



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

**BIOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE
LA MOSCA DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN LA
PROVINCIA DEL GUAYAS – ECUADOR**

INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y LABORATORIO

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

AUTOR

JARA VERA CARLOS ALBERTO

TUTOR

ING. VALDEZ RIVERA DANILO, MSc.

GUAYAQUIL-ECUADOR

2020



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: **“BIOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA MOSCA DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS – ECUADOR”**, realizado por el estudiante **JARA VERA CARLOS ALBERTO**; con cédula de identidad N° **0302451026** 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, 28 de julio del 2020



**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: **“BIOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA MOSCA DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS – ECUADOR”**, realizado por el estudiante **JARA VERA CARLOS ALBERTO**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Burgos Herrería Tany, MSc.

PRESIDENTE

Ing. Espinoza Moran Winston, MSc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Valdez Rivera Danilo, MSc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Alberto Garces Candell, MSc.

EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 28 de julio del 2020

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado a toda mi familia, en especial a mis padres, porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo pude dar este paso tan importante en mi vida; 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.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes impartieron sus sabios conocimientos a cada uno de nosotros para enfrentarnos a la vida y demostrar nuestro profesionalismo

Agradecimiento

Agradezco al Ing. Jacobo Bucaram Ortiz y Ec. Martha Bucaram Leverone. PhD, autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

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 guió en la ejecución de mi proyecto.

Autorización de autoría intelectual

Yo, **JARA VERA CARLOS ALBERTO**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“BIOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA MOSCA DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*) 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, 28 de julio del 2020

JARA VERA CARLOS ALBERTO

C.I. 0302451026

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	13
Abstract.....	14
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2.2 Formulación del problema.....	17
1.3 Justificación de la investigación.....	17
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.5 Objetivo general	18
1.6 Objetivos específicos.....	18
1.7 Hipótesis	18
2. Marco teórico	19
2.1 Estado del arte.....	19
2.2 Bases teóricas	19

2.2.1	Taxonomía	19
2.2.1.1.	<i>Distribución</i>	20
2.2.1.2.	<i>Fluctuación poblacional</i>	20
2.2.2	Ciclo biológico de la mosca de la fruta.....	21
2.2.3	Características morfológicas (adulto y larva).....	22
2.2.3.1.	<i>Morfología general de los adultos de moscas de la fruta</i>	22
2.2.3.2.	<i>Morfología general de larvas de moscas de la fruta</i>	22
2.2.4.	Detección de la mosca de la fruta.....	23
2.2.4.1.	<i>Mecanismos de captura de la mosca de la fruta</i>	23
2.2.4.2.	<i>Trampas</i>	23
2.2.4.3.	<i>Trampeo</i>	24
2.2.5.	Identificación de moscas de la fruta.....	25
2.2.5.1.	<i>Identificación de machos y hembras de C. capitata</i>	25
2.2.5.1.1.	<i>Observa bien su color habitual</i>	25
2.2.5.1.2.	<i>Observa la longitud de la mosca</i>	25
2.2.5.1.3.	<i>Fíjate si su abdomen es puntiagudo o redondeado</i>	26
2.2.5.1.4.	<i>Determina si las moscas se ven diferentes o no</i>	26
2.2.5.1.5.	<i>Buscar pelos en las patas delanteras</i>	26
2.2.6	Acción de agentes climáticos	26
2.2.7	Hábitos y comportamiento	27
2.3.	Marco legal.....	28
2.3.1	Constitución de la República del Ecuador (2008)	28
2.3.2	Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria.	29
2.3.3	Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria.	29
3.	Materiales y métodos	31

3.1 Enfoque de la investigación	31
3.1.1 Tipo de investigación	31
3.1.1.1. Investigación documental	31
3.1.1.2. Investigación de campo y laboratorio	31
3.1.2 Diseño de investigación	31
3.2 Metodología	31
3.2.1 Variables	31
3.2.1.1. Variable independiente	31
3.2.1.2. Variable dependiente	32
3.2.1.2.1. Número de cópulas	32
3.2.1.2.2. Comportamiento sexual.....	32
3.2.1.2.3. Macho exitosos.....	32
3.2.1.2.4. Machos no exitosos	32
3.2.1 Diseño experimental	32
3.2.2 Recolección de datos.....	32
3.2.2.1. Recursos	32
3.2.2.1.1. Recursos bibliográficos.....	32
3.2.2.1.2. Recursos y materiales	33
3.2.2.1.3. Recursos financieros	33
3.2.2.1.4. Recursos humanos	33
3.2.2.2. Métodos y técnica	33
3.2.2.3. Manejo del ensayo.....	33
3.2.3. Análisis estadístico	34
4. Resultados	35

4.1 Comportamiento previo a la copula de la mosca de la fruta <i>Ceratitis capitata</i>, en condiciones de laboratorio y jaulas de campo	35
4.1.1 Comportamiento sexual	35
4.2 Identificación del tiempo de cortejo de la mosca de la fruta <i>Ceratitis capitata</i>, en jaulas de campo	36
4.2.1 Número de cópulas	36
4.3 Determinación de la cantidad de copulas exitosas y no exitosas de la mosca <i>Ceratitis capitata</i>, en jaulas de campo	37
4.3.1 Macho exitosos.....	37
4.3.2 Machos no exitosos	37
5. Discusión	38
6. Conclusiones	41
7. Recomendaciones	42
8. Bibliografía.....	43
9. Anexos.....	49

Índice de tablas

Tabla 1. Comportamiento sexual.....	36
Tabla 2. Tabla de infostat con los resultados	49

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación Agrocalidad.....	50
Figura 2. Recolección de frutos (almendra).....	50
Figura 3. Elaboración de cajas	51
Figura 4. Separación de hembra, macho	51
Figura 5. Elaboración estructura liberación	51
Figura 6. Liberación de las moscas.....	51
Figura 7. Cortejamiento	51
Figura 8. Visita y revisión del tutor	52

Resumen

La mosca de la fruta *Ceratitis capitata* es un problema mundial esta plaga es la numero uno en el mercado del Ecuador, el sector agroexportadores se ve amenazado frente a esta plaga. En este estudio se busca evaluar la biología y comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* en condiciones de laboratorio y campo en la provincia del Guayas, Ecuador. El diseño experimental fue descriptivo con variables cuantitativas y cualitativas, las diferencias en el tiempo (en segundos) empleado en cada actividad se evaluaron dos variables no paramétrica usando la U de Mann Whitney, utilizando el programa infostat. Las comparaciones se hicieron entre líneas y entre machos exitosos y no exitosos de cada línea. Se muestra que el primer acortejamiento comenzó a las 9:26 am y termino a las 10:50 am en total (83 minutos) y el segundo acortejamiento comenzó a las 11:02 am y termino a las 12:24 en total (82 minutos), ya que en este estudio no hubo más acortejamiento solo se obtuvieron estos dos cruces de las diez posibles. Como se pudo ver en los análisis el tiempo empleado en las distintas etapas del cortejo varía entre machos. De los diez posibles cortejos solo se observó dos, es decir que solo dos machos lograron realizar el cortejo y la copulación correctamente, con esto nos damos cuenta que falta motivación del macho para atraer a la hembra. La variabilidad en el éxito copulatorio puede deberse tanto a diferencias en la actividad del macho previa a la llegada de la hembra, como en la actividad en presencia de la hembra y a la elección que ella podría realizar.

Palabras claves: Acortejamiento, biología, comportamiento, copula, plaga.

Abstract

The fruit fly *Ceratitis capitata* is a worldwide problem this pest is the number one in the market of Ecuador, the agro-exporting sector is threatened against this pest. This study seeks to evaluate the biology and reproductive behavior of the fruit fly *Ceratitis capitata* in laboratory and field conditions in the province of Guayas, Ecuador. The experimental design was descriptive with quantitative and qualitative variables, the differences in time (in seconds) used in each activity were evaluated with the non-parametric test of U Mann Whitney, using the infostat program. Comparisons were made between lines and between successful and unsuccessful males of each line. It is shown that the first shortening began at 9:26 am and ended at 10:50 am in total (83 minutes) and the second shortening began at 11:02 am and ended at 12:24 in total (82 minutes), since there was no more shortening in this study, only these two possible crosses were obtained. As can be seen from the analyses, the time spent in the different stages of the courtship varies between males. Of the ten possible courtships only two were observed, that is to say that only two males managed to perform the courtship and the copulation correctly, with this we realize that the male lacked motivation to attract the female. Variability in copulatory success may be due both to differences in male activity prior to the arrival of the female, and to the activity in the presence of the female and the choice she might make.

Keywords: behavior, biology, copula, plague, shortening.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Ceratitis capitata es la especie más polífaga y que presenta un área de distribución más extensa, resultando, por tanto, la especie de mayor importancia económica. En el año 1979 el entonces Ministerio de Agricultura dio las órdenes oportunas para los tratamientos obligatorios contra esta plaga, realizando la propia administración los tratamientos insecticidas o bien subvencionando los plaguicidas al agricultor. A partir de este año son las propias autonomías las que legislan al respecto (Ros, 2013).

En la campaña de lucha contra *Ceratitis* en los cítricos del año 1986 la Comunidad Autónoma Valenciana se gastó 106 millones de pesetas en tratamientos aéreos preventivos; a esta cantidad habría que sumar las pérdidas, sin cuantificar, que causa el insecto directamente en la fruta, más las pérdidas ocasionadas por aquellas expediciones que no pasan el nivel de tolerancia establecido por nuestro país y por los países receptores de nuestros cítricos en sus inspecciones fitosanitarias fronterizas (Amador, 2015).

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).

Dentro del orden Díptera, la familia Tephritidae, de amplia distribución en todos los continentes, es la que presenta las especies que causan más daños de importancia económica en los frutales. De ahí que este homogéneo grupo conocido por el nombre de moscas de las frutas haya atraído la atención, sobre todo en los

últimos años, de muchos investigadores pertenecientes principalmente a aquellos países que sufren los efectos de esta importante plaga (Oring, 2013).

En Ecuador, 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.

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).

Como destruye la parte comestible de las frutas, ocasiona la pérdida de las cosechas. Los gastos necesarios para su erradicación son enormes, ya que es una de las moscas más difíciles de eliminar si la favorecen las condiciones naturales. El gran número de frutas, que ataca, su fácil reproducción (hasta dieciséis generaciones al año) su amplia distribución geográfica, hacen de la *Ceratitis capitata* la más temible de todas las moscas de la fruta (Volosky, 2014).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La mosca de la fruta *Ceratitis capitata* es un problema mundial esta plaga es la numero uno en el mercado del Ecuador, el sector agroexportadores se ve amenazado frente a esta plaga.

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).

El grado de intensidad del daño y preferencia de hospederas varía de un lugar a otro. Esta situación se atribuye a la condición de maduración de frutas de las hospederas presentes en una localidad determinada, y por lo tanto, varía de un lugar a otro (Calcagno, 2016).

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 *Ceratitidis capitata* (Díptera: Tephritidae)?

1.3 Justificación de la investigación

La incidencia de las moscas de las frutas implica un serio problema, ya que en todas las zonas frutícolas se presentan condiciones óptimas en cuanto a clima y huéspedes para su establecimiento y propagación. Es preocupante la agresividad del daño y la oportunidad de que éstas moscas se establezcan definitivamente en el país, situación que conlleva a que se le considere como un problema fitosanitario de especial atención.

Dada la creciente importancia económica que tienen las pérdidas ocasionadas por ésta plaga, por eso se ve necesario conocer su biología para determinar el hábitat de copulación para de allí poder implementar una estrategia para el control de la mosca de la fruta *Ceratitidis capitata* en los árboles frutales.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Se recolectó muestras de los hospedantes en la zona oeste de la provincia del Guayas, las que se llevaron a los laboratorios en las instalaciones de Agrocalidad.
- **Tiempo:** El desarrollo del presente trabajo de titulación tiene una duración aproximada de cuatro meses, desde el 21 de octubre hasta el 21 de febrero
- **Población:** Esta investigación es dirigida hacia los productores de frutales a nivel nacional.

1.5 Objetivo general

Evaluar la biología y comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* en condiciones de laboratorio y campo en la provincia del Guayas Ecuador

1.6 Objetivos específicos

- Analizar el comportamiento previo a la copula de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata*, en condiciones de laboratorio y jaulas de campo
- Identificar el tiempo de cortejo de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata*, en jaulas de campo
- Determinar la cantidad de copulas exitosas y no exitosas de la mosca *Ceratitis capitata*, en jaulas de campo

1.7 Hipótesis

Con la identificación del comportamiento sexual de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* se analizará el tiempo de cortejo entre hembra y macho para proponer una estrategia para el control de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata*

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

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.4).

Trivers (2013) propuso que la selección sexual ocurre a causa de la desigualdad en la inversión parental (consumo energético) por progenie entre los sexos. Cualquier sexo que haga la inversión parental más grande por progenie (usualmente la hembra), será un recurso limitado y valioso para el otro.

Según Tigrero, Sandoval y Vitaluña (2010) el sistema de aparcamiento de una especie está determinado por la disparidad entre los sexos en inversión parental, la relación de machos a hembras disponibles por aparcamiento en cualquier momento (referido como la relación operacional de sexos) y otros factores ecológicos, tales como la depredación, la distribución de comida y otros recursos críticos, la duración de la temporada de reproducción y los requerimientos de los hijos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Taxonomía

Según Thomas, *et al.* (2015), la "mosca de la fruta" se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Díptera

Suborden: Brachycera

Familia: Tephritidae

Género: Ceratitis

Subgénero: Ceratitis

Especie: *C. capitata*

2.2.1.1. Distribución

La *C. capitata* puede ser considerada como especie cosmopolita, siendo auxiliada en su dispersión, aunque involuntariamente por el transporte de productos realizado por el hombre. Desde su zona africana de origen se extendió a todos los lugares no sólo de clima cálido, sino a las zonas templadas (Hendrichs y Hendrichs, 2013).

De esta forma la encontramos ocupando el sur y el este de África y Madagascar, toda Europa meridional y Norte de África (de ahí la denominación inglesa de Mediterranean fly), este de la India, Nueva Zelanda, Argentina, Perú, Brasil, Centroamérica, también en las Bermudas, Canarias, Azores e islas Hawái (Arroyo, 2013).

Su alto potencial reproductor, su adaptabilidad alimentaria y la casi ausencia de enemigos naturales explican su enorme expansión, alcanzando un alto poder destructivo al pasar desde las primigenias plantas silvestres hospedantes que la albergaban a los más diversos frutos cultivados por el hombre, entre los que se encuentran los de mayor importancia económica (Sánchez, 2016).

2.2.1.2. Fluctuación poblacional

La fluctuación poblacional de la mosca de la fruta está íntimamente relacionada a las condiciones meteorológicas, diversidad, fenología, abundancia y grado de preferencia de los hospederos presentes, todos estos factores determinarán el

movimiento en busca del alimento y sitios para ovopositar, el daño producido en el fruto o cultivo dependerá de la susceptibilidad del hospedero (Gómez, 2016).

“Las fluctuaciones poblacionales de las moscas de la fruta varían considerablemente entre años, dependiendo fundamentalmente de la disponibilidad de frutas y de la lluvia” (Montoya, 2010, p.10).

Los picos máximos se alcanzan inmediatamente después de la maduración de los frutos y la población cae cuando ya ellos no están disponibles. Los huertos cercanos y la presencia de hospederas alternas, influyen considerablemente en las fluctuaciones (Aluja, 2013).

2.2.2 Ciclo biológico de la mosca de la fruta

La duración del ciclo depende de la temperatura. La actividad se reduce durante el invierno, que normalmente pasa en estado de pupa. Si la temperatura pasa de 14 °C se reactiva. En zonas de clima suave, puede completar de 6 a 8 generaciones anuales (Duque, 2013).

El insecto al terminar el invierno, sale del pupario que se encuentra enterrado en el suelo cerca de los árboles y busca un lugar soleado, 15 minutos después los tegumentos se endurecen y adoptan la coloración típica de la especie. Después comienza a volar, ya que tienen entonces sus alas desarrolladas aunque sus órganos sexuales todavía no (Ruiz, 2013).

Realiza vuelos cortos y se posa donde encuentra sustancias azucaradas, con predilección por las frutas, ya que son necesarias para alcanzar su madurez sexual. El encuentro entre el macho y la hembra cuando el macho segrega una feromona que es reconocida por la hembra a la que atrae y con la que realiza el apareamiento (Domínguez y Tejero, 2015).

La hembra fecundada inicia la puesta en la pulpa de la fruta, atraídas por el olor y el color (prefieren el amarillo y el naranja, por ello las frutas no maduras no les atraen). Una sola cópula en la vida de la hembra es suficiente para la fertilización continua de todos los huevos que vaya poniendo. Si las temperaturas son favorables los huevos eclosionan en unos dos días (Tigrero y Salas, 2005).

Las larvas se alimentan de la pulpa de la fruta en la que producen galerías. Una vez que completan su desarrollo larvario, salen del fruto, y se dejan caer al suelo donde se entierran y pasan la fase de pupa. Las moscas adultas tienen una limitada capacidad de expansión, pero el comercio global de frutas es capaz de transportar frutas infectadas miles de kilómetros en poco tiempo, ayudando a su dispersión (Mellado, 2016).

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 algo menor que el de la mosca doméstica, de colores vivos: amarillo, blanco y negro. Su cabeza presenta grandes ojos verdes, iridiscentes; el tórax es gris con manchas negras y largos pelos; el abdomen es leonado con franjas dorsales amarillas y grises. Las patas son amarillentas. Las alas, irisadas, presentan algunas áreas de aspecto ahumado (Knipling, 2015).

La hembra posee un abdomen en forma cónica terminando en un fuerte ovíscapo en el que se insertan abundantes sedas sensoriales amarillas y negras. 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*

Es 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 (Zucchi, 2010).

2.2.4. Detección de la mosca de la fruta

2.2.4.1. *Mecanismos de captura de la mosca de la fruta*

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 realizaron entre octubre y mayo. Según la época la fruta provino de distintas localidades y distintos hospederos (Whitten, 2014).

2.2.4.2. *Trampas*

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).

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 y cultivos.
- Distribución de hospederos silvestres, para determinar el tipo de trampa, los atrayentes y la densidad de estas, la frecuencia de lecturas, la metodología para el muestreo, recursos humanos, físicos y financieros (Rolli, 2010).

El monitoreo de las poblaciones de moscas de la fruta por parte del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, se realiza mediante dos formas: el uso de trampas avaladas internacionalmente y el muestreo de frutos (Mendoza, 2013).

2.2.4.3. *Trampeo*

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 (Róssler, 2010).

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 (en combinación con el muestreo de frutos).
- Evaluar la eficiencia de diversos sistemas de trampeo.
- Determinar la relación estéril: fértil (cuando se realiza la liberación de insectos estériles) (Yuval y Hendrichs, 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 en predios de productores registrados (Tucuch, Chi-Que y Orona, 2015).

2.2.5. Identificación de moscas de la fruta

2.2.5.1. Identificación de machos y hembras de *C. capitata*

El adulto tiene alrededor de 5 mm de longitud. La hembra es mayor que el macho. Presenta bandas de color amarillo, blanco y negro en el tórax y el abdomen. Tiene ojos grandes de color rojizo a granate, y las alas son transparentes, con manchas y bandas amarillentas características de la especie. El macho presenta, como carácter distintivo de dimorfismo sexual, un par de sedas postoculares espatuladas de color negro en la cabeza (Ivia, 2018).

Para observar este proceso, necesitas aparearlas, y solo podrás hacerlo si sabes diferenciar entre un macho y una hembra.

2.2.5.1.1. Observa bien su color habitual

La mayoría de las moscas de la fruta son de color marrón amarillento o marrón claro. La presencia de rayas indica que se trata de una hembra. Los machos también tienen algunas rayas, pero estas se mezclan y se oscurecen a medida que avanzan hacia la parte posterior de su abdomen, lo cual les da un color mucho más oscuro (Keeley, 2013).

- En realidad, estas rayas se parecen mucho a unos anillos negros.
- Muchos investigadores utilizan las diferencias en los patrones de color para determinar la diferencia entre machos y hembras.
- Ambos géneros tienen ojos grandes y rojos. Tienen cinco ojos y antenas.

2.2.5.1.2. Observa la longitud de la mosca

La mosca de la fruta hembra es más larga que el macho. El abdomen de la hembra es más largo, pero las demás partes del cuerpo son iguales. Esto hace que parezca un poco más grande que un macho. En otras palabras, cuando comparas dos moscas, la más pequeña y la más corta es el macho (BioCoach, 2017).

2.2.5.1.3. Fíjate si su abdomen es puntiagudo o redondeado

El abdomen de la hembra no solamente es más largo que el de un macho, sino que también es puntiagudo. El del macho es corto y redondeado. Por lo tanto, cuando compares dos moscas de la fruta, procura fijarte en cuál tiene el abdomen puntiagudo y cuál lo tiene redondeado (Saavedra, 2016).

2.2.5.1.4. Determina si las moscas se ven diferentes o no

Las moscas muy jóvenes aún no han desarrollado muchas de las diferencias físicas que constituyen marcadores de género en las moscas adultas. Si vas a comparar dos moscas que se ven iguales y no puedes determinar si la forma de su cuerpo o su color es distinto, es posible que tengas que buscar otros signos para determinar su género (Valenzuela, 2016).

2.2.5.1.5. Buscar pelos en las patas delanteras

Busca las dos patas que se encuentran en la mitad delantera del cuerpo de la mosca. Estas son las patas delanteras. Ahora busca pelos (conocidos como el cepillo del sexo). Este grupo de pelos pequeños y oscuros solo está presente en los machos. Si las patas delanteras no tienen pelos, entonces se trata de una hembra (Nuñez, 2014).

2.2.6 Acción de agentes climáticos

La temperatura es un factor clave en el desarrollo de los estado inmaduros y adultos de *C. capitata*. Se han realizado diversos estudios para determinar las relaciones entre temperatura y tasas de desarrollo de los diferentes estados fenológicos de esta especie y se han implementado modelos de grados día para fines de predicción del desarrollo de estados inmaduro y adultos (Sargapa, 2016).

2.2.7 Hábitos y comportamiento

La vida y costumbres del insecto a partir de la emergencia del imago. Este sale del pupario que se encuentra enterrado a profundidad variable alrededor de los árboles y busca, generalmente, un lugar soleado. Un cuarto de hora después de su emergencia, los tegumentos se endurecen por completo y el insecto adquiere la coloración típica de la especie. Después de un breve período, el adulto emprende el vuelo, pues sus alas se encuentran ya perfectamente desarrolladas y funcionales, aunque no ocurre así con sus órganos sexuales (Nolasco y Iannacone, 2013).

Se posa en seguida sobre cualquier objeto que encuentre próximo y así va progresando en vuelos cortos para detenerse, al fin, allí donde encuentre materias azucaradas, las cuales busca con avidez y que, en realidad, son necesarias para que alcance su completa madurez sexual. Las fuentes principales de estas sustancias son los frutos, pero también aprovecha los nectarios y exudaciones de las plantas, o incluso las melazas o exudaciones producidas por otros insectos, tales como pulgones y cochinillas (Liquido, Shinoda y Cunningham, 2014).

El encuentro de los dos sexos se produce cuando el macho comienza a exhalar una característica secreción olorosa mediante la cual puede ser reconocido por la hembra a cierta distancia, actuando como atrayente sexual que facilita la cópula. Una vez fecundada, la hembra inicia la puesta, se posa sobre el fruto, frota sus patas anteriores extendiéndolas hacia adelante, abre y arquea sus alas y se mueve describiendo círculos, mientras que con la probóscide va explorando la superficie hasta encontrar el lugar adecuado (Norrbon y Korytkowski, 2017).

Entonces curva el abdomen y apoya el ovopositor, presionando con la punta sobre el epicarpio hasta perforarlo. En esta operación puede invertir hasta quince o veinte minutos, según el estado de madurez en que el fruto se encuentre. A

continuación realiza la puesta, que se prolonga unos diez minutos, permaneciendo durante este período el insecto inmóvil (Fitosanitaria, 2016).

El número de huevos depositados por término medio por una hembra en cada cámara de puesta puede oscilar entre uno y ocho, aunque la variación observada es muy amplia. Alrededor de la herida se forma una aureola pálida, si el fruto está verde, o marrón, si está maduro, que pone de manifiesto el lugar atacado (Econex, 2017).

2.3. Marco legal

El presente trabajo de investigación, tiene 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.9).

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.

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.

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.

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.10-11).

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.

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.9-17).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación es descriptiva está enfocada 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 hizo una revisión documental mediante fuente bibliográfica de origen científico, para obtener referencia sobre *Ceratitis capitata* en el Ecuador

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 *Ceratitis capitata* 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

- Tiempo de cortejo

3.2.1.2. Variable dependiente

3.2.1.2.1. Número de cópulas

Se tomaron datos dentro de la jaula en un planta de plátano para saber cuál es el número de copulas de las moscas de la fruta *Ceratitis capitata*

3.2.1.2.2. Comportamiento sexual

Para obtener el comportamiento sexual de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* se tomó al azar moscas entre hembra y macho dentro de la jaula

3.2.1.2.3. Macho exitosos

Esta variable se observó dentro de la jaula que colocaremos en un árbol de mango en la Universidad Agraria del Ecuador

3.2.1.2.4. Machos no exitosos

Se observó machos que no fueron exitosos para la reproducción de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata*

3.2.1 Diseño experimental

El diseño experimental fue descriptivo con variables cuantitativas y cualitativas, utilizando una estadística no paramétrica.

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, árbol, malla protectora, machos y hembras del insecto.

3.2.2.1.3. *Recursos financieros*

Esta investigación se financió con recursos propios del autor.

3.2.2.1.4. *Recursos humanos*

Tuvo la colaboración del tutor docente y el autor de presente documento.

3.2.2.2. ***Métodos y técnica***

Se visitó cultivos 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 y se llevaron a laboratorio para su respectivo criadero y cuidado del insecto; se los mantuvo en condiciones controladas.

3.2.2.3. ***Manejo del ensayo***

Se visitó plantaciones afectadas por el insecto en Cerecita parte oeste de la provincia del Guayas, luego de obtener muestras con la presencia de la plaga se los llevó al laboratorio de Agrocalidad para realizar el respectivo criadero, controlando su alimentación y cuidado respectivos para que puedan sobrevivir en condiciones controladas, se identificará cómo se comporta la mosca ya sea con danza o algún movimiento previo a la copula para su reproducción, se identificó qué tiempo demora el cortejo sea en minutos horas o días la mosca de la fruta, Luego determinar la cantidad de copulas que fueron exitosas y no exitosas, El trabajo se realizó en una planta de plátano, se va a realizar la armada de la estructura con un sarán blanco para cubrir el área de la planta y luego se procederá a soltar las moscas de la fruta *Ceratitis capitata* dentro de la planta las cuales fueron 10 hembras y 10 machos.

3.2.3. Análisis estadístico

Las diferencias en el tiempo (en segundos) empleado en cada actividad se evaluaron dos variables no paramétrica usando la U de Mann Whitney (Rodrigo, 2016), utilizando el programa infostat. Las comparaciones se hicieron entre líneas y entre machos exitosos y no exitosos de cada línea.

4. Resultados

4.1 Comportamiento previo a la copula de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata*, en condiciones de laboratorio y jaulas de campo

4.1.1 Comportamiento sexual

El procedimiento para la separación de las hembras y de los machos, se colocaron las moscas en una cámara fría a 3 grados centígrados, para que se congelen y de ahí las moscas caigan para poder ser identificadas y de ahí se pudo observar las antenas como características para diferenciar hembras de machos. La alimentación que se dio dieron a los insectos de mosca de la fruta fue la miel y el agua durante el proceso del experimento.

Se observó todos los promedios de los tiempos de acortejamiento de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* obtenidos al evaluar el comportamiento sexual del insecto. Según el análisis de varianza no paramétrico no se obtuvo diferencias significativas entre el cortejo del insecto. Se muestra que el primer acortejamiento comenzó a las 9:26 am y terminó a las 10:50 am en total (83 minutos) y el segundo acortejamiento comenzó a las 11:02 am y terminó a las 12:24 en total (82 minutos), ya que en este estudio no hubo más acortejamiento solo se obtuvieron estos dos cruces de las diez posibles. Como se pudo ver en los análisis el tiempo empleado en las distintas etapas del cortejo varía entre machos.

Se pudo observar que entre 4 a 5 machos (vírgenes entre la edad de 5-7 días de adulto) rodeaban a la hembra (vírgenes de la misma edad) para buscar forma de reproducirse, aquí hubo una disputa entre los machos para que se pueda obtener un ganador, el macho vencedor comenzaba a aletear fuerte y levanta la cola para expulsar la feromona y atraer a la hembra para la copulación. La hembra

comienza a acercarse coloca las dos patas en la cabeza del macho, dando muestra que esta ya está lista para ser copulada.

Luego de que un macho está en el proceso de copular a la hembra, los otros machos van en busca de otra hembra para realizarle el mismo proceso anterior de cortejo hasta que haya otro ganador.

Tabla 1. Comportamiento sexual

Acortejamiento	Machos exitosos	Machos no exitosos	Disputa entre machos	Toma atención hembra al macho	Copula	Tiempo de reproduccion
1ero.	1	9	7 min	2 min	74 min	83 min
2do.	1	9	8 min	3 min	71 min	82 min

Jara, 2020

4.2 Identificación del tiempo de cortejo de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata*, en jaulas de campo

4.2.1 Número de cópulas

De los diez posibles cortejos solo se observó dos, es decir, que solo dos machos lograron realizar el cortejo y la copulación correctamente, con esto se identificará que falta motivación del macho para atraer a la hembra.

Los resultados indican claramente el papel de la motivación sexual del macho en la probabilidad de ser aceptado por la hembra y arribar a la cópula. Dicha motivación depende de la madurez de los individuos, duración de la privación sexual, dieta y otros factores.

Se pudo demostrar que estos machos al acercarse la hembra realizan menos vibraciones de alas y aleteos intermitentes, lo que podría ser la razón de su menor éxito copulatorio

4.3 Determinación de la cantidad de copulas exitosas y no exitosas de la mosca *Ceratitis capitata*, en jaulas de campo

4.3.1 Macho exitosos

De los diez machos liberados en la jaula, se observó que solo dos machos lograron su objetivo de realizar la copulación de la hembra, esto demuestra que hubo un bajo índice de copulación, se podría decir que sería un factor la edad de los insectos o que la hembra no los observó cómo los más fuertes para aceptarlos.

Se observó pocas diferencias en el comportamiento sexual del macho cuando se comparó el tiempo empleado para la primera copulación y la segunda.

Lo que puede afirmarse es que las agregaciones de machos permiten a las hembras una mayor posibilidad de ejercer la elección de su pareja. También resulta más fácil para una hembra detectar a los machos en esas agregaciones debido a que las señales se unen y esto le facilita a la hembra su elección.

4.3.2 Machos no exitosos

De los diez machos liberados en la jaula, se observó que ocho machos no lograron cortejar a la hembra para la copulación, esto da a conocer que estos insectos no pudieron cortejar bien a la hembra y no colocaron suficiente feromona para hacer aceptados por las hembras. Puede ser un factor que ocasionó bastante rechazo por las hembras es la edad de los macho

5. Discusión

El fin de este estudio fue evaluar la biología y comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* en condiciones de laboratorio y campo.

En este estudio se muestra que el primer acortejamiento comenzó a las 9:26 am y termino a las 10:50 am en total (83 minutos) y el segundo acortejamiento comenzó a las 11:02 am y termino a las 12:24 en total (82 minutos), ya que en este estudio no hubo más acortejamiento solo se obtuvieron estos dos cruces de las diez posibles. Como se pudo ver en los análisis el tiempo empleado en las distintas etapas del cortejo varía entre machos. Se pudo observar que entre 4 a 5 machos (vírgenes entre la edad de 5-7 días de adulto) rodeaban a la hembra (vírgenes de la misma edad) para buscar forma de reproducirse, aquí hubo una disputa entre los machos para que se pueda obtener un ganador, el macho vencedor comenzaba a aletear fuerte y levanta la cola para votar la feromona y atraer a la hembra para la copulación. La hembra comienza a acercarse coloca las dos patas en la cabeza del macho, dando muestra que esta ya está lista para ser copulada. Con esto discrepan Yuval y Hendrichs (2005) observó en los análisis el tiempo empleado en las distintas etapas del cortejo varía entre machos. El éxito en el aparcamiento con moscas salvajes de *C. capitata* analizado en este trabajo parece estar influenciado por la hora del día, produciéndose con mayor número de aparcamientos entre la 10:00 y 14:00 horas. Este también depende de la edad de las moscas, produciéndose el mayor número de aparcamientos con moscas salvajes de 11 a 17 días.

Rolli (2010) afirma que hay variación individual en los sonidos producidos por los machos. Puesto que las hembras pueden preferir machos de fenotipos menos comunes. Para Rössler (2010) la variación en rasgos comportamentales podría ser

biológicamente importante durante el intento de cópula se observó que el macho frota el abdomen de la hembra con sus patas traseras cuando tiene dificultades para la intromisión.

De los diez posibles cortejos solo se observó dos, es decir que solo dos machos lograron realizar el cortejo y la copulación correctamente, con esto se identificará falta motivación del macho para atraer a la hembra. Los resultados indican claramente el papel de la motivación sexual del macho en la probabilidad de ser aceptado por la hembra y arribar a la cópula. Dicha motivación depende de la madurez de los individuos, duración de la privación sexual, dieta y otros factores. Se pudo demostrar que estos machos al acercarse la hembra realizan menos vibraciones de alas y aleteos intermitentes, lo que podría ser la razón de su menor éxito copulatorio. Para esto discrepa Montoya (2010) de acuerdo con los presentes resultados el éxito copulatorio depende en gran medida de la motivación sexual inicial del macho (expresada por "calling" (atracción de la hembra)). Ocurre una respuesta más agresiva de la hembra, incluyendo peleas, cuando ella encuentra un macho no motivado, que no está llamando la atención. Sin embargo, Mendoza (2015) vio que la estimulación visual de otros machos cerca induce el calling (atracción de la hembra), según este autor el estímulo visual podría estar combinado con el auditivo. Por lo tanto, Hendrichs y Hendrichs (2013) el corte de antenas que remueve presumiblemente el sentido olfatorio y auditivo no reduce el número de calling (atracción de la hembra) en los machos en cajas pequeñas.

En este estudio de los diez machos liberados en la jaula, se observó que solo dos machos lograron su objetivo de realizar la copulación de la hembra, esto demuestra que hubo un bajo índice de copulación, se podría decir que sería la edad un factor representativo para que las hembras no aceptan el cortejo de los machos.

Se observaron algunas diferencias en el comportamiento sexual del macho cuando se comparó el tiempo empleado para la primera copulación y la segunda. Lo que puede afirmarse es que las agregaciones de machos permiten a las hembras una mayor posibilidad de ejercer la elección de su pareja. También resulta más fácil para una hembra detectar a los machos en esas agregaciones debido a que las señales se unen y esto le facilita a la hembra su elección. Para Sánchez (2016) los resultados muestran que los machos no exitosos utilizan significativamente más tiempo que los machos exitosos en varias actividades, particularmente en “stationary calling” (El macho permanece quieto llamando con la pleura abdominal expandida) para ambas líneas. Por el contrario los machos exitosos utilizan más tiempo en “peaceful attempt” (Intento pacífico de apareamiento, el macho salta sobre la hembra y se reorienta colocándose paralelamente a ella, la mayoría termina en cópula y sólo en algunos casos la hembra rechaza pacíficamente al macho) que conduce rápidamente a la cópula.

Tigrero, Sandoval y Vitaluña (2010) observaron que algunas diferencias entre líneas al comparar machos exitosos y no exitosos. Los machos de laboratorio exitosos emplean menos tiempo en “mobile calling” (el macho se desplaza marcando el territorio) y “fanning” (El macho realiza un aleteo continuo al detectar la presencia de la hembra, y la ventilación de las alas envía la feromona hacia la hembra) que los no exitosos.

Se acepta la hipótesis general ya que con el comportamiento sexual si se pudo observar los tiempos de cortejo de la mosca de la fruta y copula de la misma; con esto más adelante se podría realizar un plan de control y manejo de la *Ceratitidis capitata* y evitar el ataque severo de la plaga en los cultivos.

6. Conclusiones

Tras evaluar la biología y comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* en condiciones de laboratorio y campo se pueden dar las siguientes conclusiones:

La variabilidad en el éxito copulatorio puede deberse tanto a diferencias en la actividad del macho previa a la llegada de la hembra, como en la actividad en presencia de la hembra y a la elección que ella podría realizar.

Parte de esto se evidenció al analizar las diferentes actividades del cortejo, cuantificando los tiempos empleados por el macho para cada una de ellas.

El cortejo de la mosca *C. capitata* analizado en este trabajo parece estar influenciado por la hora del día, produciéndose con bajo número de copulación entre la 09:00 y 13:00 horas. Este también dependería de la edad de las moscas, aquí produciéndose el menor número de éxito con moscas de 5 a 7 días.

7. Recomendaciones

Tras evaluar la biología y comportamiento reproductivo de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* en condiciones de laboratorio y campo se puede sugerir las siguientes recomendaciones:

Se recomienda a realizar más estudios relacionados con este tema para poder observar el comportamiento reproductivo del insecto y obtener formas para un control biológico adecuado del mismo.

Realizar más estudios sobre la forma del acortejamiento de la mosca de la fruta ya que no está bien explicito porque las moscas hembras rechazan con facilidad a los machos.

Investigar las razones del por qué hubo más macho no exitoso que exitoso en este estudio y que factores se dieron para que no sucediera.

8. Bibliografía

- Asamblea Nacional., (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito - Ecuador: Asamblea Nacional del Ecuador.
- Agrocalidad., (2016). Guía de manejo integrado para el control de la mosca de la fruta en el cultivo de mango. Quito, Pichincha, Ecuador: Control Fitosanitario. Obtenido en línea de la página web: <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/manual-de-campo.pdf>
- Agrocalidad., (2018). Liberación de mosca estéril en beneficio de los productores hortofrutícolas del Ecuador. Obtenido de la página web: <http://www.agrocalidad.gob.ec/liberacion-de-mosca-esteril/>
- Aluja., (2013). Manejo integrado de la mosca de la fruta. Mexico: Editorial Trillas.
- Amador, P. R., (2015). La Mosca Mediterránea De La Fruta, *Ceratitís capitata* Wied. Biología y métodos de control. Madrid.
- Arroyo, M., (2013). La lucha contra la plagas, pasado, presente y futuro? (Vol. Vol. XXI). Madrid: Estudios de Entomología. Revista de la Universidad de Madrid.
- Asamblea Nacional., (2010). Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria. Quito , Ecuador: Asamblea Nacional del Ecuador, p.10-11.
- Asamblea Nacional., (2017). Ley organica de sanidad agropecuaria. Quito, Ecuador: Asamblea nacional del Ecuador, p.9-17.
- BioCoach., (2017). Cómo distinguir a los machos de las hembras. BioCoach, p.1-2. Obtenido:http://www.phschool.com/science/biology_place/labbench/lab7/design.html
- Calcagno, G. E., (2016). Comportamiento reproductivo en la Mosca del Mediterráneo, *Ceratitís capitata* (Díptera: *Tephritidae*) y su aplicación en programas de control genetico. Buenos Aires. Obtenido de

https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3318_Calcagno.pdf

Caraballo, J., (2014). Diagnósis y clave pictórica para las especies del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: *Tephritidae*) de importancia económica en Venezuela. Venezuela: Entomotropica 2001;16 (3):157-64.

Domínguez y Tejero., (2015). Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Editorial Dossat, S. A.

Duque., (2013). Proyecto programa nacional de moscas de la fruta. Universidad Central del Ecuador. Obtenido de la página web: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2949/1/T-UCE-0005470.pdf>

Econex., (2017). Gestión biológica de plagas con feromonas y trampas. Econex. Obtenido de <https://www.e-econex.com/gestion-biologicade-plagas-con-feromonas-y-trampas/>

Encolombia., (2014). Detección de las Moscas de la Fruta. Sabana de Bogotá. Obtenido:<https://encolombia.com/economia/agroindustria/moscas/deteccion-delasmoscas/>

Fisher, R.A., (2013). The genetical theory of natural selection. Dover, Nueva York: (2° ed.).

Fitosanitaria, S. d., (2016). Establecimiento de áreas libres de plagas para moscas de la fruta. FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/ak7557s.pdf>

Gómez, P., (2016). Monitoreo de las especies y hospederos alternativos de los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis* en los cantones Gualaceo, Chordeleg y Sigüig de la provincia del Azuay. Azuay. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/24023>

- Hendrichs, J. y Hendrichs, M., (2013). Mosca mediterránea de la fruta (Diptera: *Tephritidae*) en la naturaleza: Ubicación y patrón de alimentación de Diel y otras actividades en hospedadores y no huéspedes fructíferos y no fructíferos.
- Ivia., (2018). Identificación, biología y daños. Gestión Integrada de Plagas y Enfermedades en Caqui, p.1. Obtenido de la página web: <http://gipcaqui.ivia.es/identificacion-biologia-y-danos-14.html>
- Keeley, J., (2013). ¿Masculino o femenino? En las moscas, algunas células no pueden decir. Obtenido de <https://www.hhmi.org/news/male-or-female-flies-some-cells-can-t-tell>
- Knipling, EF., (2015). Possibilities of insect control or eradication through the usc of sexually sterile males. J. Econ. Ento. 48,.
- Liquido, NJ., Shinoda, LA. y Cunningham, RT., (2014). Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: *Tephritidae*): an annotated world review. Misc Publ Entomol Soc Am.
- Mellado, L., (2016). Programas realizados en España sobrc la aplicación de la técnica de machos estériles cn el control de la mosca del Medi[erráneo *C. capitntn* Wied. (S. IAEA, Ed.) Viena.
- Mendoza, FA., (2013). Evaluación de la incidencia de la mosca de fruta (Diptera: *Tephritidae*) en los yungas de La Paz. La Paz.
- Mendoza, E. J., (2015). Eficacia de diferentes atrayentes alimenticios para la captura de moscas de la fruta (Diptera: *Tephritidae*) en el cultivo de naranja (*Citrus sinensis* L.) en la zona de Quinsaloma. UTEQ. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1269/6/T-UTEQ0017.pdf>

- Montoya, J. T., (2010). Taxonomia e identificacion de moscas de la fruta, p.10. Researchgate. Obtenido de la pagina web: https://www.researchgate.net/publication/269576679_Taxonomia_e_identificacion_de_moscas_de_la_fruta_de_importancia_economica_en_America
- Nolasco, N. y Iannacone, J., (2013). Fluctuación estacional de moscas de la fruta *Anastrepha spp.*, y *Ceratitis capitata* (Wiedemann 1824) (Diptera: *Tephritidae*) en trampas McPhail en Piura y en Ica. Perú: Acta Zool Mex 2.
- Norrbom, AL. y Korytkowski, CHA., (2017). A new species, new synonymy, and taxonomic notes in the *Anastrepha schausi* group (Diptera: *Tephritidae*). Zootaxa.
- Núñez., (2014). Moscas de las frutas (Díptera: *Tephritidae*) y parasitoides asociados con *Psidium guajava* L. y *Coffea arabica* L. en tres municipios de la Provincia de Vélez. Santander, Colombia: Revista Corpoica, 21.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)., (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/>
- Oring, L. W. y Emlen S. T., (2013). Ecology, sexual selection and evolution de mating systems. Science 179.
- Rodrigo, J. A., (2016). Kruskal-Wallis test. Github. Obtenido de la pagina web: https://rpubs.com/Joaquin_AR/219504
- Rolli, V.K., (2010). Die akustischen sexualsignale von *Ceratitis capitata* Wied. Und *Dacus oleae* Gmel. Z. Angew. Entomol. 81.
- Ros, JP., (2013). Control genético de *C. caprtata* por el método de los insectos estériles en la isla de Hierro. Comunicación INIA.

- Rossler, Y., (2010). Sexual competitiveness of males of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (W.) (Diptera: Tephritidae); carrying a Y-chromosome translocation. Bull. Entomol. Res. 70.
- Ruiz, C. A., (2013). Fauna entomológica de la vida en España. Estudio sistemático y biológico de las especies de mayor importancia económica. III Diptera. Madrid: InsL Esp. de Entomología.
- Saavedra, J. L., (2016). Descripción de *Ceratitis capitata* como plaga cuarentenaria en Bolivia. Bolivia: Academia Edu. Obtenido de la página web: http://www.academia.edu/20261543/Descripcion_de_Ceratitis_capitata_como_plaga_cuarentenaria_en_Bolivia
- Sánchez, R. E., (2016). Monitoreo de las especies y hospederos alternativos de los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis*. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de la página web: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24023/1/tesis.pdf>
- Sargapa., (2016). Ficha técnica *Ceratitis capitata*. México: Colegio de Posgraduados. Obtenido en línea de la página web: <http://www.programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/informes/Guzman%20Plazola,R.A.%20FT.pdf>
- Thomas, Heppner, Woodruff, Weems, Steck y Fasulo., (2015). Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), Insecta: Diptera: Tephritidae. Obtenido de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.619.9500&rep=rep1&type=pdf>
- Tigrero, J. y Salas. D. F., (2005). Descripción de una especie del género *Anastrepha* Schiner, grupo daciformis (Dip: Tephritidae). Sangolquí, Ecuador: Rev. Bol. Téc. 5, Ser. Zool. 1.

- Tigrero, S. J., Sandoval, L. D. y Vitaluña, R. J., (2010). Manejo y control de moscas de la fruta. Repositorio ESPE. Obtenido de la pagina web: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3522/1/L-ESPE000802.pdf>
- Triver, R. L., (2013). Parental investment and sexual selection. (S. S. Man, Ed.) Aldine, Chicago.: In Campbell B. (Ed.).
- Tucuch, C. F. M., Chi-Que, G. y Orona, C. F., (2015). Dinámica poblacional de adultos de la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha* sp. (Diptera: *Tephritidae*) en Campeche. México: Agric Téc Méx.
- Valenzuela, G., (2016). Mosca de la fruta limita potencial exportador. Revista El Agro. Obtenido de <http://www.revistaelagro.com/mosca-dela-fruta-limita-potencial-exportador/>
- Volosky, Y. D., (2014). Las moscas de las frutas. Servicio agrícola y ganadero, División Protección Agrícola y Forestal. Obtenido de la página: http://www.programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/libros/Voloski,%20Y.%202010_2%20.pdf
- Whitten, M.J., (2014). Automated sexing of pupae and its usefulness in control by sterile insects. J. Econ. Entomol. 62.
- Yuval, B. y Hendrichs, J., (2005). Behavior of flies in the Genus *Ceratitis* (Dacinae: *Ceratitidini*). En M. Aluja and A.L. Norrbom (Eds.) Fruit flies (*Tephritidae*). USA: Phylogeny and evolution of behavior.
- Zucchi, R. A., (2010). Especies de *Anastrepha*, sinónimas, plantas hospedeiras e parasitoides. Ribeirão Preto. Brasil: In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Holos Editora.

9. Anexos

Tabla 2. Tabla de infostat con los resultados

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	DE(1)	DE(2)	W	p(2 colas)
Disputa entre machos	Machos exitosos	7 min	8 min	1	1	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.9999
Disputa entre machos	Machos no exitosos	7 min	8 min	1	1	9.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.9999
Atención hembra al macho	Machos exitosos	2 min	3 min	1	1	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.9999
Atención hembra al macho	Machos no exitosos	2 min	3 min	1	1	9.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.9999
Copula	Machos exitosos	71 min	74 min	1	1	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.9999
Copula	Machos no exitosos	71 min	74 min	1	1	9.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.9999
Tiempo de reproduccion	Machos exitosos	82 min	83 min	1	1	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.9999
Tiempo de reproduccion	Machos no exitosos	82 min	83 min	1	1	9.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.9999

Jara, 2020

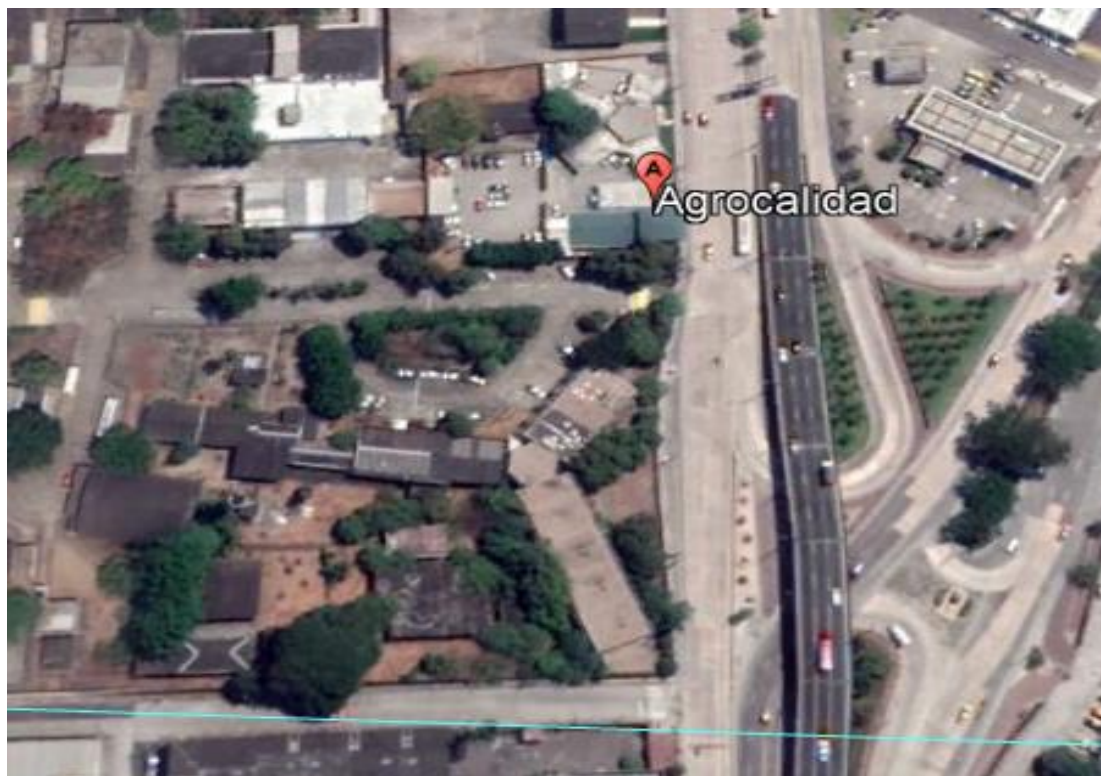


Figura 1. Ubicación Agrocalidad

Google Earth, 2020



Figura 2. Recolección de frutos (almendra)

Jara, 2020



Figura 3. Elaboración de cajas

Jara, 2020



Figura 4. Separación de hembra, macho

Jara, 2020



Figura 5. Elaboración estructura liberación

Jara, 2020



Figura 6. Liberación de las moscas

Jara, 2020



Figura 7. Cortejamiento

Jara, 2020



Figura 8. Visita y revisión del tutor

Jara, 2020