existió el proceso de cortejo, pero al momento de decisión de la hembra esta rechazó a todos los machos, ocasionando que no exista copulación en esta especie de mosca de la fruta *A. fraterculus*. La falta de copulación, pudo haber sido que las hembras detectaron que los machos no se encontraban fenotípicamente fuertes y sanos para la reproducción de esta especie.

Palabras claves: apareamiento, copulación, feromonas, neotropicales, plagas.

Abstract

The fruit fly *Anastrepha fraterculus*, or better known as the South American fruit fly, is considered the largest pest of fruit and vegetables in Neotropical regions in the world. Samples were collected from the hosts in the western part of the province of Guayas and taken to the laboratories at the Agrocalidad facilities. This study was in order to study the reproductive behavior of the fruit fly *Anastrepha fraterculus* under controlled conditions in the province of Guayas - Ecuador, for the early control of the plague. The analysis was performed by a description, the variation of courtship and mating time was evaluated and comparisons could be generated in the laboratory. It is shown that in the first follow-up the female started to wallow and throw away her pheromones to attract the male at 13:42 pm and ended at 15:26 pm (1 hour with 44 minutes) being the crossing not effective and the second follow-up started the following day at 12:51 pm and ended at 14:27 pm in total (1 hour with 36 minutes) without crosses; there was the courtship process, but at the time of decision of the female, it rejected all the males, causing that there is no copulation in this species of fruit fly *A. fraterculus*. The lack of copulation, may have been that the females detected that the males were not phenotypically strong and healthy for the reproduction of this species.

Keywords: mating, copulation, pheromones, neotropical, pests.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

La mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus* o mejor conocida como mosca sudamericana de la fruta, es considerada la mayor plaga en frutales y hortalizas en las regiones neotropicales en el mundo.

En el 2001, los países de América central solicitaron ayuda a la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura, para reducir la prevalencia de la mosca de la fruta en esta región, con el fin de poder exportar sus productos agrícolas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019). Este proyecto ofreció capacitación a agricultores para la determinación del tamaño de las poblaciones de mosca y como erradicarlas con un enfoque integral para el control de plagas.

Se desarrollaron métodos y técnicas: Químicos y físicos para el control y la captura de la mosca de la fruta, sin embargo, ninguno demostró ser eficiente y amigable con el ambiente, por lo que mediante el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) se desarrolló la técnica del insecto estéril (TIE), método que resultó efectivo para controlar a la mosca de la fruta utilizado desde los años 1970 en Estados Unidos e implementado por primera vez en Latinoamérica en Guatemala en 2002.

Parte de los planes para el manejo integral de la mosca de la fruta mediante la TIE fue la creación del taller de cría en masa de *A. fraterculus* celebrado en 1996 en Viña del Mar, Chile, varios participantes de Argentina, Brasil, Colombia y Perú en donde el propósito es lograr la cría de la mosca de la fruta en condiciones de laboratorio.

Según Villatuña, Valenzuela, Bolaños, Hidalgo y Mariño (2016), estudios realizados en el país, determinan que uno de los principales géneros de moscas de la fruta presentes en el Ecuador es *Anastrepha*, la que está presente en los valles interandinos, con cultivos frutícolas caducifolios.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería a través de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario inauguró oficialmente el Proyecto Nacional de Manejo de Moscas de la Fruta (PNMMF) en la provincia de Tungurahua, con el propósito de implementar métodos de control de plagas para apoyar la producción del sector frutícola Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (Agrocalidad, 2018).

En Ecuador se desarrolla desde el 2016, el Proyecto Nacional ECU 5029 en el que se ejecuta un plan piloto para la liberación de la mosca estéril mediante la gestión de Agrocalidad con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Los beneficiarios fueron más de 1500 productores, manteniendo casi 250 mil hectáreas de áreas libres o baja prevalencia de mosca de la fruta (Agrocalidad, 2018).

Desafortunadamente, todavía no existe una estrategia eficaz y respetuosa con el medio ambiente, que como se ha demostrado, es la técnica de insectos estériles (SIT) usada contra *A. fraterculus*. Según Jaldo, Gramajo y Willink (2001), la capacidad de realizar la cría masiva de *Anastrepha fraterculus* es la clave para el desarrollo de SIT.

Para controlar la plaga de la mosca de la fruta es fundamental conocer de forma integral su comportamiento reproductivo en las condiciones ambientales originales del Ecuador.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Entre más de cien familias del orden Díptera, la familia Tephritidae, a la cual pertenece la mosca de la fruta, es la de mayor importancia debido al impacto económico que genera en la fruticultura, comprende aproximadamente 4000 especies distribuidas ampliamente en América en áreas tropicales y templadas (Herberth, 2005).

Según Volosky (2010) “de las veinte especies del Género *Anastrepha* tienen importancia económica solamente las: *Anastrepha fraterculus* y la *Anastrepha ludens*” (p. 9).

Anastrepha fraterculus (Weid), también conocida como la mosca suramericana de las frutas, tiene la capacidad de infestar a más de 400 especies de hortalizas y frutas a nivel mundial, se adapta con gran facilidad y en comparación con otras, es la única que puede soportar condiciones climáticas ampliamente variables. Se le reportan aproximadamente 418 hospedantes diferentes en todo el mundo (Marín, 2002).

Las moscas de la fruta son plagas que generan perjuicios económicos en los cultivos frutales del Ecuador afectando al mercado nacional e internacional debido a que varias plagas son especies cuarentenarias para los países importadores de estos productos (Agrocalidad, 2016).

La comercialización de productos frutícolas enfrenta un grave problema fitosanitario debido a la presencia de la mosca de la fruta, en específico de género *Anastrepha* y la especie *Ceratitis capitata*, según Agrocalidad (2016), la exportación de fruta fresca hacia mercados internacionales como China, Estados Unidos, Chile y México se ven restringidos por incumplimiento de las normas de calidad.

La mosca ataca directamente la fruta cuando la hembra realiza la ovoposición, esto genera conductos que permiten la entrada de patógenos que dañan la pulpa, así como las larvas que se alimentan de esta, acelerando su maduración y caída del fruto, afectando su valor comercial (Delgado, et al., 2009).

“En el Ecuador los cultivos que se ven más afectados son: mango, guayaba, jobo, naranja, guabo durazno y chirimoya, ya que son los hospederos de preferencia de *A. fraterculus*” (Mellado, 2014, p. 7).

1.2.2 Formulación del problema

Es así que el presente trabajo de investigación se cuestiona: ¿Cómo es el comportamiento sexual de la especie de la mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus* (Díptera: Tephritidae)?

1.3 Justificación de la investigación

El desarrollo del presente trabajo de investigación se justifica por la necesidad de generar información acerca del comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus* en condiciones ambientales propias de Ecuador.

La correcta identificación de plagas es fundamental ya que cada especie muestra características diferentes de comportamiento e invasión, por lo que, el estudio específico del comportamiento reproductivo de *A. fraterculus*, permitirá determinar el tiempo de cortejo y el número de cópulas, información que permitirá el diseño de estrategias para el control de la mosca que deberán ser implementadas antes de la madurez sexual del individuo, siendo este el punto de partida para establecer un plan de manejo integral de plagas y así evitar daños en los cultivos de frutales, pudiendo el agricultor producir más frutas y vegetales saludables, así los mercados de exportación lograrían abrirse y expandirse mejorando las economías locales y nacionales.

Los resultados del presente proyecto servirán de base para las futuras investigaciones que aporten al sector hortofrutícola

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Se recolectó muestras de los hospedantes en la zona oeste de la provincia del Guayas y se llevaron a los laboratorios en las instalaciones de Agrocalidad.
- **Tiempo:** El desarrollo del presente trabajo de titulación tuvo una duración aproximada de cuatro meses.

1.5 Objetivo general

Estudiar el comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus* en condiciones controladas en la provincia del Guayas – Ecuador, para el control temprano de la plaga.

1.6 Objetivos específicos

- Analizar el comportamiento sexual de la mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus*.
- Identificar el tiempo de cortejo de la mosca de la fruta *A. fraterculus*
- Determinar la cantidad de copulas *A. fraterculus*

1.7 Hipótesis

La identificación del comportamiento sexual de la mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus* permitirá proponer estrategias para el control temprano de la plaga.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Según mencionan Liedo, Arreola y Ruiz (2009), la teoría de selección sexual propuesta por Darwin (1871) para explicar los caracteres sexuales dimórficos que no se ajustaban a su concepto de selección natural, ha sido fundamental para comprender el comportamiento sexual de las moscas de la fruta. Los estudios sobre el comportamiento sexual de la mosca de la fruta realizados en Japón y de la mosca del Mediterráneo, realizados en Hawai, Israel y Costa Rica, indicaron que los machos estériles, a pesar de haber estado bajo condiciones de cría masiva, eran capaces de localizar los sitios de congregación para incorporarse a estos “leks” y defender su territorio. Sin embargo, en muy pocas ocasiones sus cortejos resultaban en la aceptación de los machos por parte de las hembras silvestres, y rara vez terminaban en cópula

Según Fisher (2013), “...para que la selección sexual basada en la preferencia por parte de la hembra produzca la evolución de un carácter dimórfico que se exprese sólo en los machos, el individuo que ejerce la preferencia ha de obtener alguna ventaja” (p. 73).

Yuval y Hendrichs (2005) identificó que el cortejo cambia entre los machos de las diferentes especies de mosca de la fruta. El triunfo en el apareamiento con moscas *Anastrepha fraterculus* examinado en este trabajo parece estar influenciado por la hora del día, produciéndose con más número entre la 10:00 y 14:00 horas. Este además es dependiente de la estimulación de las moscas macho hacia las hembras, produciéndose mayor número de aparcamientos de moscas hembras con varios machos.

Sánchez (2016) los resultados obtenidos en su estudio presentan que los machos de esta especie *Anastrepha fraterculus* usan de manera significativa más tiempo con el intento pacífico de apareamiento, el macho salta sobre la hembra y se reorienta colocándose al mismo tiempo a ella, la más grande parte acaba en cópula y solamente en algunos pocos casos la hembra rechaza pacíficamente al macho, que conduce velozmente a la cópula.

Montoya (2010) según los presentes resultados en su estudio el triunfo copulatorio es dependiente en monumental medida de la motivación sexual inicial del macho, pasa una contestación más agresiva de la hembra, incluyendo luchas, una vez que ella descubre un macho no motivado, que no está llamando su atención.

Rolli (2010) “asegura que hay alteración personal en los sonidos realizados por los machos. Pues las hembras tienen la posibilidad de preferir machos de fenotipos más aptos” (p.81).

Mendoza (2015) vio que la estimulación visual de los machos podría estar combinado con el auditivo al momento de la atracción de la hembra, porque ellas son las encargadas de marginar al macho que a simple vista no sea óptimo para la reproducción.

Según Jaldo (2013), la relación de machos a hembras para el apareamiento depende de las condiciones ambientales y otros factores ecológicos, tales como la depredación, la distribución de comida y otros recursos críticos, para garantizar el éxito de la nueva generación.

Tigrero, Sandoval y Vitaluña (2010) observaron varias diferencias entre líneas machos al equiparar en el número de copulas. Los machos exitosos emplean se desplaza marcando el territorio y hacen un aleteo constante al identificar la

existencia de la hembra, con esto se puede sacar el número de copulas en esta especie de mosca de la fruta.

Róssler (2010) afirma la alteración en aspectos comportamentales puede ser biológicamente fundamental a lo largo del intento de cópula se observa que el macho frota el vientre de la hembra con sus patas traseras una vez que tiene problemas para la intromisión.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Taxonomía

En el orden Díptera, la super familia Tephritoidea se encuentra agrupada dentro del infra-orden Muscomorpha (Cyclorrhapha), de la sección Schizophora, la cual comprende nueve familias relacionadas en tres clados: el primero contiene solamente a los Lonchaeidae; el segundo que incluye a los Richardiidae, Pallopteridae y Piophilidae; las familias incluidas en estos clados también se les ha denominado como Tephritoidea inferiores. El tercer clado relaciona a los Ulidiidae (= Otitidae), Platystomatidae, Tephritidae, Pyrgotidae y Tachiniscidae (Programa Moscamed, 2008).

Los integrantes de la familia Tephritidae son conocidos comúnmente como "verdaderas moscas de la fruta", constituyen una de las familias de dípteros de mayor importancia económica en todo el mundo, en virtud de la fitofagia generalizada en sus estados larvarios, con excepción de algunos taxa de la subfamilia Phytalmiinae (Rodrigo, 2016).

2.2.1.1. Distribución

Se distribuyen en regiones tropicales y templadas de todo el mundo, y solo están ausentes en las zonas polares (Anexos, figura 2). La familia Tephritoidea constituye el grupo más diversificado de todas las familias, representada por 471 géneros y

4257 especies. El género *Anastrepha* constituye el grupo más diverso de todos los *Tefritidos* nativos de América, con 197 especies descritas a la fecha (Arias y Jines, 2004).

La distribución de la mosca de la fruta en América se registra en países pertenecientes a zonas tropicales y subtropicales (Anexos, figura 3).

A nivel local en 2014 y 2015 se realizó el muestreo de 68 especies vegetales en las 17 provincias donde se ejecuta el PNMMF. Hasta el 2016 se registró 31 especies vegetales hospederas de esta plaga, repartidas en 18 familias botánicas, siendo Santa Elena la provincia con mayor número de especies frutales hospederas de moscas de la fruta (Cañadas, Rade y Zambrano, 2014).

2.2.1.2. Fluctuación poblacional

La mosca de la fruta puede presentar hasta 12 generaciones en un año, ya que la fluctuación poblacional de la plaga está influenciada principalmente por la fenología del cultivo frutal u hospedero de preferencia de la mosca de la fruta.

Según investigaciones realizadas por Agrocalidad (2016) en cultivos de frutales como el mango, las primeras detecciones de moscas se presentan en la época de floración de los árboles, que ocurre en los meses de julio y agosto; y las poblaciones de moscas tienden a incrementar en la época de fructificación y finalización.

Se determinó que las poblaciones de mosca de la fruta se incrementan a partir de diciembre llegando a su número más alto en marzo coincidiendo con la presencia de precipitaciones pluviométricas, otro factor determinante es la disponibilidad de alimento (hospederos) que abundan durante la época lluviosa (Escate, 2016).

2.2.2 Ciclo biológico de la mosca de la fruta

La mosca de la fruta, es un insecto holometábolo y endopterigoto pues cumple su desarrollo atravesando una metamorfosis completa típica de órdenes superiores (coleópteros, lepidópteros, himenópteros y dípteros), en donde solo los adultos poseen alas y difieren totalmente de las larvas (Carrero y Planes, 2008). Cumplen con cuatro estados: huevo, larva, pupa y adulto (Anexos, figura 4).

Marín (2002), menciona que el ciclo de vida de *A. fraterculus* se desarrolla en tres ambientes: vegetación, el fruto y el suelo. Los adultos habitan en la planta hospedera o plantas vecinas, donde pasan la mayor parte del tiempo. Después de la cópula la hembra deposita los huevos en el interior del fruto.

Como mencionan Vera y Willink (2007), el estado del huevo de las moscas de la fruta esta en función de las condiciones ambientales, siendo de 2 a 7 días en verano y de 20 a 30 días en invierno, al finalizar el tiempo los huevos eclosionan y emergen las larvas, las cuales se alimentan de la pulpa del fruto.

El estado larval atraviesa por tres estadios, con una duración de 6 a 11 días; dependiendo de las condiciones ambientales, la larva madura del tercer estadio abandona el fruto, esta situación es usualmente coincidente con su caída, la larva al abandonar el fruto, se entierra a 2-3 centímetros de profundidad del suelo y se transforma en pupa (Volosky, 2010).

Según describe Zucchi (2000), los estadios larvarios de *A. fraterculus* se caracterizan de la siguiente forma;

- 1° Estadío: Las larvas miden 1.3 y 0.004mm de longitud y 0.34 a 0.01mm de diámetro en la parte posterior. Los ganchos son color rosa - anaranjados, fuertemente esclerotizados, y tienen una amplia superficie basal para la articulación con el esqueleto céfalo- faríngeo. Los ganchos bucales miden de

39.20 a 0.257 micras. El órgano espiracular protorácico es fácilmente visible durante el primer estadio.

- 2° Estadío: Las larvas miden entre 3.0 a 0.4mm de longitud y 0.9 a 0.3mm de diámetro en la parte posterior, sus ganchos bucales están completamente esclerotizados y miden 141 a 0.547 micras. Los órganos espiraculados protorácicos son entre 10 y 11.
- 3° Estadío: Las larvas están completamente formadas tienen entre 4.2 a 0.5mm de ancho y 1.5 a 0.3mm de largo. Los ganchos bucales miden 217.75 a 1.147 micras están fuertemente esclerotizados. El número de órganos espiraculares aumentan entre de 8 a 12.

El estado de pupa cumple un periodo de 9-15 días, aunque durante el verano y en condiciones de baja temperatura este puede prolongarse por varios meses. Durante esta fase ocurre la transformación gradual en adulto al interior del pupario. Una vez alcanzada la madurez fisiológica, el adulto emerge del pupario. El adulto puede llegar a vivir hasta tres meses bajo condiciones favorables y tener hasta doce generaciones por año (Volosky, 2010).

“La madurez sexual se logra a partir de los 3 o 4 días de emergida la mosca, las hembras depositan de 10 a 110 huevos por postura en frutos en fase de maduración” (Marín M. , 2002).

El ciclo biológico de la mosca está condicionado por los factores ambientales y la disponibilidad del alimento que tenga esta en su proceso de crecimiento así como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Ciclo biológico de la mosca de la fruta *A. fraterculus*

Estado	Tiempo (días)	Condiciones ambientales
Huevo	2-7	Verano
	20-30	Invierno
Larval	6-11	*Bajo condiciones favorables
	9-15	Invierno
Pupa	30 o más	Verano y bajas temperaturas
	2-5	Bajo condiciones favorables
Madurez Sexual	2-5	Bajo condiciones favorables
Adulto	90	Bajo condiciones favorables

Herberth (2005); Volosky (2010)

*Condiciones favorables: humedad, temperatura, luz, la vegetación nativa, sustrato de empupamiento, sustrato de oviposición y la disponibilidad de alimento.

2.2.3 Características morfológicas (adulto y larva)

2.2.3.1. Morfología general de los adultos de moscas de la fruta

Su tamaño es menor que el de la mosca doméstica, presenta colores vivos: amarillo, blanco y negro. Su cabeza presenta grandes ojos verdes, iridiscentes con 3 a 5 pares de sedas frontales; el tórax es gris con manchas negras, mesonoto de color amarillo naranja y largos pelos, sedas presentes (2 pares escutelares y notopleurales, 1 par acrostical, dorsocentral, intra-alar, post-alar, supra-alar, supra-alar, postpronotal y escapular; el abdomen es leonado con franjas dorsales amarillas y grises. Las patas son amarillentas. Las alas, irisadas con bandas de color café amarillento pálido, presentan algunas áreas de aspecto ahumado (Anexo, figura 5) (Castillo, 2009).

La hembra posee un abdomen en forma cónica terminando en un fuerte oviscapto en el que se insertan abundantes sedas sensoriales amarillas y negras. El ovipositor de la hembra es de tamaño mediano de 3.4 a 4.7 mm de longitud presenta de 9 a 10 dientes por lado de forma redondeada, la funda del ovipositor o

séptimo segmento de tamaño variable pero siempre más largo que el resto del abdomen, hasta casi dos veces más largo que este. El macho, algo más pequeño, se caracteriza por poseer sobre la frente dos largas sedas que culminan en una paleta romboidal (Caraballo, 2014).

2.2.3.2. Morfología general de larvas de moscas de la fruta

Las larvas de la mosca de la fruta se caracterizan por su apariencia blanquecina, alargada, sin patas, afilada en la parte anterior y truncada posteriormente. Después de efectuar dos mudas, alcanza su completo desarrollo presentando un color blanco ocráceo o amarillo con manchas crema, anaranjadas o rojizas, debidas a la presencia de alimentos en su interior. Su tamaño es aproximadamente de 9 mm x 2 mm (Marín, 2002).

Los espiráculos anteriores se encuentran en la región lateral del primer segmento torácico y se unen a los espiráculos posteriores por intermedio de una larga tráquea que prácticamente cruza toda la longitud de la larva. Están formados por una serie de pequeños tubitos o dígitos que varían en número y disposición según la especie. Los túbulos de los espiráculos anteriores desembocan en una cámara filtradora que se conecta luego a la tráquea (Marín, 2002).

Los lóbulos anales se encuentran ubicados en la parte posterior de la larva, es un órgano de dos partes, redondeado, carnoso y prominente que es la terminación del canal alimenticio. Generalmente es visible, pero a veces está retraído y encogido dentro de la elevación anal que lo circunda. De acuerdo a su división, pueden ser bífidos (dividido en cuatro partes), enteros (dividido en dos partes) o semibífidos (se divide parcialmente en cuatro partes) según la especie (Marín, 2002).

En su parte anterior las larvas llevan antenas y papilas sensoriales. Las mandíbulas son dos ganchos esclerosados paralelos que se distinguen sin dificultad en la abertura oral y casi completamente cubiertos por labios, los cuales forman una serie de membranas carnosas con la apariencia de abanico, llamadas carinas bucales (Marín, 2002).

2.2.4 Detección de la mosca de la fruta

La detección de moscas de la fruta, es uno de los componentes básicos en los programas de control, a través de la utilización de trampas y atrayentes, de acuerdo con la especie a monitorear para realizar un seguimiento en cuanto a magnitud y duración de la infestación, número relativo de adultos, extensión de áreas infestadas y avance de la plaga.

2.2.4.1. Mecanismos de captura de la mosca de la fruta

Según Sacoto (2004) el método más eficiente de obtención de muestras de moscas de los frutos consiste en la recolección de frutas con evidencia de ataque de moscas. La disponibilidad de fruta atacada varía a lo largo del año y entre localidades. Las colecciones se realizan entre octubre y mayo.

El muestreo de frutos, entre otros, define el rango de hospederos de cada especie de moscas presentes en un área. El trampeo, posibilita conocer la dinámica poblacional de las especies capturadas en el transcurso del tiempo. Las dos actividades permiten determinar con alta seguridad las especies presentes en un área. Los resultados del monitoreo son fundamentales para decidir el momento y las medidas de control a aplicar (Sacoto, 2004).

- Trampeo

Es uno de los componentes básicos en los programas de control de las moscas de la fruta, a través de la utilización de trampas y atrayentes de acuerdo con la

especie a monitorear para realizar un seguimiento en cuanto a magnitud y duración de la infestación, número relativo de adultos, extensión de áreas infestadas y avance de la plaga (Encolombia, 2014).

Consiste en capturar adultos que son atraídos a una fuente específica y generalmente se expresa mediante el llamado MTD (Mosca/ Trampa/ Día), permite información importante como densidad de adultos y proporción sexual en campo (Pico, 2004).

El trampeo cumple con diferentes objetivos dependiendo de las características y condiciones de la zona geográfica donde se realiza, algunos de estos objetivos son:

- Detección de plagas en zonas libres.
- Delimitar poblaciones en espacio y tiempo.
- Determinar la densidad y fluctuación poblacional.
- Cuantificar la eficiencia de métodos de control.
- Detección de nuevas especies de moscas
- Evaluar la eficiencia de diversos sistemas de trampeo.
- Determinar la relación estéril: Fértil (en la liberación de insectos estériles).

Según Valarezo (2005), los criterios más importantes utilizados para la instalación de una red de trampeo son:

- Determinación de áreas libres o de baja prevalencia de la plaga.
- Ejecutar acciones de vigilancia sobre plagas exóticas en sitios de alto riesgo.
- Ejecutar acciones de vigilancia fitosanitaria

2.2.5 Identificación de moscas de la fruta

Esta actividad se realiza en un laboratorio de diagnóstico, donde se debe disponer de personal capacitado y entrenado en taxonomía, para identificar de

forma expedita en el menor tiempo posible los especímenes de las muestras capturadas en las trampas, así como los obtenidos mediante el muestreo de frutos.

Para identificar un adulto de mosca de la fruta, los caracteres morfológicos básicos que se toman en cuenta son:

- Color, tamaño y tonalidad.
- Tórax, disposición de las setas; bandas en el preescuto y escuto;
- manchas con la sutura escudo escutelar y metanoto; color del escutelo
- Alas: tarmalio y dirección de las venal, disposición y color de las bandas o manchas.
- Forma y longitud de la envoltura del ovopositor y de los claspers (Caraballo, 2014).

2.2.5.1. Claves para la identificación de *A. fraterculus*

Subescutelo y medioterguito, ambos con manchas negras laterales, usualmente presente una mancha central de la sutura escudo escutelar (Anexos, figura 6), Especímenes con todos los siguientes caracteres presentes: aculeus de 1.4-1.9 mm de longitud; punta del aculeus de 0.20-0.28 mm de largo, con márgenes laterales provistos de 8 a 14 dientes que ocupan $\frac{2}{5}$ a $\frac{3}{5}$ de su longitud (Anexos, figura 7). A demás presenta un patrón alar variable

Existen registros desde el Sur de Texas hasta Argentina, esta especie se le reconoce actualmente como un complejo de especies crípticas “Mosca sudamericana de la fruta” (Hernandez, 2010).

2.2.5.2. Identificación del sexo de la “Mosca de la Fruta” *A. fraterculus*

Las hembras y los machos de *A. fraterculus* suelen diferenciarse por el tamaño; los machos se caracterizan por ser más pequeños que las hembras, a continuación, se muestran algunos criterios específicos para la identificación:

Tabla 2. Criterios para la diferenciación sexual de la mosca de la fruta

Mosca de la fruta A.	Macho	Hembra
fraterculus		
Abdomen	Redondo 5-6 segmentos visibles Bandas oscuras fusionadas	Puntiagudo 7-8 segmentos visibles Bandas oscuras diferenciadas
Región genital	Placas anales Arco genital Pene con pigmentación oscura	Placas anales Placas ovositoras de coloración clara

Escate (2016)

2.2.6 Acción de agentes climatéricos

El factor principal en el control de esta plaga, son las condiciones climatéricas. La primavera, trae una cosecha abundante de frutas, por lo que, aunque la mosca se presente en gran número, no alcanzará a atacar todas las frutas, sin embargo esta misma abundancia de alimento favorece mucho la multiplicación de la *Anastrepha*, de la cual la fruta de segunda estación será víctima segura: así, las moscas que han atacado los abundantes duraznos de primavera, se multiplican sobre las numerosas frutas de verano, hasta formarse un número enorme de moscas que van a atacar las únicas frutas que existen en otoño, las cítricas. Si las cosechas de verano son poco abundantes toda fruta se encontrará infestada, lo cual será un fracaso. La disminución de la infestación se podría obtener por la reducción brusca de la fruta de primera estación, para no dar alimento a la generación hambrienta que ha pasado el invierno en espera de los primeros frutos.

El frío del ambiente no afecta a la *Anastrepha fraterculus* adulta, esta es capaz de resistir temperaturas menores a 7°C, las larvas dentro del fruto y la crisálida bajo tierra lo resisten mejor (Olmedo y Tigrero, 2005).

La humedad favorece a la mosca, ya que las lluvias de invierno estimulan el crecimiento de la vegetación, la mosca tendrá más alimento, luego, los daños serán

mayores. Por otro lado, la altitud, no tiene ninguna influencia, ya que la mosca se encuentra tan bien en su mesonero al nivel del mar, como a 1.200 metros de altura (Fisher, 2013).

La influencia del calor y sequía podrían reducir la cosecha por una escasa floración o caída de la fruta recién formada, luego, la menor cantidad de alimento reducirá el número de moscas, además, mueren muchas larvas y pupas, acorta el período de desovo de la mosca, lo que provoca que el siguiente año la infestación sea mucho menor. Si la temperatura de exposición a los rayos solares es superior a 37,7° C, mata a la larva dentro del fruto; si llegara a salir del fruto, en cualquier punto que la toque el sol, la matará. Un verano caluroso y seco disminuirá notablemente la plaga, siempre que vaya seguido de un invierno riguroso con cambios bruscos de temperatura y humedad (Norrbon, Korytkowski, Gonzalez y Orduz, 2005).

2.2.7 Hábitos y comportamiento sexual

Las moscas adultas alcanzan la madurez sexual luego de 2 a 5 días de emergidas; los machos tienden a concentrarse en algún punto referencial del árbol frutal, formando un agrupamiento de machos conocidos como "leks", que danzan en forma rítmica y liberan una feromona sexual para tratar de llamar la atención de las hembras en los alrededores (Volosky, 2010).

La hembra elige un macho como pareja en función de su tamaño y apariencia, generalmente los machos mal alimentados presentan atrofia en el crecimiento y son fuertemente discriminados por las hembras debido a la baja eclosión de huevos que surgen del apareamiento con machos desnutridos. Una vez que la hembra identifica al mejor macho, lo aparta del grupo y empieza el ritual de apareamiento (Dellan y Ordoñez, 2010).

Es difícil observar moscas hembras y machos en el campo cuando están copulando, sin embargo, según menciona Guillen, J., Enkerlin, D. y Wong (2010), las cópulas y recópulas pueden durar periodos hasta de dos días, las hembras almacenan en el esperma suficiente en sus espermatecas para garantizar a la nueva progenie.

En el caso de la "Mosca Suramericana de la fruta" *Anastrepha fraterculus* Wiedemann, tanto hembras y machos realizan el cortejo moviendo las alas y dando saltos entre ellas hasta iniciar el apareamiento. Las hembras gravidas tienen la necesidad de ingerir sustancias ricas en proteína, buscan alimento y un hospedero donde depositar sus huevecillos. Una vez que la hembra localiza un fruto adecuado que presente las condiciones favorables para el desarrollo de su descendencia, realiza la ovoposición introduciendo los huevecillos con el ovopositor al interior del fruto hospedante en grupos hasta de cuatro (Volosky, 2010).

2.2.8 Mecanismo de control efectivo

Se han implementado varios mecanismos desde 1979, cuando se identificó y detectó por primera vez la plaga de la mosca de la fruta en países del caribe. Ninguno de estos métodos han resuelto la problemática de forma satisfactoria evitando la aplicación de insecticidas (Landazuri, 2007).

Según el Plan de Erradicación de la Mosca del Mediterraneo implementado en Guatemala en el 2001, la técnica del insecto estéril (TIE) consiste en la cría masiva las moscas, estas son producidas y esterilizadas con radiación, las colonias de moscas viven y se aparean en jaulas donde las hembras ponen los huevecillos, estos son colectados y posteriormente sometidos a exposición térmica para eliminar los huevecillos hembra a 34°C, los machos son colocados en charolas con alimento eclosionan transformándose en larvas, posteriormente los machos pasan

la siguiente fase de su ciclo de vida para transformarse en pupa, las pupas son colectadas y expuestas a colorante fluorescente para su futura identificación. La radiación daña el esperma y las hace infértiles, pero no radioactivas, son transportadas a centro de empaque y liberación en donde son mantenidas y alimentadas para la transición a moscas adultas. Las moscas son colectadas y enfriadas para inmovilizarlas, antes de ser colocadas en cajas para la liberación aérea. Las moscas estériles son liberadas en las áreas más afectadas, aquí se aparean con moscas hembras silvestres, pero no se produce la descendencia.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], (2013), para determinar si esta tecnología es efectiva se utilizan trampas que permiten realizar el conteo de los individuos, para la identificación de moscas estériles y moscas silvestres se aplica luz ultravioleta que visibiliza el color fluorescente utilizado en la planta de cría, si el número de moscas estériles es mayor al de las silvestres es indicativo de que la tecnología cumple con éxito el control de la plaga, otro indicador de que la TIE está siendo efectiva es el conteo de frutos libres de plaga.

El estudio del comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *A. fraterculus*, ayudará a determinar el momento adecuado para la liberación de la mosca estéril para el control de la plaga (Korytkowski, 2004).

2.3 Marco legal

El presente trabajo de investigación, tiene un marco legal bajo las siguientes leyes y normas:

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

Art. 3.- Son deberes primordiales del Estado:

Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en

particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes, como se indica en (Asamblea Nacional, 2008, p. 17).

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria (p. 20).

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado:

1. Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria.
2. Adoptar políticas fiscales, tributarias y arancelarias que protejan al sector agroalimentario y pesquero nacional, para evitar la dependencia de importaciones de alimentos.
3. Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.
4. Promover políticas redistributivas que permitan el acceso del campesinado a la tierra, al agua y otros recursos productivos.
5. Establecer mecanismos preferenciales de financiamiento para los pequeños y medianos productores y productoras, facilitándoles la adquisición de medios de producción.
6. Promover la preservación y recuperación de la agro biodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas.
7. Precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable.
8. Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiadas para garantizar la soberanía alimentaria.
9. Regular bajo normas de bioseguridad el uso y desarrollo de biotecnología, así como su experimentación, uso y comercialización.
10. Fortalecer el desarrollo de organizaciones y redes de productores y de consumidores, así como las de comercialización y distribución de alimentos que promueva la equidad entre espacios rurales y urbanos.
11. Generar sistemas justos y solidarios de distribución y comercialización de alimentos. Impedir prácticas monopólicas y cualquier tipo de especulación con productos alimenticios (p.40).

2.3.2 Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria

Art. 9.- Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agro biodiversidad. Además, asegurará la investigación aplicada y

participativa y la creación de un sistema de extensión, que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando el conocimiento de mujeres y hombres. El Estado velará por el respeto al derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades de conservar y promover sus prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, garantizando las condiciones necesarias para que puedan mantener, proteger y desarrollar sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías, saberes ancestrales y recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agro biodiversidad. Se prohíbe cualquier forma de apropiación del conocimiento colectivo y saberes ancestrales asociados a la biodiversidad nacional (p. 7).

Art. 10.- Institucionalidad de la investigación y la extensión. - La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento. El Estado fomentará la participación de las universidades y colegios técnicos agropecuarios en la investigación acorde a las demandas de los sectores campesinos, así como la promoción y difusión de la misma (Asamblea Nacional, 2010, p. 8).

2.3.3 Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria

De las Áreas Libres y de Baja Prevalencia de Plagas

Art. 28.- De las áreas libres y de baja prevalencia de plagas. - La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario podrá declarar y mantener oficialmente como área libre o de baja prevalencia de plagas un territorio determinado, cuando verifique técnicamente que una o varias plagas no están presentes en el o se encuentran en niveles bajos y sujeto a medidas eficaces de vigilancia y control. La Agencia declarará los lugares y sitios de producción de plantas y productos vegetales libres de plagas, una vez cumplidos los requisitos establecidos en el reglamento a esta Ley (p. 9).

Art. 29.- De la movilización y transporte en áreas libres y de baja prevalencia de plagas. - Dentro de las áreas libres o de baja prevalencia de plagas, es libre la movilización y transporte de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados. La Agencia de regulación y control determinará los requisitos y procedimientos para movilizar plantas, productos vegetales y artículos reglamentados desde y hacia las áreas libres y de baja prevalencia de plagas y entre zonas de bajo control oficial (Asamblea Nacional, 2017, p. 9).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación descriptiva fue enfocado al nivel de conocimiento de la investigación documental y de campo.

3.1.1 Tipo de investigación

3.1.1.1. Investigación documental

En el presente trabajo se realizó revisión documental mediante fuente bibliográfica de origen científico, para obtener referencia sobre *Anastrepha fraterculus* en el Ecuador y los hospederos de preferencia de esta.

3.1.1.2. Investigación de campo y laboratorio

Se realizó la recolección y muestreo de hospederos que fueron llevados al laboratorio para su exploración

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación es de tipo documental, basado en la recopilación de información científica necesaria para poder establecer con exactitud los aspectos investigados, con el fin de complementar y enriquecer el conocimiento sobre este tema en particular para lograr un análisis desde un punto de vista propio, por lo tanto, la presente es una investigación no experimental, cuyo recurso serán los datos primarios recolectados, mediante muestreo de hospederos para el conteo de *Anastrepha fraterculus* presentes, y posterior documentación de crecimiento en función del tiempo de los estadios de desarrollo.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Comportamiento reproductivo.

3.2.1.2. Variable dependiente

3.2.1.2.1. Comportamiento sexual

Para obtener el comportamiento sexual de la mosca de la fruta *A. fraterculus* se tomó al azar 20 moscas entre hembra y macho dentro de la jaula. Se tomaron datos dentro de la jaula en una planta de plátano para saber cuál es el número de copulas de las moscas de la fruta *A. fraterculus*.

3.2.1.2.2. Tiempo de cortejo

Esta variable se observó dentro de la jaula que colocaremos en una planta de banano en Agrocalidad y ver el tiempo que demoró cortejar el macho a la hembra.

3.2.1.2.3. Tiempo de la copula

Esta variable se observó dentro de la jaula que colocaremos en una planta de banano en Agrocalidad, y observar el tiempo que se demoró en copular el macho a la hembra.

3.2.1.2.4. Número de cópulas

Se tomaron datos dentro de la jaula en una planta de plátano para saber cuál es el número de copulas de las moscas de la fruta *A. fraterculus*.

3.2.2 Recolección de datos

3.2.2.1. Recursos

3.2.2.1.1. Recursos bibliográficos

El presente documento se realizó mediante revisión bibliografía de tesis de grado, revistas, artículos científicos, entre otros. Del mismo modo, la utilización de las instalaciones del Agrocalidad para poder obtener más información con tablas, informes, y demás datos para este trabajo.

3.2.2.1.2. Recursos y materiales

Libreta de apuntes, cámara fotográfica, especie vegetal hospedero, malla protectora, individuos machos y hembras de la especie *A. fraterculus*.

3.2.2.1.3. Recursos financieros

Esta investigación se financió con recursos propios de la autora.

3.2.2.1.4. Recursos humanos

Tuvo la colaboración del tutor docente, dirigentes de Agrocalidad y la autora de presente documento.

3.2.2.2. Métodos y técnica

Se visitó cultivos en los que se observe la presencia de moscas de la fruta en la zona oeste de la provincia del Guayas y se recolectó muestras de los hospedantes que fueron llevados al laboratorio para la cría y cuidado del insecto en condiciones controladas.

3.2.2.3. Manejo del ensayo

- Se llevó a cabo la visita a plantaciones afectadas por la mosca de la fruta en la parte oeste de la provincia del Guayas.
- Obtención de muestras de hospederos infestados por la mosca de la fruta para ser trasladados al laboratorio de Agrocalidad.
- Establecimiento de criaderos de *A. fraterculus* en condiciones de laboratorio, controlando su alimentación y procurando las condiciones favorables para el desarrollo larval. Este proceso tuvo lugar entre los meses de diciembre a enero.
- Una vez que los individuos hayan emergido se realizó la identificación sexual de los individuos, se procuró la selección de 10 machos y 10 hembras que cohabitaran en una estructura experimental en la que son liberados los

individuos. En esta fase de la experimentación de controlaron las condiciones climáticas como la temperatura y humedad relativa; para que se mantengan el comportamiento sexual del insecto

- Finalmente se observó el tiempo de cortejo del macho a la hembra y el número de copulación de los insectos.

3.2.3 Análisis estadístico

3.2.3.1. Análisis estadístico descriptivo

Permite conocer la forma y estructura de los datos que permiten detectar la tendencia en el comportamiento de los mismos esto puede realizarse mediante gráficos sencillos de fácil interpretación y resumiendo los datos con fidelidad. Para describir datos estos deben ser resumidos en uno o más números que representen las principales peculiaridades del conjunto las cuales están representadas en las siguientes fases (Rojo, 2016).

Explorar los datos que permitió detectar datos erróneos o inesperados y ayudó a decidir el método estadístico a ser empleado en las etapas posteriores del análisis de manera de obtener conclusiones válidas (Walpole y Myers, 2012).

El análisis se realizó mediante una descripción, se evaluó la variación del tiempo de cortejo y apareamiento pudiendo generar comparaciones en laboratorio.

3.2.4 Valoración económica

Aquí se detallan en la tabla 3, los valores gastados en este proyecto.

Tabla 3. Presupuesto tentativo para el proyecto

Materiales	Unidad	Valor/unidad \$	Valor en \$
Cajas entomológicas	3	60	180
Armado de estructura	---	----	150
Jornales	6	10	60
Control de la mosca			70
Materiales varios	-----	----	200
Total			670

Cuesta, 2021

4. Resultados

4.1 Análisis del comportamiento sexual de la mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus*

4.1.1 Comportamiento sexual

El método para la diferenciación de las hembras y de los machos, se colocaron las moscas en una cámara de frío, para que se congelen y luego las moscas caigan para lograr ser identificadas, entonces se ha podido mirar el tamaño, sus alas, dorso y el ovopositor como propiedades para distinguir hembras de machos. La ingesta de alimentos que se brindaron a los insectos *Anastrepha fraterculus* fue miel, frutas frescas y el agua a lo largo del proceso del experimento. Después de tres días de eclosionar alcanzaron la madurez sexual. Solo dos días se realizó el seguimiento respectivo para la reproducción del insecto.

La *Anastrepha fraterculus* presenta un sistema de apareamiento tipo lek. Los machos forman grupos y, en forma conjunta, emiten señales (visuales) para atraer a las hembras con el propósito de aparearse. Las hembras visitan el lek y eligen entre los machos para copular. La selección sexual juega un papel importante en la evolución de las especies con sistemas de apareamiento lek.

El 18 de enero de 13:42 a 15:26 pm, comenzó la hembra a revoletear y a botar sus feromonas para atraer al macho, una vez dentro del lek, las hembras decidieron atraer al macho para aparearse, discriminándolos a algunos en funcionalidad de señales químicas, visuales y acústicas con el fin de consumir un papel fundamental en la atracción de hembras; sin embargo, en este caso hubo un rechazo de las hembras al instante de que el macho se acercaba para el acto de apareamiento. La influencia del comportamiento de los machos en los leks en esta elección es escasa para *A. fraterculus*.

El 19 de enero de 12:51 pm a 14:27 pm, nuevamente comenzó la hembra atraer al macho, pero sucedió lo mismo, igual al día anterior, la hembra los rechazó a los machos inmediatamente.

El 20 de enero murieron los machos en la mañana, en el lapso de 7:16 a 10:08 am, y las hembras murieron por la tarde.

Comúnmente, el apareamiento ocurre en las horas de la mañana cuando los machos se agregan formando leks para atraer a las hembras; pero en este caso las hembras buscaron el momento adecuado para aparearse en las horas de la tarde, y esto puede ser un gran factor importante del por lo que no existió apareamiento alguno en esta especie de moscas.

Otro motivo por el cual no pudieron copular probablemente es que no estaban en su zona de confort o en temperaturas de su ambiente natural ya que copulan por lo general en las partes altas de los arboles.

4.2 Identificación del tiempo de cortejo de la mosca de la fruta *A. fraterculus*

4.2.1 Tiempo de cortejo

Se monitoreo por dos días, el tiempo de cortejos entre la hembra y machos de la mosca de la fruta *A. fraterculus*, el primer día se observó que la hembra comenzó a buscar el macho (atrayéndolo con su feromona y maniobra con sus alas) en la hora de la tarde; este proceso de cortejo demoró una hora con cuarenta y cuatro minutos en el primer día, dando como resultado que la hembra al final no aprobó al macho y con esto no existir apareamiento. Al segundo día se realizó el mismo procedimiento demorándose una hora con treinta y seis minutos dando el mismo resultado, el rechazo de la hembra hacia el macho.

Es decir, existió el proceso de cortejo, pero al momento de decisión de la hembra esta rechazó a todos los machos, ocasionando que no exista copulación en esta especie de mosca de la fruta *A. fraterculus*, como se ve en la tabla 4.

Tabla 4. Tiempo de cortejo

Días	Inicio del cortejo	Fin del cortejo	Tiempo de cortejo	Copulacion
Dia 1	13:42 pm.	15:26 pm.	1:44 horas	0
Dia 2	12:51 pm.	14:27 pm.	1:36 horas	0

Cuesta, 2021

4.2.2 Tiempo de la copula

Aquí podemos decir que no existió tiempo en esta variable, porque no hubo copula del insecto *A. fraterculus*. Esto da a conocer que dichos insectos no pudieron cortejar correctamente a la hembra para la copulación y no colocaron suficiente feromona para ser aceptados por las mismas. Esto podría ser un elemento fundamental que provocó bastante rechazo de las hembras hacia los machos.

4.3 Determinación de la cantidad de copulas *A. fraterculus*

4.3.1 Número de cópulas

Se obtuvieron 20 muestras de insecto, las mismas que se dividieron en 10 hembras y 10 machos, para mirar la conducta sexual de las moscas *A. fraterculus*.

De los 10 probables copulas no se percibió ninguna, o sea que las hembras rechazo enteramente a los machos, con esto se ha podido mirar que faltó motivación y hormonas sexuales por parte del macho para atraer a la hembra y obtener reproducción del insecto.

Esa motivación es dependiente de la madurez de la *A. fraterculus*, duración de la privación sexual, dieta y otros componentes. Se observó que dichos machos al

momento de acercarse a la hembra hacían menos vibraciones de alas, lo cual puede ser el motivo del no éxito copulatorio de este insecto.

5. Discusión

El fin de este estudio fue evaluar el comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae).

La *Anastrepha fraterculus* presenta un sistema de apareamiento tipo lek. La hembra a revoletear y expulsar sus feromonas para atraer al macho en los rangos de tiempo entre 12:30 pm a 15:30 pm, sin embargo, en este caso hubo un rechazo de las hembras al instante de que el macho se acercaba para el acto de apareamiento, ya que los machos no las atraían, ocasionando problemas al momento de reproducirse esta especie de mosca. Esto no concuerda con Yuval y Hendrichs (2005) quienes identificaron que el cortejo cambia entre los machos de las diferentes especies de mosca de la fruta. El triunfo en el apareamiento con moscas *Anastrepha fraterculus* examinado en este trabajo parece estar influenciado por la hora del día, produciéndose con más número entre la 10:00 y 14:00 horas. Este además es dependiente de la estimulación de las moscas macho hacia las hembras, produciéndose mayor número de aparcamientos de moscas hembras con varios machos.

La hembra *A. fraterculus* comenzó a realizar sus maniobras de apareamiento buscando al macho en horas de la tarde (hora no inusual para esta especie), demorando casi dos horas el proceso de preapareamiento, donde la hembra seleccionaba al posible macho apto para su reproducción, dando como resultado final el rechazo de la hembra hacia el macho, es decir no hubo copulación en este estudio. En cambio, para Sánchez (2016) los resultados obtenidos en su estudio presentan que los machos de esta especie *Anastrepha fraterculus* usan de manera significativa más tiempo con el intento pacífico de emparejamiento, el macho salta sobre la hembra y se reorienta colocándose al mismo tiempo a ella, la más grande

parte acaba en cópula y solamente en algunos pocos casos la hembra rechaza pacíficamente al macho, que conlleva a la copula. Para Montoya (2010) según el presente resultado en su estudio el triunfo copulatorio es dependiente en monumental medida de la motivación sexual inicial del macho, pasa una contestación más agresiva de la hembra, incluyendo luchas, una vez que ella descubre un macho no motivado, que no está llamando su atención.

Se observó que los insectos machos no pudieron cortejar adecuadamente a la hembra para la copulación, como factor pudo ser que no hubo suficiente expulsión de feromonas y no realizaron bien las maniobras de cortejo con las alas para hacer aceptados por las mismas. Esto podría ser lo que provocó rechazo absoluto por las hembras hacia el macho. Esto discrepa con Rolli (2010) el cual asegura que hay alteración personal en los sonidos realizados por los machos. Pues las hembras tienen la posibilidad de preferir machos de fenotipos más aptos. En cambio, Mendoza (2015) vio que la estimulación visual de los machos podría estar combinado con el auditivo al momento de la atracción de la hembra, porque ellas son las encargadas de marginar al macho que a simple vista no sea óptimo para la reproducción.

Para determinar un número de copulas se observó que la motivación del macho (feromonas, vibraciones alares, aspecto físico, etc.) es un factor importante al momento de tener éxito con las hembras, punto importante en esta especie *A. fraterculus*, ya que la hembra es la que acepta a varios machos o los rechaza a todos. Se evidencio que no hubo éxito copulatorio en esta especie de insecto. En cambio, Tigrero, Sandoval y Vitaluña (2010) observaron varias diferencias entre líneas machos al equiparar en el número de copulas. Los machos exitosos se desplazan marcando el territorio y hacen un aleteo constante al identificar la

existencia de la hembra, con esto se puede sacar el número de copulas en esta especie de mosca de la fruta. Por lo consiguiente Rössler (2010) afirma la alteración en aspectos comportamentales puede ser biológicamente fundamental a lo largo del intento de cópula se observa que el macho frota el vientre de la hembra con sus patas traseras una vez que tiene problemas para la intromisión.

Se rechaza la hipótesis general ya que en este estudio al ver el comportamiento sexual no se pudo observar el número de copula de la *Anastrepha fraterculus*.

Se rechaza la hipótesis general ya que en este estudio al ver el comportamiento sexual no se pudo observar el número de copula de la *Anastrepha fraterculus*.

6. Conclusiones

Tras evaluar el comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus* (Díptera: Tephritidae), se pueden dar las siguientes conclusiones:

El rechazo de las hembras hacia los machos pudo ser ocasionados por la falta de motivación del macho para traer a la hembra, la expulsión baja de feromonas o las condiciones climáticas donde se realizó el experimento.

En las dos evaluaciones realizadas al momento del tiempo del cortejo se observó que en ambas existe una tendencia de comenzar el acto en horas de la tarde, demorando aproximadamente entre una hora con treinta minutos, a una hora con cuarenta y cinco minutos, pero con la novedad que discriminaron a todos los machos presentes en este experimento.

La falta de copulación de esta especie de mosca *A. fraterculus*, pudo haber sido de que las hembras detectaron que los machos presentes no se encontraban fenotípicamente sanos o fuertes para realizar el acto de reproducción.

7. Recomendaciones

Tras evaluar el comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *Anastrepha fraterculus* (Díptera: Tephritidae), con esto se puede sugerir las siguientes recomendaciones:

Se sugiere hacer más estudios involucrados con este tema para lograr mirar la conducta reproductiva del insecto *Anastrepha fraterculus* y obtener maneras para un control biológico conveniente del mismo.

Hacer más investigaciones sobre la manera de reproducción de la *A. fraterculus* debido a que no está explícito el por qué, de las moscas hembras tendieron a rechazar a los machos en este estudio.

Corroborar con otros estudios el tiempo que se demora el cortejo de la mosca *A. fraterculus* y saber cuál es el tiempo óptimo para su reproducción.

Averiguar las causas del por qué no hubo copula entre los insectos (hembras y machos) de *Anastrepha fraterculus* en este estudio y cuáles fueron los componentes que brindaron para que no sucediera este apto.

8. Bibliografía

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro [AGROCALIDAD].
(14 de julio de 2016). Guía de manejo integrado para el control de la mosca de la fruta en el cultivo de mango. *Control Fitosanitario, 0*. Quito, Pichincha, Ecuador .
- Agrocalidad. (2018). *Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario* .
Recuperado el 12 de Junio de 2019, de
<http://www.agrocalidad.gob.ec/liberacion-de-mosca-esteril/>
- Aluja, M., Sanchez, A., Pérez, D., & Piñero, J. (01 de Noviembre de 2001). Does male size and diet influence male sexual competitiveness and female fitness in *Anastrepha fraterculus* and *A. striata* (Diptera: Tephritidae).
Working group of fruit flies of the western hemisphere .
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución de la República del Ecuador 2008*. Quito - Ecuador: Asamblea Nacional del Ecuador.
- Asamblea Nacional. (2010). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. Quito , Ecuador: Asamblea Nacional del Ecuador.
- Asamblea Nacional. (2017). *LEY ORGANICA DE SANIDAD AGROPECUARIA*.
Quito, Ecuador: Editora Nacional . Obtenido de www.registroficial.gob.ec
- Caraballo, J. (2014). *Diagnosis y clave pictórica para las especies del género Anastrepha (Diptera: Tephritidae) en Venezuela*. Caracas: Entomotropical 2001:16(3):157-64.
- Carrero, J. M., & Planes, S. (2008). *Plagas del campo* (treceava ed.). Madrid, España: Mundi Prensa.
- Delgado, S., Techeira, W., Calvo, M. V., Elina, Z., Araujo, E. S., Duarte, F., . . .
Scatoni, I. B. (2009). Las moscas de las frutas, *Ceratitidis capitata* y

- Anastrepha fraterculus (DIPTERA: TEPHRITIDAE) y su relación con los distintos hospederos. Uruguay. Recuperado el 07 de Junio de 2019
- Diaz, F. (2001). ¿Influencian la talla y dieta de los machos de Anastrepha fraterculus y a. striata (Diptera: Tephritidae) su competitividad sexual y la adecuación de hembras con las que se apareen? *Scielo*, 62-64.
- Encolombia. (2014). *Detección de las Moscas de la Fruta*. Sabana de Bogotá. Obtenido de <https://encolombia.com/economia/agroindustria/moscas/detecciondelasmoscas/>
- Escate Dias , J. (2016). *La genética de la mosca de la fruta*. Universidad Nacional "Federico Villarreal". Recuperado el 29 de Agosto de 2017
- FAO. (2006). *"Normas Internacionales para medidas"*. Roma .
- FAO. (2013). *Fruit fly Programme* . Boletín, International Atomic Energy Agency , Entomology department. Obtenido de <https://www.iaea.org/about/organizational-structure/department-of-nuclear-sciences-and-applications>
- FAO. (11 de Junio de 2019). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/in-action/control-of-fruit-fly-does-not-stop-at-national-borders/es/>
- Fisher, R. (2013). *The genetical theory of natural selection*. Nueva York: (2°ed.).
- Herberth, M. G. (2005). *Moscas de la fruta*. Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], Epidemiología. Bogotá: Lineas Digitales Ltda. doi:00.02.22.05-C
- Hernandez Ortiz, V., López, L., & Guillén Aguilar , J. (2010). *Taxonomía e identificación de la mosca de la fruta de importancia económica en*

- América*. Institute of Ecology INECOL. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/269576679>
- Jaldo, H. J. (2013). *Drosophila melanogaster*. Houta: Science.
- Jaldo, H. J., Gramajo, M. C., & Willink, E. (Diciembre de 2001). Mass rearing of *anastrepha fraterculus* (DIPTERA: TEPHRITIDAE): a preliminary strategy. *Florida Entomologist*, IV(84), 716-718.
- Liedo Fernández, J. P., Arreola , T. J., & Ruiz-Montoya, L. (2009). Manejo Evolutivo de Plagas: Las Moscas de la Fruta. *Ciencia*, 4-7.
- Marín. (2002). *Identificación y caracterización de la mosca de la fruta en el departamento Valencia*. Manizales.
- Marín, M. (2002). *Identificación y caracterización de moscas de la frutas en los departamentos del Valle del Cauca, Tolima y Quindió*. Tesis doctoral, Universidad de Caldas , Facultad de Ciencias Agropecuarias , Manizales.
- Mellado, J. (2014). *Diseño experimental*. Obtenido de Univ. Autónoma Antonio Nariño: <http://www.uaaan.mx/~jmelbos/disexp/deapu1a.pdf>
- Programa Moscamed. (2008). *Plan estratégico de erradicación de la mosca de la fruta del Mediterraneo*. Programa MOSCAMED Guatemala, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Guatemala. Recuperado el 09 de junio de 2019, de http://moscamed-guatemala.org.gt/?page_id=93&secc=Control
- Rodrigo, J. A. (2016). *Kruskal-Wallis test*. Github. Obtenido de https://rpubs.com/Joaquin_AR/219504
- Rojo, J. M. (2016). *Análisis descriptivo y exploratorio de datos*. Obtenido de Univ. de Valencia. Madrid, España. Consejo Superior de Investigaciones Científicas: <https://www.uv.es/friasnav/SPSS analisis descriptivo.pdf>

Valarezo , O. (Junio de 2011). Biotecnología y Manejo de la Mosca de Fruta en Manabí. *La Técnica*. Recuperado el 06 de Junio de 2019

Valarezo, O. (2005). Biotecnología y Manejo de la Mosca de Fruta en Manabí. *La Técnica*, 78-83.

Villatuña, J., Valenzuela, P., Bolaños, J., Hidalgo , R., & Mariño, A. (05 de Abril de 2016). Hospederos de la mosca de la fruta *Anastrepha* spp. Y *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) EN ECUADOR. *ECUADOR ES CALIDAD:Revist Científica Ecuatorina*, III, 52-57.

Volosky Y, D. (2010). *Las moscas de la fruta*. Servicio Agrícola y Ganadero , División Protección Agrícola y Forestal. Santiago: Servicio Agrícola y Ganadero.

Walpole, & Myers. (2012). *Cap. 16: Estadística no paramétrica: Prueba de Kruskal-Wallis*. México: Pearson Educación. ISBN: 978-607-32-1417-9.

9. Anexos



Figura 1. Ubicación de Agrocalidad

Cuesta, 2021

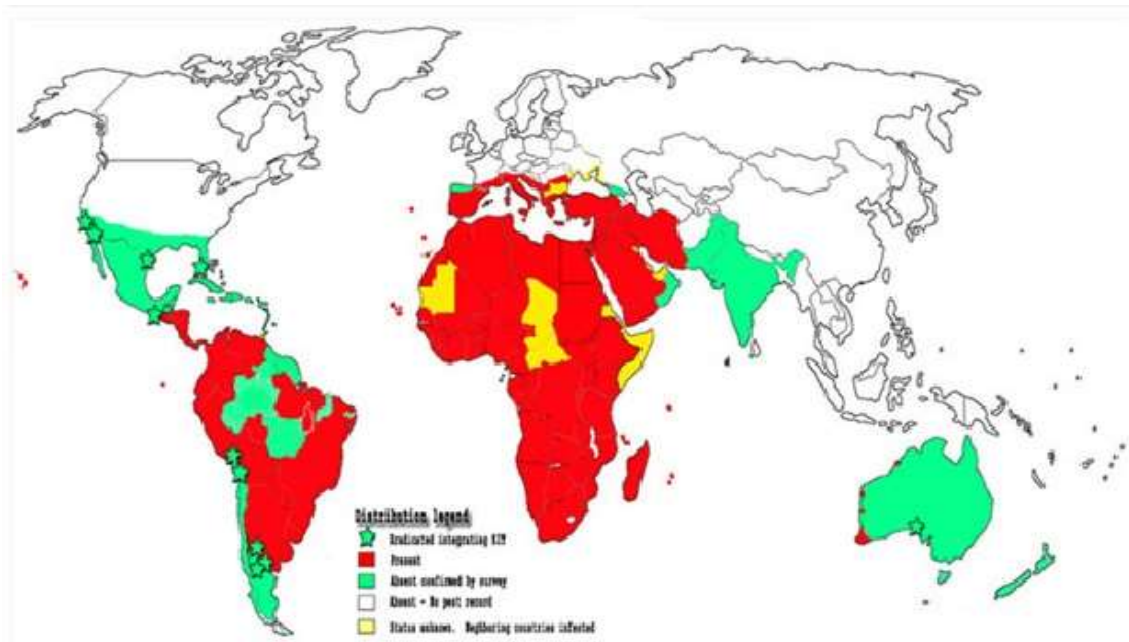


Figura 2. Distribución de la mosca de la fruta a nivel mundial. FAO, 2016



Figura 3. Distribución de la plaga en América. MOSCAMED, 2019

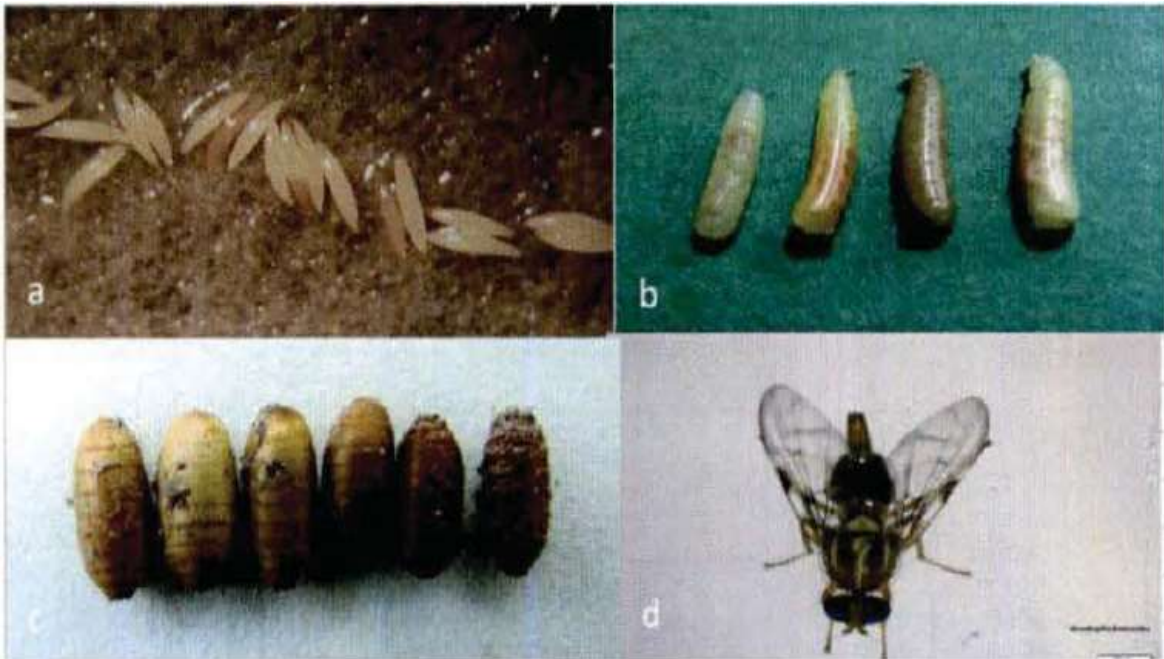


Figura 4. Ciclo biológico de la mosca de la fruta: a) Huevecillos de la mosca de la fruta; b) Larvas de mosca de la fruta; c) Pupas de mosca de la fruta; d) Adultos de la mosca de la fruta
Villatuña, et al., 2016



Figura 5. *Anastepha fraterculus* en estado adulto
Valarezo, 2011

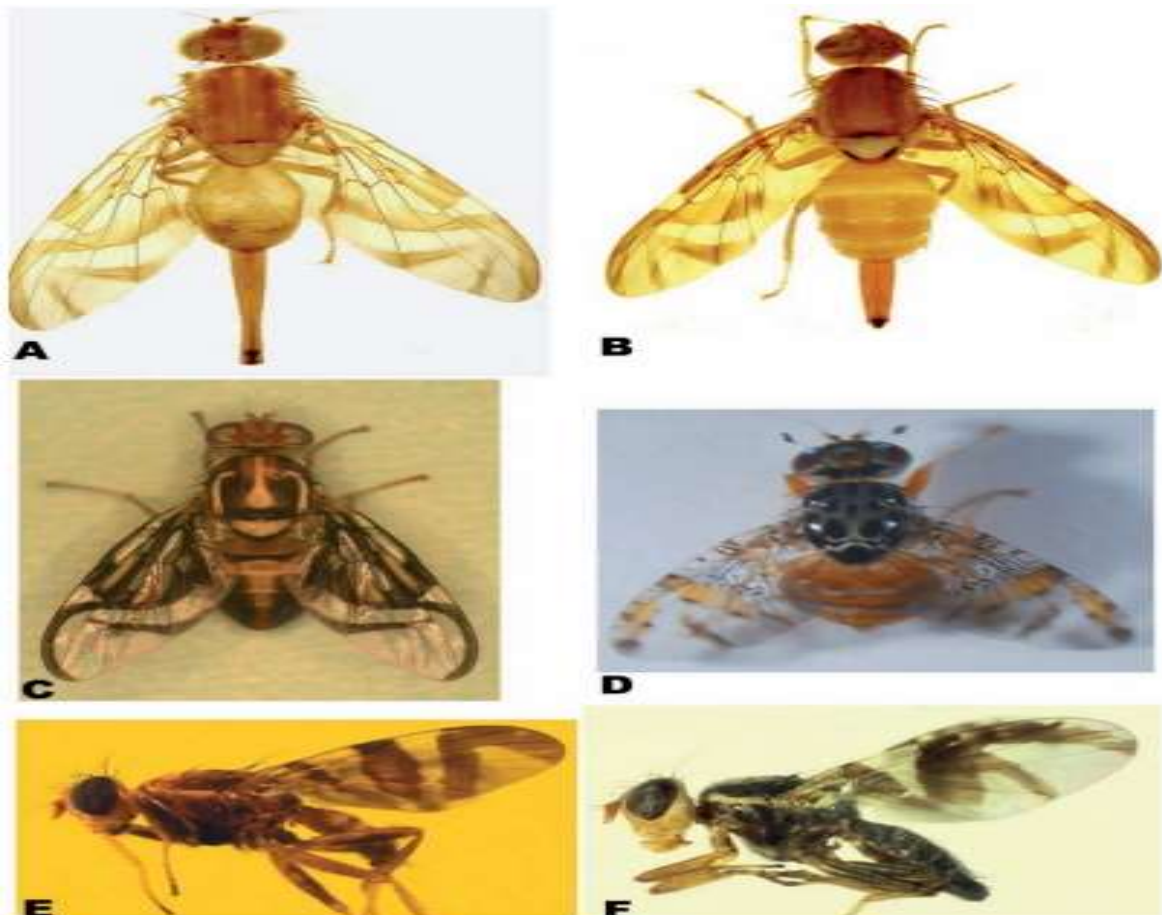


Figura 6. Tephritidae adultos en vista dorsal: A) *Anastrepha ludens*, B) *Anastrepha fraterculus* (México), C) *Anastrepha serpentina*, D) *Ceratitis capitata*, E) *Rhagoletis completa*, F) *Rhagoletis pomonella*.
Hernandez, López y Guillén, 2010

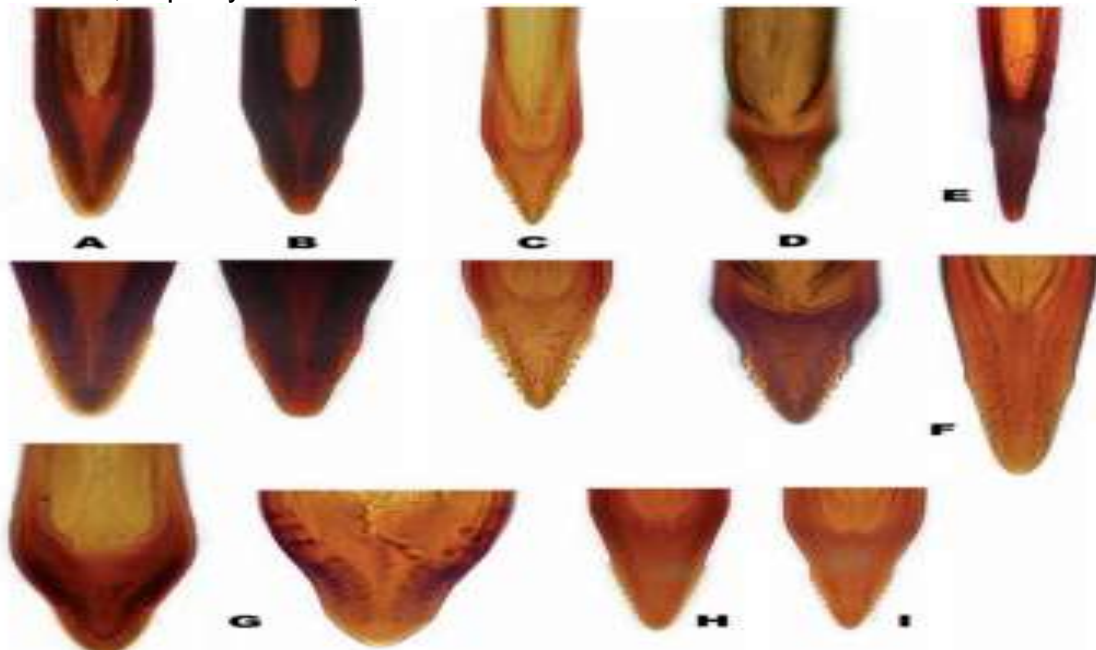


Figura 7. Morfología del ovipositor y su extremo apical en diversas especies de *Anastrepha*. A) *A. ludens* (típica), B) *A. ludens* (variación en la sección dentada), C) *A. obliqua*, D) *A. suspensa*, E) *A. grandis* 20X, F) *A. serpentina* 20X, G) *A.*

striata (izquierda 20X, derecha 40X), H) *A. fraterculus* 40X (México), I) *A. fraterculus* 40X (Brasil).
Hernandez, López y Guillén, 2010



Figura 8. Recolección de pupas
Cuesta, 2021



Figura 9. Identificación del insecto
Cuesta, 2021



Figura 10. Acercamiento de cortejo
Cuesta, 2021



Figura 11. Obtención de pupas
Cuesta, 2021



Figura 12. Alimentación con agua
Cuesta, 2021



Figura 13. Alimentación con guayaba
Cuesta, 2021



Figura 14. Aparición de pupas
Cuesta, 2021



Figura 15. Recolección de larvas
Cuesta, 2021



Figura 16. Montaje en el cultivo
Cuesta, 2021



Figura 17. Visita tutor
Cuesta, 2021