

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

**ECOLOGÍA DE LAS MOSCAS (DIPTERA) Y SUS PARASITOIDES ASOCIADOS
AL CULTIVO DE GRANADILLA (*PASSIFLORA LIGULARIS* JUSS.) EN SANTA
CRUZ DE LEÓN CORTÉS**

Trabajo de graduación sometido a consideración del Tribunal Examinador de la Escuela de
Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional para optar por el grado de Licenciatura en
Ingeniería Agronómica

Modalidad tesis

Mercedes Castro Mena

Heredia, Costa Rica

Noviembre, 2022

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional, para optar al grado de Licenciatura en Agronomía.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Ph. D Grace Wong Reyes

Decana de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

M.Sc. Andrés Alpízar Naranjo

Director de la Escuela de Ciencias Agrarias

M.Sc. Allan González Herrera

Tutor de Tesis

M.Sc. Alejandro Vargas Martínez

Lector

Lic. Luis Antonio Hernández Agüero

Lector

Bach. Mercedes Castro Mena

Postulante

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación se realizó durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2020 en Santa Cruz de León Cortés, en tres fincas dedicadas a la producción comercial de granadilla.

El objetivo de la investigación fue caracterizar la entomofauna de los dípteros asociados a la flor y fruto de granadilla (*Passiflora ligularis*) y sus potenciales parasitoides mediante dos métodos de muestreo (directo e indirecto).

En cada finca en estudio se delimitó un área de 256 m², en donde se recolectaron las muestras a nivel de suelo y de planta de botones florales con o sin malformaciones y empezando a abrir; en el caso de los frutos, solo se recolectaron aquellos que presentaron malformaciones, tomando en cuenta el estado fenológico. Además, por área de estudio se colocó una trampa del tipo Multilure (modificación de la trampa McPhail) con atrayente alimenticio. También se realizó la liberación del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* para determinar la efectividad de este en el manejo de las moscas.

Para todos los muestreos de los diferentes sustratos de muestreo y de las trampas se realizó un conteo directo del total de moscas y parasitoides capturados. Posteriormente los especímenes se identificaron a nivel de familia y género con la ayuda de claves entomológicas, material bibliográfico y con la colaboración de especialistas en el tema.

Como parte de los análisis de resultados se realizó un análisis cuantitativo mediante gráficos de barras, con los resultados obtenidos de los distintos muestreos realizados en la etapa de campo.

Las mayores capturas de dípteros se obtuvieron en la tercera semana de muestreo en los diferentes sustratos, predominando entre los dípteros la familia Drosophilidae, géneros *Drosophila* y *Scaptodrosophila* y en cuanto a los himenópteros la familia Braconidae, género *Dinotrema* tanto a nivel de planta como de suelo. Por otra parte, *Dasiops* sp. principal plaga en la producción de granadilla y *Diachasmimorpha longicaudata*; parasitoide utilizado en el manejo de moscas de la fruta, para fin de esta investigación no se identificaron dentro del área de estudio.

Palabras clave: Díptera, Trampa del tipo Multilure, granadilla, *Diachasmimorpha longicaudata*

ABSTRACT

The following research work was carried out during the months of October, November and December 2020 in Santa Cruz de León Cortés, in three farms dedicated to the commercial production of passion fruit.

The objective of the research was to characterize the entomofauna of the Diptera associated with the flower and fruit of passion fruit (*Passiflora ligularis*) and its potential parasitoids through two sampling methods (direct and indirect).

In each farm under study, an area of 256 m² was delimited, where the samples were collected at the soil and plant level of flower buds with or without malformations and beginning to open; in the case of fruits, only those that presented malformations were collected, considering the phenological state. In addition, per study area, a Multilure type trap (modification of the McPhail trap) with food attractant was placed. The release of the *Diachasmimorpha longicaudata* parasitoid was also performed to determine its effectiveness in fly management.

For all the samplings of the different sampling substrates and of the traps, a direct count of the total number of flies and parasitoids captured was carried out. Subsequently, the specimens were identified at the family and genus level with the help of entomological keys, bibliographic material and with the collaboration of specialists in the subject.

As part of the analysis of results, a quantitative analysis was carried out using bar graphs, with the results obtained from the different samplings carried out in the field stage.

The highest captures of Diptera were obtained in the third week of sampling in the different sampling substrates, the Drosophilidae family, *Drosophila* and *Scaptodrosophila* genus predominating among the Diptera and the Braconidea family, genus *Dinotrema* both at the plant and the Hymenoptera level. of soil. On the other hand, *Dasiops* sp. main pest in the production of granadilla and *Diachasmimorpha longicaudata*; parasitoid used in the management of fruit flies, for the purpose of this investigation they were not identified within the study area.

Key words: Diptera, Multilure type trap, passion fruit, *Diachasmimorpha longicaudata*.

DEDICATORIA

A mi Dios todo poderoso, a la Virgencita de los Ángeles y a San Judas Tadeo patrón de las causas imposibles y desesperadas, a quienes puse mi confianza y me han brindado la fuerza en todo momento para superar cada desafío.

A mis padres Alexis y Maritza, por su apoyo incondicional, por confiar en que podía llegar a mi meta y alentarme a hacerlo.

A mis hermanos Rigo, Lucre y Gabriel por siempre estar ahí, alegrándose con mis logros y acompañándome en cada momento y a mis sobrinos Samuel e Ivannita por ser parte de mi inspiración de cada día.

A mi novio José Vargas, por todos los años de lucha compartidos juntos, por ser mi fortaleza, por ser mi amigo, por cuidarme y por estar siempre presente. Por ser el impulso para finalizar mi tesis y por compartir conmigo el entusiasmo y el amor por la agronomía.

A toda mi familia y amigos por su apoyo incondicional durante toda mi carrera universitaria. A mi amigo Felipe Zamora, por su gran amistad y por estar siempre presente.

Los amo a todos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi profesor y tutor de tesis Allan González, por la ayuda brindada en cada paso de desarrollo de esta tesis, por los consejos y por confiar en mí. A Alejandro Vargas y a Luis Hernández por su apoyo, confianza y guía; quienes con sus consejos y experiencia me guiaron durante el proceso de investigación y por supuesto a mis profesores de la universidad a quienes debo el conocimiento y aprendizaje.

Por su contribución durante el desarrollo de esta tesis, le agradezco a:

El Dr. Manuel Solís, docente de la Escuela de Agronomía e investigador del Centro de Investigaciones Agrícolas (CIPROC) por su buena disposición y colaboración en la identificación de los insectos. A los Lic. Emmanuel López Gamboa y Daniel Sánchez por su apoyo y buena disposición en el traslado al campo y a la Cooperativa de Productores Agrícolas y Servicios Múltiples de la Zona de Los Santos R.L (APACOOOP) por la disposición y el acercamiento a los productores de granadilla.

A los dueños y encargados de las fincas de granadilla donde se nos permitió coleccionar las muestras de botones florales y frutas, durante los meses de estudio.

Al Laboratorio de Entomología Agrícola de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional por suministrarme material de apoyo para la elaboración de este trabajo.

Al Servicio Fitosanitario del Estado, en especial al Departamento de Mosca de la Fruta por el financiamiento parcial de este proyecto y al Fondo para el Fortalecimiento de Capacidades Estudiantiles en Iniciativas de Extensión (FOCAES) de la Universidad Nacional.

Al Museo de Insectos, del CIPROC, Escuela de Agronomía de la Universidad de Costa Rica.

Muchas gracias

Índice de contenidos

I. Introducción	1
II. Objetivos	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
III. Marco teórico.....	2
3.1. Generalidades del cultivo de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss.).....	2
3.1.1. Origen y distribución geográfica	2
3.1.2. Descripción de la planta.....	3
3.1.3. Importancia del cultivo	3
3.1.4. Contenido nutricional y valor medicinal	4
3.1.5. Dípteros de interés económico	4
3.1.5.1. Mosca de la fruta (<i>Anastrepha curitis</i> Stone, Diptera, F. Tephritidae).....	4
3.1.5.2. Mosca del botón floral (<i>Dasiops</i> sp., Diptera, F. Lonchaeidae).....	4
3.1.6. Métodos para el manejo de la mosca del botón floral.....	5
3.1.7. Manejo con el uso de parasitoides: <i>D. longicaudata</i> (Ashmead) (Hymenoptera: F. Braconidae).....	6
3.1.8. Antecedentes del control biológico a partir de <i>D. longicaudata</i>	7
IV. Metodología.....	7
4.1. Localización del área de estudio	7
4.2. Caracterización general de las fincas evaluadas	9
4.3.1. Muestreo directo de botones florales y fruta.....	10
4.3.2. Manejo de las muestras de granadilla en el laboratorio	10
4.3.3. Identificación de los especímenes (moscas y parasitoides).....	11
4.3. Estimación de la incidencia de moscas en el cultivo de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>) mediante dos métodos de muestreo (directo e indirecto).....	11
4.3.1. Tipo de trampa y atrayente	12
4.3.2. Distribución e instalación de las trampas.....	12
4.3.3. Servicio de trampas.....	13
4.3.4. Manejo de los especímenes en el laboratorio.....	13
4.3.5. Densidad poblacional de las moscas	13
4.4. Determinación de la efectividad del parasitoide <i>D. longicaudata</i> liberado para el manejo de las moscas por medio de muestreos antes y después de su liberación.....	13

4.4.1. Liberación del parasitoide <i>D. longicaudata</i>	13
4.4.2. Muestreo de botones florales y fruta para determinar la eficiencia del parasitoide <i>D. longicaudata</i>	14
4.4.3. Manejo de las muestras de granadilla en el laboratorio, identificación y conteo del parasitoide	14
4.4.4. Análisis estadístico	15
V. Resultados	15
5.1. Clasificación taxonómica a nivel de género de las moscas y de sus parasitoides asociados a la flor y fruto de granadilla.....	15
5.2. Estimación de la incidencia de moscas en el cultivo de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>) mediante dos métodos de muestreo (directo e indirecto)	22
5.3. Efectividad del parasitoide <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> liberado para el manejo de las moscas	24
VI. Discusión	25
6.1. Clasificación taxonómica a nivel de género de las moscas y de sus parasitoides asociados a la flor y fruto de granadilla.....	25
6.2. Estimación de la incidencia de moscas en el cultivo de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>) mediante dos métodos de muestreo (directo e indirecto)	27
6.3. Efectividad del parasitoide <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> para el manejo de las moscas	28
VII. Conclusiones	29
VIII. Recomendaciones	29
IX. Referencias bibliográficas	30
X. Anexos	35

Índice de cuadros:

Cuadro 1. Ubicación geográfica de las trampas dentro de las áreas de estudio	12
-------------------------------------------------------------------------------------------	----

Índice de figuras:

Figura 1. Ciclo de vida de <i>Dasiops</i> sp.....	5
Figura 2. Distribución de las parcelas de granadilla muestreadas en la zona de investigación.....	8
Figura 3. Estado fenológico del cultivo de granadilla.....	10
Figura 4. Trampas del tipo Multilure	12
Figura 5. Liberación de <i>D. longicaudata</i> dentro del área de estudio	14

Figura 6. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el primer muestreo.....	15
Figura 7. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo para el primer muestreo.....	16
Figura 8. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el segundo muestreo.	16
Figura 9. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el tercer muestreo	17
Figura 10. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo para el tercer muestreo	17
Figura 11. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el cuarto muestreo.....	18
Figura 12. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el quinto muestreo	18
Figura 13. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el sexto muestreo.....	19
Figura 14. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo para el cuarto muestreo.....	19
Figura 15. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo para el quinto muestreo.	20
Figura 16. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo para el sexto muestreo.....	20
Figura 17. Lluvia acumulada (mm), estación meteorológica León Cortés, año 2020.....	21
Figura 18. Temperatura acumulada (°C), estación meteorológica León Cortés, año 2020.....	21
Figura 19. Humedad acumulada (%), estación meteorológica León Cortés, año 2020	22
Figura 20. Total general de capturas de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta..	22
Figura 21. Total general de capturas de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo ..	23
Figura 22. Total de capturas de especímenes en trampas tipo Multilure por finca muestreada	23
Figura 23. Total general de capturas de parasitoides según sustrato de colecta a nivel de planta...	24
Figura 24. Total general de capturas de parasitoides según sustrato de colecta a nivel de suelo	25
Figura 25. Espécimen de <i>Scaptodrosophila</i>	26

Índice de anexos

Anexo 1. Protocolo para el cambio de atrayente de trampas tipo Multilure	35
Anexo 2. Dípteros identificados en los muestreos.....	35
Anexo 3. Himenópteros identificados en los muestreos	36

I. Introducción

La granadilla (*Passiflora ligularis*) es una fruta con una importante participación en el mercado nacional e internacional. A nivel mundial, la producción de esta fruta se concentra en Perú, México, Costa Rica y Colombia, siendo este último el principal productor con 4.500 ha cultivadas y una producción aproximada de 55.000 t/año (Bernal, Ocampo y Hernández, 2014). En Costa Rica, se concentra en la Zona de Los Santos con 1.260 ha cultivadas y una producción de 70.000 unidades/ ha (SEPSA, 2019).

Hace más de 15 años, se han tenido experiencias de exportación de fruta a nivel internacional hacia países como Canadá y Alemania (Flores y Brenes, 2004). A nivel nacional la granadilla es una fruta de gran aceptación para consumo en fresco. Sin embargo, entre los principales problemas que deben ser atendidos se menciona la afectación de la mosca *Dasiops* sp. (Diptera: Lonchaeidae) en las plantaciones, la cual ocasiona daños en flores y frutos provocando un bajo rendimiento y la mala calidad del producto, y por consecuente la disminución de los volúmenes de producción (Padilla, 2015).

En Colombia se reportan pérdidas desde el 50 a 60% de la producción de pasifloras cultivadas, ocasionadas por esta plaga (Santamaría, Castro, Ebratt y Margarita, 2014). En Costa Rica aún no se cuantifica las pérdidas ocasionadas, no obstante, los productores de esta fruta comentan que sus pérdidas de producción en plantaciones jóvenes son de aproximadamente un 30% (Padilla, 2015). Sin embargo, a partir de la revisión bibliográfica realizada, se determinó que la información disponible en Costa Rica sobre esta plaga es inexistente.

Debido a esta problemática el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de la mano con el “Programa Nacional de Moscas de la Fruta” les brindó a los productores de granadilla capacitación para contrarrestar esta plaga, mediante acciones tales como: la recolecta de frutos dañados, la colocación de trampas cebo, así como la liberación de un parasitoide, que es un enemigo natural efectivo para reducir las poblaciones (Jiménez, 2014).

La finalidad de esta investigación es generar nueva información que ayude al productor nacional en el manejo agroecológico de esta importante plaga y de demás dípteros , mediante el estudio del comportamiento de las moscas (Díptera) en el cultivo de granadilla y parasitoides como *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) para el manejo de estos insectos, la cual se justifica debido a la importante área destinada al cultivo de granadilla en la zona de Los Santos, y a la importancia que ha tomado la fruta dentro del mercado nacional y como posible generador de divisas, en el rubro de exportaciones agrícolas.

II. Objetivos

2.1. Objetivo general

Caracterizar la entomofauna de dípteros asociados a la flor y fruto de granadilla (*Passiflora ligularis*) y sus potenciales parasitoides.

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar la clasificación taxonómica a nivel de género de las moscas y de sus parasitoides asociados a la flor y al fruto de granadilla (*P. ligularis*).
2. Estimar la incidencia de moscas en el cultivo de granadilla (*P. ligularis*) mediante dos métodos de muestreo (directo e indirecto).
3. Determinar la efectividad del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* liberado para el manejo de las moscas por medio de muestreos antes y después de su liberación.

III. Marco teórico

3.1. Generalidades del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.)

3.1.1. Origen y distribución geográfica

La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) es un fruto tropical originario de los Andes tropicales. Se distribuye desde México Central hasta América Central y Suroccidente de América (Melgarejo, 2015) e introducida a otros países como, Kenia, Australia y Nueva Zelanda (Bernal et al., 2014). Su hábitat natural son las zonas de clima subtropical. Se desarrolla bien en latitudes comprendidas entre 1.800 y 2.300 msnm, con temperaturas de 10 a 18°C. De preferencia en suelos francos con pH entre 5.5 y 6.5, humedad relativa de 70 a 75% y precipitaciones anuales bien distribuidas (Hernández, 2016).

3.1.2. Descripción de la planta

La granadilla es una planta perenne, de hábito trepador por medio de zarcillos y de rápido crecimiento, que pertenece a la familia Passifloracea (Melgarejo, 2015). La planta posee raíces fibrosas, ramificadas y poco profundas de 20 a 40 cm. El tallo, es cilíndrico, de coloración amarillo – verdoso en su estado inicial y marrón claro en estado adulto o lignificado. Las hojas son acorazonadas, glabras y de color verde intenso, borde liso, enteras, alternas y con nervaduras bien definidas en el envés (Cerdas y Castro, 2003; Asociación Regional de Exportadores Lambayeque, 2014).

La flor es exótica y atractiva, de agradable aroma y conocida como la “flor de la pasión” (Perea, Fischer y Miranda, 2010). La fruta es una baya de cubierta dura de forma casi esférica de color verde a amarillo casi anaranjado cuando se acerca la maduración. El fruto contiene dentro una fina membrana blanca, que alberga un promedio de 200 a 250 semillas envueltas por un anillo grisáceo, translúcido, mucilaginoso y acidulado que constituye la parte comestible (Cerdas y Castro, 2003). Las semillas son de color negro, planas y angostas (Rivera, Miranda, Ávila y Nieto, 2002).

La granadilla es una planta de polinización cruzada, es decir; la fecundación depende de los polinizadores (Cerdas y Castro, 2003). Los principales insectos polinizadores son las abejas (*Trigona* spp. y *Apis melífera* L.) (Gómez, 2016).

3.1.3. Importancia del cultivo

La *Passiflora ligularis* es una de las frutas de clima templado, con excelentes características nutricionales y propiedades medicinales; este cultivo proporciona un suministro permanente de fruta durante todo el año (Carrero, 2013; Hernández, 2016). Su principal uso es consumo en fresco (no procesada) (Gómez, 2016), también en la preparación de refrescos y jaleas (Hernández, 2016). Esto como alternativa agroindustrial para aprovechar las frutas sanas que por características de apariencia externa no son aptas para el consumo en fresco. Según datos de SEPSA (2019) la producción nacional de granadilla abasteció la demanda a nivel nacional de la fruta, cerrando así las puertas de importación de esta fruta con países productores como Colombia y México.

3.1.4. Contenido nutricional y valor medicinal

La granadilla es una fruta muy apreciada por sus características organolépticas de sabor y color, valor nutricional, alto contenido de fósforo y niacina. Además, posee propiedades medicinales, el fruto es hipoalergénico y laxativo (Hernández, 2016) muy útil para el manejo de cálculos y malestares del sistema unitario e intestinal, también depura la sangre (Gómez, 2016). Por otra parte, Angulo en el 2003 menciona que la fruta contiene sustancias cicatrizantes y es un activador del timo; así mismo tiene acción terapéutica en pacientes con hernia discal y por ser rica en vitamina C, ayuda a fortalecer el sistema inmunológico.

3.1.5. Dípteros de interés económico

3.1.5.1. Mosca de la fruta (*Anastrepha curitis* Stone, Diptera, F. Tephritidae)

Contribuye una de las plagas principales de los frutales debido al daño directo que causa a las frutas y a las pérdidas económicas que originan. La larva ataca la fruta, que presenta arrugamiento y posteriormente cae. Es importante realizar control preventivo mediante desinfección del suelo en donde se establezcan los semilleros y almácigos; de igual manera, se recomienda el control de dípteros con trampas antes del ataque a las frutas (Fischer y Miranda, 2010).

3.1.5.2. Mosca del botón floral (*Dasiops* sp., Diptera, F. Lonchaeidae)

Esta mosca es una plaga de importancia económica que ataca las especies del género *Passiflora* en la mayoría de los cultivos de regiones tropicales y subtropicales. Angulo (2003) reporta que el ataque de las larvas se produce en el botón floral, donde comienzan a alimentarse del líquido de las anteras inmaduras; el ataque es más severo en los botones florales de tamaños medios entre 1 y 3 cm de longitud y se presenta en promedio hacia los 20 días de edad del botón.

En frutos jóvenes las larvas se alimentan del arilo y las semilla. El ciclo de vida del insecto es de 27 a 35 días; huevo, de 3 a 5 días; larva, de 6 a 8 días; pupa, de 12 a 14 días; adulto, de 6 a 8 días (Restrepo, Sánchez, Gallego y Beltrán, 2011). Esta plaga es de gran importancia económica ya que ocasiona pérdidas de 50 y 60% de producción en pasifloras cultivadas (Santamaría et al., 2014).

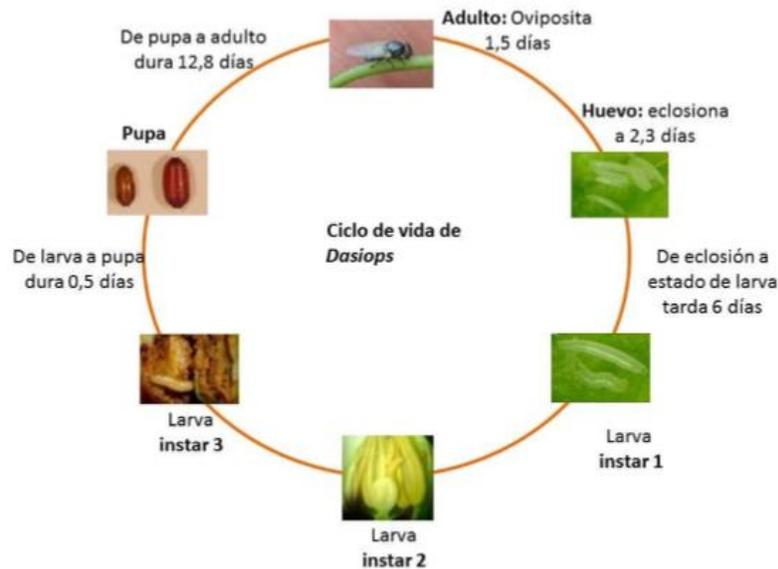


Figura 1. Ciclo de vida de *Dasiops* sp.

Fuente: Quintero y López, 2012

3.1.6. Métodos para el manejo de la mosca del botón floral

Para el manejo de esta plaga se ha recomendado la implementación de un plan de manejo agroecológico de plagas (MAP), el cual, según Hernández, Castillo, Ocampo y Wyckhuys (2011) consistiría en:

- Recoger los botones caídos y enterrarlos o meterlos en una bolsa de plástico bien cerrada y colocarla al sol por varios días.
- Disponer de trampas Mcphail cebadas con proteína hidrolizada.
- Aplicar extractos de jabillo (*Hura crepitans* L.) al 5% y de higuierilla (*Ricinus communis*) al 25%.
- Aplicar principalmente en etapas de formación de botones o floración mezclas de ají más ajo (80 ml de extracto) mezclados en agua (16 litros). Sin embargo, usar repelentes como el ají con ajo, puede afectar la actividad de los polinizadores.

- Fumigar el 20% de la plantación con una solución insecticida mezclada con 5% de azúcar o melaza al inicio de la floración y en los picos de la floración. Esta tarea se puede repetir cada 10 días.
- Aplicar en los postes que sostienen la plantación (y en algunas partes del follaje) un cebo tóxico. Esta tarea se podría repetir cada dos semanas en etapa de floración o presencia de botones.
- Aplicar hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae*, en el suelo para el manejo de larvas y pupas.
- Realizar liberación de parasitoides (*D. longicaudata*). Estos son comercializados en bolsas de papel Kraft o cartón, que contiene cerca de 1000 a 1500 individuos.

3.1.7. Manejo con el uso de parasitoides: *D. longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: F. Braconidae)

Este parasitoide es un endoparasitoide koinobionte (la hembra pone los huevos dentro del hospedero sin matarlo, es la larva quien le causa la muerte) solitario que afecta la mayoría de las especies de la familia de las moscas de la fruta (Tephritidae) (Carabajal, 2011; Morales, 2015; Mannino, 2016). Las hembras adultas depositan sus huevos en estadios larvales tardíos de moscas de los frutos de los géneros *Bactrocera* (Macquart), *Anastrepha* (Schiner) y *Ceratitis* (Macleay) (Diptera, Tephritidae), aunque algunos estudios indican que pueden desarrollarse ocasionalmente en larvas de otros dípteros (Morales, 2015).

Una vez dentro, el parasitoide se desarrolla alimentándose de la larva de la mosca hasta matarla, luego emerge el parasitoide. Con este método se incrementa la producción del insecto benéfico, se corta el ciclo reproductivo de la mosca y se disminuye la densidad de la plaga (Carabajal, 2010).

El ciclo de vida de *D. longicaudata* se inicia en el estado de huevo y consta de tres estadios larvarios, pupa y adulto (Carabajal, 2010). La duración de cada uno de los estadios es altamente dependiente de las condiciones ambientales durante el desarrollo, así como la edad de las larvas del hospedador (Mannino, 2016). En condiciones de laboratorio con temperaturas de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, humedad de 50 - 70% y fotoperíodos de 12:12 horas luz/oscuridad, la emergencia de los individuos adultos macho se produce alrededor de 15

días después de la oviposición, mientras que las hembras emergen 24 a 48 horas después (Carabajal, 2010).

3.1.8. Antecedentes del control biológico a partir de *D. longicaudata*

La implementación de *D. longicaudata* en el manejo de plagas tiene relevancia económica por ser ampliamente utilizado como parte integral de Programas de Control Biológico de Moscas Plaga de la fruta de la familia Tephritidae que causan importantes pérdidas económicas anualmente (Guillén y Sánchez, 2007). Tras varios programas de introducción de enemigos naturales en diferentes países, se han reportado parasitismo de *D. longicaudata* sobre varias especies del género *Anastrepha* en México (Aluja et al., 1990), en Hawai sobre *Ceratitidis capitata* y *Bactrocera dorsalis* (Vargas, Stark, Uchida y Purcell, 1993), en Florida en *Anastrepha suspensa* (Baranowski, Glenn y Silvinski, 1993) y en Costa Rica sobre *C. capitata* (Jirón y Mexzon, 1989). La efectividad de este parasitoide se ha reportado de manera general con porcentajes de parasitismo superiores al resto de las especies con las cuales interacciona (López, Aluja y Silvinski, 1999).

Como un antecedente histórico desde hace más de 10 años los productores de granadilla de APACCOP en Santa Cruz de León Cortés, han estado realizando liberaciones como controlador biológico a *D. longicaudata* para el manejo de *Dasiop* sp, con lo que han logrado reducir las pérdidas de frutos hasta en un 60%. Dichas liberaciones se han realizado de manera sostenida en los años, las que han generado disminuciones aparentes en las pérdidas ocasionadas por la plaga, sin embargo, hasta el presente nunca se han realizado monitoreos sistematizados para evaluar y determinar el grado de efectividad que el parasitoide ha producido sobre la población de moscas y las interacciones generadas con otros insectos en las plantaciones de granadilla a lo largo del tiempo.

IV. Metodología

4.1. Localización del área de estudio

Fase de campo

El trabajo de investigación se llevó a cabo durante los meses de mayor producción de flores y frutos, a saber: octubre, noviembre y diciembre del 2020 y en tres fincas dedicadas a la producción de granadilla; ubicadas en Santa Cruz de León Cortés. El área de

estudio se encuentra a 09°44'04" latitud norte y 84°01'35" longitud oeste, a una altitud de 2000 msnm. Esta zona pertenece al Bosque Húmedo-Montano Bajo (bh-MB), con precipitaciones de 3,74 mm/ día, una humedad relativa de 79, 65% y temperaturas máximas de 30°C y mínimas de 21.65 °C (Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica, 2016).

Las áreas de evaluación pertenecen a productores de granadilla asociados a la Cooperativa de Productores Agrícolas y Servicios Múltiples de la Zona de los Santos (APACOOOP R.L), estas se encuentran definidas por variables de altitud en rangos de 2000 a los 2110 msnm, con pendientes no mayores al 20% y suelos ultisoles de suborden humults. En estas parcelas se cultiva solamente granadilla. La distancia entre fincas no supera los 500 m.

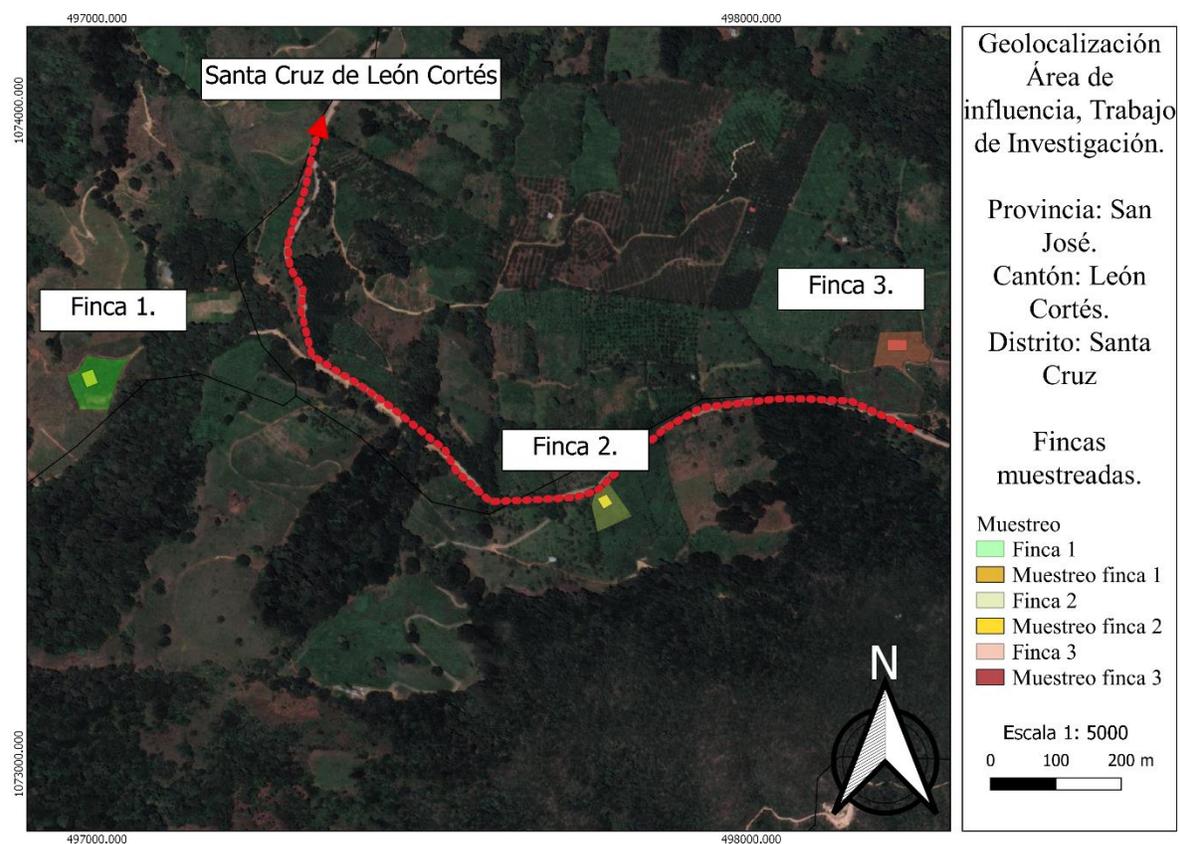


Figura 2. Distribución de las parcelas de granadilla muestreadas en la zona de investigación

4.2. Caracterización general de las fincas evaluadas

Las parcelas en donde se realizó el estudio pertenecen a fincas dedicadas a la producción comercial de granadilla; son plantaciones jóvenes, sometidas a un plan de manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses. Anualmente se realiza liberaciones de parasitoides para el control de mosca del botón floral. El manejo de arvenses se realiza mediante chapeas y ocasionalmente mediante control químico. El control fitosanitario se realiza mediante control químico.

Las plantaciones de granadilla limitan con plantaciones frutales de mora, café y plantaciones de coníferas.

Fase de laboratorio

La etapa de cría del parasitoide de moscas de la fruta se realizó en la Planta de Producción de Parasitoides del PNMF-SFE, en un cuarto con condiciones controladas de temperatura y humedad relativa (temperatura de 26-28 °C y humedad relativa de 60-70%).

La etapa de cría de los especímenes obtenidos de los muestreos se realizó en un cuarto acondicionado con estabilidad de luminosidad y temperatura. La identificación de los insectos se realizó utilizando equipo básico de laboratorio para dicho fin. Las muestras que no se lograron identificar en la primera fase se trasladaron al laboratorio de Investigación de Entomología Agrícola de la Universidad Nacional de Costa Rica, ubicado en el Campus Omar Dengo, Heredia, y al laboratorio del Centro de Investigaciones Agrícolas de la Universidad de Costa Rica.

4.3. Clasificación taxonómica a nivel de género de las moscas y de sus parasitoides asociados a la flor y fruto de granadilla

En cada finca en estudio se delimitó un área de 256 m², en donde se recolectaron las muestras de botones florales con o sin malformaciones y empezando a abrir; en el caso de los frutos, solo se recolectaron aquellos que presentaron malformaciones, tomando en cuenta el estado fenológico: fruta cuajada, fruta con estructuras florales, fruta en crecimiento y fruta en madurez fisiológica (figura 3). Cada fecha de muestreo estuvo constituida por tres repeticiones.



Figura 3. Estado fenológico del cultivo de granadilla

4.3.1. Muestreo directo de botones florales y fruta

Los muestreos se realizaron entre las 7:00 y 10:00 am, periodo en que las moscas están más activas dado a sus hábitos de consumo y reproducción. Se recolectaron los botones florales y frutas por área de estudio con una frecuencia de 7 días. En cada fecha de muestreo, las muestras se colocaron en recipientes de plástico con cierre hermético y se anotó: número de la muestra, especie de fruta, lugar y fecha de colecta para su almacenamiento y transporte inmediato al laboratorio.

4.3.2. Manejo de las muestras de granadilla en el laboratorio

Una vez en el laboratorio, las muestras de cada planta y de cada finca de los botones florales y frutos de granadilla, se colocaron dentro de una jaula de cría independientes. La jaula de cría es una caja con marco de madera, tres paredes laterales previstas de vidrio transparente para visibilizar el interior, la otra pared lateral, cuenta con una puerta de madera y una entrada en forma circular cubierta de tela manta (figura 4), la cual sirvió para una mejor manipulación de los insectos presentes dentro de la jaula. La parte superior de la jaula estuvo cubierta de organza para evitar la fuga de los adultos emergidos del material vegetal.



Figura 4. Jaulas de cría

Dentro de la jaula se colocó el material infestado sobre suelo estéril humedecido con agua destilada para estimular, favorecer o promover el proceso de pupación y emergencia de los adultos.

Las jaulas permanecieron en un ambiente de humedad, luminosidad y temperatura adecuada. Las pupas se incubaron por 15 días o hasta que los insectos emergieran.

4.3.3. Identificación de los especímenes (moscas y parasitoides)

La identificación de especímenes se realizó mediante el uso claves entomológicas, material bibliográfico y especialistas. Para el caso de los parasitoides se utilizó la información suministrada en el libro de Hanson y Gauld (2006) y para las moscas se utilizó la clave entomológica en la que se hace referencia en el artículo de Korytkoioski y Ojeda (1971). Además, se contó con la colaboración de los profesionales en entomología: Dr. Paul Hanson Snortun y del Dr. Manuel Solís; de la Universidad de Costa Rica, el M.Sc. Allan González Herrera; de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Costa Rica.

4.3. Estimación de la incidencia de moscas en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) mediante dos métodos de muestreo (directo e indirecto)

4.3.1. Tipo de trampa y atrayente

Se utilizaron trampas del tipo Multilure (modificación de la trampa McPhail) (figura 5) añadiendo 250 ml de atrayente alimenticio (4 pastillas de torula), proteína hidrolizada de uso universal que atrae principalmente hembras de especímenes de moscas de la fruta.



Figura 4. Trampas del tipo Multilure

4.3.2. Distribución e instalación de las trampas

A partir de las recomendaciones dadas y de la experiencia del técnico del SFE, Ing. Luis Hernández del Laboratorio de Moscas de la Fruta se colocó una trampa por área de muestreo (L. Hernández, comunicación personal, 11 de setiembre de 2019). Cada trampa fue georreferenciada mediante el uso de un GPS (Global Positioning System) o Sistema de Posicionamiento Global.

Cuadro 1. Ubicación geográfica de las trampas dentro de las áreas de estudio

Finca	Cantón	Distrito	Ubicación geográfica
Finca Andrés Naranjo	León Cortés	Santa Cruz	9.708827, -84.028529
Finca Gustavo Salazar	León Cortés	Santa Cruz	9.709413, -84.016102
Finca Neftalí Gamboa	León Cortés	Santa Cruz	9.707636, -84020637

Los criterios de selección de los puntos de monitoreo de moscas de la fruta en cada área experimental fueron los siguientes: plantaciones comerciales en estado de producción; con presencia de estados florales, botones y frutos pequeños en formación y frutos desarrollados, altura no menor de dos metros, con ramas accesibles y resistentes al peso de

la trampa, que permitieran la entrada de luminosidad. Las trampas y atrayentes fueron donadas por el Programa de Moscas de la Fruta, del SFE.

4.3.3. Servicio de trampas

El servicio de trampas consistió en la recolección de moscas adultas capturadas en las tres trampas destinadas al monitoreo, posterior a la revisión se cambiaba el atrayente cada siete días. Para realizar esta actividad se procedió según el protocolo citado por Obregón (2017), (Anexo 1). La recolección de las moscas capturadas se realizó en las primeras horas de la mañana, cada semana durante los tres meses de investigación.

4.3.4. Manejo de los especímenes en el laboratorio

Las muestras fueron llevadas al cuarto acondicionado para ser contabilizadas, identificadas y separadas utilizando placas de Petri. Además, se realizó la misma metodología con las muestras colectadas a partir de la sección 3.2.3 para la identificación taxonómica de la mosca *Dasiops* sp. y sus parasitoides asociados a la granadilla.

4.3.5. Densidad poblacional de las moscas

La densidad poblacional de la mosca se calculó de acuerdo con la cantidad de Moscas por Trampa por Día (MTD) como estimador del índice poblacional durante los meses de investigación. Para tal propósito, se utilizó la relación establecida por Aluja (1993) que consiste en lo siguiente:

$$MTD = \frac{\text{Número total de moscas}}{\text{Número total de trampas} * \text{Número de días de exposición}}$$

Las moscas por trampa por día (MTD) se obtuvieron del total de moscas contabilizadas entre el número de total de trampas instaladas por 7 días de exposición.

4.4. Determinación de la efectividad del parasitoide *D. longicaudata* liberado para el manejo de las moscas por medio de muestreos antes y después de su liberación

4.4.1. Liberación del parasitoide *D. longicaudata*

Para la liberación de este parasitoide se implementó un dispositivo denominado “Arturito” en el cual consiste en un envase plástico con 3 a 4 litros de capacidad, en donde se depositaron entre 9000 a 12000 pupas parasitadas. En dicho recipiente se colocó agua y miel para la alimentación de los parasitoides adultos que emergieron después de 4 a 5 días.

Una vez emergido los mismos se llevaron al campo para su liberación. Dicha liberación se inició en el centro del área experimental, luego para lograr una mejor distribución se bordeó toda el área delimitada con el envase abierto dispuesto al nivel del follaje, tal y como se muestra en la figura 6. Los parasitoides utilizados fueron donados por el Programa de Moscas de la Fruta, del SFE.



Figura 5. Liberación de *D. longicaudata* dentro del área de estudio

4.4.2. Muestreo de botones florales y fruta para determinar la eficiencia del parasitoide *D. longicaudata*

Se realizó un muestreo de botones florales y fruta antes de la liberación del parasitoide *D. longicaudata*, evaluando la incidencia de las moscas en el área de estudio. A los 7, 15 y 22 días después de la liberación del parasitoide *D. longicaudata*, se realizó una recolecta de botones florales y fruta determinando la efectividad del parasitoide en el manejo de las moscas. Los muestreos para la recolección de botones florales y fruta se efectuaron a partir de la metodología descrita en la sección 4.2.

4.4.3. Manejo de las muestras de granadilla en el laboratorio, identificación y conteo del parasitoide

Para el manejo de las muestras de granadilla en el laboratorio se realizó la misma metodología descrita en las secciones anteriores. Para la identificación del parasitoide se realizó utilizando la información suministrada en el libro de Hanson y Gauld (2006) contabilizando los especímenes del parasitoide liberado.

4.4.4. Análisis estadístico

Como parte del análisis estadístico cuantitativo, se presentan en gráficos de barras, los resultados obtenidos de los distintos muestreos realizados en la etapa de campo.

V. Resultados

5.1. Clasificación taxonómica a nivel de género de las moscas y de sus parasitoides asociados a la flor y fruto de granadilla

Para la determinación de la clasificación taxonómica a nivel de género de las moscas se realizaron un total de seis muestreos. Se evaluó botón flora, fruta cuajada, fruta con estructuras florales, fruta en crecimiento y fruta en madurez fisiológica, todas las muestras se recolectaron tanto en planta como en suelo.

En los muestreos realizados se evidencio la presencia de dípteros e himenópteros presentes en el cultivo en estudio.

Para el primer muestreo a nivel de planta, la mayor incidencia fue por la familia Drosophilidae, géneros *Scaptodrosophila*, *Drosophila* y *Neotanygastrella* (figura 6). En cuanto a parasitoides se observó mayor incidencia de la familia Braconidae, género *Dinotrema*.

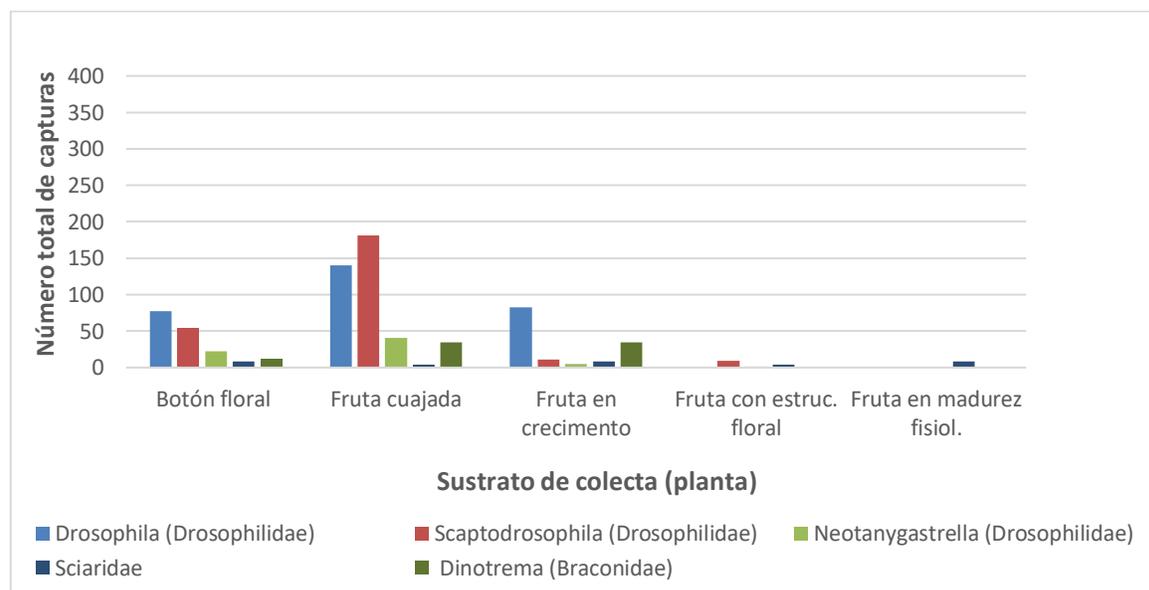


Figura 6. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el primer muestreo

En cuanto al muestreo a nivel de suelo para la primera semana se observó mayor incidencia de *Drosophila* y *Scaptodrosophila* (Drosophilidae) en fruta cuajada (figura 7).

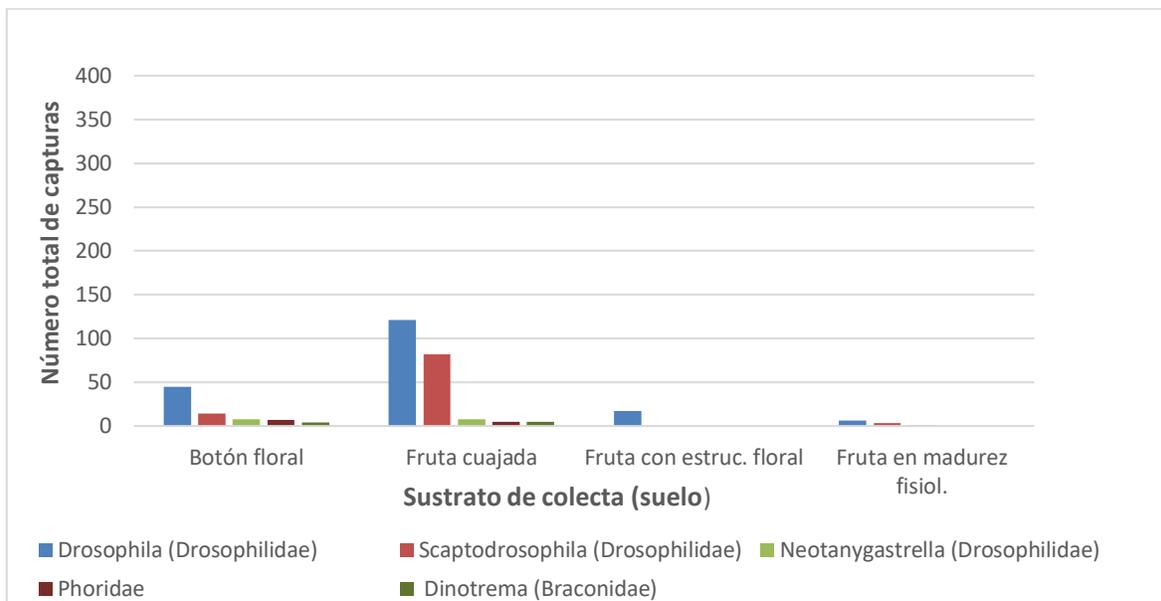


Figura 7. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo para el primer muestreo

Para el segundo muestreo se puede observar un aumento de especímenes emergidos de *Scaptodrosophila* en botón floral y fruta cuajada a nivel de planta y una mayor incidencia de *Drosophila* en fruta con estructura floral (figura 8).

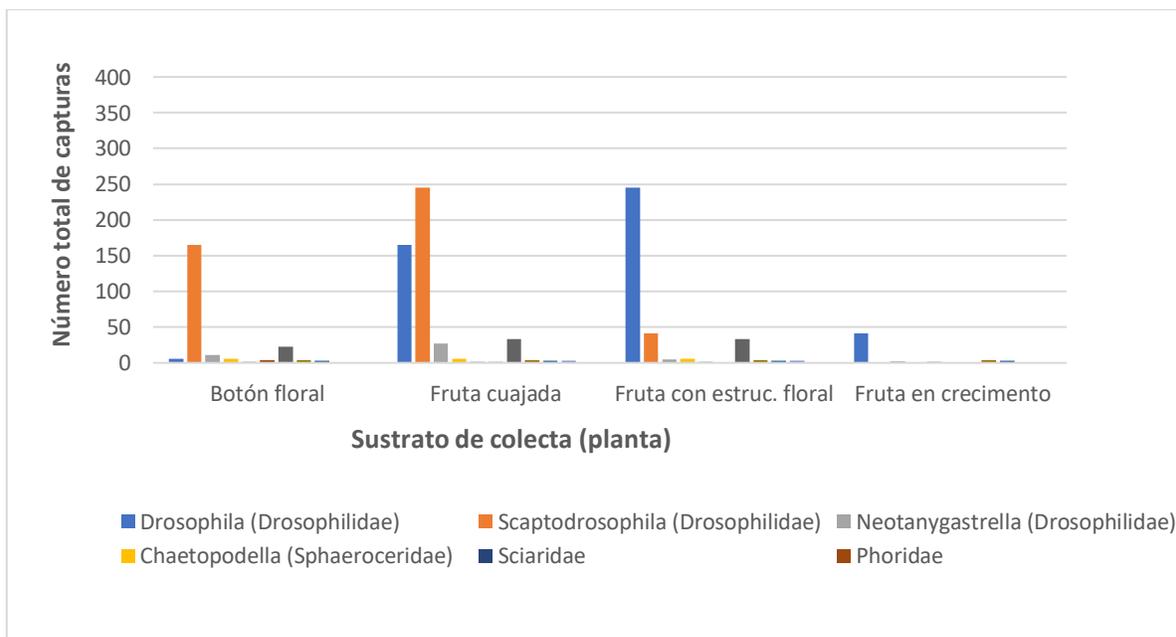


Figura 8. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el segundo muestreo.

En el tercer muestreo se observó una mayor incidencia de especímenes a nivel de planta en los diferentes sustratos de muestreo, predominando entre los dípteros la familia Drosophilidae, géneros *Drosophila* y *Scaptodrosophila* y en cuanto a los himenópteros la familia Braconidea, *Dinotrema* (figura 9).

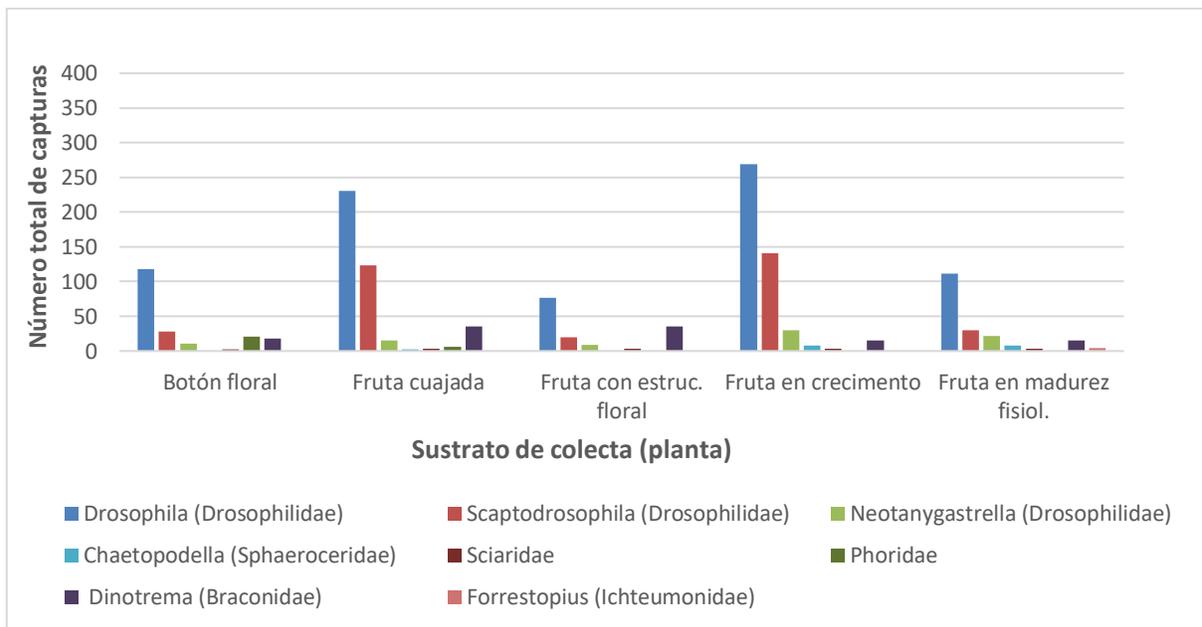


Figura 9. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el tercer muestreo

En cuanto al muestreo a nivel de suelo, la mayor predominancia fue *Drosophila* sp. para los diferentes sustratos muestreados, con excepción de fruta en crecimiento (figura 10).

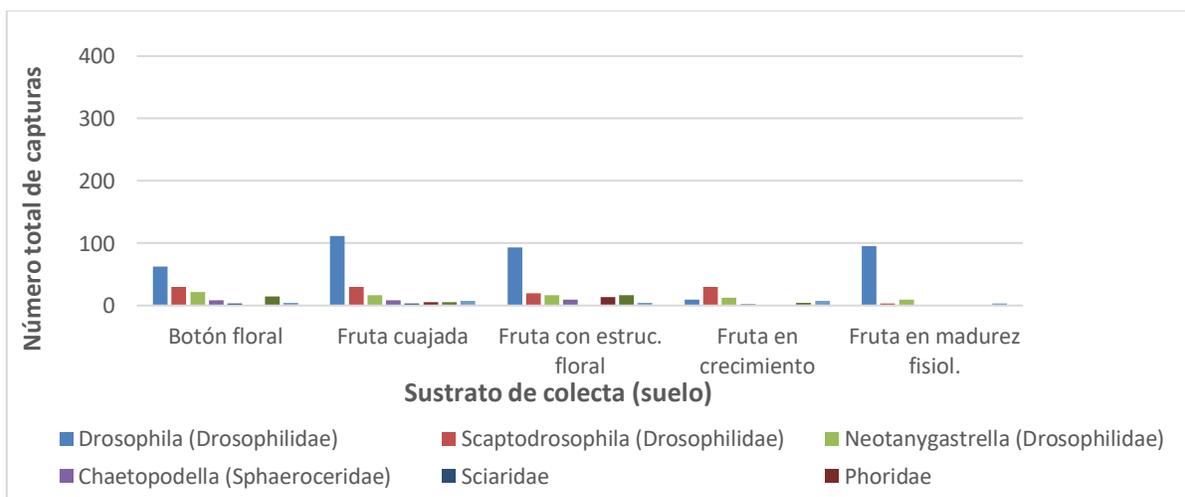


Figura 10. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo para el tercer muestreo

Para los muestreos cuatro, cinco y seis se observó una disminución en la emergencia de especímenes a nivel general en planta. En cuanto al cuarto muestreo el promedio de emergencia fue inferiores al 7,8% (figura 11).

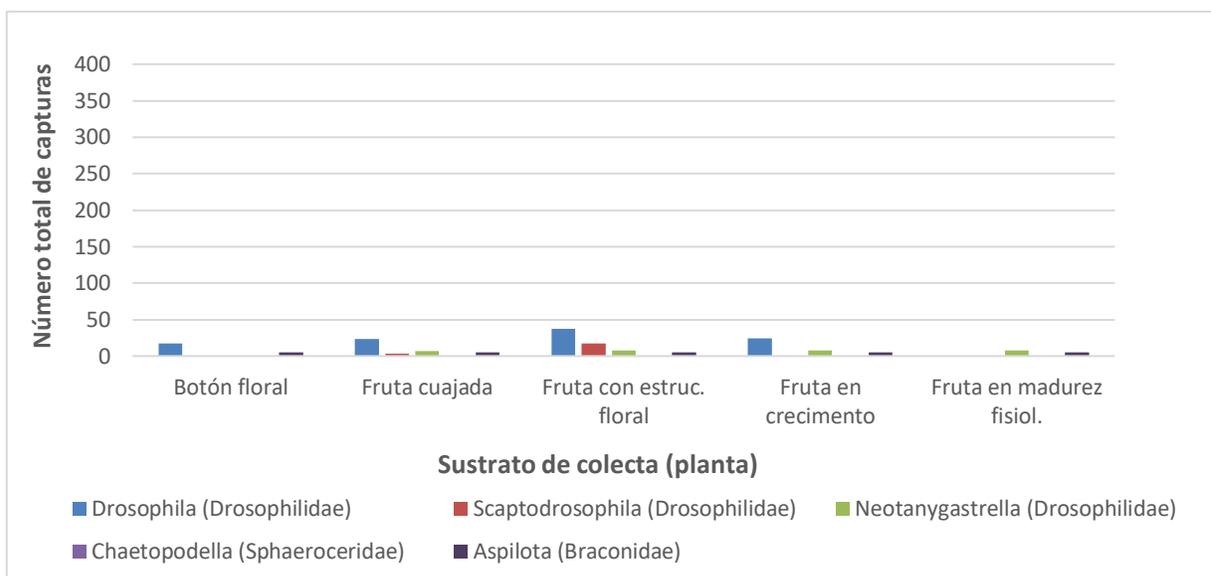


Figura 11. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el cuarto muestreo

Para el quinto muestreo los promedios de incidencia de especímenes fueron menores al 4% (figura 12). Dicha disminución coincidió con el aumento de lluvias los cuales mantuvieron un promedio mensual de 267.59 mm (figura 17).

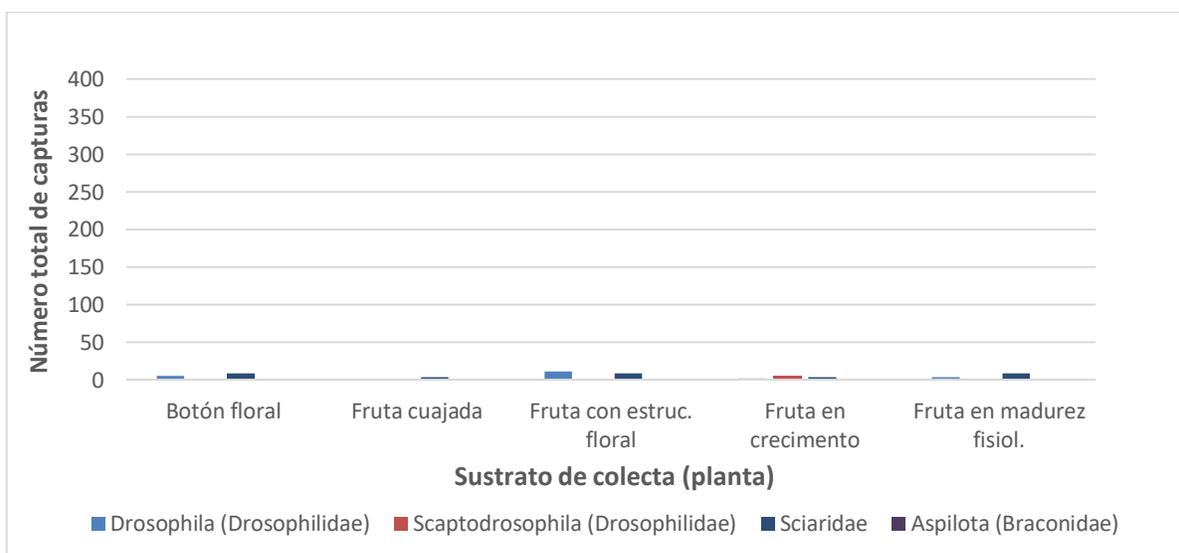


Figura 12. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el quinto muestreo

Para el sexto y último muestreo a nivel de planta los promedios de capturas no superaron 10% (figura 13).

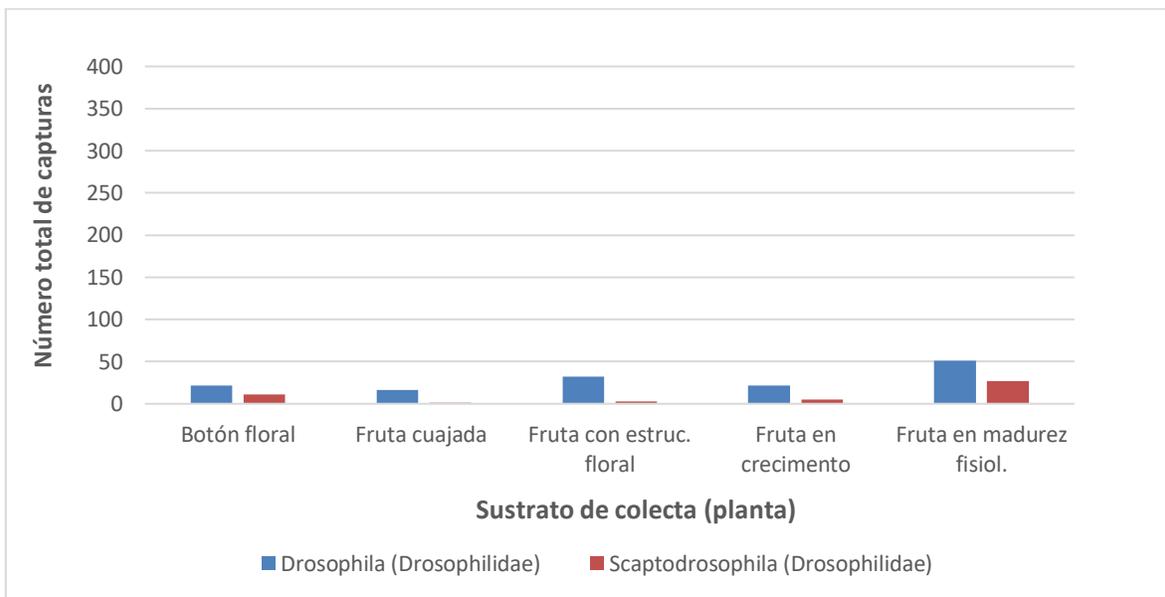


Figura 13. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta para el sexto muestreo

En cuanto a nivel de suelo para los muestreos 4 y 5 el comportamiento en cuanto a emergencia de especímenes fue muy similar a los muestreos en planta ejecutados en la misma fecha (figuras 14 y 15).

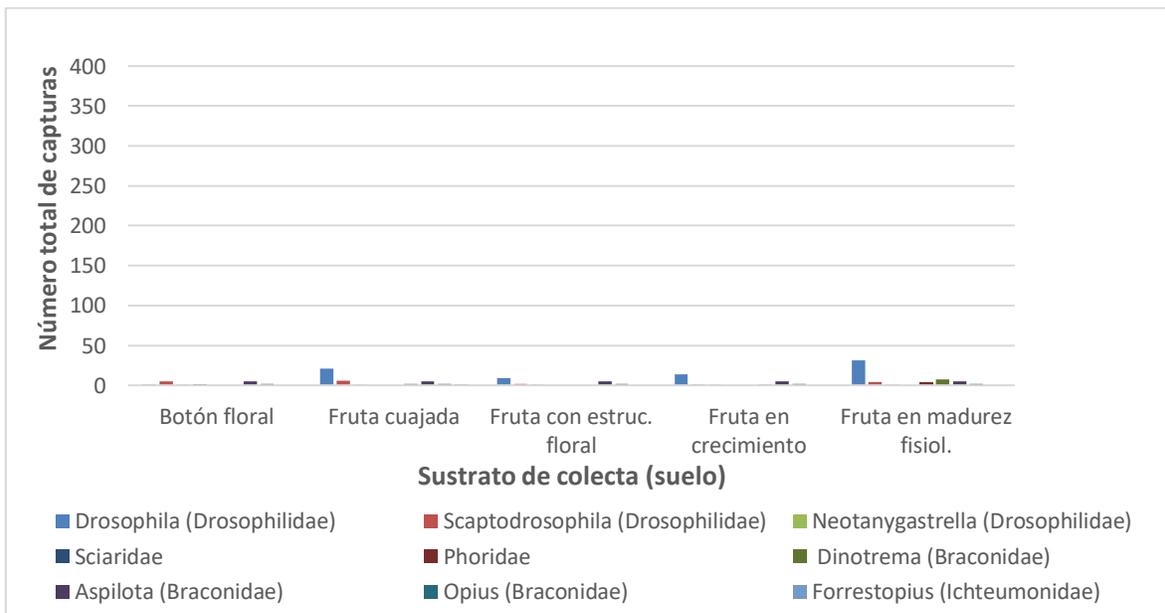


Figura 14. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo para el cuarto muestreo

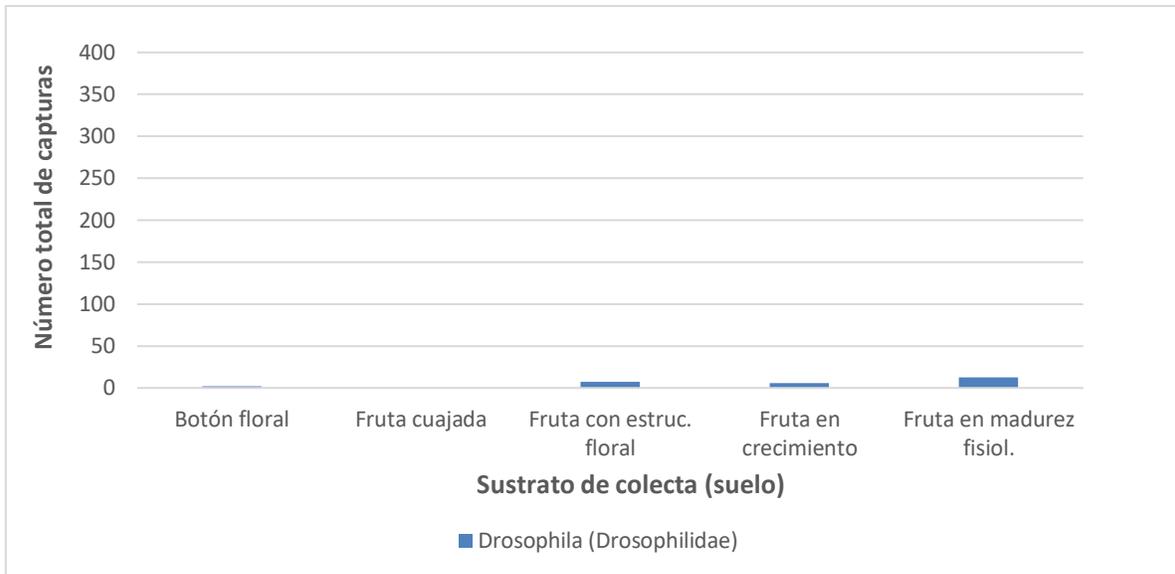


Figura 15. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo para el quinto muestreo.

Para el sexto muestreo el comportamiento de emergencia de especímenes fue menor, sin embargo, se evidencio una mayor emergencia de Drosophilidae en fruta madura (figura 16).

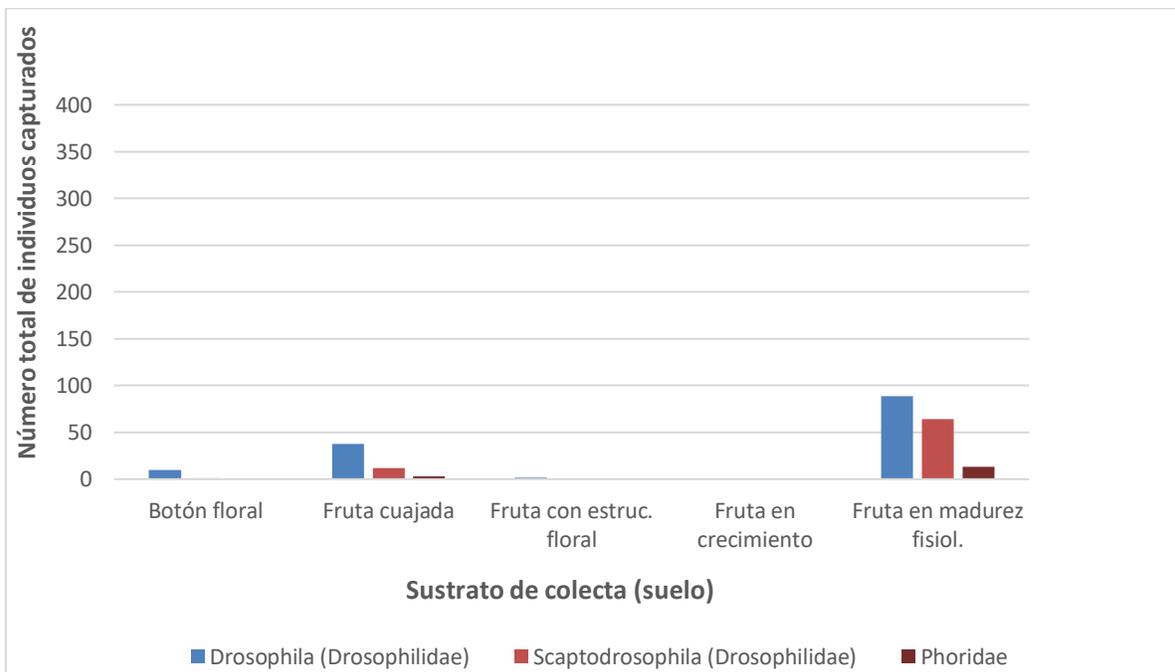


Figura 16. Captura promedio de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo para el sexto muestreo

Según los resultados obtenidos se tomó en cuenta los parámetros de precipitación, temperatura y humedad relativa de los meses en estudio como medida comparativa para el comportamiento observado (figura 17,18 y 19).

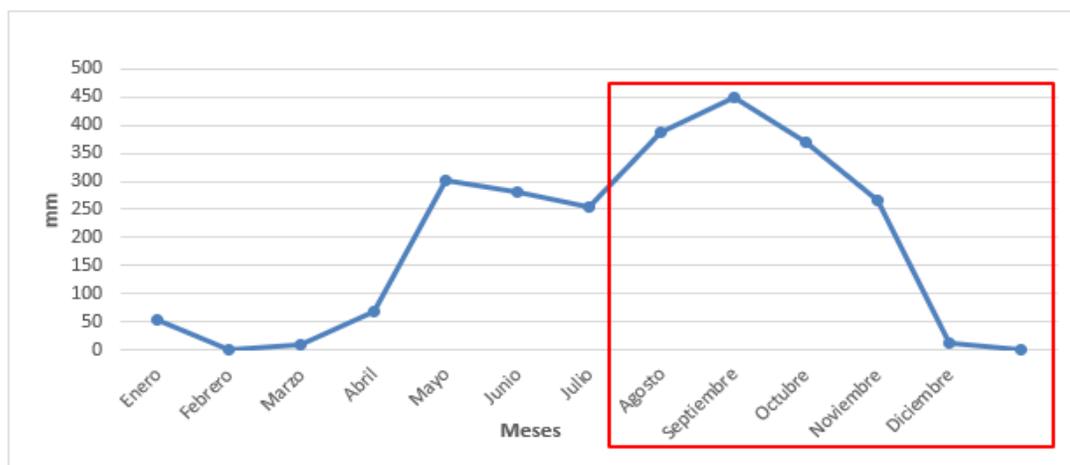


Figura 17. Lluvia acumulada (mm), estación meteorológica León Cortés, año 2020

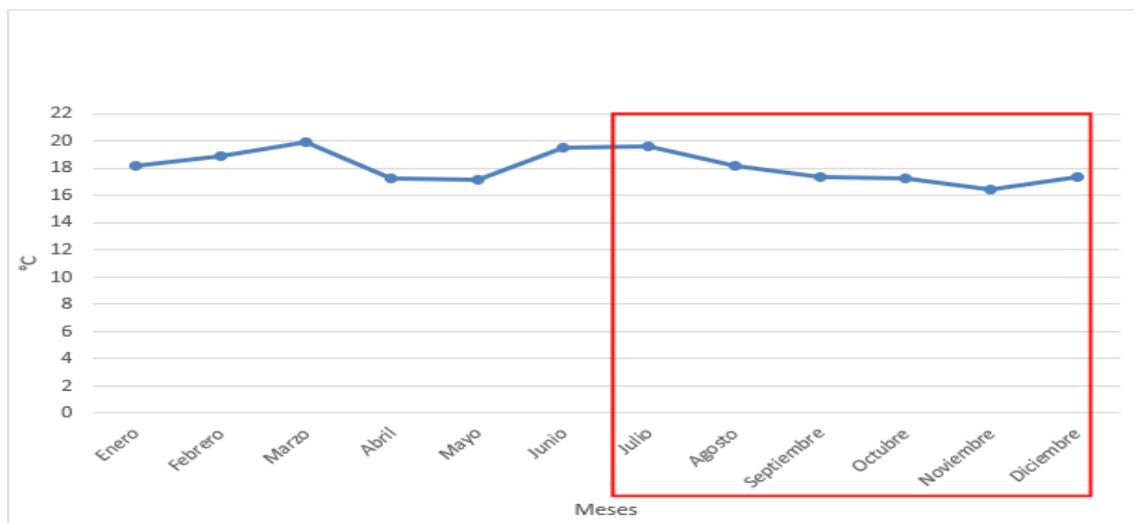


Figura 18. Temperatura acumulada (°C), estación meteorológica León Cortés, año 2020

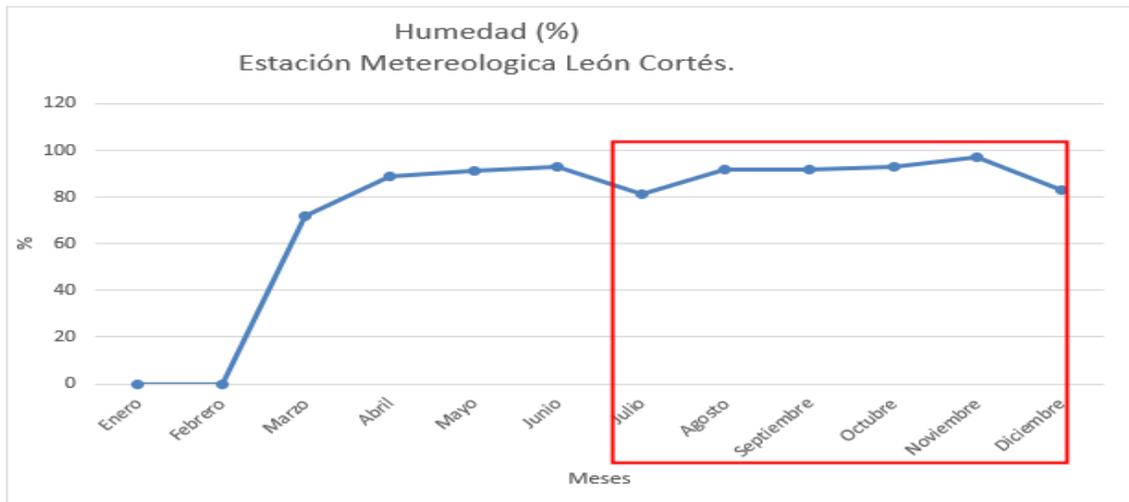


Figura 19. Humedad acumulada (%), estación meteorológica León Cortés, año 2020

5.2. Estimación de la incidencia de moscas en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) mediante dos métodos de muestreo (directo e indirecto)

Durante el estudio se logró determinar una alta incidencia de moscas de la familia Drosophilidae presentes en el cultivo de granadilla y de otros dípteros interactuando en el medio (figuras 20, 21 y 22).

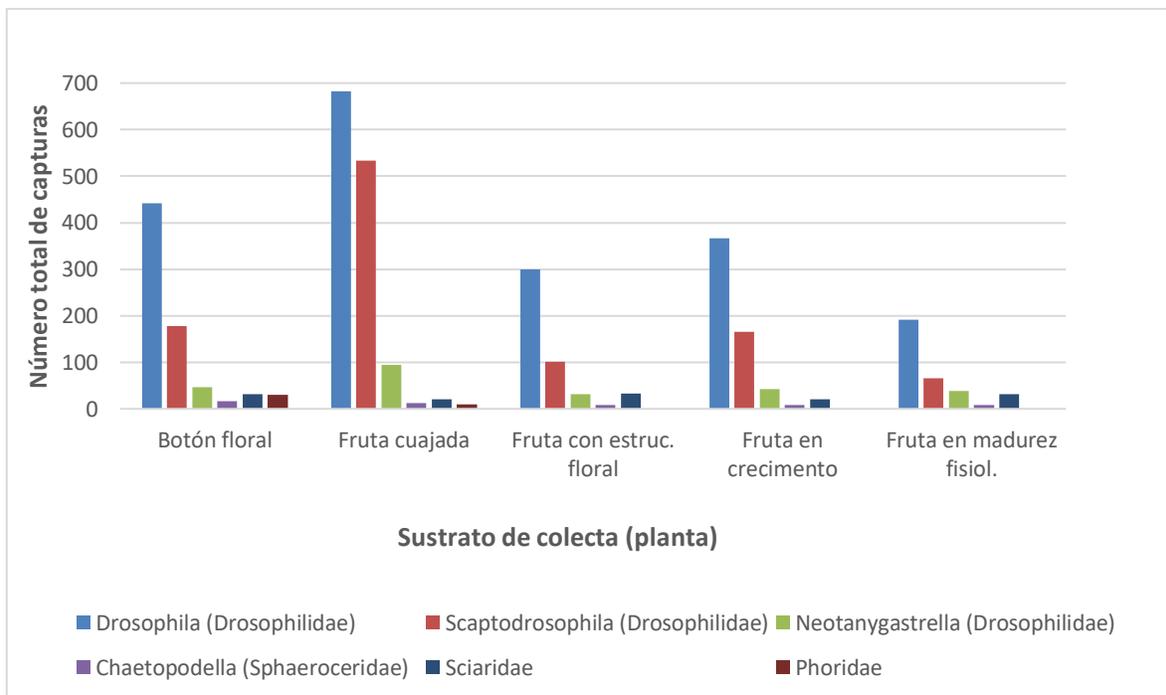


Figura 20. Total general de capturas de especímenes según sustrato de colecta a nivel de planta

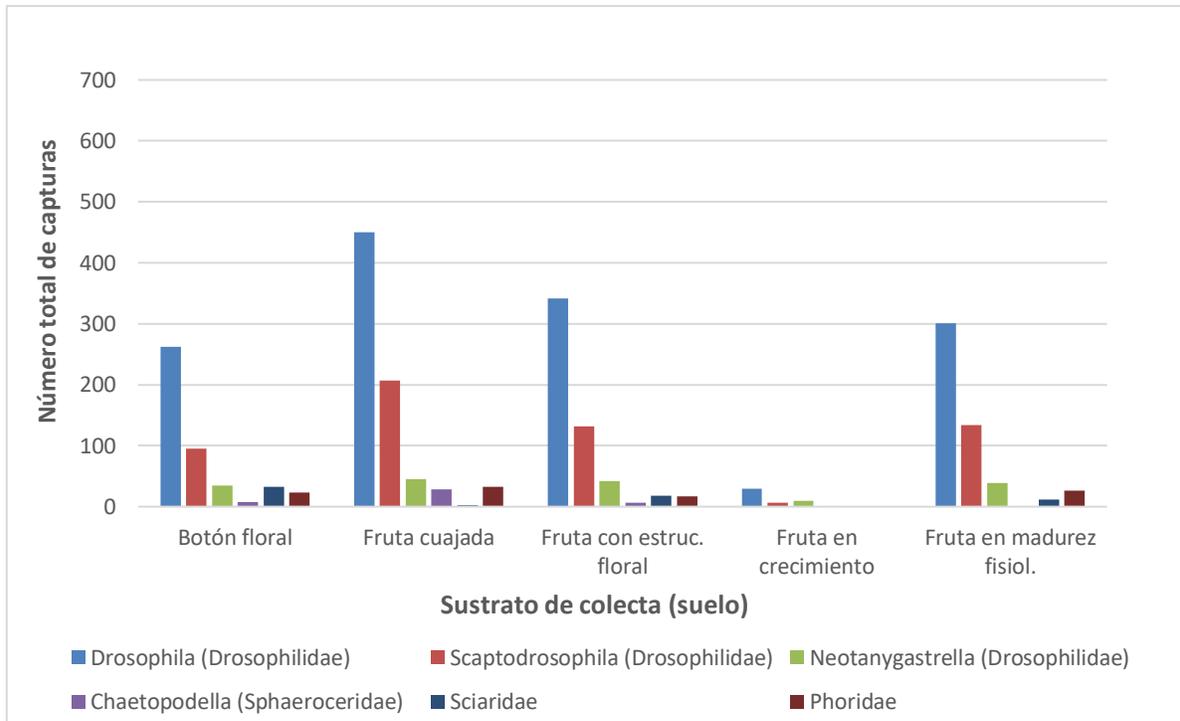


Figura 21. Total general de capturas de especímenes según sustrato de colecta a nivel de suelo

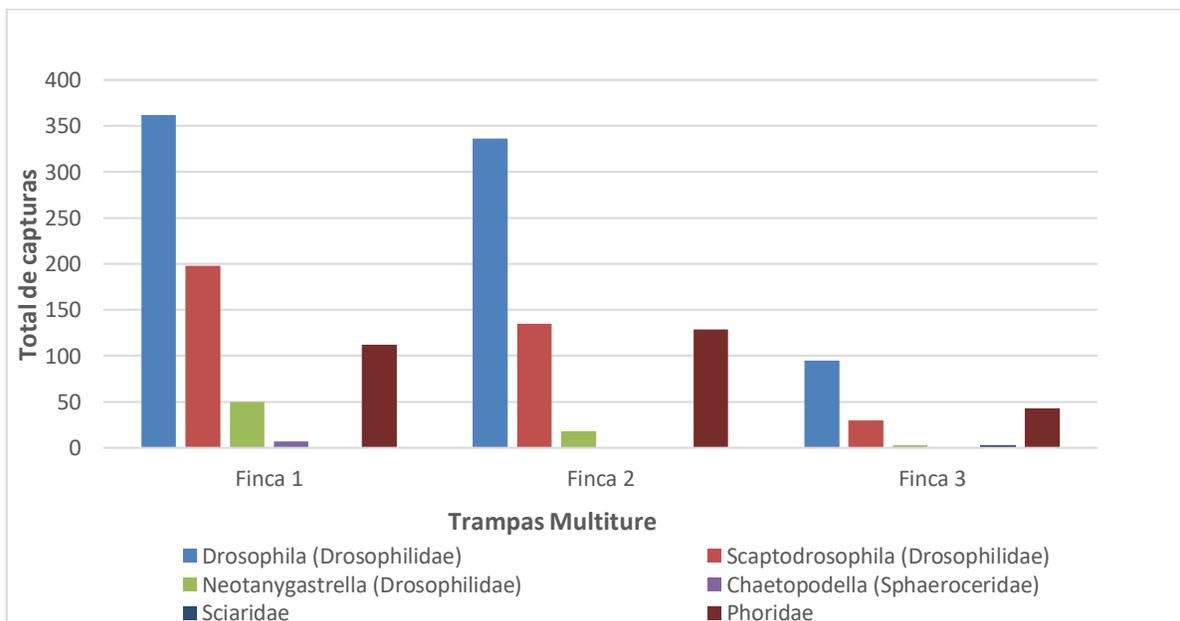


Figura 22. Total de capturas de especímenes en trampas tipo Multilure por finca muestreada

5.3. Efectividad del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* liberado para el manejo de las moscas

En los muestreos realizados no se pudo evidenciar la efectividad del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* liberado para el manejo de las moscas presentes en el cultivo, debido a que no se logró identificar dicho parasitoide. Sin embargo, se evidenció la presencia de otros parasitoides naturales presentes en el área de estudio, los cuales se pueden relacionar con los dípteros encontrados durante la evaluación. Para dicho caso, se observó una mayor incidencia de parasitoides de la familia Braconidae, en una mayor proporción de individuos del género *Dinotrema*, tanto en sustratos de colecta a nivel de planta como de suelo (figuras 23 y 24).

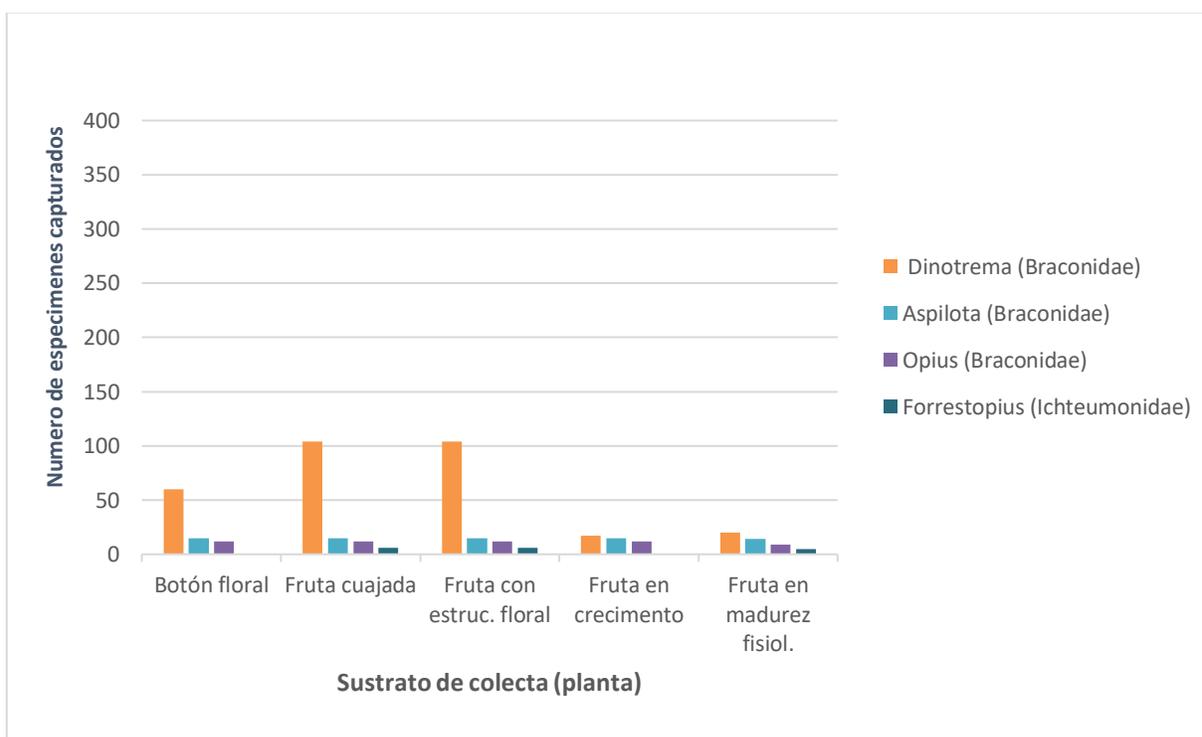


Figura 23. Total general de capturas de parasitoides según sustrato de colecta a nivel de planta

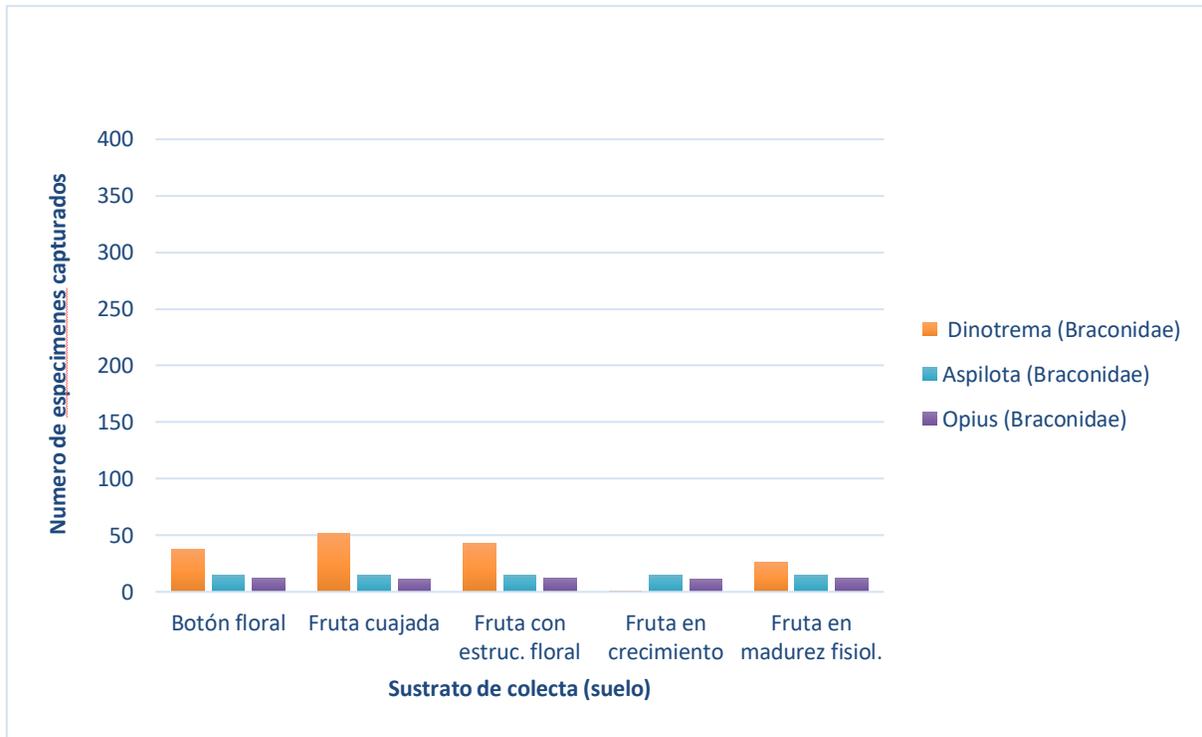


Figura 24. Total general de capturas de parasitoides según sustrato de colecta a nivel de suelo

VI. Discusión

6.1. Clasificación taxonómica a nivel de género de las moscas y de sus parasitoides asociados a la flor y fruto de granadilla

Durante las seis semanas de muestreo, se lograron encontrar dípteros de la familia Drosophilidae, en una mayor proporción de los géneros *Scaptodrosophila*, *Drosophila* y *Neotanygastrella*.

Markow y O’Grady (2006) y Paula et al., (2014) caracterizan a Drosophilidae como una amplia familia de dípteros distribuida por todo el mundo y a modo general, por su comportamiento alimentario y ciclo de vida, este grupo de moscas son organismos descomponedores de materia orgánica. Por otra parte, Bock y Parsons (1978) establecieron hábitos de alimentación y sitios de reproducción para los individuos del género *Scaptodrosophila*, incluyendo savia de árboles, hongos, frutas, flores y hojarasca. A nivel taxonómico las especies de *Scaptodrosophila* se caracterizan por poseer un par de setas prescutelares, una seta propleural y tres setas esternopleurales subiguales grandes (figura 25).



Figura 25. Especímen de *Scaptodrosophila*

En cuanto a *Neotanygastrella* son moscas diurnas de hábitos característicos a la familia Drosophilidae o mosca del vinagre. A modo general, estos especímenes se encontraron en la parte vegetativa botón floral y fruta cuajada.

Sin embargo, no se logró evidenciar la presencia de la mosca del botón floral (*Dasiops* sp.) en el área de estudio por lo cual no se pudo determinar la especie de esta ni parasitoides asociados. Este comportamiento se debió a las condiciones climáticas presentes para los meses de octubre y noviembre en los que se realizó el estudio; en donde se manifestó promedios de lluvia, temperatura y humedad relativa muy marcados (figuras 17, 18 y 19). Al respecto Galarza (2016) obtuvo una correlación significativa de 0,90 entre la incidencia de *Dasiops* sp. en botones florales con el promedio de humedad relativa, y una correlación no significativa para las correlaciones de incidencia-temperatura e incidencia-precipitación.

En investigaciones realizadas por Carrero (2013) se evidencia que la precipitación muestra una incidencia en el patrón de la actividad de los adultos de *Dasiops*, en donde se registró una menor abundancia de adultos capturados en periodos de alta precipitación, esto probablemente está relacionado a la dificultad en el desplazamiento, búsqueda y realización de eventos de oviposición. Por otra parte, Galarza (2016) evidenció una relación positiva entre la temperatura ambiental y el apareamiento, en donde las hembras se aparean más frecuentemente a temperaturas altas.

En cuanto a insectos parasitoides se encontraron interactuando en el hábitat especímenes de la familia Braconidae e Ichneumonidae, dos familias muy distintivas entre el conjunto de himenópteros por su papel de avispas parasitoides. En estudios realizados por Shaw y Huddleston (1991) y Quicke (1997) se ha evidenciado el parasitismo de Braconidae en individuos de familias de dípteros, coleópteros, lepidópteros e himenópteros.

La gran diversidad y las numerosas estrategias de parasitismo hacen de la familia Braconidae un grupo dominante en la regulación de especies (Gaston, LaSalle y Gauld, 1991); por este motivo se centra en la eficiencia para el control biológico de insectos plaga (Wharton 1993; LaSalle y Gauld 1993). Además, el gran potencial como indicador de riqueza y estabilidad de ecosistemas naturales e intervenidos (Gauld y Bolton, 1988 y Shaw y Huddleston, 1991).

Por otra parte, la familia Ichneumonidae parasita principalmente larvas y pupas de insectos holometábolos. Su presencia en la mayoría de los hábitats y sus hábitos parasitoides los convierte en elementos importantes en los ecosistemas al mantener su balance natural y también son importantes en el control biológico de plagas (Matthews, 1974). Así mismo, pueden ser considerados como bioindicadores ya que representan la diversidad de los hospederos que atacan (Sharkey, 2007).

6.2. Estimación de la incidencia de moscas en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) mediante dos métodos de muestreo (directo e indirecto)

Tal y como se determinó en el objetivo “Clasificación taxonómica a nivel de género de las moscas y de sus parasitoides asociados a la flor y fruto de granadilla” el comportamiento en cuanto a capturas en el hábitat planta y suelo, en cada uno de los sustratos de colecta se repite en el presente objetivo. Predominando capturas de especímenes de la familia Drosophilidae y en mayor proporción el género *Drosophila* en el sustrato de colecta “fruta cuajada”.

De acuerdo con Duda (1925) y Grimaldi (1990) los adultos pululan alrededor de frutos, legumbres, flores y hongos en descomposición; en este medio cortejan, se aparean y ovopositan. Además, las larvas cuentan con una diversidad de hábitos que van desde la

alimentación de hojas y otros materiales húmedos del suelo, con gran afinidad a las flores vivas o muertas.

A este caso se le atenúa que la mayor captura se realizará en el sustrato de fruta cuajada, por ser el estado fenológico siguiente a la floración.

Los miembros del género *Neotanygastrella* y *Scaptodrosophila* presentan hábitos alimenticios muy similares; por lo general se alimentan de savia fresca o corteza en descomposición, hongos, frutas, flores y hojarasca. Por lo que estos individuos se pudieron identificar en casi todos los sustratos de colecta, pero nuevamente más en fruta cuajada.

A nivel de muestras recolectadas en trampa Multilure, el patrón se sigue repitiendo, Drosophilidae predominó nuevamente en las capturas. Atinando a los hábitos alimenticios de estos especímenes se atribuye su comportamiento, debido a que cada trampa contenía como cebo proteína hidrolizada la cual emite un olor a fruta madura.

En cuanto a parasitoides se evidencia en una mayor proporción de Braconidae, género *Dinotrema*. Estos individuos pueden poner huevos en el interior o fuera del cuerpo del huésped, típicamente en hábitats húmedos y en descomposición (Yu et al., 2012).

Además, en las colectas realizadas en trampa se evidencio la presencia de la familia Phoridae. Estos insectos se conocen como “moscas jorobadas”, son de tamaño pequeño (1 a 8 mm) y muy comunes en gran variedad de hábitats y climas (Cook y Mostovski, 2002).

En investigaciones realizadas por Richards y Davies (1977), determinaron que los phoridos son atraídos por materia orgánica en descomposición y algunos de estos individuos presentan interesantes comportamientos como parasitoides y depredadores relacionados con abejas y hormigas.

6.3. Efectividad del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* para el manejo de las moscas

Diachasmimorpha longicaudata es un parasitoide muy utilizado en el manejo de moscas de la fruta, principalmente dípteros de la familia Tephritidae (Yu et al., 2012). Sin embargo, para fin de esta investigación no se identificaron dentro del área de estudio antes ni después de su liberación.

Por lo contrario, se logró identificar otros parasitoides de las familias Braconidae e Ichneumonidae. En mayor proporción el género *Dinotrema* a nivel de planta como a nivel

de suelo en los mismos sustratos de colecta (botón floral, fruta cuajada y fruta con estructura floral) en donde también se evidenció la mayor captura de dípteros Drosophilidae. Yu et al., (2012) establece hábitas húmedos y materia vegetal en descomposición para estos especímenes, factores que a nivel de estudio favorecieron el establecimiento de los mismo.

VII. Conclusiones

1. Se identificaron géneros de Drosophilidae (*Drosophila*, *Scaptodrosophila* y *Netanygastrella*) y de Braconidae (*Dinotrema* y *Aspilota*) predominantes en las colectas de material vegetal en las fincas muestreadas.
2. La estimación de la incidencia de moscas mediante los métodos de muestreo utilizados logró determinar una gran la diversidad de dípteros dentro del área en estudio durante el periodo de muestreo.
3. La presencia del parasitoide *D. longicaudata* no fue evidente en los cultivos de granadilla, por lo que no se pudo determinar la efectividad del parasitoide en el manejo de las moscas.
4. Se logró evidenciar una amplia variedad de parasitoides naturales interactuando en el área de estudio, por lo cual se pueden considerar endémicos de la zona.

VIII. Recomendaciones

1. Ampliar el periodo de muestreo, como estrategia para evidenciar la interacción de más dípteros de importancia agronómica dentro de la zona, tomando en cuenta las dos épocas estacionales.
2. Durante la evaluación se observó que varios de los recipientes de trampa donde se disponen los atrayentes se llenaron de agua debido a las precipitaciones, dadas durante el tiempo de evaluación, es importante mantener un monitoreo de las trampas y realizar remplazos si es necesario.
3. Para próximos trabajos establecer una correlación climática con respecto a las capturas realizadas.

4. Poner atención a potenciales plagas secundarias que puedan surgir y ocupar nichos ecológicos dejados por *Dasiops*, en caso de que se haya dado un desplazamiento por la implementación y acción del parasitoide.
5. Implementar y fortalecer las prácticas culturales de manejo para evitar los efectos nocivos de moscas en plantaciones de granadilla en las zonas con mayor tradición de producción.
6. Promover áreas de arvenses (parches, bordes de fincas) y bosques nativos que sirvan de refugio y fuente de alimentación para parasitoides y enemigos naturales de plagas relacionadas a los cultivos.

IX. Referencias bibliográficas

- Aluja, M., Guillen, J., Liedo, P. Cabrera, M., Rios, E., De La Rosa, G., Celedonio, H & Mota, D. (1990). Fruit infesting tephritids (Diptera: Tephritidae) and associated parasitoids in Chiapas, México. *Entomophaga*, 35 (1), 39-48
- Aluja, M. (1993). *Manejo integrado de la mosca de la fruta*. MX. Editorial Trillas.
- Angulo, R. (2003). *Frutales exóticos de clima frío*. Bogotá, CO.
- Asociación Regional de Exportadores Lambayeque. (2014). *Perfil comercial de la granadilla*. Perú: Sierra exportadora.
- Baranowski, R., Glenn, H., y Silvinski, J. (1993). Biological control of the caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, 76 (2), 245-251
- Bernal, N., Ocampo, J., y Hernández, J. (2014). Characterization and analysis of the genetic variability of sweet passion fruit (*Passiflora ligularis* Juss.) in Colombia using microsatellite markers. *Bras. Fruit., Jaboticabal - SP*, 36 (3), 586-597
- Bock, I.R. y Parsons, P.A. (1978). The subgenus *Scaptodrosophila* (Diptera: Drosophilidae). *Systematic Entomology*, 3, 91–102.
- Carabajal, L. (2010). Immature stages of development in the parasitoid wasp, *Diachasmimorpha longicaudata*. *Journal of Insect Science*, 10 (56), 1-13
- Carabajal, L. (2011). *Genética y citogenética de la determinación del sexo en*

- Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera, Braconidae) Tesis Doctoral).
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, AR.
- Carrero, D. A. (2013). *Fluctuaciones poblacionales del insecto Dasiops inedulis (Diptera: Lonchaeidae) en cultivos de granadilla en Boyacá, Colombia* (Tesis de Maestría).
Escuela de Postgrado, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, CO.
- Cerdas, M., y Castro, J. (2003). *Manual práctico para la producción, cosecha y manejo granadilla (Passiflora ligularis Juss)*. San José, C.R: Imprenta Nacional.
- Cook, C.E. y Mostovski, M.B. (2002). 16S Mitochondrial sequences associate morphologically dissimilar males and females of the family Phoridae (Diptera). *Biological Journal of the Linnean Society*, 77(2) 267-273.
- Duda, O. (1925) Die costaricanischen Drosophiliden des Ungarischen National-Museums zu Budapest. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, 22, 149–229.
- Flores, D., y Brenes, J. (2004). *Establecimiento, micropropagación y enraizamiento in vitro de granadilla (Passiflora ligularis Juss)*. San José, C.R: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Fischer G. y Miranda D. (2010) Passifloraceae Passifloras Maracuya, granadilla, curuba, gulupa. *Biotecnología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales*, 357-363 p
- Galarza, V. (2016). *Incidencia de la mosca del botón floral (Dasiops inedulis) y el chinche patón (Leptoglossus zonatus) en el cultivo de maracuyá (Passiflora edulis var. Flavicarpa) en la zona de Quevedo* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Gaston, K., Spatial (1993). Patterns In the description and richness of the Hymenoptera. In: Lasalle, J. & I. Gauld (Eds.). *Hymenoptera and biodiversity*. Wallingford: C.A.B. International, 177-293 p
- Gauld, I.D. y Bolton, B. (1988). *The Hymenoptera*. British Museum (Natural History), Oxford University Press. New York. 332 p.

- Gómez, P. (2016). *Análisis de la rentabilidad del cultivo de granadilla (Passiflora ligularis Juss) en el municipio de Larráinzar Chiapas* (Trabajo de grado). División de Ciencias Socioeconómicas, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, MX.
- Grimaldi, D. (1990). The phylogenetic classification of genera in the Drosophilidae (Diptera). *Bulletin of the American Museum of Natural History*.
- Guillén, D., y Sánchez, R. (2007). Expansion of the national fruit fly control programme in Argentina. In: Vreysen M.J.B., Robinson A.S., Hendrichs J. (eds) *Area-Wide Control of Insect Pests*. Springer, Dordrecht
- Hanson, P., y Gauld, I. (2006). *Hymenoptera de la region Neotropical*. San José. C. R.: American Entomological Institute.
- Hernández, L., Castillo, F., Ocampo, J., y Wyckhuys, K. (2011). *Guía de identificación de plagas y enfermedades para el maracuyá, la granadilla y la gulupa*. Bogotá, CO: Imageprinting Ltda.
- Hernández, M. (2016). Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss): cultivo emergente en el Estado de Chiapas (Trabajo de grado). División de Agronomía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, MX.
- INDER (Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica). (2016). *Plan de desarrollo rural territorial de Los Santos 2016-2021*. San José, C.R: Imprenta Nacional.
- Jiménez, P. (2014). *Liberan parasitoides en el cultivo de granadilla para control de mosca de la fruta*. San José, C.R: Servicio Fitosanitario del Estado.
- Jirón, L., y Mexzon, R. (1989). Parasitoid hymenopterans of Costa Rica: geographical distribution of the species associated with fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Entomophaga*, 34 (1), 53-60.
- Korytkoioski, C., y Ojeda, D. (1971). Revisión de las especies de la familia Lonchaeidae en el Perú (Diptera: Acalyptratae). *Revista Peruana de Entomología*, 14, 87-116.

- Lasalle, J. & Gauld, I. (1993). Hymenoptera and biodiversity. Wallingford, C.A.B. International, 348 P.
- López, M., Aluja, M., y Silvinski, J. (1999). Hymenopterous larval-pupal and pupal parasitoids of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in México. *Biological Control*, 15, 119-129.
- Markow, T. y O'Grady, P. (2006). *Drosophila* biology in the genomic age. *Genetics*. 177, 1269-1276.
- Matthews, R. W. (1974). Biology of Braconidae. *Annual Review of Entomology* 19, 15-32.
- Mannino, M. (2016). Desarrollo de herramientas moleculares para la evaluación de la calidad genética y productividad en la cría artificial de *Diachasmimorpha longicaudata*, agente de control biológico de moscas plaga de los frutos (Tesis Doctoral). Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de la Plata, La Plata, AR.
- Melgarejo, L. M. (2015). *Granadilla (Passiflora ligularis Juss): Caracterización ecofisiológica del cultivo*. Bogotá D.C. CO: Universidad Nacional de Colombia.
- Morales, A. (2015). *Fluctuación poblacional de moscas de la fruta y niveles de parasitismo en dos zonas marginales del estado de Michoacán, una de ellas con liberación del parasitoide Diachasmimorpha longicaudata (Ashmead)* (Tesis de Maestría). Escuela de Postgrados, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, MX.
- Obregón, L. (2017). *Análisis situacional de la mosca de la fruta (Ceratitis capitata) y el complejo Anastrepha spp. en Socco y Amoca - Aymaraes*. (Tesis de Licenciatura). Escuela Profesional de Agronomía, Universidad Tecnológica de Los Andes, Abancay, PE.
- Padilla, M. (2015). Evalúan parasitoides para el control de la mosca del botón floral en granadilla. *Actualidad Fitosanitaria*, 70, 4.
- Paula, M.A., López, P. y Tidon, R. (2014). First record of *Drosophila suzukii* in the Brazillian Savanna. *Drosophila Information Service*, 97, 113-115.

- Perea, M., Fischer, G., y Miranda, D. (2010). *Passifloraceae Passifloras: Maracuyá, Ganadilla, Curuba y Gulupa*. CO.
- Quicke, O. L. J. (1988). The higher classification, zoogeography and biology of the Braconinae. Pp. 117-138. In: Gupta, V. K. (Ed.). *Advances In Parasitic Hymenoptera Research*. E.J. Brill Publishing Co., Amsterdam.
- Quintero, E., y López, I. (2012). Integrated pest management as a strategy to control the passionfruit flower-bud fly, *Dasiops inedulis* Steyskal (Diptera: Lonchaeidae). *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13, 31-40.
- Restrepo, J. C., Sánchez, R., Gallego, J. F., y Beltrán, T. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis)*. Bogotá D.C. CO: Línea agrícola.
- Richards. O.W. y Davies, R.G. (1977) *Imms' general textbook of entomology*. Tenth Edition. London: Chapman and Hall.
- Rivera, B., Miranda, D., Avila, L. A., y Nieto, A. (2002). *Manejo integral del cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis Juss)*. CO: Litoas.
- Santamaría, M., Castro, Á., Ebratt, E., y Margarita, H. (2014). Characterization of damage of the genus *Dasiops* flies (Diptera: Lonchaeidae) from cultivated *Passiflora* spp. (Passifloraceae) in Colombia. *Facultad Nacional Agraria de Medellín*, 67 (26), 7151-7162.
- SEPSA (2019). *Área y producción de las principales actividades frutícolas en el país, 2012-2018*. Recuperado de: www.infoagro.org.cr
- Sharkey, M. J. (2007). Phylogeny and classification of Hymenoptera. *Zootaxa* 1668, 521-548.
- Shaw, M. R. y Huddleston, T. (1991). Classification and biology of braconid wasps (Hymenoptera: Braconidae). *Handbooks for the identification of British insects*, Part 11. Royal Entomological Society of London, London, England, (7) 126p.
- Vargas, R., Stark, J., Uchida, G., y Purcell, M. (1993). Opiinae parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) on Kauai Island, Hawaii: Island wide Relative Abundance and parasitism rates in wild and orchard guava

habitats. *Environmental Entomology*, 22 (1), 246-253.

Wharton, R. A. (1993). Bionomics of the Braconidae. *Annual Review of Entomology*, 38, 121-143.

Yu, D. S., Achterberg, C. y K, Horstmann. (2012). World Ichneumonoidea 2011. Taxonomy, biology, morphology, and distribution. Taxapad. Canadá.

X. Anexos

Anexo 1. Protocolo para el cambio de atrayente de trampas tipo Multilure

1. Se baja cuidadosamente la trampa.
2. Se retira la tapa de la trampa y vacía el contenido a un recipiente con un embudo y colador, esto nos permite separar los especímenes capturados.
3. Los especímenes colectados se colocarán en un frasco que contiene alcohol al 70% para su conservación y traslado al laboratorio para su posterior identificación.
4. Se rotula el frasco de las muestras anotando el número de la trampa a la que corresponde y la fecha de servicio.
5. Luego se limpia la trampa con agua y franela por dentro y por fuera.
6. Se vuelve a recebar la trampa con 250 ml de solución atrayente alimenticio.
7. Se tapa correctamente la trampa para ponerla en su sitio nuevamente.

Anexo 2. Dípteros identificados en los muestreos



Drosophila sp.
F. Drosophilidae



Scaptodrosophila sp.
F. Drosophilidae



Netanygastrella sp.
F. Drosophilidae

Anexo 3. Himenópteros identificados en los muestreos



Aspilota sp.
F. Braconidae



Dinotrema sp.
F. Braconidae



Forrestopius sp.
F. Ichneumonidae

Colaboración: Dr. Manuel Solís