

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL**



**Informe final de la Pasantía de práctica profesional sobre:**

**“Realización de pruebas de control de calidad en cría y reproducción masiva de mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) hospedero de parasitoides de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) y *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) en el Ministerio de Agricultura y Ganadería”.**

**POR**  
**ILIANA RAQUEL HENRIQUEZ VÁSQUEZ**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**  
**INGENIERA AGRÓNOMO**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE 2025**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL**



**Informe final de la Pasantía de práctica profesional sobre:**

**“Realización de pruebas de control de calidad en cría y reproducción masiva de mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) hospedero de parasitoides de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) y *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) en el Ministerio de Agricultura y Ganadería”.**

**POR**  
**ILIANA RAQUEL HENRIQUEZ VÁSQUEZ**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**  
**INGENIERA AGRÓNOMO**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE 2025**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

**ING. M. SC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

**SECRETARIO GENERAL**

**LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO**

**ING. MAECE. NELSON BERNABÉ GRANADOS ALVARADO**

**SECRETARIO**

**ING. M. SC. EDGAR GEOVANY REYES MELARA**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL**

---

**ING. M. SC. EFRAÍN ANTONIO RODRÍGUEZ URRUTIA**

**ASESOR INTERNO**

---

**ING. M. SC. EFRAÍN ANTONIO RODRÍGUEZ URRUTIA**

**ASESORA EXTERNA**

---

**ING. MARÍA ISABEL MORALES SILVESTRE**

**COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL DEPARTAMENTO**

---

**LICDA. M. SC. CRUZ GILMA ORTIZ DE ALARCÓN**

## RESUMEN

La pasantía de práctica profesional se realizó en las Plantas de Cría y Reproducción de *Pachycrepoideus vindemmiae* y *Diachasmimorpha longicaudata*, que son parasitoides de la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*), ubicadas en el Centro Agropecuario El Matazano del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el cantón El Matazano, Soyapango, departamento de San Salvador Centro.

El objetivo fue evaluar la calidad biológica de la cría y reproducción masiva de la mosca de la fruta, mediante la implementación de pruebas de control de calidad y la determinación del porcentaje de parasitismo por *Diachasmimorpha longicaudata* y *Pachycrepoideus vindemmiae*.

Como resultado se conoció el sistema de cría y reproducción de los parasitoides, los cuales desempeñan un papel clave como agentes de control biológico. *D. longicaudata* es un endoparásitoide larval solitario y koinobionte utilizado en programas de control en México, se caracteriza por su alta competitividad y capacidad de parasitismo en condiciones de laboratorio y campo. *P. vindemmiae* es un ectoparásitoide pupal solitario e idiobionte, producido comercialmente en Colombia.

La implementación de pruebas de control de calidad es fundamental para asegurar que las pupas de *C. capitata* y de los parasitoides emergidos cumplan con los estándares requeridos para programas de control biológico.

Las pruebas de control de calidad que se realizaron en *Ceratitis capitata* fueron: eclosión de huevecillo, porcentaje de emergencia en pupa fértil, peso de pupa fértil y, porcentaje de hembras y machos; y en los parasitoides: prueba de emergencia y eclosión de hembras y machos de pupa parasitada, emergencia en pupa parasitada y porcentaje de hembras y machos.

## DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la sabiduría para lograr esta meta en mi vida, ser quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, el que en todo momento está conmigo ayudándome y tiene el destino de mi vida en sus manos.

A mi abuela, Ana Lydia Vásquez (QEPD), por su amor incondicional y por el esfuerzo que hizo para llevarme hasta este momento con disciplina, respeto y honestidad, este logro fue gracias a ella, cumpliendo la promesa que le hice.

A mis padres, Isabel Vásquez y Manuel Henríquez, por nunca dejarme sola y brindarme el apoyo incondicional a lo largo de mi vida, por ser un ejemplo a seguir porque con esfuerzo y sacrificio pudieron sacarme adelante y motivaron a seguir avanzando.

A mi familia, mi hermano Daniel Henríquez, su esposa Rocio de Henríquez y mi sobrina Emely Henríquez, por apoyarme y motivarme a seguir adelante, por ser un ejemplo a seguir y estar presente en mi vida en todo momento.

A mi mejor amigo Manuel Acevedo, por apoyarme, motivarme y sacarme una sonrisa siempre, por no dejarme y avanzar juntos, porque está presente en cada proceso de mi vida.

A mi pareja, Fernando Sarceño, por ayudarme y estar en mis noches de desvelo, por cuidar de mí y motivarme a seguir, por brindarme tu mano cuando más he necesitado y por tu amor infinito, por ser ese ejemplo positivo en mi vida.

A mis asesores, Ing. M. Sc. Efraín Rodríguez Urrutia e Ing. María Isabel Morales, por la paciencia y el apoyo incondicional tanto en la elaboración de mi investigación como en la realización de las pruebas e informes.

## AGRADECIMIENTOS

Doy las gracias primeramente a Dios por su misericordia y por su amor infinito, gracias a él es que estoy dando este gran paso, fue quien me guio hacia el camino correcto dándome fuerzas para salir adelante y seguir luchando, es quien no me desampara y me acompaña día a día.

Agradezco el apoyo, amor y confianza brindado por parte de mi familia, gracias a ellos por nunca dejarme y siempre estar conmigo en cualquier situación, me enseñaron a nunca rendirme y que si uno cae una vez se puede volver a levantar, a luchar por los sueños y metas que uno se propone, que nada es regalado en la vida si no que hay que luchar para obtener lo que uno desea con perseverancia y transparencia. Los amo.

A mi mejor amigo, hermano Manu, gracias por el tiempo vivido y por el apoyo que me has brindado desde el día uno, por creer en mí siempre y estar presente en cada uno de mis días, por la paciencia y regaños que me han ayudado para llegar hasta donde estoy, gracias gordito.

A mi pareja Fernando Sarceño, gracias por brindarme tu apoyo y amor, por darme ánimo y sacarme sonrisas cuando todo se venía abajo, esa confianza que nunca has perdido en mí, gracias por llegar a mi vida y enseñarme que todo se puede no importa el tiempo en que se tarde siempre se logrará con amor y esfuerzo, gracias por enseñarme y hacerme ver un mundo diferente.

Gracias por las enseñanzas vividas y los conocimientos impartidos por parte del equipo de trabajo del MAG: Ing. María Isabel Morales Silvestre, Ing. Ivannia Menjívar, Neftalí Deras y Armando Pérez, infinitas gracias por la paciencia y ese apoyo que me brindaron a lo largo de este tiempo.

Gracias a la Universidad de El Salvador, específicamente a la Facultad de Ciencias Agronómicas, por llevarme a conocer a tantas personas que marcaron mi vida de una gran manera conociendo ahí a mis amigos incondicionales y catedráticos que tienen mi respeto de por vida. Gracias por tantos años y por formarme académicamente como profesional.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	vii
1 INTRODUCCIÓN .....	1
2 OBJETIVOS .....	2
2.1 Objetivo general .....	2
2.2 Objetivos específicos .....	2
3 INFORMACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA.....	3
3.1 Datos generales .....	3
3.2 Antecedentes de la institución .....	3
3.3 Recursos de la institución .....	4
3.3.1 Instalaciones y equipos.....	4
3.3.2 Recursos humanos.....	8
3.4 Actividades de la institución .....	8
3.4.1 Producción principal y otras .....	8
3.4.2 Situación administrativa .....	9
3.4.3 Generales de comercialización .....	10
4 ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICAS.....	12
5 MARCO TEÓRICO .....	12
5.1 Control biológico.....	12
5.2 Mosca de la fruta .....	13
5.3 Parasitoide <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> .....	17
5.4 Parasitoide <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .....	18
5.5 Pruebas de calidad en la reproducción de parasitoides.....	19
5.6 Alimento de la Mosca de la fruta .....	20
6 METODOLOGÍA.....	21
6.1 Descripción del área de estudio .....	21
6.2 Fase de laboratorio .....	21

7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
7.1	Pruebas de control de calidad en mosca de la fruta .....	28
7.1.1	Eclosión de huevecillos.....	28
7.1.2	Peso de 100 pupas en gramos.....	30
7.1.3	Pupa en medida volumétrica (Número de pupas por litro) .....	33
7.1.4	Porcentaje de emergencia de mosca de la fruta .....	35
7.1.5	Cantidad de hembras y machos en estado adulto de mosca de la fruta .....	37
7.1.6	Porcentaje entre hembras y machos de mosca de la fruta .....	37
7.2	Pruebas de control de calidad del parasitoide <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .....	38
7.2.1	Estado larvario .....	39
7.2.2	Parasitismo de larva de <i>Ceratitis capitata</i> por el parasitoide <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .....	40
7.2.3	Emergencia total y porcentaje de hembras y machos del parasitoide .....	41
7.3	Porcentaje de parasitismo del parasitoide <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> .....	42
7.3.1	Emergencia del parasitoide <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> .....	44
7.3.2	Cantidad de hembras y machos del parasitoide <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> ...	45
7.3.3	Porcentaje de hembras y machos del parasitoide <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i>	45
7.4	Realización de dieta larvaria .....	46
7.5	Capacitación a técnicos .....	46
7.6	Actualización de registros de procesos en la planta de cría y reproducción de parasitoides.....	47
7.7	Investigación bibliográfica .....	48
8	CONCLUSIONES .....	49
9	RECOMENDACIONES .....	51
10	BIBLIOGRAFÍA .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las plantas de Cría y Reproducción de parasitoides en el MAG (Google s.f). .....	3
Figura 2. Croquis de la planta de cría y reproducción de mosca de la fruta. ....	4
Figura 3. Croquis de la planta de cría y reproducción del parasitoide <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> . ....	5
Figura 4. Croquis de la planta de cría y reproducción del parasitoide <i>Pachycrepoides vindemmiae</i> . ....	5
Figura 5. Producción de parasitoides <i>Pachycrepoides vindemmiae</i> Rondani (Morales 2024a). ....	9
Figura 6. Organigrama del Ministerio de Agricultura y Ganadería. ....	10
Figura 7. Pliego tarifario según Decreto Ejecutivo N° 77 sobre valor de venta de bolsa de parasitoides. ....	11
Figura 8. Tríptico sobre liberación de parasitoide <i>Pachycrepoides vindemmiae</i> . ....	11
Figura 9. Macho y hembra de la Mosca de la fruta ( <i>Ceratitis capitata</i> ). ....	13
Figura 10. Hembra y macho del parasitoide <i>Pachycrepoides vindemmiae</i> . ....	18
Figura 11. Hembra y macho del parasitoide <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> . ....	19
Figura 12. Identificación morfológica de machos y hembras de <i>Ceratitis capitata</i> . ....	22
Figura 13. Recolectando pupa parasitada de <i>Pachycrepoides vindemmiae</i> . ....	22
Figura 14. A) Lavado de jaula de oviposición, B) Elaboración de dieta alimenticia de pie de cría. ....	23
Figura 15. A) Obtención de huevecillo del panel de oviposición, B) Recolección de huevecillos. ....	24
Figura 16. A) Lavado de máquina mezcladora, B) Incorporación de materiales a la mezcladora. ....	25
Figura 17. A) Sembrado de huevecillos en bandejas de dieta, B) Colocación de bandejas con huevecillos sembrados para que pasen al cuarto de iniciación larval. ....	25
Figura 18. A) Volteo y remoción de la dieta para activar la larva y que salga con facilidad, B) jabs listas para que salga la larva y cumpla su ciclo biológico. ....	26
Figura 19. A) Larvas de mosca de la fruta, B) Pupa fértil de mosca de la fruta. ....	27
Figura 20. A) Huevecillos recolectados en probeta, B) Huevecillos fértil observados por estereoscopio, C) Huevecillo observado por microscopio a 4x y 10x para identificar su región micropilar. ....	29
Figura 21. Producción promedio de huevecillos de <i>Ceratitis capitata</i> de mayo a octubre 2024 (ml). ....	29
Figura 22. A) Conteo de 100 pupas fértil de mosca de la fruta en caja Petri. B) peso de 100 pupas fértil. ....	30
Figura 23. Peso final de pupa de mosca de la fruta en 3 repeticiones con 5 muestras (mg). ...	32
Figura 24. A) Llenado de un litro de pupa, B) Pesado del litro de pupa fértil. ....	33

Figura 25. Peso en gramos de un litro de pupa de Mosca de la fruta de mayo a octubre 2024. .....	34
Figura 26. A) Hembra de mosca de la fruta, B) Macho de mosca de la fruta.....	35
Figura 27. A) Separación de hembras y machos de mosca de la fruta, B) Hembra y macho de Ceratitis capitata.....	36
Figura 28. Emergencia total de pupa fértil de Ceratitis capitata entre mayo a octubre 2024.	37
Figura 29. Porcentaje de hembras de Ceratitis capitata entre mayo a octubre 2024. ....	38
Figura 30. Porcentaje de machos de Ceratitis capitata entre mayo a octubre 2024.....	38
Figura 31. A) Larva LIII de Ceratitis capitata observada por estereoscopio Motic a 10x con sus 11 segmentos identificados, 3 en la región torácica y 8 en la región abdominal, B) Cabeza de larva LIII observada por el microscopio a 4x. ....	39
Figura 32. A) Mandíbula (ganchos) de larva LIII observada por estereoscopio Motic a 10x, B) Espiráculo anterior en primer segmento de tórax en larva LIII observada es microscopio Motic a 10x.....	40
Figura 33. A) Disco con larva de mosca de la fruta para exposición en jaula de pie de cría, B) Exposición de larva para ser parasitada, C) Jaula de desarrollo.....	41
Figura 34. A) Identificando hembra y macho del parasitoide Diachamimorpha longicaudata, B) Selección de hembra y macho de D. longicaudata, C) Hembra y macho del parasitoide D. longicaudata. ....	41
Figura 35. Emergencia de hembras y machos de Diachasmimorpha longicaudata en mayo 2024.....	42
Figura 36. A) Exposición de pupa fértil de mosca de la fruta a la jaula de pie de cría del parasitoide, B) Exposición de pupa parasitada en jaula de desarrollo.....	43
Figura 37. A) Identificando hembras y machos del parasitoide Pachycrepoideus vindemmiae por estereoscopio, B) Seleccionando hembras y machos de Pachycrepoideus vindemmiae, C) Hembras y machos del parasitoide Pachycrepoideus vindemmiae. ....	44
Figura 38. Prueba de emergencia de Pachycrepoideus vindemmiae entre mayo a octubre 2024.....	44
Figura 39. Porcentaje de hembras de Pachycrepoideus vindemmiae entre mayo a octubre 2024.....	46
Figura 40. Porcentaje de machos de Pachycrepoideus vindemmiae entre mayo a octubre 2024.....	45
Figura 41. Capacitación a técnicos sobre una correcta manipulación de pupa de mosca de la fruta. ....	46
Figura 42. A) Formato en físico y en digital, B) Formato de procesos en forma digital.....	47
Figura 43. A) Formato de procesos en físico de mayo 2024, B) Formato de procesos de forma digital de mayo 2024. ....	47
Figura 44. A) Investigación de manera física, B) Investigación de manera digital. ....	48

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Meses de producción por millón de parasitoides.....	9
Cuadro 2. Ingredientes recomendados para una bandeja de dieta larvaria para <i>Ceratitis capitata</i> .....	24
Cuadro 3. Peso promedio de 100 pupas de mosca de la fruta a las 24 y 72 horas después del salto a la jaula de pie de cría en mayo 2024.....	31
Cuadro 4. Peso final de 100 pupas fértil de mosca de la fruta (g).....	32
Cuadro 5. Peso final en miligramos de 100 pupas fértil de mosca de la fruta.....	32
Cuadro 6. Peso en gramos de un litro de pupa fértil de mosca de la fruta.....	34
Cuadro 7. Número de pupas de Mosca de la fruta por litro.....	34
Cuadro 8. Emergencia total de moscas de la fruta, hembras y machos en mayo 2024.....	36
Cuadro 9. Emergencia total de pupa fértil de <i>Ceratitis capitata</i> entre mayo a octubre 2024.....	37
Cuadro 10. Cantidad de hembras y machos de mosca de la fruta.....	37
Cuadro 11. Porcentaje de hembras y machos de mosca de la fruta.....	38
Cuadro 12. Eclosión total, emergencia de hembras y machos de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> en mayo 2024.....	42
Cuadro 13. Prueba de emergencia de <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> .....	44
Cuadro 14. Cantidad de hembras y machos de <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> .....	45
Cuadro 15. Porcentaje de hembras y machos de <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> .....	45

## 1 INTRODUCCIÓN

La mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*) (Wiedemann) (Díptera: Tephritidae), originaria de África, es una de las plagas agrícolas más importantes a nivel mundial, es altamente polífaga, genera significativas pérdidas económicas en la producción frutícola. Como parte de las estrategias de manejo integrado de plagas, el uso de enemigos naturales como los parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) y *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae), han demostrado ser una alternativa eficaz y ambientalmente sustentable (SYNGENTA 2021).

Se llevó a cabo una evaluación de pruebas de control de calidad mediante un enfoque artesanal en condiciones dentro de la planta del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de El Salvador, donde se conoció el sistema de cría y reproducción de los parasitoides mencionados, los cuales desempeñan un papel clave como agentes de control biológico. *D. longicaudata* es un endoparasitoide larval solitario y koinobionte, utilizado en programas de control biológico en México, se caracteriza por su alta competitividad y capacidad de parasitismo en condiciones de laboratorio y campo. Por su parte, *P. vindemmiae* es un ectoparasitoide pupal solitario e idiobionte, producido comercialmente en Colombia.

El proyecto de pasantía se enfocó en la realización de pruebas de control de calidad en la Planta de Cría y Reproducción de parasitoides en Mosca de la fruta del MAG, como: eclosión de huevecillo, porcentaje de emergencia en pupa fértil, peso de pupa fértil, cantidad y porcentaje de hembras y machos en mosca de la fruta; en los parasitoides fueron: emergencia total y porcentaje de hembras y machos, prueba de parasitoidismo, cantidad y porcentaje de hembras y machos. También se realizaron actividades complementarias como la recolección y medición de huevecillos de mosca de la fruta, realización de la dieta alimenticia, siembra de huevecillos, volteo de larvas, cargado de jaula, dieta alimenticia de pie de cría de mosca de la fruta, siguiendo la normativa de trabajo de la institución, reforzando conocimientos de la Universidad de El Salvador.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Evaluar la calidad biológica de la cría y reproducción masiva de *Ceratitis capitata* (mosca de la fruta), mediante la implementación de pruebas de control de calidad y la determinación del porcentaje de parasitismo por *Diachasmimorpha longicaudata* y *Pachycrepoideus vindemmiae* en las plantas del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

### 2.2 Objetivos específicos

- Actualizar el protocolo técnico para la ejecución de pruebas de control de calidad en los procesos de cría y reproducción masiva de *Ceratitis capitata*.
- Realizar pruebas de emergencia para evaluar parámetros de calidad en larvas y pupas de mosca de la fruta.
- Realizar pruebas de emergencia de hembras y machos de los parasitoides para evaluar parámetros de calidad en larvas para parasitismo por *Diachasmimorpha longicaudata* y pupas para parasitismo por *Pachycrepoideus vindemmiae*.

### 3 INFORMACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA

#### 3.1 Datos generales

La pasantía de práctica profesional se realizó en la Planta de Cría y Reproducción de parasitoides de mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*), y en las dos Plantas de Cría y Reproducción de los parasitoides *Pachycrepoideus vindemmiae* y *Diachasmimorpha longicaudata*, ubicadas en el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en la sede del Centro Agropecuario El Matazano, cantón El Matazano, Soyapango, departamento de San Salvador Centro, a 648 metros sobre el nivel del mar, con latitud 13°68'25" y longitud de 89°13'85". La precipitación promedio en la zona es de 1,668 mm por año, la temperatura media anual es de 32 °C.



Figura 1. Ubicación de las plantas de Cría y Reproducción de parasitoides en el MAG (Google s.f.).

#### 3.2 Antecedentes de la institución

La pasantía de práctica profesional se realizó en el Área de Control Biológico del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de El Salvador, que es la encargada de guiar y coordinar este proyecto de pasantía.

En apoyo a estas estrategias, el MAG creó en 1992 una planta de cría y reproducción de parasitoides. Originalmente iniciada como un proyecto específico, esta planta pasó

posteriormente a estar bajo la responsabilidad total del MAG. Las instalaciones incluían las plantas para la cría de *C. capitata*, *P. vindemmiae* y *D. longicaudata*, con capacidad para realizar hasta 30 dietas diarias y liberar entre 600 y 800 bolsas mensuales de parasitoides. La misión principal en la planta es la producción de parasitoides a través del cultivo y desarrollo de huevecillos de mosca de la fruta, permitiendo su liberación en zonas citrícolas del país.

### 3.3 Recursos de la institución

#### 3.3.1 Instalaciones y equipos

El área de control biológico dentro del MAG cuenta con las siguientes instalaciones y equipo:

- Planta de cría y reproducción de mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*).

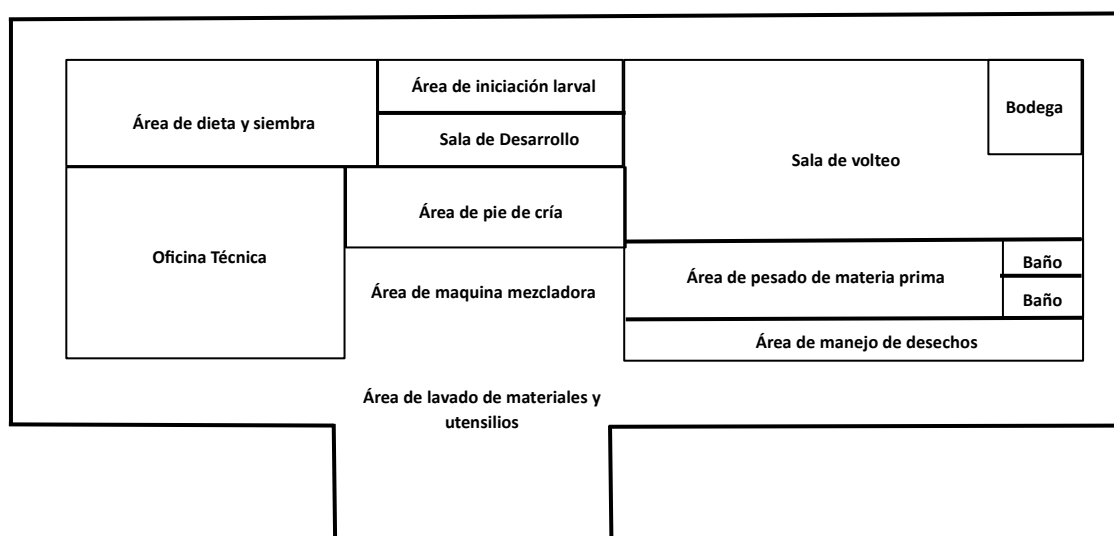


Figura 2. Croquis de la planta de cría y reproducción de mosca de la fruta.

- Planta de cría y reproducción del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*.



Figura 3. Croquis de la planta de cría y reproducción del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*.

- Planta de cría y reproducción del parasitoide *Pachycrepoidesus vindemmiae*



Figura 4. Croquis de la planta de cría y reproducción del parasitoide *Pachycrepoidesus vindemmiae*.

El equipo asignado en la Planta de cría y reproducción de parasitoides de mosca de la fruta es el siguiente:

- Jaulas para pie de cría de moscas de la fruta *Ceratitis capitata* con medidas de 2.4 m de

largo x 90 cm de alto x 36 cm de ancho, cerrada herméticamente.

- Canales metálicos de 2.55 m de largo x 0.20 m de ancho x 0.10 m de alto.
- Estereoscopio (LABOMED).
- Estuches de disección.
- Bandejas de fibra de vidrio de 60 cm largo x 41 cm ancho x 7 cm alto.
- Estantes metálicos de 12 separaciones.
- Cajones de madera para cargar jaula para pie de cría de moscas de la fruta de 1 x 0.24 x 0.07 m.
- Mezcladora de 2 qq.
- Motor para pecera.
- Hidrolavadora STANLEY SW21.
- Balanza analítica máx.: 3,500 g.
- Termo higrómetro digital.
- Estructuras de madera para sostener jabas.
- Jabas plásticas grande con dimensiones de 37.5 cm de alto x 33 cm de ancho x 63 cm de largo.
- Cajones recolectores de pupa de 1.10 m de ancho x 2.40 m de largo x 0.6 m de alto.
- Computadoras.
- Reflector para el cuarto de iniciación larval.

El equipo asignado en la Planta de cría y reproducción de parasitoides de *Diachasmimorpha longicaudata* es el siguiente:

- Jaulas de desarrollo con dimensiones de 1.80 de largo m x 60 de alto cm x 40 de ancho cm.
- Jaulas de pie de cría con dimensiones de 75 cm de largo x 37 cm de alto x 51 cm de ancho.
- Bandejas de fibra de vidrio de 60 cm largo x 41 cm ancho x 7cm alto.
- Cajones de madera para cargar jaula de pie de cría del parasitoide de 0.4 x 0.24 x 0.07 m.
- Disco de madera 25 cm de diámetro y 3.5 mm de grosor.
- Esponjas de 2" pulgadas de ancho y 20 cm de alto.

- Gorro de tela de espuma como cubierta de discos de madera.
- Miel de abeja.
- Huacales de 2.5 l.
- Bolsa negra jardinera.

El equipo asignado en la Planta de cría y reproducción de parasitoides de *Pachycrepoideus vindemmiae* es el siguiente:

- Jaulas de pie de cría con dimensiones de 2.40 de largo m x 60 de alto cm x 40 de ancho cm.
- Jaulas de desarrollo con dimensiones de 2.40 de largo m x 60 de alto cm x 40 de ancho cm.
- Cajones de madera con asiento de cedazo para exposición de pupa al parasitoide de 1 x 0.24 x 0.07 m.
- Esponjas de 2" pulgadas de espesor, 26 cm de ancho, y 27 cm de alto.
- Miel de abeja.
- Brochas de 4" pulgada.
- Huacales.
- Engrapadora.

Los materiales para la preparación de la dieta para la siembra de huevecillos son: afrecho de trigo, bagazo de caña de azúcar, levadura seca inactiva (PROTUNIC), azúcar morena sin preservantes, ácido cítrico, benzoato de sodio y agua.

Los materiales para la dieta alimenticia de la mosca adulta son: azúcar morena sin preservantes y Peptona de levadura (hidrolizado proteico) (Laboratorio LALLEMAND).

La cristalería que se usa son: beakers 100 ml, probetas 250 ml, pipetas de 10 ml, pipeteador (bulbo de succión), cajas Petri.

Otros insumos y materiales que se utilizan son: coladores, plumero, sacudidor de panel de ovoposición, esponjas de 2 pulgadas de grosor, plato plástico plano 25 x 2 cm, tirro ancho, huacales, ventilador, palas, sacos, bolsa de papel Kraft (grande N° 14) con dimensiones de 13.5 pulgadas x 9 ¾ pulgadas, guantes, mascarillas y gabachas.

### 3.3.2 Recursos humanos

En la Planta de Cría y Reproducción de parasitoides de mosca de la fruta labora el siguiente personal:

- Un técnico en la planta de Cría y Reproducción de parasitoides.
- Un técnico en la planta de Cría y Reproducción de parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata*.
- Un técnico en la planta de Cría y Reproducción de parasitoides *Pachycrepoideus vindemmiae*.
- Una encargada de la planta de Cría y Reproducción de parasitoides.

### 3.4 Actividades de la institución

#### 3.4.1 Producción principal y otras

La producción principal es de parasitoides *Pachycrepoideus vindemmiae* como controlador biológico para la plaga de la mosca de la fruta.

Morales (2024a) menciona que las actividades relevantes realizadas en el año 2024 en la Planta de Cría y Reproducción de parasitoides de Mosca de la fruta, enfocada en la producción y liberación del parasitoide *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani (Hymenoptera: Pteromalidae), una avispa de 3 mm que se produce comercialmente y la liberación se realiza para control biológico de pupas de dípteros plaga que están enterradas en el suelo.

Según los registros del Plan Anual Operativos (PAO), del mes de enero a noviembre de 2024 se han producido un total de 15 millones de avispitas del parasitoide *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani. En los meses donde se realizó la pasantía de mayo a octubre del 2024 la producción se realizó de la siguiente manera:

Cuadro 1. Meses de producción por millón de parasitoides.

Mes	Producción de parasitoides (millón)
Mayo	0.7
Junio	1.3
Julio	1.7
Agosto	1.4
Septiembre	1
Octubre	1.6

Fuente: Morales (2024a).

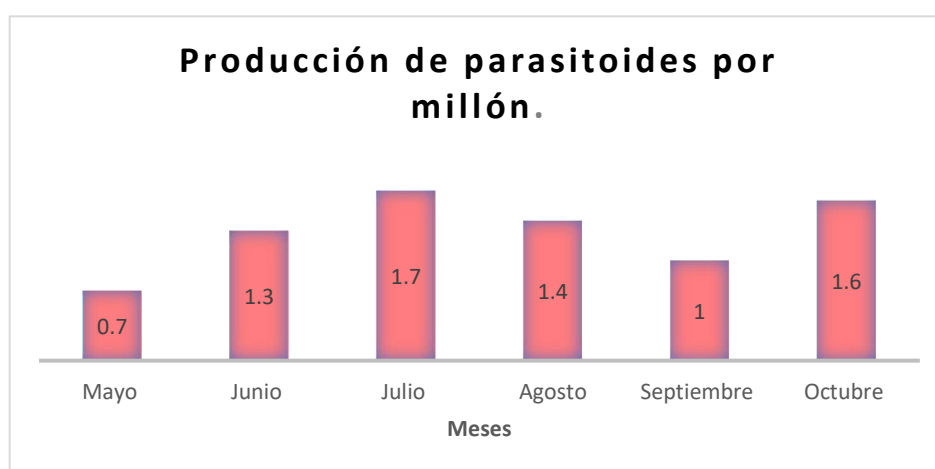


Figura 5. Producción de parasitoides *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani (Morales 2024a).

### 3.4.2 Situación administrativa

Según el acuerdo ministerial MAG 198 (MAG 2024), la estructura organizativa de la institución consta de cinco coordinaciones dependiente de la División de Protección Fitosanitaria, las cuales están distribuidas de la siguiente forma:

- Área de Vigilancia Fitosanitaria: Proteger las especies vegetales productivas del país por medio de la prevención y control de plagas de importancia económica y cuarentenarias.
- Área de Certificación Fitosanitaria: Garantizar la condición fitosanitaria de los productos y subproductos de origen vegetal para consumo nacional y exportación.

- Área de Certificación de Semillas y Plantas: Garantizar la calidad genética, física, fisiológica y sanitaria de las semillas y materiales vegetativos importados y nacionales, en el marco de la normativa vigente mediante proceso de registro, visitas a campo y análisis de laboratorio.
- Área de Atención de Protección Fitosanitaria: Acercar los servicios de prevención y control de plagas de importancia económica y cuarentenaria, así mismo certificar la condición fitosanitaria de productos y subproductos de origen vegetal y de unidades productivas en la zona oriental y occidental del país.
- Área de Control Biológico: Producir controladores biológicos ya sean estos depredadores, parasitoides o patógenos bajo condiciones reguladas para que en su liberación se logre la reducción de poblaciones de insectos plaga (figura 6).



Figura 6. Organigrama del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

### 3.4.3 Generales de comercialización

Según Decreto Ejecutivo N° 77 del Diario oficial del año 2013, menciona la venta de parasitoides *Pachycrepoideus vindemmiæ* con un valor \$0.57 de dólar por bolsa de 100 cc equivalente a 5,000 parasitoides; y para la venta del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* es de \$0.28 de dólar por bolsa de 50 cc equivalente a 1,000 parasitoides, estos parasitoides son vendidos para la zona franca Agrícola El Pipil y a usuarios que lo solicitan (figura 7). La solicitud se realiza por medio del Sistema de Información en Sanidad Agropecuaria (SISA) del MAG.

Se recomienda liberar 5,000 parasitoides de *Pachycrepoideus vindemmiae* por manzana (figura 8).

6. Diagnóstico de bacterias por muestra	11.30
7. Patología de semillas por muestra	9.61
8. Diagnóstico de virus por muestra por PCR, ELISA O Inmunosprint	15.00
9. Venta de organismos benéficos tales como pupa parasitada 50 cc, con parasitoides para el Control de la Mosca de la Fruta. Especie que se vende 50cc equivalente a 1000 avispas por bolsa	0.28
10. Venta de organismos benéficos tales como pupa parasitada 50 cc, con parasitoides para el control de la mosca de la fruta. Especie que se vende 100cc equivalente a 5000 avispas por bolsa	0.57
11. Inspección y certificación de productos de origen vegetal frescos para exportación por embarque	50.85
12. Inspección y Certificación, de granos, fibras vegetales y madera para exportación, por embarque (cuando requiera una declaración adicional en el certificado fitosanitario)	50.85
13. Inspección y Certificación de ornamentales y otros productos vegetales frescos para exportación, por visita. (ampara el material inspeccionado para exportaciones para una semana)	113.00
14. Certificación de hortalizas para exportación bajo protocolo de APHIS, por día	67.80

Figura 7. Pliego tarifario según Decreto Ejecutivo Nº 77 sobre valor de venta de bolsa de parasitoides.

**INFORMACIÓN!**

Control biológico, un método alternativo para el manejo de poblaciones de moscas en plantaciones de frutales y en la ganadería.

*Pachycrepoideus vindemmiae*, Parasitoides Pupal

Escribenos o llama a:  
 (503) 2202-0878  
 (503)2374-2091  
 (503)2210-1700

www.mag.gob.sv.com

Ministerio de Agricultura y Ganadería  
 Finca 1a, Avenida Norte, 13 Calle Oriente y Av. Manuel Galindo, Santa Tecla, La Libertad, República de El Salvador, C.A.

https://www.facebook.com/agricultura.el.salvador  
 https://twitter.com/Agricultura.SV

**LIBERACION DE PARASITOIDE PACHY**

Parasitoides Son insectos que durante su estado larvario se alimentan y desarrollan dentro o sobre otro animal invertebrado (llamado hospedero), al cual eventualmente matan.

Uno de estos parasitoides es *Pachycrepoideus vindemmiae* Avispita tamaño de 3 mm y parasita pupas

El MAG en Centro Agropecuario El Matazano tiene la planta de Cria y Reproducción de Parasitoides para:

- Mosca de la fruta en arboles frutales
- Mosca en evoluciones

**REQUISITOS Y DOSIS DE LA LIBERACION**

1. Solicitar los parasitoides con 15 días de anticipación
2. 15 días antes de la liberación de los parasitoides no haber fumigado el sitio.
3. Las liberaciones son cada 15 días por tres meses.
4. pasados 15 días después de la última liberación se podrá fumigar.
5. Al momento de la colocación hacer perforaciones laterales a la bolsa para facilitar la salida de los parasitoides

Dosis de Liberación Cultivos: colocar una bolsa de papel kraf por Manzana cada 15 días

Dosis de Liberación Ganado: colocar una bolsa de papel kraf cada 5 animales cada 15 días

Hacer la liberación por la mañana antes de 7:00 a.m. o por la tarde después de la 5:00 p.m.

**ACCIONES COMPLEMENTARIAS**

- \*Recoger diariamente frutos caídos, para interrumpir el ciclo de vida de las moscas.
- Los frutos recolectados pueden enterrarse en fosas de más de 60 cm, aplicando cal viva sobre la coma de frutos.

Figura 8. Tríptico sobre liberación de parasitoides *Pachycrepoideus vindemmiae*.

## 4 ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICAS

En la Planta de cría y reproducción de parasitoides de mosca de la fruta se realiza la dieta alimenticia para el sembrado de huevecillos y así pueda convertirse en larva y luego en pupa, estos dos estadios son necesarios para la reproducción de los controladores biológicos *Diachasmimorpha longicaudata* y *Pachycrepoideus vindemmiae*, y así luego ser vendidos a productores, la problemática actual en la planta es que no hay suficientes materiales como la levadura inactiva, que es un componente principal para la dieta para realizar una producción grande, por lo que se mantiene solamente con el pie de cría; además, en la planta se tiene problemas de hormigas y roedores que afectan la producción de parasitoides.

## 5 MARCO TEÓRICO

### 5.1 Control biológico

El control biológico ocurre naturalmente en los diferentes agroecosistemas. Este tipo de control se observa cuando el ambiente no es afectado por prácticas culturales erróneas, principalmente con el uso indiscriminado de productos químicos, que afecta tanto a las plagas, como a los enemigos naturales disponibles en el medio ambiente (Moraes *et al* 2019).

Según Navone (2004), hospedero es un organismo que da albergue y alimento a otro individuo. Los parasitoides son insectos que durante su estado larvario se alimentan y desarrollan dentro o sobre otro animal invertebrado (llamado hospedero), al cual eventualmente matan. Durante su estado adulto son de vida libre, y solamente se alimentan de agua o néctar (Ríos 2011).

Las especies parásitas son aquellas que viven a expensas de otras especies denominadas hospedadores. El parásito perjudica al hospedador, aunque no suele causarle la muerte inmediata ya que su objetivo principal es alimentarse de él. Los parásitos pueden ser ecto o endoparásitos, dependiendo si viven fuera o dentro del hospedador, respectivamente (Conte 2021).

La exuvia se convierte en una cubierta protectora en forma de pequeño tonel de color castaño (pupa), en su interior se desarrolla una fase de profundas transformaciones en el cuerpo del

insecto que culminarán con la consecución de la fase de adulto. Cuando éste emerge, el pupario se abre transversalmente, a modo de casquete, por uno de los extremos (Ros s.f.).

La emergencia es el proceso por el cual un insecto adulto sale de su estado de pupa (en insectos con metamorfosis completa) o de su último estadio larval (en insectos con metamorfosis incompleta). La eclosión es la emergencia de las formas jóvenes de los huevos. Suele usarse para indicar la emergencia de los adultos a partir de la pupa (Conte 2021).

La aplicación del control biológico es una estrategia que contribuye a restaurar la biodiversidad funcional en los ecosistemas agrícolas al adicionar mediante las técnicas de introducción, conservación o incremento de enemigos naturales, subsidiando de esta manera la sustentabilidad de los agroecosistemas (Carrasco 2015).

## 5.2 Mosca de la fruta

La mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata*) (Wiedemann), conocida comúnmente como mosca de la fruta, es una de las plagas agrícolas más graves en regiones subtropicales del mundo.

De acuerdo con Vail *et al.* (s.f.), las hembras de esta especie perforan la piel de los frutos para depositar sus huevecillos, y tras la eclosión, las larvas se alimentan del interior del fruto, disminuyendo considerablemente su valor comercial y volviéndolo, en muchos casos, inadecuado para el consumo humano (figura 9).



Figura 9. Macho y hembra de la Mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*).

Desde que se descubrió por vez primera su presencia en Costa Rica en 1955, la mosca de la fruta ha ido avanzando progresivamente hacia el norte e infesta ya prácticamente todos los países de América Central. Las pérdidas calculadas debidas a la mosca en 1970 en Costa Rica, Panamá y Nicaragua sobrepasaron los 2,400,000 dólares. En 1975 se detectó en El Salvador y ya se ha encontrado en Guatemala (Vail *et al* s.f.).

En el año 1901 *Ceratitís capitata* entro a América por Brasil; en 1973 inicio el programa Binacional México- Estados Unidos para combatir la plaga de mosca de la fruta; en 1977 se detectó en México en el municipio de Tuxtla Chico, Chiapas, México; en 1979 en Guatemala se construyó la primera planta para la producción de moscas estériles siendo la más grande pionera en el uso de la técnica del insecto estéril; en 1981 inicio el programa Binacional México-Guatemala para combatir la plaga de mosca de la fruta utilizando la técnica del macho estéril. En 1982 el programa moscamed informo la condición de país libre, pero en octubre del 2014 se publicó el acuerdo en el Diario Oficial de la Federación (DOF) y ese mismo año inició el programa Trinacional México-Estados Unidos-Guatemala sobre país libre de mosca de la fruta (SENASICA 2020).

Carrasco (2015) afirma que *Ceratitís capitata* es una plaga agrícola muy destructiva por su amplia distribución mundial, sus habilidades para tolerar climas templados entre 16 °C a 35 °C y una humedad relativa del 75 al 85%, así como su amplio rango de hospederos. Esta especie inicia las afectaciones en frutas cuando han alcanzado un grado de madurez fisiológica entre el 60 -70%, atravesando el pericarpio, depositando los huevos en el interior de los frutos, estos eclosionan y se convierten en larvas, las cuales se alimentan de la pulpa del fruto. La mosca del mediterráneo está ampliamente distribuida por todas las zonas cálidas del mundo, y en América Central es una especie introducida. La dispersión ha tenido lugar, fundamentalmente, a través del transporte de mercancías, fenómenos naturales como fuertes vientos y huracanes. La mosca del Mediterráneo puede ser introducida con mayor facilidad a las áreas urbanas o suburbanas de los principales centros de población a lo largo de las carreteras, y los primeros focos de infestación con mayor frecuencia lo constituyen los llamados huertos familiares en los traspatios de las casas, los portadores son generalmente personas que traen consigo frutas procedentes de zonas infestadas (Gutiérrez 1976).

Han sido colonizadas varias especies de moscas de la fruta de la familia Tephritidae para el establecimiento de su producción masiva cómo lo es la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied). Esta especie es de origen tropical o subtropical, es polífaga y multivotina (multivotina es la especie que da más de dos generaciones dentro del mismo), con características que han favorecido su adaptación a sistemas artificiales para cría en laboratorio. Para lograr la cría masiva en el laboratorio es necesario desarrollar un sistema artificial de confinamiento de los adultos. Para la colecta de huevos en cantidades de producción masiva es necesario el desarrollo de una dieta artificial a base de polvo de olote, levadura torula o levadura de cerveza y azúcar. Para la producción de larvas se desarrollaron los sistemas para la separación de larvas y de pupas (Domínguez et al 2010).

Según Domínguez et al (2010), las plantas de cría masiva de Tapachula, Chiapas, México, mantienen por muchas generaciones las mismas colonias que garantizan altos niveles de homogeneidad en la maduración sexual y cantidad de huevo ovipositado; sin embargo, durante ese tiempo las moscas son seleccionadas por los procesos de cría, lo que produce diferencias con respecto a los silvestres. Para reducir el estrés que produce la alta densidad y las condiciones de confinamiento se recomienda el manejo de las colonias bajo el concepto de colonia madre.

Los tefritidos bajo condiciones de cría masiva son en su mayoría tropicales y subtropicales, por lo que los rangos de temperatura y humedad relativa que se consideran ideales oscilan entre 25 a 27 °C y 50 a 75%, respectivamente; otro factor que se regula en las colonias es la luz que en ocasiones puede utilizarse en forma continua para incrementar la producción de huevos; sin embargo, en el largo plazo deben preverse los posibles efectos adversos en el comportamiento sexual de las moscas (Domínguez et al 2010).

En la planta de cría y reproducción de parasitoides de mosca de la fruta en el MAG, el área de pie de cría tiene necesita una temperatura de 26 °C a 28 °C y una humedad relativa del 65% al 70%, además se requiere de iluminación constante las 24 horas para estimular la postura.

Domínguez et al (2010) afirman que los huevecillos de *Ceratitis capitata* se ovipositan directamente en una malla o tela de donde caen a un colector lleno de agua. Cuando los huevos presentan explosiones se considera que están listos para ser sembrados en la dieta larvaria.

Dependiendo del sistema de incubación es la forma en que se siembra. Los huevos incubados en aguas suelen ser dispersados en la dieta larvaria con el uso de pipetas, jeringas modificadas o con un sistema de bombeo que deposite en el volumen requerido de agua los huevos para obtener la densidad deseada. La densidad es siempre un factor determinante para producir la cantidad y calidad de insectos que se pretende y que está directamente relacionada con la disponibilidad del alimento y la competencia generada por la población de larvas contenidas en el recipiente que soporta la dieta. Una población grande de larvas resulta en una alta competencia que puede ocasionar una producción excesiva de calor metabólico y así reducir el tamaño y calidad de la población incluso provocar su muerte.

Domínguez et al (2010) afirman que la dieta larvaria artificial para *Ceratitis capitata* tiene la mayor inversión de tiempo y recursos para la producción masiva de moscas de la fruta, son utilizados diversidad de ingredientes para las diferentes crías de tefritidos, y muchos de esos tiene la característica común que el componente que ocupa mayor proporción es el agua y su cantidad depende de los otros componentes usados, a las características físicas de estos y las condiciones ambientales a las que la dieta está sometida. El agua juega un importante papel en minimizar el calor metabólico generado durante el último estadio larvario, además de ser vehículo por el cual las larvas obtienen los nutrientes. Los ingredientes que ocupan un segundo lugar por la proporción en que se utilizan son los texturizantes o agentes de volumen dentro de los cuales destacan el polvo de zanahoria, polvo de olote de maíz, soya texturizada, germen de trigo, salvado de trigo, semilla (casquería de semilla de trigo y germen de trigo), salvado de arroz, bagazo de caña de azúcar, bagazo de betabel, pan molido, harina de maíz, cascarilla de café, triturado de maíz, otras. Todos esos texturizantes tienen en común su alto contenido de fibra que permite crear un medio propicio para el desarrollo de la larva, las cantidades idóneas de esos ingredientes oscilan entre 5 y el 26% del total de la fórmula alimenticia dependiendo de la especie a criar. La mayoría de los texturizantes son subproductos agrícolas que no tienen un riguroso control de calidad, por lo que presentan por naturaleza altas cargas microbianas, bacterias, hongos y levaduras que al crecer en un medio propicio se multiplican exponencialmente al crecer, por lo que se recurre al uso de inhibidores microbiológicos y agentes acidulantes como el metil parabeno que es utilizado para el control de levaduras y

hongos, y en menor grado sobre bacterias, especialmente gram negativa. En rangos de pH de 4 a 8 el benzoato de sodio es efectivo contra bacterias y levaduras, y en menor grado contra hongos en rangos de pH de 2.5 a 4.0. Otros microbiológicos utilizados son derivados de propionatos y sorbatos para obtener el deseado alimento; se utilizan normalmente ácido cítrico y ácido clorhídrico los cuales se adecuan de acuerdo con el pH óptimo para la acción antimicrobiana de los inhibidores microbiológicos; el pH óptimo para el desarrollo de la larva comúnmente es entre 3.5 y 5.5. El alimento se prepara en las mezcladoras diseñadas de acuerdo con la cantidad máxima de alimento diario que se requiere preparar; cuando los componentes del alimento son de partículas o fibras grandes se prefiere utilizar una mezcladora de paletas por ser más fácil de homogeneizar en menor tiempo, y cuando el tamaño de la partícula es menor se recomienda utilizar una mezcladora de listones por su configuración de cómo homogeneiza en mayor grado partículas pequeñas.

### **5.3 Parasitoide *Pachycrepoideus vindemmiae***

Es una especie cosmopolita, ectoparasitoide solitario, la hembra deposita un solo huevo dentro del pupario, pero sobre el cuerpo de la mosca (de aquí que sea un ectoparasitoide). Antes de efectuar la puesta, la hembra inyecta un veneno en el cuerpo de la mosca, que la inmoviliza permanentemente (IVIA 2010).

El color general del cuerpo es negro con algunos reflejos de verde metálico a azul, cabeza ancha, antenas insertadas ligeramente por debajo del extremo ventral de la línea ocular; el escapo alcanza el borde anterior del ocelo medio; pedicelo de marrón a marrón claro; las dos primeras articulaciones anulares de marrón claro a amarillo; resto de los segmentos funiculares y clava de color marrón, más oscuro que el escapo y el pedicelo; mesosoma reticulados con pubescencia muy corta, delgada y escasa, metasoma dorsalmente liso, coxas con color, fémur color marrón, tibias marrones con ápice marrón claro, tarsomenos de color marrón; alas hialinas, nervadura del ala anterior casi marrón claro, excepto la vena marginal marrón (figura 10) (Funes *et al* 2020).

Ovruski *et al* (1996) menciona que *Pachycrepoideus vindemmiae* fue introducido en el país por personal del proyecto de Sanidad Vegetal del MAG, con el objetivo de producirlo masivamente y liberarlo en áreas afectadas con mosca de la fruta.

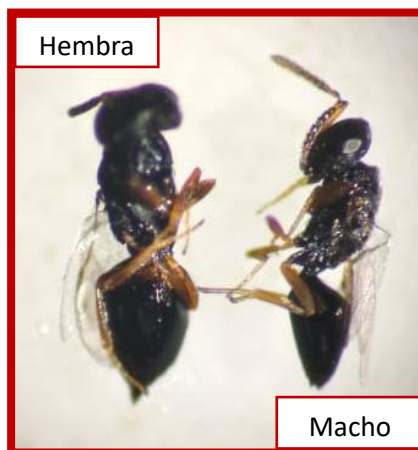


Figura 10. Hembra y macho del parasitoide *Pachycrepoideus vindemmiae*.

#### 5.4 Parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*

*Diachasmimorpha longicaudata* fue introducida a El Salvador desde Costa Rica a través de un programa del OIRSA para el control de *Ceratitis capitata*, fue liberado en diversas fincas agrícolas durante 1975 (Ovruski *et al* 1996).

Según el MAG (2022), las larvas de mosca de la fruta tefrítida de tercer estadio son los hospedadores típicos. Las hembras adultas de *D. longicaudata* se sienten atraídas por la fruta en fermentación y luego pueden localizar las larvas mediante el sonido. Las hembras ponen de 13 a 24 huevos al día utilizando su ovipositor alargado para alcanzar las larvas de la mosca. Normalmente solo ponen un huevo por estadio larvario, salvo cuando los hospedadores son insuficientes; sin embargo, solo una pupa alcanza la madurez (figura 11).

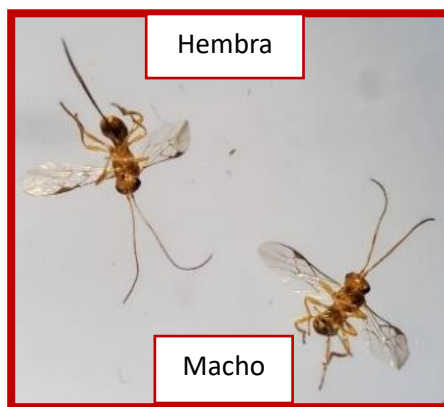


Figura 11. Hembra y macho del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*.

El ciclo de vida de *D. longicaudata* corresponde al tipo holometábolo e incluye cuatro estados de desarrollo: huevo, larva (tres estadios), pupa y adulto. Los tres primeros estados se desarrollan dentro del hospedero, mientras que los individuos adultos son de vida libre. La emergencia de los individuos adultos machos se produce alrededor de 15 días después de la oviposición, mientras que las hembras emergen 24 a 48 horas después. Es un parasitoide solitario, es decir, de cada larva parasitada emerge un solo parasitoide adulto originado de un único huevo depositado. Existen evidencias de superparasitismo en condiciones de laboratorio (presencia de más de un estadio inmaduro del parasitoide por hospedador) con emergencia de un único parasitoide adulto. Luego de la emergencia de los adultos, de manera inmediata se produce el apareamiento con una duración de escasos segundos, la hembra puede copular con más de un macho a lo largo de su vida. Si bien la oviposición puede ocurrir inmediatamente después de la emergencia de los parasitoides adultos, es más frecuente que ocurra a partir de los nueve días posterior a la misma. *D. longicaudata*, al igual que las demás especies del orden Hymenoptera, es haplodiploide. A partir de huevos fecundados emergen las hembras (organismos diploides) y a partir de huevos sin fecundar, los machos (individuos haploides). Existen, no obstante, machos diploides de manera poco frecuente (Conte 2021).

### 5.5 Pruebas de calidad en la reproducción de parasitoides

La parte más importante de un programa de control de calidad es garantizar que el porcentaje de moscas producidas sea de más hembras y menos machos porque lo que se necesita es la

producción de huevecillos para luego obtener la pupa y la larva, y así evaluar el tamaño, peso y calidad de pupa, y larvas de mosca de la fruta (AIEA 2022).

La AIEA (2022) menciona que pueden surgir conflictos en las plantas de cría masiva con la necesidad de producir cantidades predeterminadas de moscas y al mismo tiempo obtener alta calidad. Los ejemplos incluyen: los intentos de aumentar el nivel de producción pueden reducir el tamaño y la calidad de las moscas; los gerentes de producción pueden no encontrar ventajoso informar o admitir fallas en la calidad, y podrían dudar en reemplazar una cepa antigua con una más nueva, menos adaptada al laboratorio, que inicialmente sería más difícil de criar, pero más competitiva en el campo.

El peso es uno de los primeros indicadores de la estabilidad y consistencia de un sistema de cría masiva, es un valioso indicador de la viabilidad general de las pupas y se correlaciona con el tamaño de las moscas adultas obtenidas. Los valores del peso medio de la pupa variarán según la cepa y el sistema de cría, por lo que el uso del peso para comparar la calidad general de las pupas de diferentes plantas debe hacerse con precaución. Se recomienda que la evaluación del peso de la pupa sea la prueba de rutina requerida para el tamaño del producto, y que el diámetro de la pupa sea una prueba auxiliar cuando corresponda. El peso de la pupa se evalúa fácil y rápidamente, y proporciona una medida robusta de la calidad de la pupa. Se correlaciona bien con otros parámetros de calidad y puede ser un predictor para las pruebas que se realizarán más tarde. Debido a esto, se debe llevar de forma rutinaria (AIEA 2022).

La AIEA (2022) menciona sobre problemas que pueden suceder en la proporción sexual y en el tiempo de emergencia, ya que una desviación significativa de la proporción sexual en colonia puede ser una indicación rápida de problemas en cría. Estos problemas pueden ser de naturaleza genética o derivarse de efectos de procedimientos, o condiciones inadecuadas de confinamiento de pupas. El monitoreo de la proporción sexual es especialmente crítico cuando se trata de cepas de sexado genético porque ésta cambia con la recombinación.

## **5.6 Alimento de la Mosca de la fruta**

El alimento tradicional de los tefritidos criados masivamente ha sido la mezcla de azúcar y levadura hidrolizada enzimáticamente. La combinación seca de tres partes de azúcar por una

de proteína ha demostrado ser óptimas para maximizar la fecundidad y así permitir la producción masiva de huevecillos; otras fuentes exploradas han sido la miel de abeja y partes de frutas. Se han evaluado alimentos líquidos y sólidos donde con la mezcla de  $\frac{1}{4}$  de levadura hidrolizada, azúcar y agua se obtuvo alta fecundidad. El alimento líquido es consumido más rápidamente con resultados positivo en la producción de huevos. La desventaja de la dieta líquida es que se necesita renovarla dos veces por semana, ya que se deshidrata rápidamente. En el caso de la dieta sólida presenta la ventaja de que permanece todo el periodo de producción de huevos (Domínguez et al 2010).

## 6 METODOLOGÍA

### 6.1 Descripción del área de estudio

Las pruebas de control de calidad se hicieron en la Planta de cría y reproducción de parasitoides de mosca de la fruta, donde se encuentra la producción masiva de *Ceratitis capitata*, se realizaron cada uno de los procesos que requiere la planta para obtener la larva y pupa de la mosca de la fruta. En la planta de cría y reproducción de parasitoides de *Diachasmimorpha longicaudata* se utilizó la larva para conocer el porcentaje de parasitismo y mediante la pupa se estudió el porcentaje de parasitismo del parasitoide en la planta de cría y reproducción de parasitoides de *Pachycrepoideus vindemmiae*.

### 6.2 Fase de laboratorio

La presente metodología describe el proceso completo para la realización de pruebas de control de calidad en la cría y reproducción masiva de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Díptera: Tephritidae), utilizada como hospedero para los parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) y *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae).

### 1. Capacitación e identificación de especies

Durante la etapa inicial de la pasantía se llevó a cabo una capacitación técnica especializada por parte del personal del área, la cual tuvo como objetivo garantizar el adecuado manejo de muestras biológicas, particularmente pupas de *Ceratitis capitata*.

Las pupas fueron colocadas en cajas Petri para permitir la emergencia de los adultos. Una vez emergidas, las moscas se dejaron en observación por un periodo de tres días hasta su muerte natural. Posteriormente se procedió a la identificación morfológica, diferenciando entre machos y hembras (figura 12).



Figura 12. Identificación morfológica de machos y hembras de *Ceratitis capitata*.

Simultáneamente se tomaron muestras de pupas parasitadas para identificar la emergencia de los parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata* y *Pachycrepoideus vindemmiae*, lo cual permitió confirmar la presencia de ambas especies.



Figura 13. Recolectando pupa parasitada de *Pachycrepoideus vindemmiae*.

## 2. Cría y reproducción de moscas de la fruta:

Para la reproducción masiva de moscas de la fruta se utilizaron jaulas lavadas únicamente con agua para evitar contaminaciones químicas. En cada jaula se colocaron 1,000 gr de pupas fértiles (500 g por compartimiento o cajón), se distribuyeron cinco platos de dieta alimenticia compuesta por una mezcla de azúcar (70%) y Peptona de levadura (hidrolizado proteico) (30%) para alimentar a los adultos emergentes (figura 14).

Además, se colocaron esponjas humedecidas con agua en la parte superior de cada jaula, garantizando el suministro hídrico necesario para la supervivencia de las moscas adultas.



Figura 14. A) Lavado de jaula de oviposición, B) Elaboración de dieta alimenticia de pie de cría.

## 3. Recolección de huevecillos de mosca de la fruta

Utilizando un plumero para sacudir el panel de oviposición, se realizó la recolección de huevecillos depositados en una canaleta con agua para la hidratación y así separar los residuos de basura que puedan tener los huevecillos, aparentemente los huevos fértiles se precipitan al fondo y los no viables quedan flotando, los huevos fértiles se transfirieron en un beaker de 500 ml para medir la cantidad recolectada en mililitros (figura 15). Los huevecillos fértiles se mantuvieron en un sistema de burbujeo durante 24 horas, permitiendo la oxigenación y viabilidad antes de la siembra en la dieta.



Figura 15. A) Obtención de huevecillo del panel de oviposición, B) Recolección de huevecillos.

#### 4. Elaboración de la dieta para siembra de huevecillo

Los materiales utilizados para elaborar la dieta son: bagazo de caña de azúcar, afrecho de trigo, levadura seca inactiva, azúcar morena sin preservantes, benzoato de sodio, ácido cítrico y agua, en proporciones específicas para cada bandeja (cuadro 2).

Cuadro 2. Ingredientes recomendados para una bandeja de dieta larvaria para *Ceratitis capitata*.

<b>Materiales para dieta larvaria</b>	
Afrecho de Trigo	1.5 lb
Azúcar Morena	1.5 lb
Bagazo de caña de azúcar	1 lb
Levadura seca inactiva	500 g
Ácido Cítrico	20 g
Benzoato de Sodio	40 g
Agua	2.5 l

Usando una máquina mezcladora de 2 quintales (qq), se mezclan los ingredientes secos durante 5 minutos, al pasar ese tiempo se deja reposar la mezcla hasta que suelte todo el polvillo, posteriormente se vuelve a mezclar con agua durante 7 minutos, la mezcla debe de quedar con una consistencia húmeda y pastosa para permitir la eclosión de los huevecillos (figura 16).



Figura 16. A) Lavado de máquina mezcladora, B) Incorporación de materiales a la mezcladora.

### 5. Siembra de huevecillos de Mosca de la fruta en bandejas

Con la mezcla preparada, se distribuyó en bandejas de fibra de vidrio dejando 2 cm libres. Posteriormente, con una pipeta de 10 ml se siembran los huevecillos en la superficie de la dieta. Cada bandeja es rotulada con la fecha de siembra y la fecha estimada de volteo, para facilitar su seguimiento. Las bandejas son colocadas en estantes metálicos de 12 separaciones y llevadas al cuarto de iniciación larval donde se les proporciona calor mediante un reflector y oscuridad por un periodo de 72 horas con rotaciones continuas cada 24 horas, con el propósito que todo el lote de bandejas tenga calor por los cuatro lados (figura 17).



Figura 17. A) Sembrado de huevecillos en bandejas de dieta, B) Colocación de bandejas con huevecillos sembrados para que pasen al cuarto de iniciación larval.

Se realizó un conteo de la cantidad de larvas que eclosionan por gramo y las lecturas fueron de: 9, 12, 14 y 15 larvas por gramo, teniendo como promedio 12.5 larvas por gramo, con el fin de conocer cuántas larvas eclosionan por bandeja. Para conocer cuántas larvas se encuentran en una bandeja de 13 libras se realiza de la siguiente manera:

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ libra} \text{ -----} 454 \text{ g} & 1 \text{ g} \text{ -----} 12.5 \text{ larvas} \\ 13 \text{ lb/bandeja} \text{ -----} x = 5,902 \text{ g/bandeja} & 5,902 \text{ g} \text{ -----} x = 73,775 \text{ larvas/bandeja} \end{array}$$

En promedio se obtiene 73,775 larvas por bandeja; y en un gramo hay 12.5 larvas. Para conocer el peso de una larva se realiza de la siguiente manera:

$$\begin{array}{ll} 12.5 \text{ larvas} \text{ -----} 1 \text{ g} & 0.08 \text{ g/larva} \text{ -----} 1 \text{ mg} \\ 1 \text{ larva} \text{ -----} x = 0.08 \text{ g/larva} & x \text{ -----} 1,000 \text{ mg} x = 80 \text{ mg/larva} \end{array}$$

En promedio el peso de una larva es de 80 mg.

## 6. Volteo y remoción de larvas de Mosca de la fruta

Después de 72 horas de la siembra, las larvas eclosionadas de mosca de la fruta alcanzaron el tercer estadio, momento en que se procede al volteo de las bandejas en jabas plásticas con aberturas en los lados y en la parte inferior, las cuales están colocadas sobre bancos de madera dentro de cajones de madera. Las larvas se desplazan espontáneamente hacia el fondo de la jaba, para caer en el cajón de madera, este es un movimiento natural “llamado salto de la larva”, para prepararse a la siguiente fase la cual es la pupa. La dieta es removida cada dos horas para estimular que la larva haga el salto y no quede atrapada en la dieta (figura 18).



Figura 18. A) Volteo y remoción de la dieta para activar la larva y que salga con facilidad, B) jabas listas para que salga la larva y cumpla su ciclo biológico.

### 7. Obtención de larvas y pupas de Mosca de la fruta para parasitación

Las larvas de *C. capitata* obtenidas tras el volteo fueron destinadas a la exposición con *Diachasmimorpha longicaudata* y las pupas recolectadas fueron reservadas para la parasitación con *Pachycrepoideus vindemmiae*. Las pupas eran clasificadas y medidas antes de ser utilizadas para la parasitación (figura 19).



Figura 19. A) Larvas de mosca de la fruta, B) Pupa fértil de mosca de la fruta.

### 8. Parasitación de larvas y pupas de Mosca de la fruta para cría de parasitoides

El parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* se desarrolla en jaulas de pie de cría a una temperatura de 25 °C, colocándoles esponjas con agua y miel para su alimentación. Las larvas de mosca de la fruta de tercer estadio se recolectan a los seis días para exponer 60 cc de larvas en discos de madera cubierta con tela espuma en la parte superior de estas jaulas; después de un período de exposición de 1 a 2 horas las larvas parasitadas eran separadas.

Posteriormente, 5 a 6 litros de pupa de mosca de la fruta son recolectadas para ser parasitadas por *Pachycrepoideus vindemmiae*, según la necesidad de exposición es obtenida a las 48 y 96 horas, y son trasladadas a jaulas de pie de cría, luego las pupas parasitadas eran trasladadas a jaulas de desarrollo, la pupa se mantenía en condiciones controladas (temperatura de 23- 25 °C y humedad relativa de 60- 75%) hasta que los parasitoides emergieran.

### 9. Finalización del ciclo

Después de 14 días las pupas no parasitadas (se convirtieron en moscas) se separaban de las pupas parasitadas, y las moscas muertas se retiraban a través de un ventilador. El proceso se

repetía hasta que se obtenía la cantidad exacta de pupas parasitadas, las cuales eran medidas para su posterior utilización.

## **7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las pruebas de control de calidad funcionan para conocer: el desarrollo del insecto estudiado, porcentaje de eclosión de huevecillo, peso de 100 pupas en miligramos y un litro de pupa en medida volumétrica, estado larvario (en tercer estadio), emergencia y porcentaje de machos y hembras en mosca de la fruta; en los parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata* se realizan pruebas de parasitismo y porcentaje de emergencia; y en *Pachycrepoideus vindemmiae* se realizó prueba de parasitismo, emergencia y porcentaje de hembras y machos.

### **7.1 Pruebas de control de calidad en mosca de la fruta**

#### **7.1.1 Eclosión de huevecillos**

Esta prueba consiste en recolectar los huevecillos que están en el panel de ovipostura, utilizando un plumero para sacudir la tela del panel, los huevecillos para que estén hidratados caen en una canaleta con agua, luego esa agua conteniendo los huevecillos es vaciada en un huacal y se espera 15 minutos para separar los huevecillos de los residuos de basura que pueda llevar, aparentemente los huevos fértiles se precipitan al fondo y los no viables quedan flotando, los huevos fértiles se transfirieron en un beaker de 500 ml para medir la cantidad recolectada en mililitros a las 24 horas.

Para conocer la cantidad de huevecillos promedio que hay en un mililitro (ml) se hizo un conteo que dio como resultado 15,196 huevecillos por ml, en una gota hay aproximadamente 788 huevecillos, en 20 gotas 15,766 huevecillos y en 5 ml 78,833 huevecillos.

Para realizar la prueba de eclosión, al azar se seleccionan 100 huevecillos y se colocan en una tela de color rojo con base de esponja adentro de una caja Petri, al pasar 3 días se revisan los huevecillos utilizando un estereoscopio para verificar cuantos huevecillos han eclosionado.

Thomas *et al* (2001) mencionan que un huevecillo fértil tiene las siguientes características: delgados y ligeramente curvados, de 1 mm de largo, color blanco brillante, lisos, su región micropilar es tubercular.



Figura 20. A) Huevecillos recolectados en probeta, B) Huevecillos fértil observados por estereoscopio, C) Huevecillo observado por microscopio a 4x y 10x para identificar su región micropilar.

La producción de estos huevecillos por mes depende de la cantidad de pupa que se colocó dentro del panel de ovipostura para el pie de cría, entre los meses de mayo a junio de 2024 se colocó 1,000 ml de pupa por lo que la producción fue más alta que en los meses de julio a octubre de 2024 donde se colocó como pie de cría 800 ml de pupa, se redujo la cantidad de pupa porque el insumo de levadura seca inactiva que se utiliza para la elaboración de la dieta para eclosión de huevecillos se estaba terminando por lo que se obtuvo una producción promedio total de 10,048 ml de huevecillos, siendo septiembre el mes con menos producción promedio con 1,086 ml de huevecillos y el mes con más producción promedio fue junio con 2,472 ml de huevecillos (figura 21).

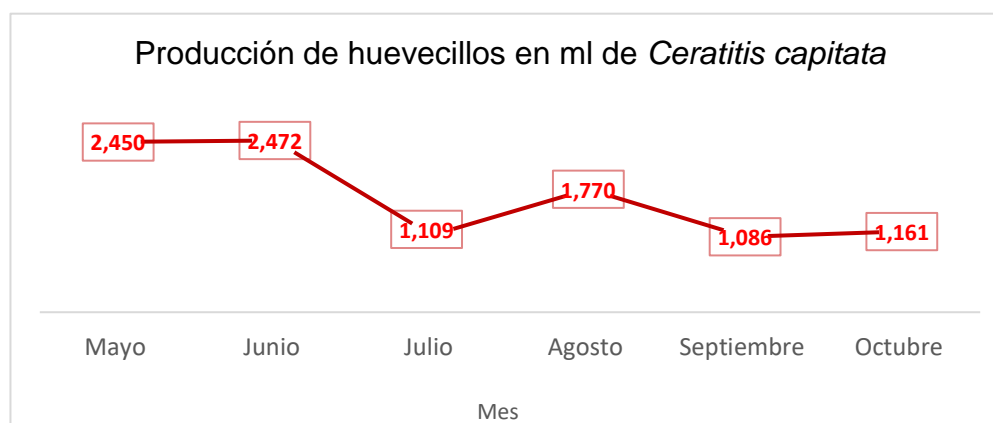


Figura 21. Producción promedio de huevecillos de *Ceratitidis capitata* de mayo a octubre 2024 (ml).

### 7.1.2 Peso de 100 pupas en gramos

En el cuarto de volteo se realiza la fase de larva a pupa, las cuales están colocadas en jabs plásticas donde las larvas hacen su salto al cajón de madera después de 7 días desde sembrado el huevecillo, se convierte en prepupa, que es una cápsula cilíndrica de superficie lisa iniciando con un color blanquecino, al pasar de 4 a 5 horas, dependiendo de la temperatura, se torna de color café, tienen una longitud de 3 a 5 mm y en promedio 4 mm. Del cajón de madera donde están las pupas fértiles se recolecta una muestra al azar de 100 pupas para colocarlas en caja petri, posteriormente estas pupas son pesadas en balanza analítica donde el resultado se obtiene en gramos



Figura 22. A) Conteo de 100 pupas fértil de mosca de la fruta en caja Petri. B) peso de 100 pupas fértil.

AIEA (2022) menciona que el peso es uno de los primeros indicadores de la estabilidad y consistencia de un sistema de cría masiva, es un valioso indicador de la viabilidad general de las pupas y se correlaciona con el tamaño de las moscas adultas obtenidas. Para esta prueba se realizaron 3 repeticiones en diferentes fechas con 5 muestras al azar pesando 100 pupas en gramos (g), a las 24 horas después del salto como peso inicial y el peso final a las 72 horas posterior al salto, es decir, cuando ya va a ser cargada a la jaula de pie de cría, obteniendo un promedio en cada repetición. Este muestreo fue realizado en el periodo de mayo a octubre de 2024 (cuadro 3).

Cuadro 3. Peso promedio de 100 pupas de mosca de la fruta a las 24 y 72 horas después del salto a la jaula de pie de cría en mayo 2024.

Repetición (Lectura inicial)	Muestra de 100 pupas (g)	Repetición (Lectura final)	Muestra de 100 pupas (g)
3/5/2024	M1. 0.69 gr	6/5/2024	M1. 0.63 gr
	M2. 0.68 gr		M2. 0.60 gr
	M3. 0.63 gr		M3. 0.62 gr
	M4. 0.67 gr		M4. 0.63 gr
	M5. 0.68 gr		M5. 0.62 gr
	<b><math>\bar{x} = 0.67 \text{ g}</math></b>		<b><math>\bar{x} = 0.62 \text{ g}</math></b>
9/5/2024	M1. 0.71 gr	13/5/2024	M1. 0.64 gr
	M2. 0.70 gr		M2. 0.63 gr
	M3. 0.72 gr		M3. 0.66 gr
	M4. 0.68 gr		M4. 0.63 gr
	M5. 0.70 gr		M5. 0.66 gr
	<b><math>\bar{x} = 0.70 \text{ g}</math></b>		<b><math>\bar{x} = 0.64 \text{ g}</math></b>
18/5/2024	M1. 0.70 gr	22/5/2024	M1. 0.63 gr
	M2. 0.74 gr		M2. 0.67 gr
	M3. 0.66 gr		M3. 0.62 gr
	M4. 0.71 gr		M4. 0.63 gr
	M5. 0.75 gr		M5. 0.66 gr
	$\bar{x} = 0.71 \text{ gr}$		$\bar{x} = 0.64 \text{ gr}$
	<b>0.69 g</b>		<b>0.63 g</b>

El peso promedio total final de 100 pupas fértil de mosca de la fruta que se obtuvo durante los seis meses fue 0.74 g, mientras que el mes con la pupa de mayor peso fue en octubre con 0.80 mg y el mes con menos peso fue mayo con 0.69 mg, esto ocurre por la temperatura y humedad relativa del ambiente donde se encuentran las pupas, el peso ideal que se toma de referencia es el peso final ya que es el dato que se utiliza como parámetro de peso y esto sirve para conocer el peso promedio de la pupa antes de ser colocada en el panel de oviposición.

AIEA (2022) menciona que el peso óptimo de una pupa de *Ceratitis capitata* tiene que ser como mínimo 7 mg y como media aceptable 7.8 mg; por lo que el peso de las pupas en el periodo de mayo a octubre de 2024 está dentro del rango, a diferencia del mes de mayo que el peso fue bajo con 6.3 mg (cuadro 5 y figura 23).

Cuadro 4. Peso final de 100 pupas fértil de mosca de la fruta (g).

Meses 2024					
Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
0.63 g	0.72 g	0.73 g	0.76 g	0.77 g	0.80 g
<b>Peso promedio</b>				<b>0.74 g</b>	

Para conocer el peso final promedio de 100 pupas por mes en miligramos, se presenta un ejemplo del mes de mayo:

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ pupas} \text{ ----- } 0.63 \text{ g} \\
 1 \text{ pupa} \text{ ----- } x = 0.0063 \text{ g/pupa}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{l}
 1 \text{ g} \text{ ----- } 1,000 \text{ mg} \\
 0.0063 \text{ g} \text{ ----- } x = 6.3 \text{ mg/pupa}
 \end{array}$$

Cuadro 5. Peso final en miligramos de 100 pupas fértil de mosca de la fruta.

Meses 2024					
Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
6.3 mg	7.2 mg	7.3 mg	7.6 mg	7.7 mg	8.0 mg
<b>Peso promedio</b>				<b>7.4 mg</b>	

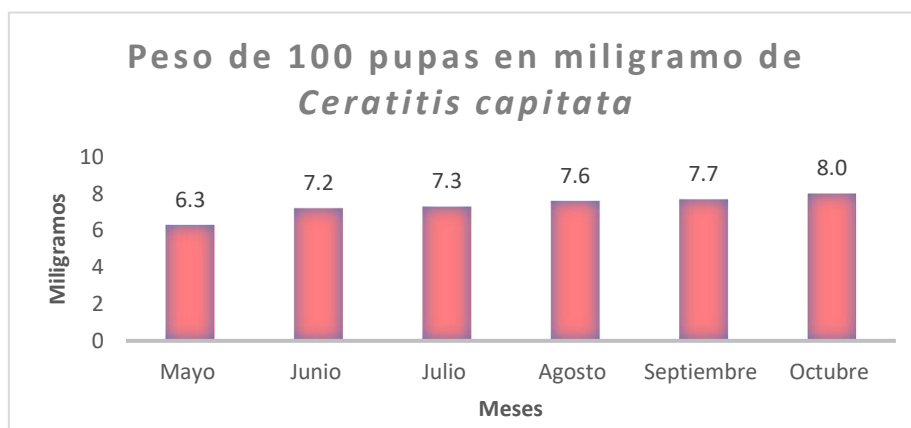


Figura 23. Peso final de pupa de mosca de la fruta en 3 repeticiones con 5 muestras (mg).

La AIEA (2022) menciona que las tendencias a la baja en el peso medio de las pupas de mosca de la fruta en una Planta de cría y reproducción pueden ser resultado de una nutrición deficiente, hacinamiento en la etapa larvaria, altas temperaturas, contaminación en la dieta, condiciones inadecuadas durante la maduración de la pupa (por ejemplo, desecación), u otros factores que pueden reducir la viabilidad de los insectos. Un tamaño de pupa por debajo del umbral crítico (peso mínimo de pupa = 7 mg) es probable que vaya acompañado de un bajo desempeño en otros índices de calidad.

Se infiere que el peso de la pupa es un predictor directo del tamaño del adulto y su efectividad reproductiva, pupas más pesadas derivan en adultos más competitivos sexualmente y con mayor longevidad y fecundidad; para maximizar resultados en pie de cría, es crucial controlar la dieta larval, densidades de cría y condiciones ambientales, con un enfoque técnico en optimizar el peso pupal.

### 7.1.3 Pupa en medida volumétrica (Número de pupas por litro)

Se toma 1 litro (l) de pupa al azar, se pesa en balanza analítica obteniendo el resultado de 1 litro en gramos de peso, esto con el fin de llevar un registro del control de peso.



Figura 24. A) Llenado de un litro de pupa, B) Pesado del litro de pupa fértil.

Este proceso se realiza con el fin de conocer la cantidad de pupas promedio que se encuentran en un litro por mes. En el área de volteo está el cajón de madera donde se obtiene la producción de pupa, esta es recolectada del cajón y colocada en bandeja de fibra de vidrio, posteriormente se pesa un litro de pupa en la balanza analítica para obtener el peso en gramos. De mayo a octubre 2024 se obtuvo un promedio de 560 g de pupa fértil de mosca de la fruta, obteniendo el mayor peso en septiembre con 568 g y el menor peso se obtuvo en agosto con 541 g (cuadro 6 y figura 25).

Cuadro 6. Peso en gramos de un litro de pupa fértil de mosca de la fruta.

Meses 2024					
Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
568 g	555 g	564 g	541 g	568 g	561 g
<b>Promedio</b>			<b>560 g</b>		

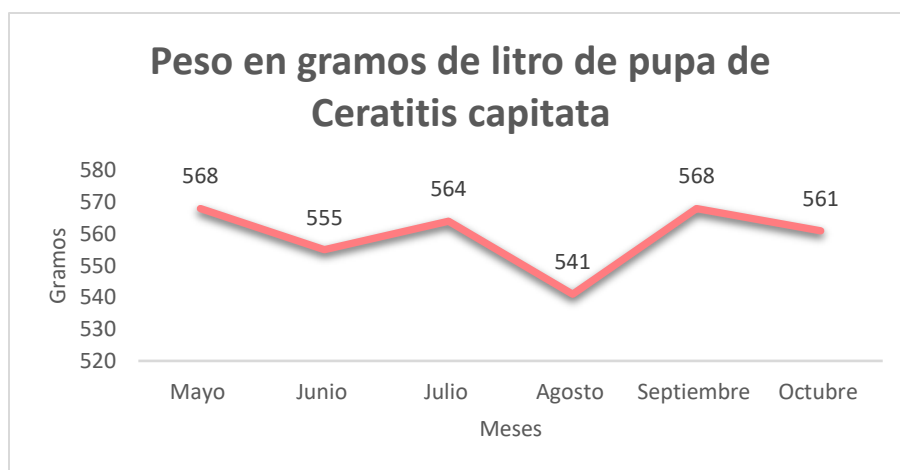


Figura 25. Peso en gramos de un litro de pupa de Mosca de la fruta de mayo a octubre 2024.

Para conocer la cantidad promedio de pupas por litro se realiza de la siguiente manera: se pesa un litro de pupa y se divide por el peso promedio final de 100 pupas en gramo, el resultado es la cantidad promedio de pupa por litro.

Número de pupas por litro = Peso litro (gramos) / Peso 100 pupas/gramo

Mayo 2024 = 568 g/litro / 0.0063 g/100 pupa = **90,158.73 pupas/litro**

Cuadro 7. Número de pupas de Mosca de la fruta por litro.

Meses 2024					
Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
90,158.73 pupas	77,083.33 pupas	77,260.27 pupas	71,184.21 pupas	73,766.23 pupas	70,125 pupas
<b>Promedio</b>			<b>75,675.67 pupas</b>		

#### 7.1.4 Porcentaje de emergencia de mosca de la fruta

La mosca de la fruta adulta emerge a los 7 días después de estar en pupa según las condiciones óptimas de temperatura de 25 a 27 °C y humedad relativa de 70%, en la producción de cría masiva.

Gutiérrez (2015) menciona que la mosca de la fruta se desarrolla de forma óptima en un rango de temperatura entre 16 y 32 °C y una humedad relativa de 75- 85%. La mosca tiene aproximadamente una longitud de 5 mm.

Según Allen (2016), las moscas exhiben dimorfismo sexual, las hembras son más grandes que los machos y pueden ser identificadas por un patrón de ala amarilla y ovipositor puntiagudo, los machos tienen características más exageradas como ojos más brillantes, piernas delanteras más largas y un par de cerdas supra-fronto-orbitales (figura 26).



Figura 26. A) Hembra de mosca de la fruta, B) Macho de mosca de la fruta.

Para realizar esta prueba se recolectaron 100 pupas al azar y se colocaron en caja petri, se esperó 14 días para que emergiera, al pasar 3 días después de la emergencia la mosca muere y se procede a abrir la caja petri para conocer la emergencia y la cantidad de moscas hembras y machos. El porcentaje de hembras debe ser mayor a 70% y el de machos 30%.

Muñiz y Gil (1984) mencionan que la vida media de los machos supera a la de las hembras en todas las condiciones experimentales ensayadas, además concluye que, en condiciones experimentales desfavorables, existe una tendencia a que la razón 1:1 de machos a hembras se desequilibre a favor de éstas.

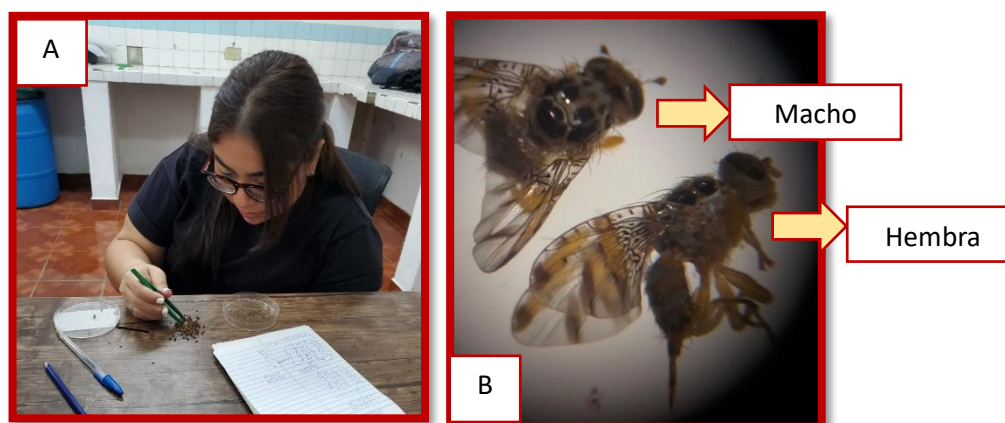


Figura 27. A) Separación de hembras y machos de mosca de la fruta, B) Hembra y macho de *Ceratitits capitata*.

De mayo a octubre del 2024 se realizó el conteo de 5 muestras por mes de 100 pupas al azar, colocándolas en caja petri para conocer la emergencia total y la cantidad de hembras y machos emergidos, de estas 5 muestras se obtuvo un promedio del total.

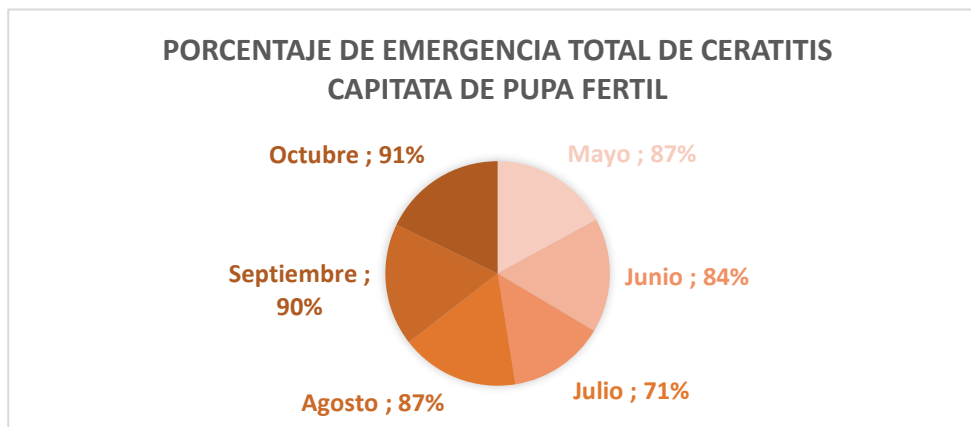
Cuadro 8. Emergencia total de moscas de la fruta, hembras y machos en mayo 2024.

Muestra	Emergencia total de mosca	Emergencia de hembras	Emergencia de machos
M1	100%	65%	35%
M2	82%	62%	20%
M3	77%	45%	32%
M4	89%	71%	18%
M5	89%	64%	25%
<b>Promedio</b>	<b>87.4%</b>	<b>61.4%</b>	<b>26%</b>

Para realizar la prueba y conocer el porcentaje de emergencia promedio mensual de mayo a octubre 2024, se hizo con cinco muestras de 100 pupas cada una y colocándolas en caja petri, se esperó 14 días para que emergieran y tres días para que murieran dentro de la caja Petri para obtener el dato promedio de los seis meses, el cual fue 85%. La mayor emergencia fue en octubre con 91% y la menor fue en julio con 71% (cuadro 9 y figura 28).

Cuadro 9. Emergencia total de pupa fértil de *Ceratitis capitata* entre mayo a octubre 2024.

Meses 2024					
Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
87%	83%	71%	87%	90%	91%
<b>Promedio</b>			<b>85%</b>		

Figura 28. Emergencia total de pupa fértil de *Ceratitis capitata* entre mayo a octubre 2024.

### 7.1.5 Cantidad de hembras y machos en estado adulto de mosca de la fruta

De mayo a octubre 2024 se realizó el conteo de hembras y machos de *C. capitata*, obtenidos del conteo de 100 pupas colocadas en cajas Petri.

Cuadro 10. Cantidad de hembras y machos de mosca de la fruta.

Sexo de la mosca	Meses 2024					
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Hembra	61	59	41	50	60	55
Macho	26	24	30	37	30	36
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>83</b>	<b>71</b>	<b>87</b>	<b>90</b>	<b>91</b>

### 7.1.6 Porcentaje entre hembras y machos de mosca de la fruta

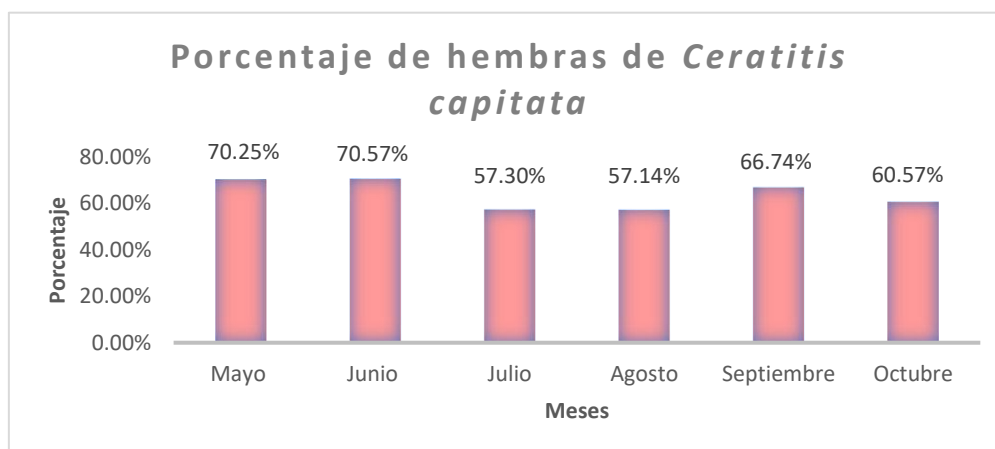
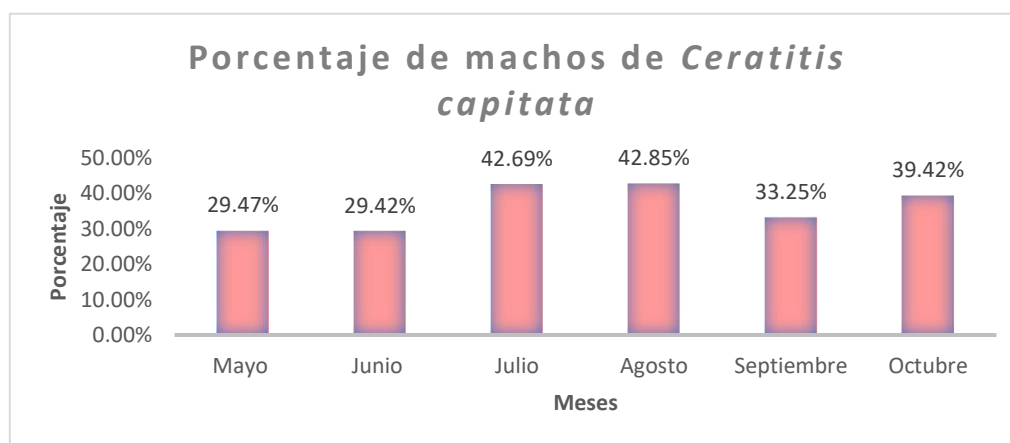
Para conocer el porcentaje de hembras y machos de mosca de la fruta se pone el siguiente ejemplo con el mes de mayo 2024:

87 individuos ----- 100%  
61 hembras ----- x = 70.25%

87 individuos ----- 100%  
26 machos ----- x = 29.47%

Cuadro 11. Porcentaje de hembras y machos de mosca de la fruta.

Sexo de la mosca	Meses 2024					
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Hembra	70.25%	70.57%	57.30%	57.14%	66.74%	60.57%
Macho	29.47%	29.42%	42.69%	42.85%	33.25%	39.42%

Figura 29. Porcentaje de hembras de *Ceratitidis capitata* entre mayo a octubre 2024.Figura 30. Porcentaje de machos de *Ceratitidis capitata* entre mayo a octubre 2024.

## 7.2 Pruebas de control de calidad del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*

Se presenta una sola lectura de la prueba de control de calidad del mes de mayo 2024 debido a que en junio se tuvo la pérdida del pie de cría del parasitoide.

Conte (2021) menciona que *D. longicaudata* es un endoparasitoide obligado de estadios larvales avanzados de moscas de los frutos perteneciente a la familia Tephritidae (Díptera). Para que pueda parasitar se utiliza larva en fase III. *D. longicaudata* fue seleccionado como agente

de control biológico de moscas de la fruta por su amplia variedad de hospedadores que parasita y su alta capacidad de adaptarse a diferentes ambientes en los que ha sido introducido que ha facilitado su establecimiento en ambientes silvestres y en laboratorio. Este parasitoide ha sido utilizado en liberaciones aumentativas como parte del Manejo Integrado de Plagas en México.

### 7.2.1 Estado larvario

Se identificó el estadio de larva de mosca de la fruta para exponerla al parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*, ya sea en LI, LII o LIII.

Nolasco (2009) menciona que la larva de tercer estadio o LIII tiene una longitud de 6 a 8 mm, posee forma mucidiforme, es decir que la parte caudal es ancha y se va adelgazando hasta llegar a la cabeza, estas larvas son de color blanco amarillento y su cuerpo está conformado por 11 segmentos, de los cuales 3 segmentos corresponden a la parte torácica y 8 segmentos al abdomen, la cabeza es pequeña y en forma de cono; no obstante, el segundo estadio larval es similar; pero el primer estado larvario difiere mucho del segundo y del tercero.

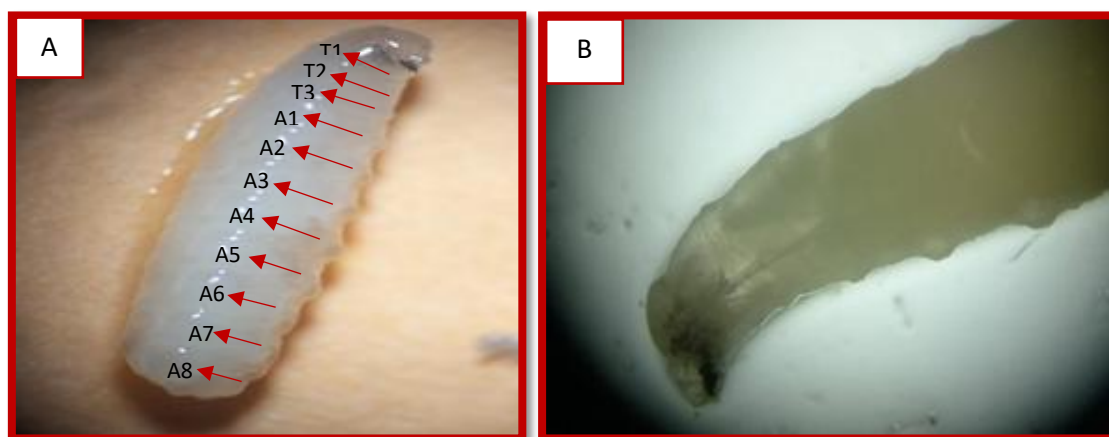


Figura 31. A) Larva LIII de *Ceratitidis capitata* observada por estereoscopio Motoc a 10x con sus 11 segmentos identificados, 3 en la región torácica y 8 en la región abdominal, B) Cabeza de larva LIII observada por el microscopio a 4x.

La larva de *Ceratitidis capitata* tiene como mandíbula dos ganchos esclerosados paralelos que siempre están unidos al esqueleto cefalofaríngeo, los cuales están casi cubiertos por los labios, que forman una serie de membranas carnosas y tienen apariencia de abanico, llamadas carinas

bucales. La larva tiene un par de espiráculos anteriores en el primer segmento del tórax que tienen forma parecida a dedos, por lo tanto, cada espiráculo tiene la apariencia de un guante.

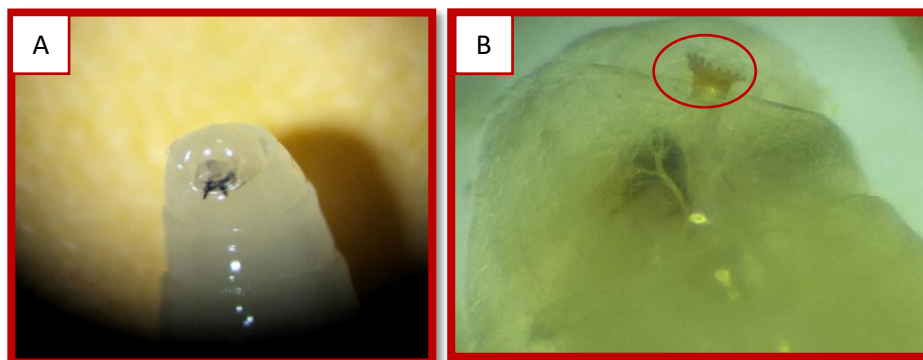


Figura 32. A) Mandíbula (ganchos) de larva LIII observada por estereoscopio Motic a 10x, B) Espiráculo anterior en primer segmento de tórax en larva LIII observada es microscopio Motic a 10x.

### 7.2.2 Parasitismo de larva de *Ceratitis capitata* por el parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*

El parasitismo que se obtiene por *D. longicaudata* es por las larvas en fase III de *C. capitata* que se recolecta en la Planta de cría y reproducción de parasitoides de mosca de la fruta, se coloca la unidad de oviposición tipo disco de madera de 25 cm de diámetro con capacidad de 50 ml de larva de 6 días, tapándolos con un gorro de tela de espuma, después el disco es expuesto en la parte superior de la jaula de pie de cría durante 2 horas, el parasitoide hembra se desplaza hasta donde está el disco y oviposita las larvas de *C. capitata*, al transcurrir el tiempo de exposición se retira el disco de la jaula y estas larvas son colocadas en una bandeja de fibra de vidrio para que continúen su ciclo biológico; las pupas que fueron expuestas y parasitadas y los residuos de dieta que quedan en ella son separados a través del aire de un ventilador y expuestos a las jaulas de desarrollo. Se mide la pupa en un beaker para conocer la cantidad que se ha expuesto, después son colocados en bandejas de madera y se llevan a las jaulas de desarrollo de los parasitoides, las cuales son de aluminio y cubiertas con tela de etamina, la puerta es sellada con tirro para que toda larva que no fue parasitada no se libere (figura 33). Después de 14 días de exposición, de la larva que no fue parasitada emergió mosca y por falta de alimento muere, pasado ese tiempo se retira la pupa de las jaulas de desarrollo y se sopla

para separar las moscas muertas y los residuos de pupas, lo cual se realiza con un ventilador y dos huacales, uno contiene pupa que se deja caer a la corriente de aire, para que el pupario y las moscas muertas caigan al suelo y las pupas parasitadas al otro huacal que se colocó debajo del primero, la operación se repite hasta que la pupa quede limpia, luego se mide en un beaker graduado de 1,000 ml para determinar la cantidad de pupa parasitada (figura 34).

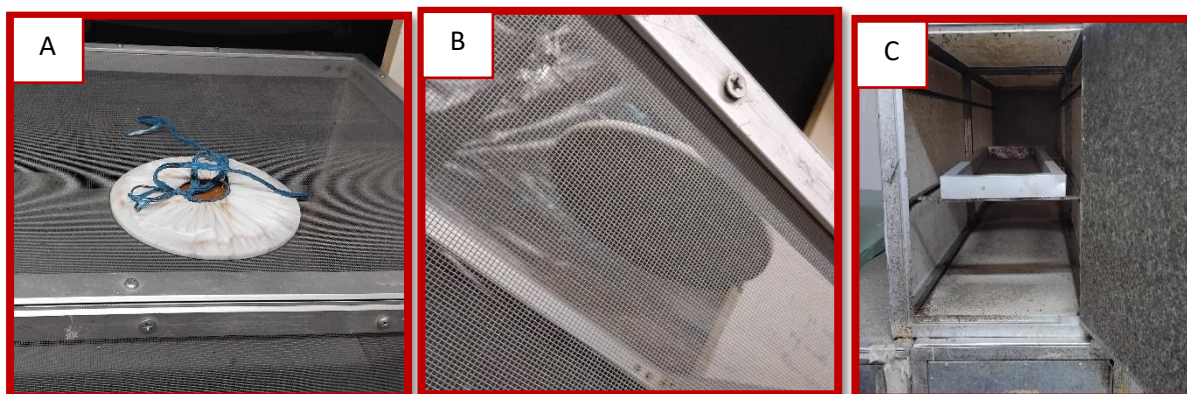


Figura 33. A) Disco con larva de mosca de la fruta para exposición en jaula de pie de cría, B) Exposición de larva para ser parasitada, C) Jaula de desarrollo.



Figura 34. A) Identificando hembra y macho del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*, B) Selección de hembra y macho de *D. longicaudata*, C) Hembra y macho del parasitoide *D. longicaudata*.

### 7.2.3 Emergencia total y porcentaje de hembras y machos del parasitoide

Debido a que el pie de cría del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* se perdió en el mes de junio 2024, solo se pudo realizar la prueba una vez en mayo 2024 tomando 5 muestras de 100 pupas al azar para obtener un promedio total y conocer el porcentaje promedio de hembras y machos. Las 5 muestras fueron colocadas cada una en caja Petri, se esperó 16 días

para que emergiera el parasitoide y a los tres días muriera, en el mes se obtuvo una emergencia promedio de 30.6%, 14.2% hembras y 16.4% machos.

Cuadro 12. Eclosión total, emergencia de hembras y machos de *Diachasmimorpha longicaudata* en mayo 2024.

Muestra	Emergencia total de mosca	Emergencia de hembras	Emergencia de machos
M1	36%	21%	15%
M2	15%	9%	6%
M3	35%	12%	23%
M4	21%	9%	12%
M5	46%	20%	26%
<b>Promedio</b>	<b>30.6%</b>	<b>14.2%</b>	<b>16.4%</b>

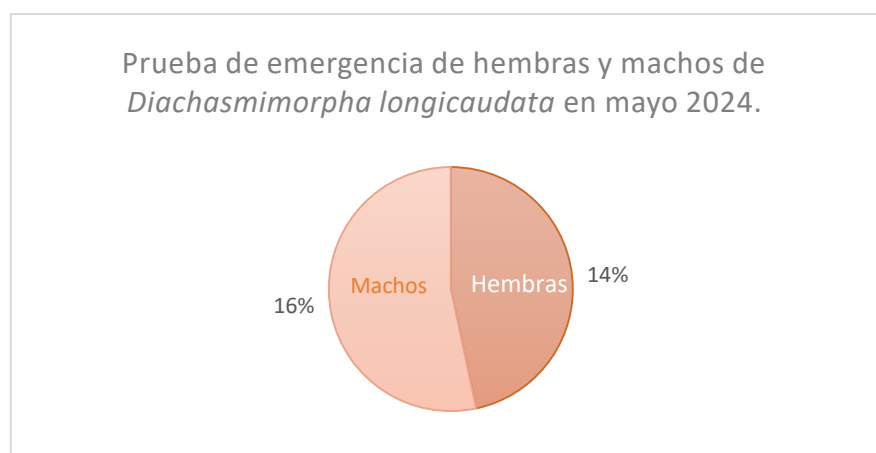


Figura 35. Emergencia de hembras y machos de *Diachasmimorpha longicaudata* en mayo 2024.

### 7.3 Porcentaje de parasitismo del parasitoide *Pachycrepoideus vindemmiae*

*P. vindemmiae* es un parasitoide que se produce comercialmente y se libera para control biológico de pupas de dípteros plaga que están enterrados en el suelo (Rosas 2023).

Las pruebas de control de calidad que se realizaron en la Planta de cría y reproducción de parasitoides son: porcentaje de parasitismo, emergencia total de hembras y machos.

Para realizar la prueba de parasitismo se expone la pupa fértil de mosca de la fruta de dos días (48 horas) y cuatro días (96 horas) en periodo de 24 a 48 horas de exposición, se traslada la cantidad de pupa requerida hacia la Planta de cría y reproducción del parasitoide *P.*

*vindemmiae*, como todavía están mezcladas con restos de alimentos hay que limpiarlas usando un ventilador y dos huacales, es decir soplado de pupa, donde un huacal contiene pupa y se deja caer frente a la corriente de aire de tal manera que el alimento caiga al suelo y las pupas en el otro huacal que se coloca debajo del primero, la operación se repite hasta que la pupa queda libre de residuos de alimento y limpia, luego se traslada la pupa destinada a ser expuesta al parasitoide, la exposición se realiza colocando la pupa en cajones de madera con asiento de cedazo de 16 agujeros por pulgada lineal, colocando un litro de pupa fértil por cajón por 24 a 48 horas de exposición, durante este tiempo el parasitoide oviposita en las pupas, luego estas son retiradas de la jaula y se llevan a la sala de desarrollo del parasitoide, se identifica con una viñeta la cual lleva fecha de exposición y fecha de retiro (figura 36).

En las jaulas de desarrollo se colocan las pupas que fueron expuestas para continuar con el desarrollo del ciclo biológico del parasitoide. Estas se sellan con tirro para que las pupas que no fueron parasitadas y nacen moscas por falta de alimento morirán 4 días después de la emergencia y solo quedaran las pupas que fueron parasitadas. Pasado ese tiempo son retiradas de la sala de desarrollo y nuevamente se procede a soplar la pupa parasitada utilizando ventiladores y huacales para separar los puparios y los residuos de las moscas muertas.

Con un estereoscopio se observa la pupa para ver si esta parasitada por *Pachycrepoideus vindemmiae*, luego se hace el conteo de 100 pupas en caja Petri, se espera de 15 a 17 días para que el parasitoide emerja, al pasar tres días muere, luego se realizó el conteo para conocer el parasitismo, emergencia y porcentaje de hembras y machos del parasitoide (figura 37).



Figura 36. A) Exposición de pupa fértil de mosca de la fruta a la jaula de pie de cría del parasitoide, B) Exposición de pupa parasitada en jaula de desarrollo.

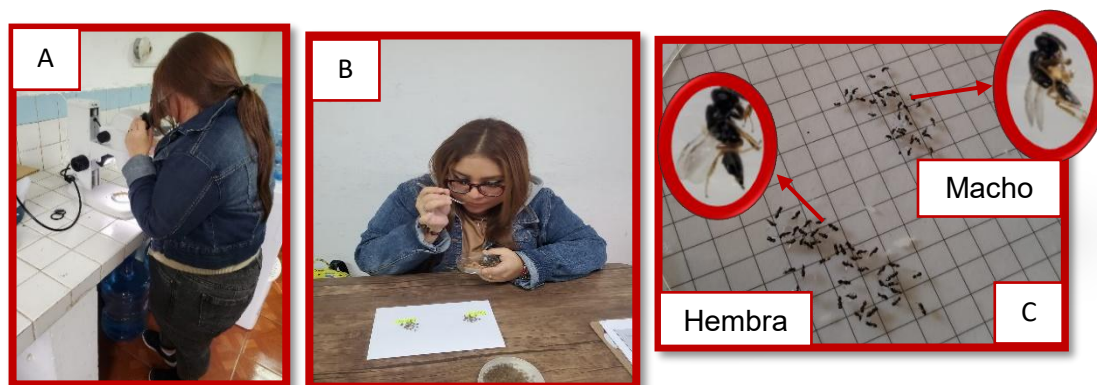


Figura 37. A) Identificando hembras y machos del parasitoide *Pachycrepoideus vindemmiae* por estereoscopio, B) Seleccionando hembras y machos de *Pachycrepoideus vindemmiae*, C) Hembras y machos del parasitoide *Pachycrepoideus vindemmiae*.

### 7.3.1 Emergencia del parasitoide *Pachycrepoideus vindemmiae*

De mayo a octubre de 2024 se realizó pruebas de control de calidad para el parasitoide *P. vindemmiae* donde se hizo el conteo de 100 pupas parasitadas en caja Petri, esperar la emergencia hasta la muerte para conocer la emergencia promedio total del 73%, en mayo fue la mayor emergencia con 79% y en julio fue la menor con 67%.

Cuadro 13. Prueba de emergencia de *Pachycrepoideus vindemmiae*.

Meses 2024					
Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
79%	72%	67%	74%	72%	74%
<b>Promedio</b>			<b>73%</b>		

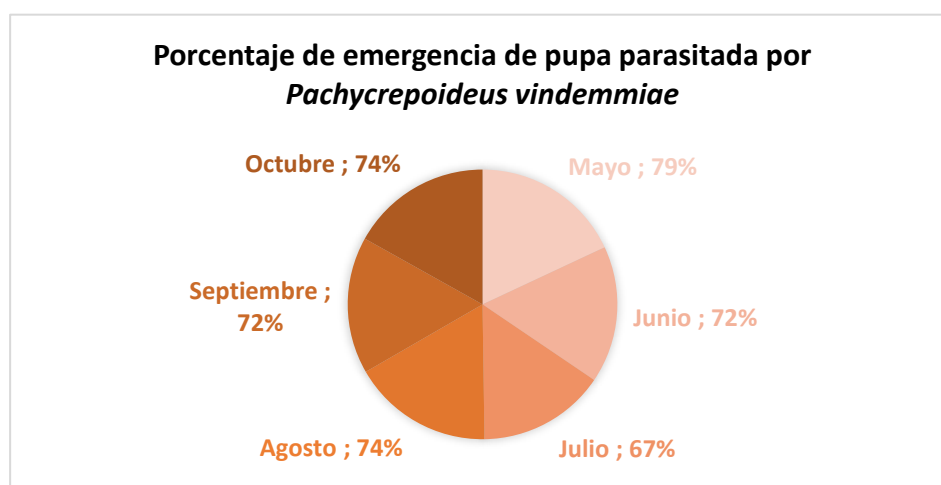


Figura 38. Prueba de emergencia de *Pachycrepoideus vindemmiae* entre mayo a octubre 2024.

### 7.3.2 Cantidad de hembras y machos del parasitoide *Pachycrepoideus vindemmiae*

Entre mayo a octubre de 2024 se realizó el conteo de hembras y machos de *P. vindemmiae* que se obtuvieron de 100 pupas parasitadas colocadas en cajas Petri.

Cuadro 14. Cantidad de hembras y machos de *Pachycrepoideus vindemmiae*.

Sexo del parasitoide	Meses 2024					
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Hembra	46	51	38	42	47	39
Macho	33	21	29	32	25	35
Total	79	72	67	74	72	74

### 7.3.3 Porcentaje de hembras y machos del parasitoide *Pachycrepoideus vindemmiae*

Tomando mayo de 2024 como referencia se presenta un ejemplo para conocer el porcentaje de hembras y machos de *P. vindemmiae*:

79 individuos ----- 100%  
46 hembras ----- x = 58.22%

79 individuos ----- 100%  
33 machos ----- x = 41.77%

Cuadro 15. Porcentaje de hembras y machos de *Pachycrepoideus vindemmiae*.

Sexo del parasitoide	Meses 2024					
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Hembra	58.22%	70.83%	56.71%	56.75%	65.27%	52.70%
Macho	41.77%	29.16%	43.28%	43.24%	34.72%	47.29%

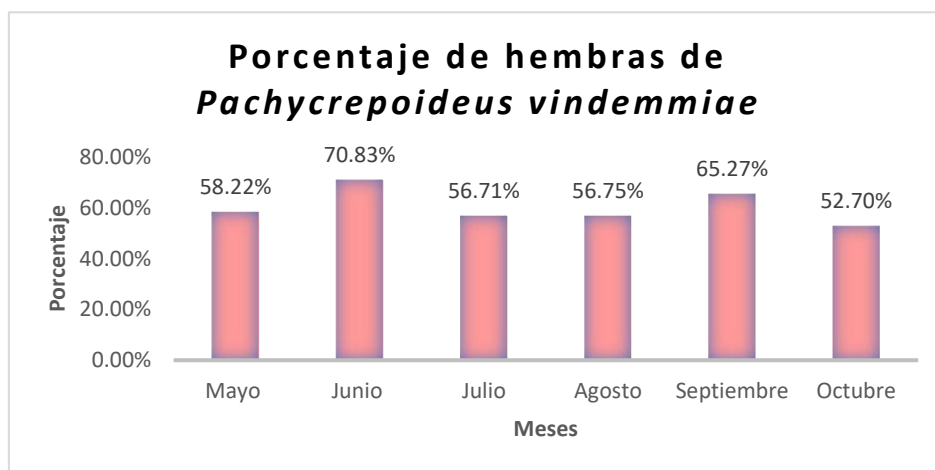


Figura 39. Porcentaje de hembras de *Pachycrepoideus vindemmiae* entre mayo a octubre 2024.

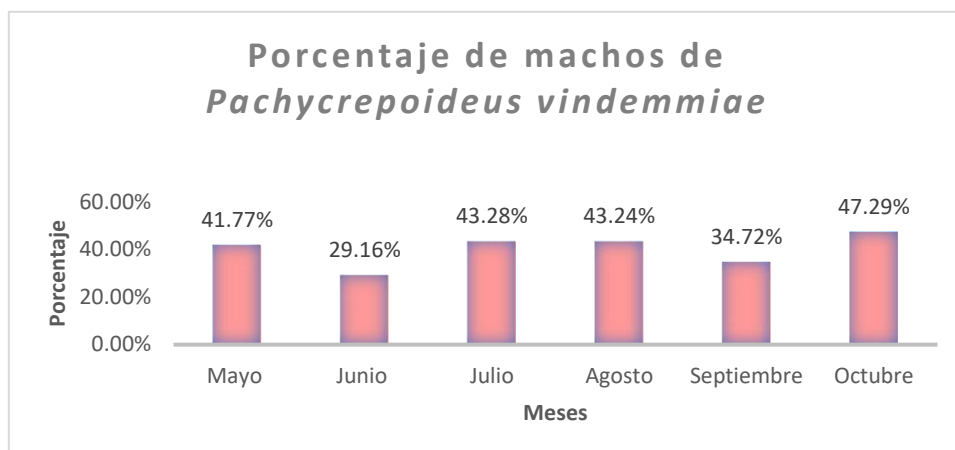


Figura 40. Porcentaje de machos de *Pachycrepoideus vindemmiae* entre mayo a octubre 2024

#### 7.4 Realización de dieta larvaria

Esta dieta por lo general se realiza tres veces por semana, haciendo 14 bandejas por día, en total 42 bandejas por semana. Los materiales que se utilizan son: afrecho de trigo, azúcar morena, bagazo de caña de azúcar, levadura seca inactiva, ácido cítrico, benzoato de sodio y agua, dejando una consistencia de mezcla homogénea para que el huevecillo sembrado se pueda alimentar y pueda eclosionar.

#### 7.5 Capacitación a técnicos

Se impartieron dos capacitaciones a los técnicos de la Planta de cría y reproducción de parasitoides sobre Pruebas de control de calidad, con el fin de dar a conocer el proceso.



Figura 41. Capacitación a técnicos sobre una correcta manipulación de pupa de mosca de la fruta.

### 7.6 Actualización de registros de procesos de procesos en la planta de cría y reproducción de parasitoides

Actualización de los registros de forma física y digital de los procesos realizados en la Planta de cría y reproducción de parasitoides: producción de huevecillos, cantidad de dieta y materiales que se utilizan, producción de litros de pupas, emergencia de hembras y machos de mosca de la fruta; y en parasitoides porcentaje de parasitismo, emergencia de hembras y machos, y cantidad de parasitoides liberados.

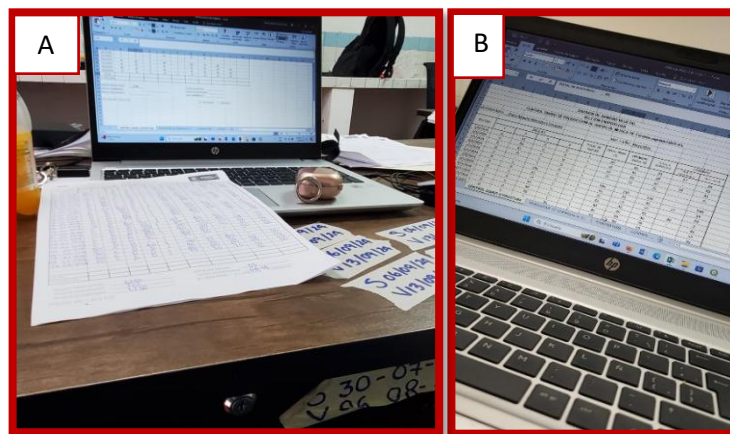


Figura 42. A) Formato en físico y en digital, B) Formato de procesos en forma digital.

DIVISION DE SANIDAD VEGETAL SECCION DIVISORIA: CONTROL DIARIO DE PRODUCCION DE NUEVO DE MOSCA DE <i>Ceratitis capitata</i> JULIAS.												
DESCARGA: <u>Flora Raquel Hernandez</u> MES Y AÑO: <u>Mayo 24</u> Hoja: <u>24</u>												
FECHA	T	D	S	A	TOTAL DE JAASAS	TOTAL PRODUCCION	PROCESO	LIBERADO	LIBERADO	LIBERADO	LIBERADO	LIBERADO
1/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
2/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
3/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
4/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
5/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
6/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
7/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
8/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
9/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
10/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
11/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
12/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
13/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
14/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
15/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
16/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
17/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
18/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
19/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
20/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
21/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
22/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
23/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
24/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
25/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
26/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
27/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
28/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
29/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
30/5/2024	D	85	C	D	1	85	85	85	27	58		
TOTAL					1,472		1,472	1,472	373	1,099		
T. POSTURA					82.40				31.08	49.81		
NUEVO PRODUCIDO:					2,472	TOTAL DE JAASAS:					40	
NUEVO SEMBRADO:					373	TOTAL DE POSTURAS:					35	
NUEVO DESCARGADO:					2,099	DAS SEMBRADOS:						

Figura 43. A) Formato de procesos en físico de mayo 2024, B) Formato de procesos de forma digital de mayo 2024.

## 7.7 Investigación bibliográfica

Se busco datos de otras investigaciones para verificar si lo desarrollado en la planta de cría y reproducción de parasitoides cumple con los datos, estándares y parámetros correctos para el desarrollo de la cría masiva.

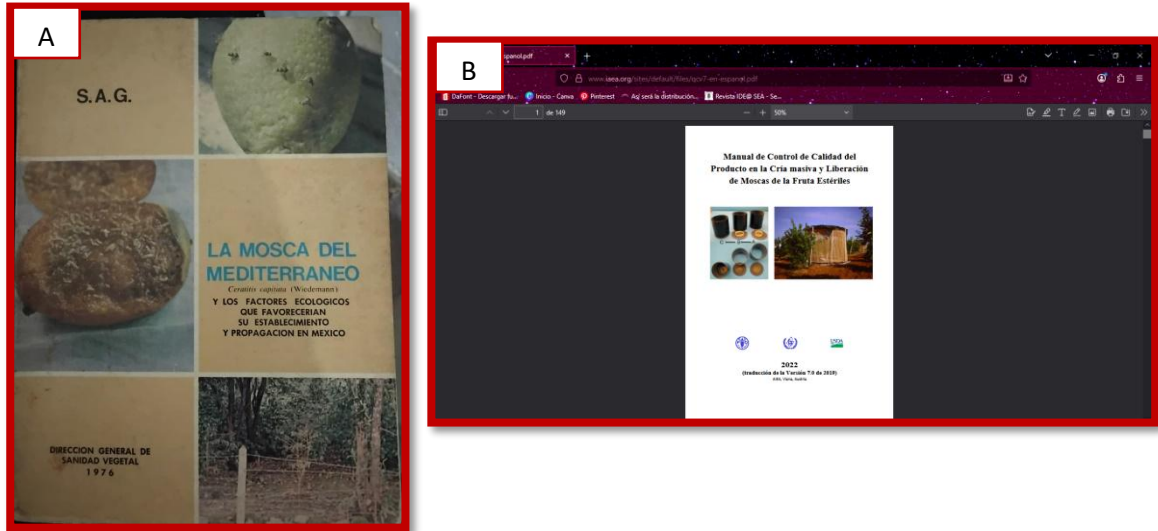


Figura 44. A) Investigación de manera física, B) Investigación de manera digital.

## 8 CONCLUSIONES

Realizar pruebas de control de calidad sobre el parasitismo por *Diachasmimorpha longicaudata* y *Pachycrepoideus vindemmiae* permite garantizar la efectividad de los programas de control biológico de mosca de la fruta.

Con los datos obtenidos en este estudio se actualizó el protocolo “Cría y Reproducción de Parasitoides de Moscas de la Fruta, Código: PE-DSV-APC-7.41.5. MAG/DGSVA”, detallando el tamaño de jaulas requeridas, cajones de madera para recolección y colocación de pupa para pie de cría, conocer la temperatura y humedad relativa dentro de las salas, actualizando y describiendo los procesos que se realizan en cada una de las plantas, lo cual facilita la estandarización de los procesos de las pruebas para determinar la calidad del hospedero que es la mosca de la fruta para el desarrollo de los parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata* y *Pachycrepodeus vindemmiae*.

En mayo de 2024 se perdió el pie de cría del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* por la mala calidad del alimento que se les proporcionaba a los parasitoides, ya que hubo cambio del distribuidor de la miel la cual tenía aditivos desconocidos; y también por las condiciones de adaptación del clima como la temperatura y humedad relativa.

No se puede determinar cuál es el mejor parasitoide para control de mosca de la fruta a nivel de laboratorio porque *Pachycrepoideus vindemmiae* es pupal y ataca todo tipo de díptera incluso puede parasitar a otro parasitoide y *Diachasmimorpha longicaudata* es larval y es un parasitoide selectivo, por lo que no se pueden tener juntos estos parasitoides.

Los parasitoides fueron estudiados a nivel de laboratorio por lo que no se puede decir o describir cual obtuvo mejor resultado para el control de *Ceratitis capitata* porque no se realizó ningún monitoreo; el parasitoide que no se observó y solamente se realizó una prueba fue *D. longicaudata* debido a la pérdida del pie de cría.

La mejor dieta alimenticia para la producción de mosca de la fruta está compuesta por afrecho de trigo, azúcar morena, bagazo de caña, levadura seca inactiva, ácido cítrico, benzoato de sodio y agua, que es una dieta merídica, es decir que contiene uno o más ingredientes cuya composición es desconocida, los cuales son favorables para la eclosión del huevecillo y su ciclo biológico, debe tener una consistencia pastosa, y no ser muy húmeda o pegajosa porque eso

afecta la eclosión de los huevecillos porque el tiempo es tardado y no cumple con el tamaño y peso requerido, o simplemente no eclosiona.

Para obtener mejores resultados en la producción de parasitoides se debe reproducir y obtener hospederos de mosca de la fruta bien desarrollados, lo cual se logra con la elaboración de una buena dieta alimenticia, para obtener una larva más grande favoreciendo al parasitoide *D. longicaudata* y por ende la pupa tendrá el peso y tamaño óptimo para parasitación de *P. vindemmiae*.

## 9 RECOMENDACIONES

En mosca de la fruta implementar un programa de pruebas de control de calidad para observar la producción de huevecillos, cantidad de dieta alimenticia, materiales que se utilizan para la siembra de huevecillos, la producción de un litro de pupa, la cantidad y emergencia de hembras y machos.

En las pruebas de control de calidad de parasitoides observar el porcentaje de parasitismo, la emergencia de hembras y machos, y la calidad del parasitoide liberado.

Para mejorar la calidad del hospedero de mosca de la fruta monitorear la temperatura y humedad relativa en forma más frecuente, revisar por lo menos cada seis meses el estado de las jaulas, continuar con las pruebas de control de calidad, realizar control de plagas como mosquitos, cucarachas y ratones, y separar la sala de control de calidad de las otras áreas.

El protocolo sobre “Cría y Reproducción de Parasitoides de Moscas de la Fruta, Código: PE-DSV-APC-7.41.5. MAG/DGSVA”, el cual fue actualizado en este proceso, debe ser utilizado como un instrumento para estandarizar los procesos en la Planta de cría y reproducción de parasitoides.

El MAG debe solicitar a México y Costa Rica un nuevo pie de cría del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* para continuar reproduciéndolo en la Planta de cría y reproducción de parasitoide y poderlo adaptar al hospedero de *Ceratitis capitata* y a las condiciones climáticas del país, y cambiar de distribuidor de alimento (miel) del parasitoide.

Inspeccionar y dar mantenimiento cada 6 meses a los equipos como las jaulas de pie de cría y de desarrollo de las cubiertas (manta cruda y cedazo de fibra de vidrio), cajones de madera de pie de cría, bandejas de fibra de vidrio y platos para dieta de pie de cría, verificando que no se encuentren rajados o quebrados, y sustitución de esponjas.

La Planta de cría y reproducción de parasitoides debe tener asignado en forma permanente un microscopio para observar huevecillos, larvas, pupas, moscas adultas y parasitoides, para realizar pruebas de control de calidad y conocer a detalle cada uno de ellos.

El MAG debe promocionar que en El Salvador se producen controladores biológicos de mosca de la fruta *Ceratitis capitata*, los cuales se venden a \$0.28 centavos de dólar la bolsa de 1,000 parasitoides de *Diachasmimorpha longicaudata* y a \$0.57 centavos de dólar la bolsa de 5,000

parasitoides de *Pachycreoideus vindemmiae*, los cuales se pueden adquirir en el MAG ubicado en El Matazano, Soyapango.

Liberar 50,000 parasitoides por manzana tres veces cada 15 días (10 bolsas de 5,000 parasitoides cada 15 días) del parasitoide *Pachycreoideus vindemmiae* en plantaciones de frutales dulces y cítricos, como estrategia inundativa -aumentativa, para que el parasitoide se adapte a la zona, luego se deja descansar un mes para volver a realizar la misma aplicación.

Hacer monitoreos cada semana para comprobar si el parasitoide *P. vindemmiae* está adaptado en cada cultivo de frutales y si es así solo se realizará una aplicación de una bolsa de 5,000 parasitoides cada 15 días.

Liberar 50,000 parasitoides por manzana tres veces cada 15 días (50 bolsas de 1,000 parasitoides cada 15 días) del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* en plantaciones de frutales dulces y cítricos, como estrategia inundativa -aumentativa, para que el parasitoide se adapte a la zona, luego se deja descansar un mes para volver a realizar la misma aplicación.

Hacer monitoreos cada semana para comprobar si el parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* está adaptado en cada cultivo de frutales y si es así solo se realizará una aplicación de una bolsa de 1,000 parasitoides cada 15 días.

Para determinar cuál parasitoide, *P. vindemmiae* o *D. longicaudata*, es mejor para control de mosca de la fruta a nivel de laboratorio se debe llevar un monitoreo, aunque *Pachycrepoideus vindemmiae* puede parasitar todo tipo de díptera incluso a otros parasitoides.

Continuar elaborando la dieta alimenticia en la planta de cría y reproducción de parasitoides 3 veces por semana, con las proporciones correspondiente para hacer una buena homogenización y que la mezcla quede de textura pastosa, ni líquida ni sólida, la cual puede ser iniciadora de cría masiva teniendo una alta densidad larvaria.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional de Energía Atómica -AIEA-. (2022). Manual de Control de Calidad del Producto en la Cría masiva y Liberación de Moscas de la Fruta Estériles. Traducción de la Versión 7.0 de 2019. Agencia Internacional de Energía Atómica. Viena, Austria. <https://www.iaea.org/sites/default/files/qcv7-en-espanol.pdf>
- Allen, A. (2016). *Ceratitis capitata*. Animal diversity web. [https://animaldiversity.org/accounts/Ceratitis\\_capitata/](https://animaldiversity.org/accounts/Ceratitis_capitata/)
- Carrasco, L. (2015). Evaluación de trampas y atrayentes para el manejo de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied) con enfoque agroecológico, en el cultivo de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco), en la finca El Piñalito, San Marcos, Carazo [Maestría en Agroecología y desarrolló]. Managua, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/3332/1/tnh10c313.pdf>
- Conte, C. (2021). Interacción a nivel genético-molecular entre el parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) y sus hospedadores *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). Buenos Aires, Argentina. [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n7088\\_Conte.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n7088_Conte.pdf)
- Decreto Ejecutivo N° 77 TR. (2013). Ramos de Hacienda y de Agricultura y Ganadería. Diario Oficial. Tomo N° 398. República de El Salvador en la América Central. Diario oficial. San Salvador, El Salvador, 27 p.
- Domínguez, J., Artiaga, T., Solís, E. y Hernández, E. (2010). Métodos de colonización y cría masiva. SAGARPA-IICA. [https://www.researchgate.net/profile/Emilio-Hernandez-4/publication/291831616\\_Metodos\\_de\\_Colonizacion\\_y\\_Cria\\_Masiva/links/56a6f8d008ae860e0253d3af/Metodos-de-Colonizacion-y-Cria-Masiva.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Emilio-Hernandez-4/publication/291831616_Metodos_de_Colonizacion_y_Cria_Masiva/links/56a6f8d008ae860e0253d3af/Metodos-de-Colonizacion-y-Cria-Masiva.pdf)
- Funes, C., Garrido, S., Aquino, D., Escobar, L., Gómez, C., Cichon, L., Ovruski, S., y Kirschbaum, D. (2020). Nuevos registros de *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) asociado con *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) en cultivos de cerezas y bayas de Argentina. <https://www.scielo.org.ar/pdf/rsea/v79n4/1851-7471-rsea-79-04-39.pdf>

Google, s.f. [Ubicación del Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Matazano. San Salvador, El Salvador]. Recuperado el 10 de febrero de 2025 GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

[https://www.google.com/maps/search/ministerio+de+agricultura+y+ganaderia+/@13.6878195,-89.1379904,616m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g\\_ep=EgoyMDI1MDUyOC4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D](https://www.google.com/maps/search/ministerio+de+agricultura+y+ganaderia+/@13.6878195,-89.1379904,616m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDUyOC4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D)

Gutiérrez, J. (2015). Planta de cría y esterilización de la mosca del mediterráneo. México. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/161683/Planta\\_de\\_produccion\\_de\\_Moscas\\_Est\\_riles.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/161683/Planta_de_produccion_de_Moscas_Est_riles.pdf)

Gutiérrez, J. (1976). La mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wied.) y los factores ecológicos que favorecieran su establecimiento y propagación en México. Talleres gráficos de la Nación. Dirección General de Sanidad Vegetal. [https://dtisartec.senasica.gob.mx:8080/biblioteca/libros/libros/Gutierrez%20Samperio,J.%20SAG\\_DGSV\\_1976%20.pdf](https://dtisartec.senasica.gob.mx:8080/biblioteca/libros/libros/Gutierrez%20Samperio,J.%20SAG_DGSV_1976%20.pdf).

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias -IVIA-. (2010). Gestión integrada y Enfermedades en Cítricos. <http://gipcitricos.ivia.es/pachycrepoideus-vindemmiae-rondani.html>

Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAG-. (2024). Acuerdo Ministerial N° 198 San Salvador, El Salvador 14, 19 p.

Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAG-. (2022). Gobierno libera controlador biológico para mejorar la producción nacional de fruta. Soyapango, San Salvador. <https://www.mag.gob.sv/2022/09/08/gobierno-libera-controlador-biologico-para-mejorar-la-produccion-nacional-de-fruta/>

Moraes, J., Prada, Y., Padilla J., Montenegro, S., Fonseca, M., Mosquera, R., y Pulido, S. (2019). Capítulo 11, Control biológico. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/336180263\\_Control\\_Biologico](https://www.researchgate.net/publication/336180263_Control_Biologico)

Morales, M. (2024a). Memoria de labores 2024, Planta de cría y reproducción de parasitoides de mosca de la fruta. (Informe N° 1). San Salvador, El Salvador. 1, 4 p.

- Morales, M. (2024b). Liberación de parasitoide Pachy (folleto). Planta de cría y reproducción de parasitoides de mosca de la fruta. San Salvador, El Salvador.
- Muñiz, M., y Gil, A. (1984). Desarrollo y Reproducción de *Ceratitís capitata* (Wied.) en condiciones artificiales  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_plagas%2FBSVP-Fuera\\_de\\_serie-02.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSVP-Fuera_de_serie-02.pdf)
- Navone, G. (2004). Capítulo 1, Generalidades del parasitismo.  
[https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/73988/Documento\\_completo.pdf?ssequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/73988/Documento_completo.pdf?ssequence=1&isAllowed=y)
- Nolazco, N. (2009). Método de ensayo: identificación taxonómica de tres especies de moscas de la fruta al estado larval. Microsoft Word - MET-UCDSV-Ent-004 Identificación taxonómica tres especies moscas de fruta al estado larval. Rev.00.doc
- Ovruski, S., Fuentes, S., Núñez, F., y Granados, J. (1996). Himenópteros parasitoides de Mosca de la fruta (Díptera: Tephritidae) presentes en la República de El Salvador. Soyapango, San Salvador, El Salvador. 13 p.
- Ríos, L. (2011). Que es un parasitoide.  
[https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/62\\_2/PDF/05\\_QueSonParasitoides.pdf](https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/62_2/PDF/05_QueSonParasitoides.pdf)
- Ros, J. (s.f.) La mosca mediterránea de la fruta *Ceratitís capitata* Wied. Biología y métodos de control. Madrid, España.  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1988\\_08.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1988_08.pdf)
- Rosas, J. (2023). *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani (Hymenoptera Pteromalidae): factores que influyen en el encuentro de pupas de dípteros hospederos para parasitar. v1.1. No organization. Dataset/Occurrence.  
<https://ipt.biodiversidad.co/permisos/resource?r=255pachycrepoideus20171214&v=1.1>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria -SENASICA-. (2020). Mosca del mediterráneo (*Ceratitís capitata*).

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/636526/Infograf\\_as\\_Completas\\_2\\_compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/636526/Infograf_as_Completas_2_compressed.pdf)

SYNGENTA. (2021). Mosca de la fruta. Una amenaza para los frutales de hueso, SYNGENTA.

<https://www.syngenta.es/blog/mosca-de-la-fruta-una-amenaza-para-los-frutales-de-hueso>

Thomas, M., Heppner, J., Woodruff; R., Steck, G., y Fasulo, T. (2001). Mosca de la fruta del mediterráneo: *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Díptera: Tephitidae).

<https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN371>

Vail, P., Moore, I., y Nade, D. (s.f.). La mosca mediterránea de la fruta en América Central.

Boletín OIEA Vol 18 Nº 3/4.

[https://www.iaea.org/sites/default/files/183\\_405584246\\_es.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/183_405584246_es.pdf)