

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EFFECTOS DEL pH SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LARVA Y CALIDAD DEL INSECTO
DE LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO *Ceratitis capitata* Wiedemann, EN LA PLANTA
EL PINO, PROGRAMA MOSCAMED, BARBERENA, SANTA ROSA, GUATEMALA,
C. A.**

BRENDA MARISOL ALVAREZ SOLARES

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN BARBERENA, SANTA ROSA.
GUATEMALA

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

BRENDA MARISOL ALVAREZ SOLARES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERA AGRÓNOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Ing. M. Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Alvarez
VOCAL III	Ing. Agr. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	P. Agr. Marlon Estuardo González Alvarez
VOCAL V	Bach. Sergio Goznzález
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Reyes Sanabria

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

Guatemala, noviembre de 2019

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“Efectos del pH sobre la producción de larva y calidad del insecto de la mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* Wiedemann, en la planta El Pino, programa MOSCAMED, Barberena, Santa Rosa, Guatemala. ”** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

BRENDA MARISOL ALVAREZ SOLARES

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Gracias por darme el don de la vida, por tu infinita misericordia y amor, por haberme dado a la mejor familia y hoy por permitirme finalizar esta etapa. Gracias por todas las bendiciones recibidas, que nunca me faltes tu señor.

**MIS PADRES: LESBY
SOLARES Y
JORGE ALVAREZ
(Q.E.P.D)**

MAMITA: Gracias por todos tus esfuerzos y sacrificios, por siempre apoyarme y brindarme tu amor incondicional, te amo.

PAPITO: Por ser mi ángel y un gran ejemplo a seguir, gracias por haber sido siempre el mejor padre que Dios me pudo haber dado, siempre te amare

**MIS HERMANOS:
YANIRA, EVELIN Y
JORGE LUIS
ALVAREZ SOLARES**

Puedo ser la hermana regañona, pero los quiero ver siempre bien y felices. Debemos honrar la memoria de nuestro padre, hacer feliz y enorgullecer a nuestra madre. Ustedes han sido, son y serán mis mejores amigos, los amo.

**A MIS ABUELOS:
OLIVIA SOLARES
Y CARLOS SOLARES
(Q.E.P.D)
PETRONA ENRÍQUEZ
(Q.E.P.D) Y CRUZ
ALVAREZ DEL CID**

Por ser personas maravillosas que me demostraron amor incondicional y con su ejemplo me enseñaron a valorar la familia, a ser responsable, trabajadora y nunca darme por vencida, gracias por todo, pero sobre todo gracias por haberme dado unos excelentes padres.

Abuelita Tona: te me fuiste muy pronto pero recuerdo cada momento que compartí con vos mi viejita, las aventuras, las visitas a los enfermos, tu don de servicio e innegable amor al trabajo.

Papito Carlos: gracias por tus muestras de cariño, tus cuidados y siempre hacernos sentir importantes y amados. Tu mayor legado son tu esposa, hijos y nietos que te seguimos recordando y queriendo.

MIS SOBRINOS:
NATHALY, HELLEN,
JOVANY, LESBY,
JORGE ANDRÉS,
CARLOS, STEVEN Y
JORGITO (Q.E.P.D)

Los quiero de una forma indescriptible, solo sé que es un amor puro e incondicional. Le pido a Dios que les permita triunfar, ser felices y excelentes seres humanos. Siempre estaré ahí para ustedes.

Jorgito jr. tu vida fue corta, pero la huella que dejaste en nosotros es imborrable, siempre estarás en mi mente y mi corazón.

A MIS TIOS

Gracias por ser parte de mi vida y siempre estar de forma incondicional, gracias por su amor y apoyo en los buenos y difíciles momentos.

Tia Maty, tio Carlitos, tio Juan, tio Osvaldo, tia Julia (Q.E.P.D), tio Fredy, tio Carlos, tio Marco, tio-padrino Rafael, tia Lidia, tio Cruz, tio Héctor, tio Hugo Alvarez (Q.E.P.D), tio Hugo Solares, tia Mariana, los gemelos: tio Luis y tio Rafa y tio Quique.

A MIS PRIMOS

Son el reflejo de sus padres (mis tíos), los quiero mucho y espero que siempre persigan sus sueños, que cada amanecer que Dios nos regale, podamos disfrutarlo en familia.

A MI CUÑADO: JOVANI
ARÉVALO

Por ser un amigo, un hermano, gracias por tu apoyo incondicional y ser parte importante de la familia.

FAUSAC

Por recibirme con las puertas abiertas y contribuir en mi formación profesional y personal.

A MIS AMIGOS

Paola Ixcajó, Ana Montejo, Diana Calan, Cinthia Hurtado, Haasler Méndez, Katherin Trujillo, Abigail Argueta, Roberto Pérez, Wendy Sierra, Antonieta Coyote, Darwin Tiu, David Mayen, Francisco Herrera, Henzo Hidalgo, Katherin Retolaza, Lucy Castellanos, Pamela Poror, Carmen Cardona, Erika Roquel, Johana Campos, André Pedroza, Alejandro Gil, Angelita Montejo, Maritza Polanco, Andrea Mirón, Cristian Villatoro, Víctor Reyes, Walter, Marvin, Hugo, Nery, Nohelia, Liseth, Wendy Herrera, doña Flory, don Bilo.

**A MIS DOCENTES Y
AUXILIARES**

Dr. Aceituno, Lic. Romeo, Ing. Turcios, Ing. Lara, Ing. Gil, Ing. Méndez, Ing. Medinilla, Dra. Ligia; Chino, Chofo, Cuma, Mazate: por compartir sus conocimientos, experiencias y amor por la carrera.

AGRADECIMIENTOS

A:

**ING. MARINO
BARRIENTOS**

Por su asesoría, tiempo e invaluable apoyo brindado durante el Ejercicio Profesional Supervisado y en la elaboración del documento.

**ING. ÁLVARO
HERNÁNDEZ**

Por su apoyo y amistad durante tantos años.

PLANTA EL PINO

Por brindarme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado y todo el apoyo recibido tanto académico como personal.

ING. AMÍLCAR GUTIÉRREZ	Por su asesoría y valioso apoyo durante la realización de los experimentos, así como en la revisión del documento.
TRABAJADORES DE PLANTA EL PINO	Por su invaluable apoyo y amistad.
LICDA. JOVITA MIRANDA E ING. JUAN HERRERA	Por el valioso e incondicional apoyo recibido, por las enseñanzas y amistad compartida.
SUBÁREA DE PROTECCIÓN DE PLANTAS	Por los conocimientos y experiencia adquirida en la docencia universitaria.
OAE	Por los conocimientos y valiosa experiencia obtenida con los estudiantes de la Facultad de Agronomía.
UPDEA	Por la amistad, el apoyo, los conocimientos y sobre todo el equipo y familia de trabajo formado, gracias por tan bellos momentos compartidos.

ÍNDICE GENERAL

Página

CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA EL PINO, DEL PROGRAMA MOSCAMED, BARBERENA, SANTA ROSA, GUATEMALA.....	1
1.1 PRESENTACIÓN	3
1.2 MARCO REFERENCIAL	4
1.2.1 Ubicación geográfica de la planta El Pino del programa MOSCAMDED	4
1.2.2 Personal de la planta El Pino	4
1.2.3 Clima de la aldea El Cerinal, en donde está ubicada la planta El Pino	5
1.2.4 Ubicación geográfica de la Planta El Pino	5
1.2.5 Antecedentes de MOSCAMED en Guatemala.....	5
1.2.6 Planta El Pino y su proyección social	6
1.2.7 Presentación del material biológico para envío dentro y fuera del país.....	7
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4 METODOLOGÍA.....	9
1.4.1 Fase de gabinete.....	9
1.4.2 Fase de campo.....	9
A. Visita directa	9
B. Entrevistas.....	9
C. Elaboración del FODA.....	9
1.5 RESULTADOS	10
1.5.1 Análisis situacional de la planta El Pino	10
A. Criterio.....	10
B. Determinación de las condiciones reales.....	10
1.5.2 Análisis de la problemática	12
1.6 CONCLUSIONES	18
1.7 RECOMENDACIONES.....	18
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	19
CAPÍTULO II. EFECTO DEL PH DE LA DIETA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS Y LA CALIDAD DE MOSCA DEL MEDITERRÁNEO (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann) EN LA PLANTA EL PINO, PROGRAMA MOSCAMED, SANTA ROSA, GUATEMALA, C. A.....	21
2.1 PRESENTACIÓN	23

	Página
2.2 MARCO TEÓRICO.....	26
2.2.1 Marco conceptual.....	26
A. Clasificación taxonómica.....	26
B. Descripción de la mosca <i>C. capitata</i> Wied.	26
C. Requerimientos nutricionales para cría de <i>C. capitata</i> Wied. en laboratorio	29
D. Proceso de cría de la mosca (<i>C. capitata</i> Wied.)	31
E. Cepa de sexado genético de <i>C. capitata</i> Wied.	33
F. Métodos para el manejo Integrado de la mosca del mediterráneo	33
G. Actividades del subproceso de “cría larval colonias”	34
H. Dieta	46
I. Factores físicos en el manejo de la dieta	46
J. Parámetros de calidad de la mosca (<i>C. capitata</i> Wied.).....	49
2.2.2 Marco referencial	56
A. Ubicación geográfica de las áreas en donde se realizó la prueba	56
B. Cambio de los ingredientes de la dieta de olote en el proceso de cría larval colonias.....	57
2.3 OBJETIVOS.....	58
2.3.1 General	58
2.3.2 Específicos.....	58
2.4 HIPÓTESIS.....	58
2.5 METODOLOGÍA	59
2.5.1 Diseño de tratamientos	59
2.5.2 Ubicación del ensayo	60
2.5.3 Unidad experimental	60
2.5.4 Diseño experimental y aleatorización	60
2.5.5 Manejo del experimento	61
A. Preparación de la dieta	62
B. Siembra	62
C. Trasegado.....	63
D. Colecta.....	64
2.5.6 Variables evaluadas	66
A. Volumen de larva colectada	66
B. Volumen de pupa	66
C. Coloración de pupario	66
D. Peso de pupa.....	67
E. Emergencia.....	67
F. Horas de vida.....	67
G. Longevidad	68
2.5.7 Análisis de resultados	68

	Página
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	70
2.6.1 Determinación de la producción larval o recuperación larval (RL)	70
2.6.2 Determinación de la producción de pupa.....	74
2.6.3 Determinación del peso de pupa	77
2.6.4 Determinación del número de pupas/l de <i>Ceratitis capitata</i> Wied.	78
2.6.5 Determinación del peso de pupa de la mosca del mediterráneo reproducida en laboratorio	80
2.6.6 Determinación del porcentaje de emergencia de la quinta colecta en la producción de la mosca (<i>Ceratitis capitata</i> Wied.)	82
2.6.7 Determinación de la longevidad de la mosca del mediterráneo	83
2.6.8 Determinación de la vida media de la mosca del mediterráneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wied.)	84
2.7 CONCLUSIONES	85
2.8 RECOMENDACIONES.....	86
2.9 BIBLIOGRAFÍA.....	87
2.10 ANEXOS	92
CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN LA PLANTA EL PINO DEL PROGRAMA MOSCAMED, BARBERENA, SANTA ROSA.....	99
3.1 PRESENTACIÓN	101
3.2 CAPACITACIÓN SOBRE EL MANEJO DEL CULTIVO DE CAFÉ	102
3.2.1 Planteamiento del problema	102
3.2.2 Objetivos	102
A. Objetivo general	102
B. Objetivos específicos.....	102
3.2.3 Metodología.....	103
3.2.4 Resultados	104
3.2.5 Medios de verificación	105
3.2.6 Conclusiones	109
3.2.7 Bibliografía	109
3.3 EVALUACIÓN DE pH DE LA DIETA EN DIFERENTES PUNTOS DE LA BANDEJA DURANTE TODO EL PROCESO DE DESARROLLO LARVAL, HASTA SU DESECHO	110
3.3.1 Presentación.....	110
3.3.2 Objetivos	110
A. Objetivo general	110
B. Objetivos específicos.....	110
3.3.3 Metodología.....	111
A. Unidad experimental.....	111

	Página
B. Repeticiones	111
C. Toma de pH	111
D. Esquematzación de los puntos a tomar pH en la bandeja	111
E. Elaboración de la curva de movimiento de la larva dentro de la bandeja	111
3.3.4 Resultados	113
3.3.5 Medios de verificación.....	118
3.3.6 Conclusiones	121
3.3.7 Bibliografías	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la planta El Pino.	4
Figura 2. Árbol de problema sobre el atraso en el desarrollo de la larva.....	12
Figura 3. Arbol de problema sobre la baja en la producción.	13
Figura 4. Árbol de problema sobre la variabilidad en el porcentaje de larva colectada (salto).	14
Figura 5. Árbol de problema sobre la presencia de hongo en la dieta de olote y/o bagazo.....	14
Figura 6. Huevo de la mosca del mediterráneo (<i>C. capitata</i> Wied.).....	27
Figura 7. Estado larval de <i>C. capitata</i> Wied.	27
Figura 8. Estado de pupa de <i>C. capitata</i> Wied.	28
Figura 9. Estado de pupa de <i>C. capitata</i> Wied.....	28
Figura 10. Estado adulto de <i>C. capitata</i> Wied.....	29
Figura 11. Proceso de producción de <i>C. capitata</i> en planta El Pino.....	32
Figura 12. Métodos para el manejo integrado de plagas.	34
Figura 13. Incubación del huevo de la colonia de inyección, planta El Pino.....	35
Figura 14. Incubación del huevo de la colonia de iniciación, planta El Pino.	36
Figura 15. Máquina sembradora de huevo, planta El Pino.....	38
Figura 16. Siembra de huevo sobre dieta de olote, planta El Pino.	38
Figura 17. Sala larval I, planta El Pino.	39
Figura 18. Aplicación de la dieta líquida a la dieta en sustrato de olote y/o bagazo de caña, en la planta El Pino, programa MOSCAMED.	40

	Página
Figura 19. Actividad de cargado de bandejas a los anaqueles de colecta larval.	41
Figura 20. Sala larval II, planta El Pino.....	41
Figura 21. Actividad de colecta de larva en el subproceso de cría larval colonias.	42
Figura 22. Eliminación de exceso de agua posterior a la colecta de larva en cría larval colonias, planta El Pino.....	43
Figura 23. Sala de maduración de pupa, planta El Pino.	45
Figura 24. Medición de pH previo a ser desechada la dieta, planta El Pino.	49
Figura 25. Método para obtener porcentaje de emergencia, utilizado en el área de filtrado genético de planta El Pino.	54
Figura 26. Ubicación de la planta El Pino, del programa MOSCAMED, 2016.....	56
Figura 27. Unidad experimental.	60
Figura 28. Croquis y distribución de los tratamientos.	61
Figura 29. Recuperación larval total por momento en cría larval colonias.	71
Figura 30A. Documento de soporte: características/especificaciones de producto en pupa.....	92
Figura 31A. Documento de soporte características/especificaciones de producto en huevo.	93
Figura 32A. Ficha para la toma diaria de pH de la dieta.	94
Figura 33A. Esquema de los puntos en donde se tomaron los datos de pH.....	95
Figura 34. Capacitación a los trabajadores de la planta El Pino del programa MOSCAMED.	105
Figura 35. Evaluación de conocimientos adquiridos sobre plagas y enfermedades en plantas de café.....	106
Figura 36. Elaboración de abonera con lombriz coqueta roja.	106
Figura 37. Práctica de injerto y resepa en el jardín.....	107
Figura 38. Elaboración de abonera tipo bocashi.	107
Figura 39. Evaluación realizada al personal presente, en las capacitaciones realizadas como parte del servicio profesional supervisado (EPS), durante el año 2016.	108

	Página
Figura 40. Puntos de referencia en donde se tomaron los datos de pH dentro de la bandeja con dieta de olote.....	111
Figura 41. Área de siembra de huevo de <i>C. capitata</i> Wied.....	112
Figura 42. Área en donde permanece la larva durante las etapas larval I y II de <i>C. capitata</i> Wied.	112
Figura 43. Áreas en donde se desplaza la larva de <i>C. capitata</i> Wied.	113
Figura 44. pH promedio de la dieta de los primeros cinco días de desarrollo de la larva de <i>C. capitata</i>	114
Figura 45. pH medido duante la colecta de larva, en el área de cría larval colonias	116
Figura 46. Hoja de registro de los valores medidos de pH por lote de producción, en el subproceso de cría larval colonias, planta El Pino.	116
Figura 47. Hoja de registro de los valores de pH durante el desarrollo larval en el subproceso de cría larval colonias, planta El Pino.	117
Figura 48. Toma de pH de la dieta.....	118
Figura 49. Toma de pH en los laterales de la bandeja previo al desecho de la dieta ...	118

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Matriz de determinación de condiciones reales de la planta El Pino, del programa MOSCAMED.	11
Cuadro 2. Matriz de priorización de problemas.....	17
Cuadro 3. Clasificación taxonómica de <i>C. capitata</i> Wied.	26
Cuadro 4. Ingredientes de la dieta en el subproceso de cría larval colonias, año 2016.	46
Cuadro 5. Rangos de temperatura que se manejan según la sala en el subproceso de cría larval colonias.	47
Cuadro 6. Datos de humedad relativa manejados en las salas de cría larval colonias, planta El Pino.....	47
Cuadro 7. Ingredientes de la solución líquida aplicada a la dieta.	48

Página

Cuadro 8.	Parámetros de calidad medidos a la cepa viena 8 de <i>C. capitata</i> , en filtrado genético para cría larval colonias del programa MOSCAMED, Guatemala.	51
Cuadro 9.	Índice de peso promedio de pupa que sirve de guía para la producción masiva de <i>C. capitata</i>	53
Cuadro 10.	Peso ideal de pupa en cría larval colonias, planta El Pino.	53
Cuadro 11.	Porcentaje de emergencia de la mosca (<i>C. capitata</i>).	54
Cuadro 12.	Porcentaje de moscas (<i>C. capitata</i>) que sobreviven pasadas las 48 horas.	55
Cuadro 13.	Ingredientes de la dieta utilizada para la investigación realizada en el proceso de cría larval colonias de la planta El Pino.	57
Cuadro 14.	Descripción de los tratamientos, planta El Pino.	59
Cuadro 15.	Porcentajes aceptables de pupa blanca y café, según colecta en el subproceso de cría larval colonias.	67
Cuadro 16.	Variables de respuesta medidas por colecta.	69
Cuadro 17.	Análisis de varianza para la recuperación larval total (litros de larva colectada/kg de dieta sembrada).	72
Cuadro 18.	Análisis de varianza para la recuperación larval de hembras (l. de larva colectada/kg de dieta sembrada).	73
Cuadro 19.	Recuperación larval en hembras por tratamiento.	73
Cuadro 20.	Promedio de recuperación larval total por tratamiento y momento en que se realizó la prueba.	74
Cuadro 21.	Análisis de varianza para el porcentaje de pupa café.	74
Cuadro 22.	Promedio de recuperación larval en pupa café por tratamiento y momento en que se realizó la prueba experimental.	75
Cuadro 23.	Análisis de varianza para el porcentaje de pupa blanca.	75
Cuadro 24.	Análisis de varianza para el porcentaje de pupa negra.	76
Cuadro 25.	Promedio de porcentaje de pupa negra por momento y tratamiento, obtenidos en entre la cuarta, quinta y sexta colecta.	77
Cuadro 26.	Análisis de varianza para el peso de pupa café.	77

	Página
Cuadro 27. Análisis de varianza para el número de pupa café por litro.	79
Cuadro 28. Análisis de varianza para el número de pupa blanca (hembra) por litro.	80
Cuadro 29. Análisis de varianza para el peso de pupa blanca.....	81
Cuadro 30. Prueba de Scott & knott para ver la significancia del peso de pupa entre los tratamientos evaluados.	81
Cuadro 31. Análisis de varianza del porcentaje de emergencia en la quinta colecta (pupa blanca-hembra).	82
Cuadro 32. Análisis de varianza de longevidad a las cuarenta y ocho horas.....	83
Cuadro 33. Análisis de varianza para vida media.	84
Cuadro 34. Resultados obtenidos del área de control de calidad, habiendo analizado el material biológico obtenido de los tratamientos realizados.....	95
Cuadro 35. Promedio de pH de la dieta utilizada para la producción de <i>C. capitata</i>	113
Cuadro 36. Promedio de pH tomado durante la colecta de larva de <i>C. capitata</i>	115
Cuadro 37. Valores promedio de pH obtenidos en la medición del pH de la dieta.	120

EFFECTOS DEL pH DE LA DIETA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LARVA Y CALIDAD DEL
INSECTO DE LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO *Ceratitis capitata* Wiedemann,
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN PLANTA EL PINO, PROGRAMA MOSCAMED,
BARBERENA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C. A.

RESUMEN

La mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), es una de las principales plagas de importancia económica a nivel mundial, que se ha extendido en diversas partes del mundo. Existen más de 400 especies hospedantes entre frutas y hortalizas que han sido afectadas por dicha plaga.

El programa MOSCAMED realiza actividades de detección y control de la mosca del Mediterráneo en Guatemala, México, Estados Unidos y Belice, siendo la institución oficial encargada de la supresión y erradicación de la mosca del mediterráneo (MOSCAMED, 2016).

En Guatemala se encuentra ubicada la planta productora de *C. capitata* Wied. más grande del mundo, situada específicamente en la aldea El Pino, del municipio de Barberena; a nivel mundial es la principal proveedora de macho estéril de la mosca del mediterráneo con el financiamiento y apoyo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos – USDA–, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México –SAGARPA– y el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de Guatemala–MAGA– éste trabaja en la erradicación de la plaga en los países afectados, principalmente México, Estados Unidos y República Dominicana (MOSCAMED, 2011).

El presente documento es la integración de tres fases realizadas durante el Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía –EPS–. Consta del diagnóstico, investigación y servicios los cuales fueron ejecutados en el periodo de febrero a noviembre del 2016 en la planta El Pino del programa MOSCAMED, Barberena, Santa Rosa.

El diagnóstico se realizó en el área productiva, específicamente en el subproceso de cría larval colonias, en donde se produce *C. capitata* para su reproducción; uno de los principales problemas detectados es la baja en la producción de larva por factores no detectados o verificados.

La investigación fue realizada para determinar si existe relación entre el pH de la dieta, el volumen de larva colectada, el peso, volumen y coloración de pupa, emergencia y longevidad de los adultos. Se evaluó un pH de 3.6 o más como tratamiento uno, pH no mayor a 3.5 como tratamiento dos y el tratamiento tres se manejó como testigo (en el cual el pH inicial fue de 3.6, sin intervención para regularlo).

Dichos rangos de pH correspondientes a cada tratamiento se mantuvieron durante los primeros siete días, lapso durante el cual se reportó mayor variabilidad de pH en la dieta larval observado en pruebas previas. Constó de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones para un total de dieciséis unidades experimentales, las cuales fueron monitoreadas para determinar si el pH afectaba en el desarrollo larval y la calidad del insecto de la mosca del mediterráneo.

Con base a los resultados obtenidos en la investigación se observó que el pH no afecta significativamente el desarrollo larval, el tamaño, peso y coloración de pupa, así como el porcentaje de emergencia, longevidad y horas de vida del insecto. Los resultados muestran leves variaciones entre ellos, pero el material biológico de los tres tratamientos se encontró dentro de los rangos aceptables para el subproceso de cría larval colonias.

Se realizaron servicios en el área productiva y con el personal de la planta.

En el servicio uno se realizó una capacitación sobre el manejo del cultivo de café (*Coffea arabica*) en el área de jardines de la planta, fue dividida en dos fases: 1ra. Elaboración de aboneras orgánicas; 2da. Exposición de temas relacionados, práctica de resepa, fertilización e injerto). Al finalizar la segunda fase se les realizó una evaluación para medir los conocimientos adquiridos por los participantes.

En el servicio dos se realizó el monitoreo del pH en diferentes puntos de la bandeja durante todo el proceso de desarrollo larval, hasta su desecho, con el fin elaborar un formato con los puntos de monitoreo.

The seal is circular with a grey border. Inside, there is a blue sky with a yellow sun at the top. Below the sun are two golden lions rampant. In the center is a figure of a person in a red tunic and white collar. Below this figure is a landscape with green hills and a white path. A person in a blue tunic and yellow hat is riding a white horse on the path. The Latin text "ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS CONSPICUA CAROLINA" is written in a circular path around the central image.

**CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA EL PINO,
DEL PROGRAMA MOSCAMED, BARBERENA, SANTA ROSA, GUATEMALA.**

1.1 PRESENTACIÓN

El programa MOSCAMED realiza actividades de detección y control de la mosca del Mediterráneo en Guatemala, México, Estados Unidos y Belice, opera desde los siguientes centros de trabajo: Oficinas Centrales en Guatemala; Centros de operaciones (Santa Elena, Petén; Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz; Huehuetenango; Retalhuleu; Chimaltenango y una Planta de Producción de mosca del Mediterráneo estéril ubicada en Barberena, Santa Rosa, así como dos Centros de empaque de adulto frío en Retalhuleu y Barberena.

La planta El Pino produce específicamente la mosca de la fruta *C. capitata* Wied. y es la mayor productora a nivel mundial. En el año 2016 contaba con 11 profesionales encargados directamente del proceso productivo. El personal operativo y administrativo asciende a más de 300, quienes son originarios de la comunidad y de los pueblos vecinos.

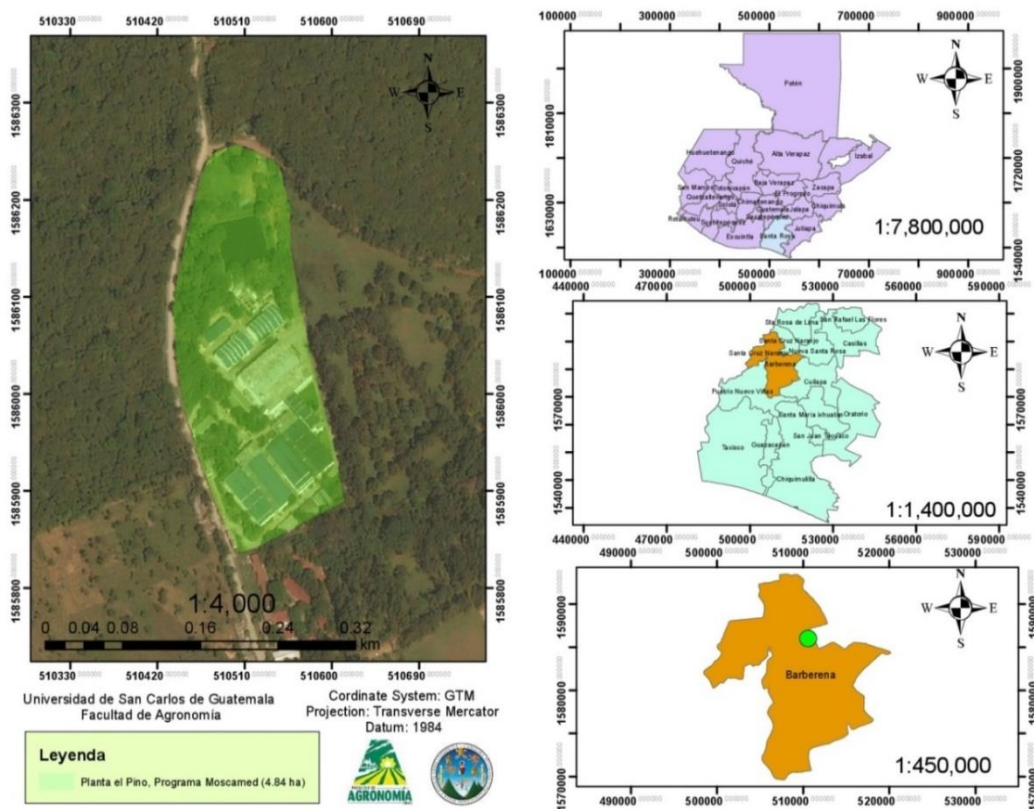
En este informe se presentan las problemáticas y necesidades detectadas al inicio del ejercicio profesional supervisado, específicamente del área productiva. La información se recopiló a partir de la observación, recorridos y a través de fuentes secundarias, se realizó durante el mes de febrero del año 2016 para que sirviera de guía sobre los servicios y tema de investigación a realizar. La información recabada se sistematizó y analizó con el fin de priorizar aquellas que requirieran obtener información y resultados inmediatos. Se realizó un análisis FODA como instrumento guía para conocer y ordenar las fortalezas y oportunidades identificadas a través de entrevistas a diferentes trabajadores de la institución, así como las debilidades y amenazas perceptibles.

Entre los principales problemas encontrados en la planta, específicamente en el área productiva fueron las bajas en la producción de larva por factores no detectados o verificados hasta el momento.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación geográfica de la planta El Pino del programa MOSCAMED

El diagnostico se realizó en la Planta El Pino del programa MOSCAMED en el municipio de Barberena Santa Rosa. Se encuentra a un costado de la laguna El Pino, a 1 km de El Cerinal, Barberena, Santa Rosa.



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 1. Ubicación de la planta El Pino.

1.2.2 Personal de la planta El Pino

Los trabajadores de la planta El Pino realizan diferentes actividades en su tiempo libre tales como la agricultura, en menor escala se dedican la pesca, trabajos artesanales y

pecuarios. La planta El Pino emplea a más de 300 personas procedentes de Barberena, Cuilapa, Santa Cruz Naranjo y de la Ciudad Capital.

1.2.3 Clima de la aldea El Cerinal, en donde está ubicada la planta El Pino

El clima generalmente es templado, pero en época seca se vuelve más cálido. Sus temperaturas oscilan entre 15 °C y 28 °C, con algunas bajas de hasta 12 grados centígrados (López, 2004). La temporada cálida dura desde finales de febrero hasta finales de septiembre; la temporada fresca dura desde mediados de noviembre hasta principios de febrero.

1.2.4 Ubicación geográfica de la Planta El Pino

Se encuentra a una distancia de 50 Km de la Ciudad Capital. La planta El Pino está localizada en la aldea El Cerinal, del municipio de Barberena, Santa Rosa. Se encuentra en la región suroriente de Guatemala. Tiene una extensión total de 4.84 ha.

1.2.5 Antecedentes de MOSCAMED en Guatemala

En Guatemala, MOSCAMED es el programa encargado de detectar, controlar y posteriormente erradicar la plaga de la mosca *Ceratitis capitata*. La planta El Pino es la principal productora de macho estéril de dicha mosca a nivel mundial, y se considera la principal proveedora de material biológico para controlar la plaga en Estados Unidos, República dominicana, México y Guatemala (Gutiérrez, 2016).

Algunos logros obtenidos por parte del programa MOSCAMED son los siguientes:

- A. Ser la planta productora de la mosca del Mediterráneo estéril más grande del mundo (MOSCAMED, 2016).
- B. Departamento de Petén libre de la mosca del mediterráneo, con reconocimiento internacional y declaratoria oficial (MOSCAMED, 2016).

- C. Mantener y monitorear las áreas libres de mosca del mediterráneo de la región y esto beneficia la producción frutícola, favoreciendo la economía y la seguridad alimentaria (MOSCAMED, 2016).
- D. Generación de nuevas áreas libres de mosca del mediterráneo y otras moscas de la fruta, permitiendo la exportación horto-frutícola (MOSCAMED, 2016).
- E. Generación y aplicación de tecnología de punta, como país líder a nivel mundial en la detección y el control integrado de la mosca del mediterráneo.
- F. Mantener la certificación de la planta el Pino por la empresa SGS con la norma de gestión de calidad ISO 9001-2015 (MOSCAMED, 2016).
- G. Mantenimiento de la red de cuarentenas mediante las cuales se protegen las áreas de baja prevalencia y áreas libres de Guatemala, a través de las actividades de inspección, decomiso de frutos y fumigación.
- H. Contribuir en el desarrollo de la apicultura a través de la transferencia de tecnología apícola principalmente en el suroccidente y altiplano central de Guatemala.
- I. Generación de empleo.

1.2.6 Planta El Pino y su proyección social

La planta El Pino siendo la planta productora de *C. capitata* estéril más grande del mundo, trabaja por controlar y/o erradicar la plaga de la mosca del mediterráneo en Guatemala, México, Estados Unidos y República Dominicana, además emplea a cientos de guatemaltecos y los capacita en temas prácticos y teóricos con el fin de formarlos y a la vez motivarlos a lograr un mejor desempeño tanto dentro como fuera de la empresa.

La empresa regala o vende a un costo simbólico algunos utensilios que resultan de los materiales de producción como lo son: bandejas (fibra de vidrio), toneles y galones

plásticos, desechos de la producción (dieta elaborada a base de azúcar, harina, bagazo y/u olote extrusado es utilizada como alimento de ganado mayor).

1.2.7 Presentación del material biológico para envío dentro y fuera del país

La empresa envía material biológico de acuerdo a las necesidades o especificación del comprador; las fases de desarrollo de la mosca *C. capitata* entregadas hasta el momento son: huevo (México), pupa (Estados Unidos, República Dominicana y Guatemala) y adulto (liberación en Guatemala).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Conocer el estado actual de la planta El Pino, del programa MOSCAMED, en el municipio de Barberena, Santa Rosa.

1.3.2 Objetivos específicos

- 1 Analizar la participación del programa MOSCAMED y sus avances en cuanto a la supresión y erradicación de la plaga de la mosca del mediterráneo en Guatemala.
- 2 Determinar los principales problemas que se tienen en las diferentes áreas de trabajo de la planta El Pino, del programa MOSCAMED, en el municipio de Barberena, Santa Rosa.

1.4 METODOLOGÍA

Para la realización del diagnóstico se utilizó la siguiente metodología:

1.4.1 Fase de gabinete

En esta fase se recolectó información básica de la empresa con ingenieros, técnicos y operativos; así como los principales retos a los que se enfrenta la empresa y aquellas medidas que se consideran necesarias para mejorar.

1.4.2 Fase de campo

Esta fase fue realizada de la siguiente manera:

A. Visita directa

Se realizaron varios recorridos por las instalaciones, tanto de administración, producción, elaboración de dietas, microbiología, control de calidad y bodega, esta última se encuentra aproximadamente a 1.5 km de distancia, sobre la ruta a Barberena, Santa Rosa.

B. Entrevistas

Se realizaron 30 entrevistas para determinar la percepción de aquellas personas relacionadas con el funcionamiento de la planta, fue aplicada a ingenieros, técnicos, operativos de la planta El Pino y vecinos de la aldea El Cerinal, Barberena, Santa Rosa.

C. Elaboración del FODA

La información obtenida sirvió para conocer las distintas problemáticas que enfrentan en el área productiva y poder describir las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la planta para el año 2016.

1.5 RESULTADOS

Habiendo realizado las entrevistas a los técnicos, operativos y profesionales del área productiva de la planta El Pino, se obtuvo la información necesaria para enlistar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que enfrenta.

1.5.1 Análisis situacional de la planta El Pino

A. Criterio

Con el fin de establecer un diagnóstico objetivo y trazar líneas de acción que mejoren la competitividad de la empresa dentro y fuera del país, se elaboró el perfil operativo (año 2016) de la planta El Pino, específicamente en el área productiva.

B. Determinación de las condiciones reales

Como muestra el cuadro 1, los principales problemas con los que se enfrenta planta El Pino del programa MOSCAMED se concentran en el área productiva, sobre todo aquellos subprocesos que manejan organismos vivos que son sensibles a la temperatura como: filtrado genético, cría larval colonias, reproductores y cría larval de macho térmico, o bien el subproceso de producción de dieta que debe asegurar la calidad de los materiales con los que elabora la dieta, así como que esta cumpla con los requerimientos de pH, humedad, temperatura, pastosidad y viscosidad de la dieta ya elaborada.

La dieta está elaborada a base de azúcar, benzoato, harina de trigo, formalina, agua, ácido clorhídrico, olote o bagazo, estos últimos dos ingredientes funcionan como sustratos.

El bagazo se utiliza principalmente en el subproceso de cría larval de macho térmico ya que este material genera más calor y la larva macho resiste temperaturas más elevadas que la larva hembra. El olote se utiliza en los subprocesos de filtrado genético y cría larval colonias ya que aquí producen larvas hembras y machos por lo que la regulación de la temperatura es indispensable.

A continuación se muestran las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que los empleados consideran importante relevantes que creen los entrevistados como más relevantes (cuadro 1)

Cuadro 1. Matriz de determinación de condiciones reales de la planta El Pino, del programa MOSCAMED.

Fortalezas	Oportunidades
- Ser la planta de producción más grande del mundo. - Alto rendimiento en la producción de <i>C. capitata</i>. - Lealtad de parte de sus empleados para con la empresa. - Compromiso de parte de los trabajadores con las actividades asignadas. - Apoyo económico internacional para seguir con la producción. - Amigable con el ambiente. - Control de la mosca del Mediterráneo en varias zonas del país. - Reutilización de materiales. - Agradable ambiente laboral. - Constante investigación para mejorar la producción. - Capacitación constante de sus trabajadores.	- Fuente de empleo para la población. - Brinda la oportunidad a sus empleados de continuar con sus estudios. - Crecimiento laboral - Vender material biológico fuera del país para recuperar costos de producción. - Visita de colegios y universidades para conocer el proceso productivo de la mosca del Mediterráneo. - Controlar la plaga de la mosca del Mediterráneo. - Contribuir a mejorar la calidad y cantidad de los cultivos en las áreas libres de la mosca del Mediterráneo.
Debilidades	Amenazas
- Bajas en la producción de mosca sin motivo aparente (<i>C. capitata</i>). - Aparición de hongos en la dieta lo que aumenta costos de producción al utilizarse más formalina para combatirlo. - Atraso en el desarrollo del material biológico. - Actividad de salto de la larva a intervalos de tiempo irregulares.	- Construcción de una nueva planta de producción de mosca en México, reduciendo el mercado de exportación del material biológico. - El desconocimiento por parte de la población guatemalteca sobre el trabajo de control y erradicación de la mosca del Mediterráneo que realiza MOSCAMED a nivel nacional e internacional.

Los casos de pérdida parcial o total de la producción de larva se han justificado con la aparición de hongo en la dieta, alzas en la temperatura o exceso de humedad, situaciones que han generado acciones correctivas y aumento en el monitoreo de los ingredientes de

la dieta, la dieta recién elaborada y durante todo el proceso de crecimiento de la larva dentro de la dieta, con el fin de mantener los rangos establecidos de pH, humedad y temperatura, y las normas de limpieza del equipo utilizado para evitar la aparición de hongo.

1.5.2 Análisis de la problemática

Luego de realizadas las entrevistas a los técnicos y profesionales encargados de cada subproceso, así como el equipo del área de investigación y desarrollo de métodos, se realizó un listado de las principales problemáticas detectadas en el área productiva (cuadro 2).

La figura 2 muestra el problema que mantiene la planta El Pino en el área productiva, sobre el atraso en el desarrollo de la larva, los efectos y las causas del mismo, este se ve influenciado por el material sometido a bajas temperaturas, exceso de humedad en la dieta como en el ambiente, y un bajo porcentaje de eclosión.

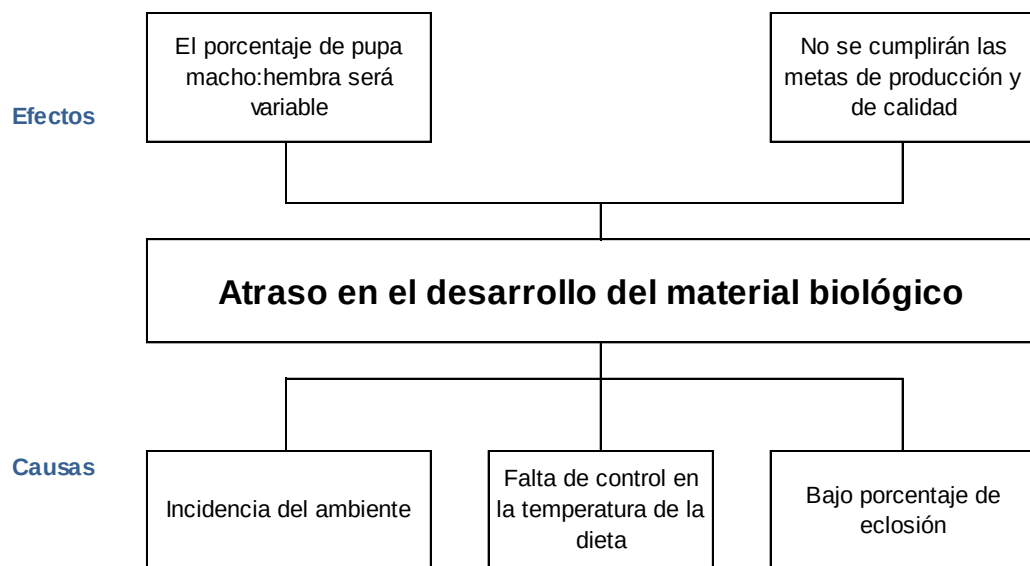


Figura 2. Árbol de problema sobre el atraso en el desarrollo de la larva.

Al presentarse un atraso en el desarrollo del material biológico, el personal operativo juega un papel fundamental para corregirlo. En base a la experiencia se tienen establecidos los tiempos en que la larva deberá movilizarse a ciertas partes de la bandeja, así como las

temperaturas que debe reportar en determinadas etapas de su desarrollo, por tanto el personal debe realizar un monitoreo constante para así prever las actividades requeridas para corregir el problema, ya sea de temperatura o humedad, tanto de la dieta como de la sala en donde se encuentra el material.

La figura 3 muestra los efectos y las causas de la baja en la producción de larva de la mosca *Ceratitis capitata*. La planta El Pino cumple con la demanda del material biológico, por ello la cantidad producida es mayor a la requerida. Cuando existe una baja en la producción, se analizan las posibles causas: temperatura y humedad del ambiente; pH, humedad y temperatura de la dieta, además de analizar los cambios imprevistos que se hayan dado en el lote de producción que generó problema.

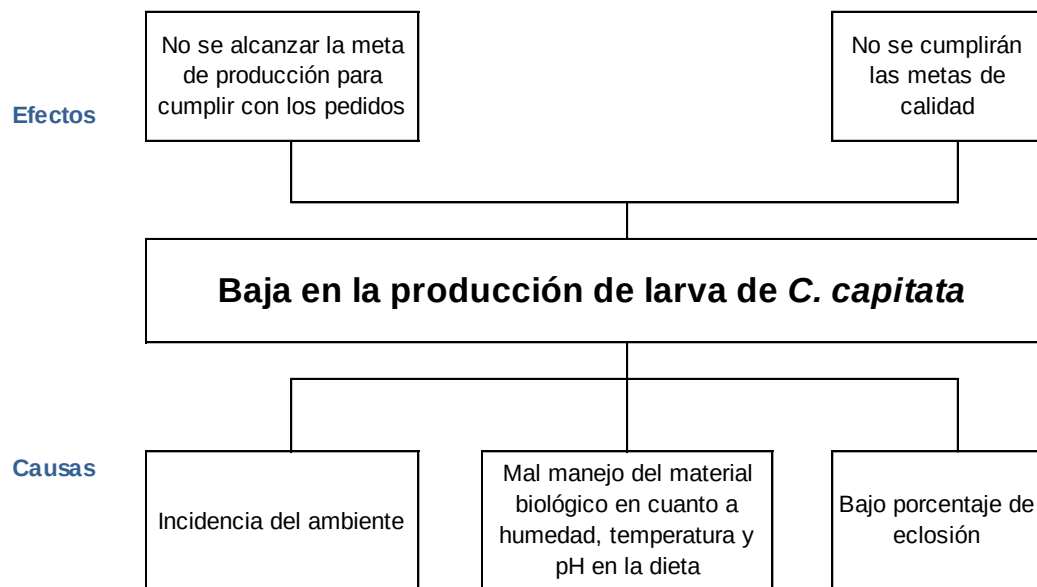


Figura 3. Arbol de problema sobre la baja en la producción.

La figura 4 muestra el problema detectado sobre la variabilidad en el porcentaje de larva colectada (salto) hembra:macho, dicho problema provoca que las colectas se realicen en intervalos de tiempo irregulares.

Las colectas 1, 2, 4, 5 y 6 se deben realizar con menos de 24 horas entre cada una (la tercera colecta puede llevar más tiempo, si se busca extraer la mayor cantidad de larva macho, asegurando una cuarta colecta con porcentaje alto de hembras).

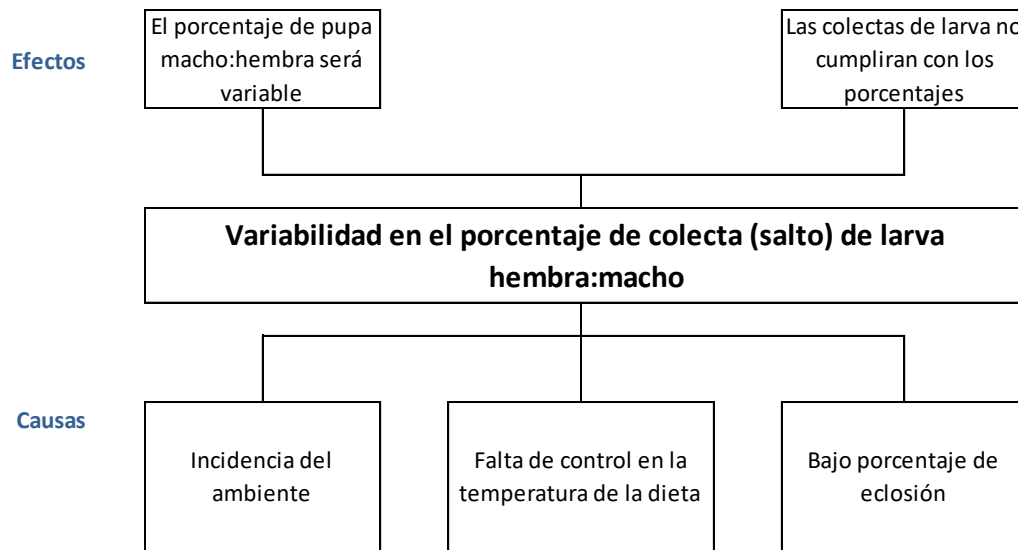


Figura 4. Árbol de problema sobre la variabilidad en el porcentaje de larva colectada (salto).

La figura 5 muestra el problema reportado sobre la presencia de hongo en la dieta y por consecuente, aumento en el porcentaje de pupa muerta, debido a la presencia de micelio la dieta se compacta, generando mayor calor a la larva y restringiéndole el movimiento.

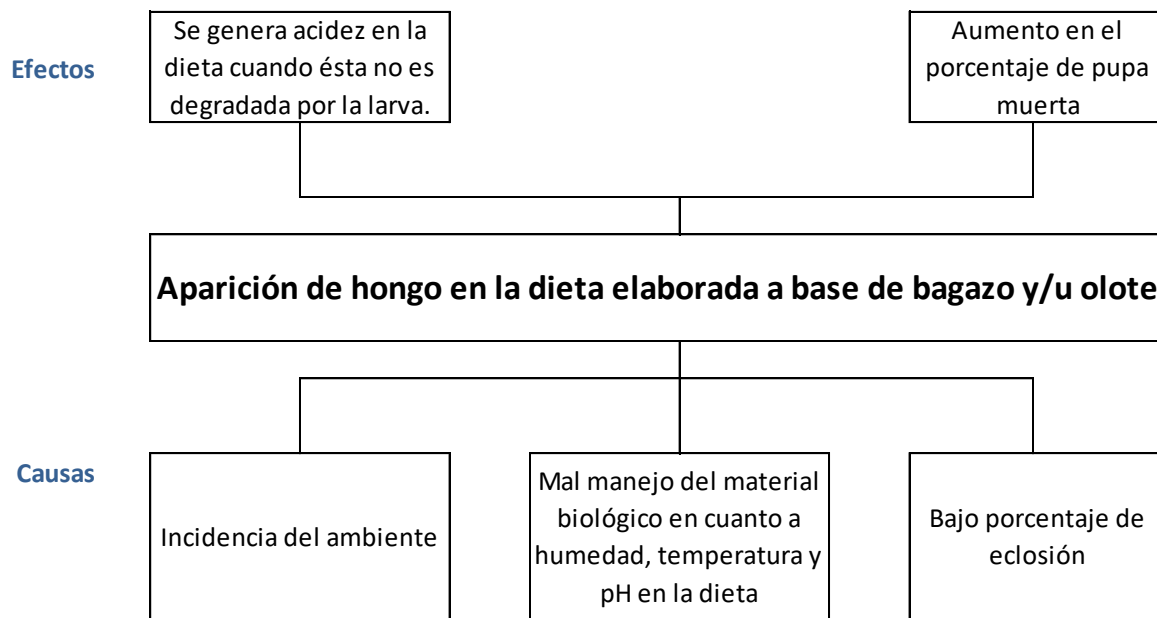


Figura 5. Árbol de problema sobre la presencia de hongo en la dieta de olote y/o bagazo.

En el cuadro 2 se observa una matriz de priorización de los problemas observados en la planta El Pino, teniendo como problema principal la baja en la producción, ya sea con la pérdida parcial o total de la misma. Se detectaron problemas secundarios como la presencia de hongo en la dieta, en su momento fue motivo de preocupación, generando monitoreo constante y la búsqueda de soluciones.

El pH bajo o alto en la dieta se ha manejado con el uso de ácido clorhídrico para reducirlo o bien la aplicación de agua con benzoato para elevarlo.

El atraso en el desarrollo está relacionado con la temperatura de la dieta, por lo que los técnicos y operativos monitorean constantemente la dieta con larva para asegurar que la temperatura se encuentre entre 27.5 °C a 29 °C.

En el cuadro 2 se observa la ponderación de tres puntos de vista: a nivel de operativos, técnicos e ingenieros encargados de áreas de trabajo. Se les cuestionó sobre 4 problemas identificados durante la entrevista realizada previamente en la planta El Pino, se observó con un valor de 30 puntos la baja en la producción de *C. capitata* provocada aparentemente por valores bajos (menores a 4) de pH en la dieta elaborada a base de olote y/o bagazo; así también la injustificada aparición de hongo sobre la bandeja y la dieta elaborada a base de olote y/o bagazo que restringe la movilidad de la larva y por consiguiente el alza en la temperatura.

De acuerdo al cuadro 2, los principales problemas son: baja en la producción y la aparición de hongo en la dieta de olote y/o bagazo.

Para el control del hongo se realizaron varias actividades entre las cuales están:

- Remover la dieta durante las colectas para romper el micelio formado y permitir el salto de la larva.
- Aumento en la dosis de formalina en la solución líquida aplicada a la dieta.
- Aumento en la dosis de cloro de la solución utilizada para el lavado de bandejas.

Para evitar la baja en la producción se realizaron las siguientes actividades:

- Monitoreo constante de humedad y temperatura de la dieta y de la sala.
- Análisis constante de los materiales utilizados para la elaboración de la dieta.

Para resolver el problema sobre el salto de la larva realizado a intervalos de tiempo irregulares, provocando que las colectas no puedan realizarse en horarios establecidos y la partición (3ra colecta) de larva macho y hembra se atrase, se realizaron las siguientes actividades:

- Monitoreo y control de la temperatura de la dieta.
- Aplicación de la solución líquida a la dieta previo a la colecta, para motivar el salto de la larva.

Para reducir o evitar el atraso en el desarrollo de la larva se realizaron las siguientes actividades:

- Monitoreo de la temperatura, humedad y pH de la dieta durante todo el proceso de desarrollo de la larva (desde la siembra hasta su desecho).
- Manejo y monitoreo de la temperatura y humedad de las salas de iniciación, larval I y II y la de colecta.

Las actividades realizadas para resolver los problemas detectados, permitieron reducir el efecto negativo en la producción, logrando cumplir con la demanda de material biológico que tiene la planta El Pino, de parte de los países de Estados Unidos, México, República Dominicana y Guatemala para controlar la plaga de *C. capitata* y seguir siendo la mayor productora de mosca estéril a nivel mundial.

Cuadro 2. Matriz de priorización de problemas

Problema	Ing. Encargado de proceso	Técnicos	Operativos	Sumatoria	Prioridad
Atraso en el desarrollo del material biológico.	8	10	10	28	B
Baja en la producción de <i>C. capitata</i> .	10	10	10	30	A
El salto de la larva se produce a intervalos de tiempo irregulares, provocando que las colectas no puedan realizarse en horarios establecidos y la partición (3ra colecta) de larva macho y hembra se atrase.	9	10	10	29	C
Aparición de hongos en la dieta elaborada a base de bagazo y/u olote.	10	10	10	30	A

1.6 CONCLUSIONES

1. El programa MOSCAMED en el año 2016 dio un gran avance al implementar en la planta El Pino, un área de producción de adulto frío, en donde se trabaja específicamente en la producción de macho estéril de la mosca del mediterráneo (*C. capitata*) para su liberación, tratando de abarcar mayor área afectada.
2. Los laboratorios de los puestos de cuarentena y el subproceso de adulto frío realizan monitoreo semanal para contabilizar el número de hembras silvestres encontradas, esto sirve de base para establecer la cantidad de mosca macho estéril que se necesita liberar para reducir la probabilidad de encuentros entre machos y hembras silvestres. La producción de mosca estéril para ser liberada en el territorio guatemalteco varía de 100 a 150 millones de pupa semanales.
3. Guatemala cuenta con 48,956 km² de área libre de la mosca del mediterráneo, específicamente en los departamentos de Petén, Huehuetenango, Quetzaltenango y Totonicapán.
4. Los principales problemas con los que cuenta la planta El Pino se centran en el área productiva, en asegurar el volumen de producción de *C. capitata* estéril necesario para cumplir con los pedidos nacionales e internacionales.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Se deberá analizar la posible relación entre el pH y la variabilidad en el volumen de producción de larva.
2. Realizar un monitoreo constante a los puntos de aparición de hongo y analizar si genera secuelas en la calidad del material biológico.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Icó Simón, D. H. A. (2014). Evaluación de dos tipos de diseminadores de conidios del hongo *Beauveria bassiana*, y su efectividad en la esporulación sobre moscas del mediterráneo *Ceratitis capitata*, diagnóstico de los problemas que afectan el desarrollo de la esporulación del hongo *Beauveria bassiana* y servicios realizados en el Programa Moscamed, sub sede Barberena, Santa Rosa. (Tesis Ing. Agr.). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala. Recuperado de [http://www.repositorio.usac.edu.gt/2652/1/INTEGRADO %20ICU.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/2652/1/INTEGRADO%20ICU.pdf)
2. López, G. A. (2004). Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión: "Organización empresarial". (Tesis Lic. Admon. Emp.). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas: Guatemala.
3. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN), Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2011). Informe técnico. Guatemala: Programa MoscaMed. Obtenido de <http://moscamed-guatemala.org.gt72012/07/INFORMEMOSCAMED.pdf>
4. Programa de la Mosca del Mediterráneo, Guatemala (Programa MOSCAMED). (2010). Programa MoscaMed. Guatemala. Recuperado el 25 de marzo de 2016, de: <http://moscamed-guatemala.org.gt/>



CAPÍTULO II. EFECTO DEL pH DE LA DIETA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS Y LA CALIDAD DE MOSCA DEL MEDITERRÁNEO (*Ceratitis capitata* Wiedemann) EN LA PLANTA EL PINO, PROGRAMA MOSCAMED, SANTA ROSA, GUATEMALA, C. A.

2.1 PRESENTACIÓN

La mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), es una de las principales plagas de importancia económica a nivel mundial, que se ha ido extendiendo en diversas partes del mundo. Existen más de 400 especies hospedantes entre frutas y hortalizas que han sido afectadas por dicha plaga.

Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), las pérdidas por daños directos van desde el 10 % al 80 % en cítricos (naranja y mandarina), durazno, guayaba y mango (IICA, 2013). El café ha sufrido pérdidas alrededor de un 5 % cuando el fruto se encuentra en estado de cereza, pero falta analizar las pérdidas en cuanto a la calidad del producto final (bebida). Productos como la manzana, el jocote y el chicozapote para el año 2011, reportan mermas en la producción de hasta el 3 %, la papaya, el tomate y el chile pimienta, se han visto afectados por las restricciones en su comercialización (Instituto Colombiano Agropecuario, 2005).

El programa MOSCAMED es la institución oficial encargada de la supresión y erradicación de la mosca del mediterráneo, entre las actividades que realiza se encuentran la de detectar la presencia de la plaga y suprimirla (MOSCAMED, 2016).

En Guatemala uno de los lugares en donde éste programa produce insectos estériles para su liberación en áreas infestadas, es la planta “El Pino”, ubicada en la aldea El Pino, del municipio de Barberena; a nivel mundial ésta planta es la principal proveedora de macho estéril de la mosca del mediterráneo (*C. capitata* Wied.), con el financiamiento y apoyo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos –USDA–, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México –SAGARPA– y el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de Guatemala –MAGA– ésta sigue trabajando en la erradicación de la plaga en los países afectados, principalmente México, Estados Unidos y República Dominicana (MOSCAMED, 2011).

La Planta El Pino se encarga de producir machos estériles, exclusivamente *C. capitata* Wied., que van de 800 a 1,000 millones de pupas macho cada semana (Estrada, W.). La

esterilidad es inducida mediante un proceso de irradiación (con rayos gamma) al insecto en estado de pupa, inactivando su sistema reproductivo. Posteriormente las moscas macho recién emergidas son liberadas, para copular con las hembras silvestres, así con esto poder disminuir los niveles de población de la especie debido a que las hembras solo tienen una cópula en su ciclo de vida.

En la línea de sexado genético que se utiliza en la planta El Pino, la cepa presenta coloración distintiva entre la pupa macho, (de color café) y la pupa hembra, (de color blanco), de esta manera se garantiza la liberación de solo machos estériles (MOSCAMED, 2010). El proceso productivo de la planta El Pino se divide en 6 sub-procesos los cuales son: filtrado genético, cría larval colonias, reproductores, cría larval machos térmicos, producción de dieta e irradiación, empaque y despacho.

El subproceso de filtrado genético se encarga de conservar la pureza genética de la cepa; cría larval colonias produce pupa fértil, macho y hembra para su reproducción en el sub-proceso de reproductores, así como de proveer excedente de pupa macho al sub-proceso de irradiación, empaque y despacho.

Reproductores se encarga de la producción de huevo y entregarlo a los sub-procesos de cría larval de machos térmicos y cría larval colonias. Cría larval de machos térmicos produce pupa café fértil de mosca del mediterráneo, para proveer al sub-proceso de irradiación, empaque y despacho quienes la esterilizan al exponer el material biológico a irradiación. El sub-proceso de elaboración de dietas se encarga de elaborar la dieta para cada estadio larval y adulto de la mosca del mediterráneo, así como del desecho de la dieta usada y el lavado de bandejas (MOSCAMED, 2010).

La producción de mosca del mediterráneo (*C. capitata* Wied.) en cría larval colonias requiere el control constante de diversos factores como: temperatura, pH y humedad en la dieta, humedad del ambiente, limpieza de las bandejas, aplicación de preservantes (benzoato y formalina) entre otras (MOSCAMED, 2010). El personal operativo de dicho

subproceso ha observado hasta el momento, que un bajo pH (menor a 3.50) en la dieta que alimenta al insecto, principalmente en la etapa larval II, provoca atraso en su desarrollo.

Es por ello que se realizó esta investigación, para determinar si existe relación entre el pH de la dieta, el volumen de larva colectada, el peso, volumen y coloración de pupa, emergencia y de adultos su longevidad. Se evaluó un pH de 3.60 o más como tratamiento 1, pH no mayor a 3.50 como tratamiento 2 y el tratamiento 3 se manejó como testigo (en el cual el pH inicial fue de 3.60, sin intervención para regularlo). Estos rangos de pH correspondientes a cada tratamiento se mantuvieron durante los primeros 7 días, lapso durante el cual se ha reportado mayor variabilidad de pH en la dieta larval observado en pruebas previas (Estrada Abad, 2016).

En base a los resultados obtenidos en la investigación se observó que el pH no afecta significativamente el desarrollo larval, el tamaño, peso y coloración de pupa, así como el porcentaje de emergencia, longevidad y horas de vida del insecto. Los resultados muestran leves variaciones entre ellos, pero el material biológico de los tres tratamientos se encontró dentro de los rangos aceptables para el subproceso de cría larval colonias.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco conceptual

Según MOSCAMED la plaga de la mosca del mediterráneo es una de las más destructivas del mundo, posee facilidad de reproducción y las hembras suelen infestar frutas con o sin valor comercial, depositando sus huevos en los frutos maduros de cáscara blanda. La fruta ovipositada y que posteriormente se transforma en larva, puede ser transportada de un lugar a otro y al emerger infesta los cultivos en diferentes lugares del país o del mundo (MOSCAMED, 2011).

A. Clasificación taxonómica

En el cuadro 3 se describe la clasificación taxonómica de la mosca del mediterráneo (*C. capitata* Wied.).

Cuadro 3. Clasificación taxonómica de *C. capitata* Wied.

Orden	Díptera
Suborden	Brachycera
División	Schizophora
Súperfamilia	Tephritoidea
Familia	Tephritidae
Subfamilia	Trypetinae
Género	<i>Ceratitis</i>
Especie	<i>Ceratitis capitata</i> W.

Fuente: (Renaud Rodriguez, 1994).

B. Descripción de la mosca *C. capitata* Wied.

Presenta una metamorfosis completa (holometábola), el huevo es de color blanco, alargado y cónico con micrópilo corto, mide aproximadamente 1 mm x 0.2 mm., está protegido por una cubierta llamada corion (MOSCAMED, 2010).

La figura 6, muestra el huevo de la mosca *C. capitata*, y como se puede observar, es de color blanco, liso y un poco curvado.



Fuente: MOSCAMED, 2010.

Figura 6. Huevo de la mosca del mediterráneo (*C. capitata* Wied.).

La larva de *C. capitata* como lo muestra la figura 7 es alargada, de color blanquecina, con tonos amarillo o amarillo crema, posee 11 segmentos y es ápoda (Molina Hidalgo, 2010).

Pasa por tres estadios larvarios (L1, L2 y L3), que se diferencian entre sí por el tamaño y principalmente por el grado de desarrollo del aparato bucal. La vida larvaria se prolonga durante 6-11 días en condiciones favorable (MOSCAMED, 2010).



Fuente: MOSCAMED, 2010.

Figura 7. Estado larval de *C. capitata* Wied.

La pupa de *C. capitata* tiene forma cilíndrica o de barril, el color depende del sexo: blanco (hembra) y café (macho). El tamaño de la pupa es de 3 mm a 10 mm x 1.25 mm a 3.25 mm. El periodo pupal es de 9 a 11 días (MOSCAMED, 2010)

La figura 8, muestra el estado de pupa del género *Ceratitidis*, la cual por su coloración se considera macho.



Fuente: MOSCAMED, 2010.

Figura 8. Estado de pupa de *C. capitata* Wied.

La figura 9, muestra el estado de pupa del género *Ceratitidis*, la cual por su coloración se considera hembra.



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 9. Estado de pupa de *C. capitata* Wied.

El adulto es pequeño, de entre 4 mm y 5 mm de longitud, su coloración es una combinación de amarillo, blanco y negro. El torax es gris con manchas negras y setas largas. El abdomen presenta franjas amarillas y grises (MOSCAMED, 2010).

La hembra alcanza su madurez sexual entre los 4 y 5 días, inicia a ovipositar entre los 7 y 9 días después a la emergencia. El macho madura los 3 o 4 días y su principal característica es la formación del “Lek” para atraer a las hembras para copular (MOSCAMED, 2010).

La figura 10, muestra el adulto de *C. capitata* en donde se puede apreciar el mosaico característico de manchas negras que posee esta especie.



Fuente: (NovAgrica, 2018).

Figura 10. Estado adulto de *C. capitata* Wied.

C. Requerimientos nutricionales para cría de *C. capitata* Wied. en laboratorio

Para la producción masiva de la mosca del mediterráneo (*C. capitata* Wied.) es necesario brindarle para su adecuado desarrollo, las condiciones físicas, climáticas y nutritivas. El alimento deberá estar compuesto por todos los elementos esenciales para su adecuado desarrollo (carbohidratos, aminoácidos (Pecorelli Martínez, 1995).

Cuando se cumplen con los requerimientos nutricionales del género *Ceratitidis*, éste presenta incremento en: la producción de huevo, porcentaje de eclosión, tiempo de vida y la capacidad de vuelo. (Yuval et al., 1996).

La alimentación de la mosca en estado de larva es crucial para su adecuado desarrollo, principalmente si son destinadas para liberación en campo, con fines de control de plagas.

Cuando se destina a producción de huevo, los primeros 7 días (después de emergido el adulto) es importante proporcionarle los nutrientes, vitaminas y minerales necesarios para su reproducción. (López, Viscarret, Goenaga, & JL., 2006).

a. Carbohidratos

Para el insecto son una valiosa fuente de carbono, que ingresan a través de la sacarosa que es uno de los principales ingredientes en la dieta del insecto y que se almacenan en forma de grasas. Los carbohidratos son importantes para la función de oviposición (Villegas & Coto Royo, 1980).

b. Aminoácidos

Son necesarios para la producción de enzimas y proteínas estructurales. Se adicionan altas dosis a la dieta del insecto en forma de proteínas para lograr un crecimiento óptimo (Dadd, 1973).

c. Lípidos

Parra, J. (1980) sostiene que “Los insectos tienen la capacidad de sintetizar los lípidos a partir de proteínas y carbohidrato, mientras tanto otros son sintetizados, como los ácidos linoleico y lino molénico, siendo utilizados para la formación de alas y emergencia del insecto”.

d. Grasas

La grasa es la forma en que se almacena energía dentro del organismo. La grasa ingerida por el insecto a través de la dieta el insecto debe ser transformada para posteriormente ser almacenada (Parra J., 1980).

e. Esteroles

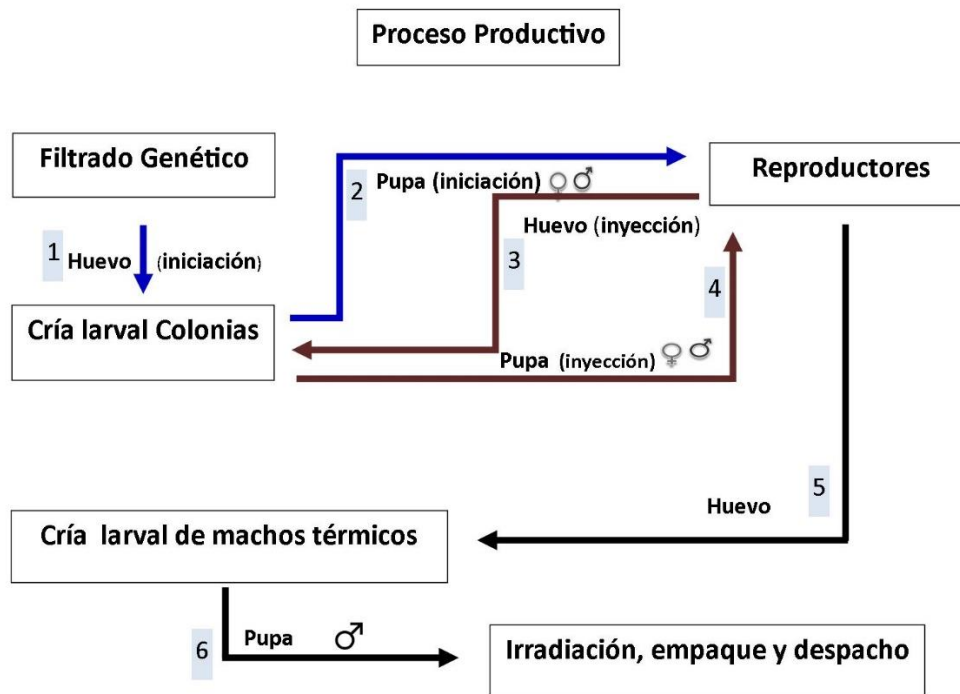
Dadd, R. H. (1973) menciona que “el insecto necesita de esteroles para tener un adecuado crecimiento y desarrollo; algunas de las funciones que realizan son:

- Promueven la ovogénesis.
- Participan directamente en el desarrollo larval.
- Responsables de la esclerotización de la cutícula.
- Juegan un papel metabólico anti-infeccioso.
- Precusores de hormonas esteroides.
- Cumplen una función estructural de la membrana celular.
- Ayudan en el transporte de lipoproteínas” (Dadd, 1973).

D. Proceso de cría de la mosca (*C. capitata* Wied.)

La producción de mosca del género *Ceratitis* en la planta El Pino del programa MOSCAMED, involucra 6 subprocesos, los cuales son: filtrado genético, cría larval colonias, reproductores, cría larval machos térmicos, elaboración de dietas e irradiación, empaque y despacho. Cada uno cuenta con espacio físico, equipo y personal destinado exclusivamente para cada una de las salas que los conforman.

La figura 11, muestra el esquema del proceso productivo de la mosca (*C. capitata*) en planta el Pino, mostrando únicamente aquellos involucrados en la manipulación del material biológico con fines de liberación. Las flechas revelan el destino de los productos y los números indican el orden que siguen los procesos. El numeral 2 indica el material (pupa) de la colonia de iniciación que se obtuvo de 160 ml de huevo recibido de “filtrado genético” y que se envían a “reproductores” para su maximización (reproducción) y obtener 900 ml de huevo que será la colonia de inyección; el numeral 4 se refiere a la pupa obtenida de la colonia de inyección (material de iniciación maximizado) que es enviado a “reproductores” para obtener el huevo que se enviará a “cría larval de machos térmicos” (MOSCAMED, 2016).



Fuente: MOSCAMED, 2015.

Figura 11. Proceso de producción de *C. capitata* en planta El Pino.

El subproceso que da inicio a la producción es “filtrado genético” quien como indica la figura 8, provee huevo a “cría larval colonias” (lote iniciador) para la producción masiva, luego éste subproceso envía pupa macho y hembra a “reproductores” para su apareamiento y reproducción.

Habiendo multiplicado la cantidad de huevo inicial y que servirá para la producción de huevo para el lote de “inyección”, el proceso se repite, primero éste es enviado a “cría larval colonias” para obtener pupa y luego es entregado a “reproductores” para obtención de huevo (de forma masiva). Esta última producción de huevo es llevado al subproceso de “cría larval de macho térmico” para que sea sometido al proceso de burbujeo para descartar la producción de hembras (esto se logra llevando la solución de huevo a una temperatura de 31 °C. “cría larval de machos térmicos” produce sólo pupa macho que es destinada al subproceso de irradiación, empaque y despacho que son el último punto en planta El Pino en donde se manipula el material biológico (MOSCAMED, 2016).

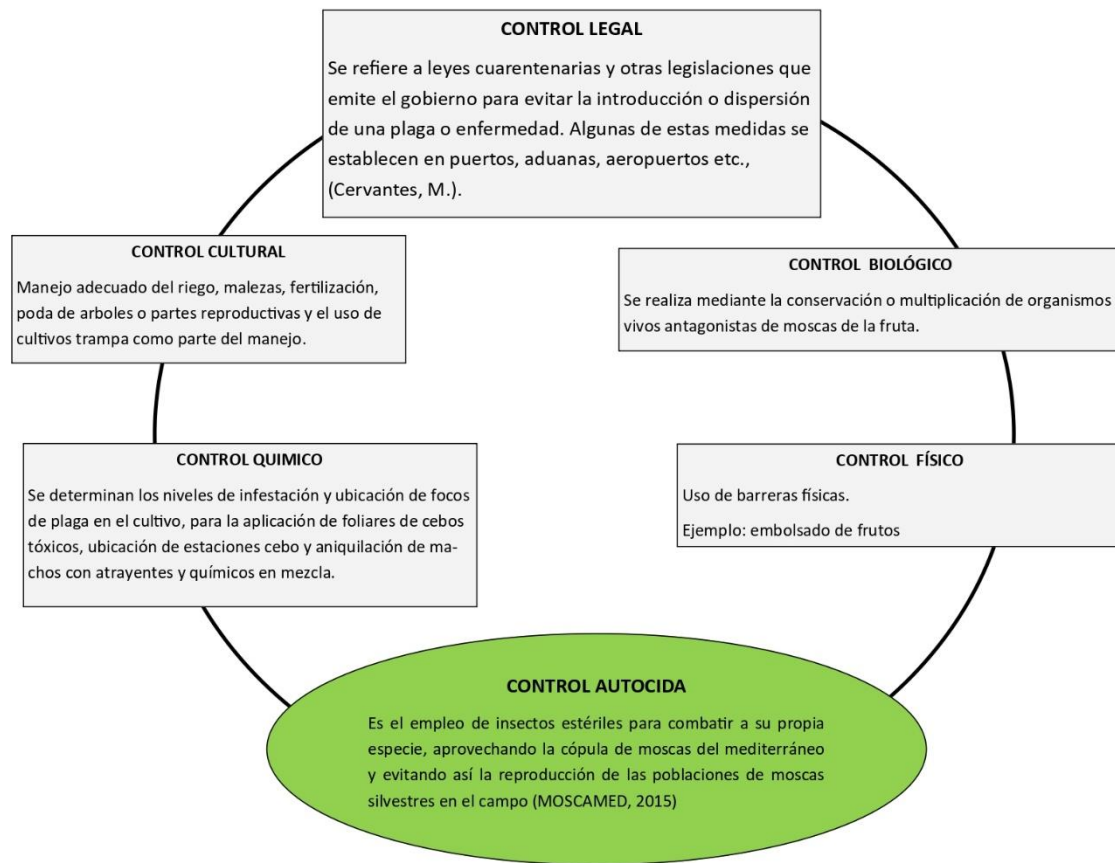
E. Cepa de sexado genético de *C. capitata* Wied.

La cepa recién obtenida es vienna 8 tsl (temperature sensitive larva) que es una mosca sensible a la temperatura, criada específicamente para aparearse y controlar la natalidad en el campo. Posee una mutación que ayuda a diferenciar por coloración del pupario, el sexo del insecto. La selección del macho se hace en estado de huevo sometiendo estos a temperaturas que alcanzan hasta 31 °C (Wedekind, 2007).

F. Métodos para el manejo Integrado de la mosca del mediterráneo

El manejo integrado no es más que un sistema de control de poblaciones de insectos que constituyen plagas, utilizando simultáneamente métodos, técnicas adecuadas y compatibles para reducir la población y mantenerla a niveles no dañinos económicamente; al mismo tiempo, se establece un buen manejo del cultivo, realizando todas las técnicas agrícolas adecuadas para su buen desarrollo y producción, llevando un registro real de las etapas fenológicas del cultivo, haciendo énfasis en el caso de las moscas de la fruta, en la época de fructificación y sin perjudicar el medio ambiente (Aluja Schuneman, 1993).

La figura 12, muestra los distintos controles utilizados para el manejo integrado de plagas en donde se menciona que en el caso del género *Ceratitidis*, los insectos deberán esterilizarse.



Fuente: ICA, 2005 / MOSCAMED 2015.

Figura 12. Métodos para el manejo integrado de plagas.

G. Actividades del subproceso de “cría larval colonias”

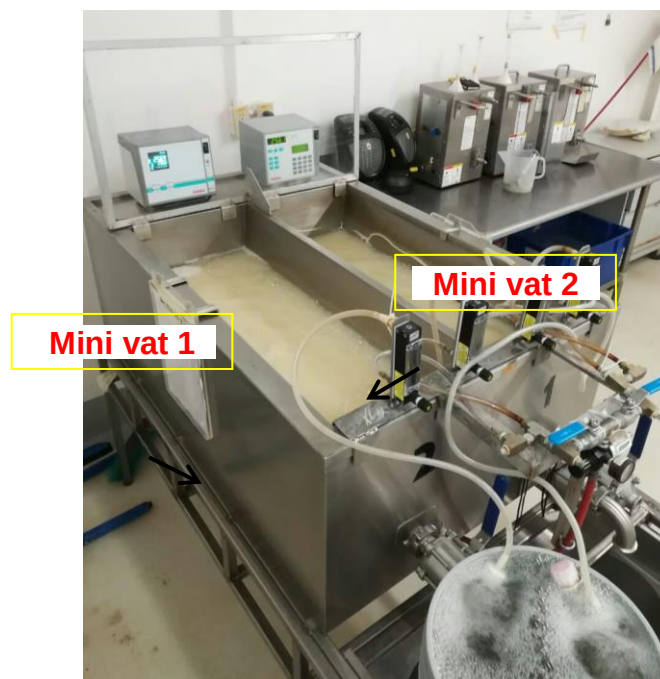
El subproceso de “cría larval colonias” se encarga del manejo del material biológico de *C. capitata*, durante los estados de: huevo, larva y pupa. La pupa café y blanca que produce (en promedio, 18 l de pupa café y 70 l de pupa blanca, el material sobrante es remitida al subproceso de “irradiación, empaque y despacho”) se envía al subproceso de “reproductores” en donde se utilizan para la producción de huevo. El volumen (L) de pupa requerida (blanca y café) varía de acuerdo a la demanda semanal que tenga la planta El Pino (MOSCAMED, 2016).

a. Recepción de huevo

El técnico encargado del área de iniciación, recibe el huevo proveniente del área de filtrado genético (colonia de iniciación) o bien del área de reproductores (colonia de inyección); se verifica el volumen recibido y se extrae una muestra de 10 ml para calcular el porcentaje de eclosión en el área de control de calidad (MOSCAMED, 2011).

b. Incubación de huevo

Luego de recibir y verificar el volumen de huevo, este es depositado en una máquina llamada mini-vat' que es una máquina encargada de mantener una temperatura uniforme a la mezcla de huevo y agua, oxigenándola para que se mantenga en constante movimiento (figura 13), ahí es en donde se realiza el tratamiento de incubación del huevo, manteniendo una temperatura constante de 24.5 °C a 25.5 °C. El subproceso de “cría larval colonias” utiliza entre 900 ml a 1,200 ml de huevo diario (MOSCAMED, 2016).



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 13. Incubación del huevo de la colonia de inyección, planta El Pino

El huevo que se utiliza para la colonia de iniciación varía entre 160 ml y 180 ml para lo cual se utilizan botellones plásticos transparentes (figura 14), debido a la baja cantidad de huevo que se maneja para esta colonia y se maneja de mejor manera en un deposito pequeño (MOSCAMED, 2016).



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 14. Incubación del huevo de la colonia de iniciación, planta El Pino.

c. Preparación de huevo post burbujeo

Terminado el tiempo requerido de burbujeo (48 horas) se extrae de la mini-vat, se le agrega agua y deja reposar unos segundos para que se asiente el huevo y poder desechar el sobrenadante, luego se realiza una última medición (tratando de extraerle la mayor cantidad de agua) antes de verterlo sobre la máquina sembradora (equipo especializado que consta de un depósito y una jeringa que dosifica (2.4 ml/bandeja) la cantidad de huevo a sembrar (Estrada Abad, 2016).

d. Recepción de bandejas con dieta larval

El alimento para las larvas es preparado en el área de elaboración de dietas y llevado al cuarto de recepción del subproceso de cría larval colonias que tiene comunicación con el cuarto de siembra (MOSCAMED, 2016).

e. Calibración de densidad de siembra

La calibración de la máquina sembradora se realiza previo a iniciar y durante la siembra, para verificar su eficiencia. Se debe ajustar la velocidad y el volumen requerido a sembrar.

Se verifica la cantidad de huevo que inyecta vertiéndolo en una probeta especial (el fondo es de una maya milimétrica que escurre el agua y deja solo el huevo) previamente calibrada (Estrada Abad, 2016).

f. Siembra de huevo

La siembra se realiza con la máquina inyectora (debidamente calibrada) que succiona 2.4 ml de huevo del depósito, el cual lanza a través de una manguera y lo expulsa sobre un bloque de 1 kg de dieta, formulado en un sustrato de olote molido (MOSCAMED, 2016).

Las figuras 15 y 16 muestran la máquina inyectora (que conecta a través de una manguera, el recipiente con la mezcla de huevo y agua. La manguera va succionando la mezcla en el intervalo de tiempo calibrado) que posee un depósito que utilizando oxígeno, mantiene en movimiento la mezcla de huevo y agua, con el fin de que no se pegue a las paredes.



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 15. Máquina sembradora de huevo, planta El Pino.



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 16. Siembra de huevo sobre dieta de olote, planta El Pino.

g. Trasegado de dieta iniciadora

El área de elaboración de dieta proporciona bandejas con 5 kg de dieta en sustrato de olote molido, éstas son divididas en 5 bloques de 1 kg cada una. Se procede a vaciar el bloque (1 kg) de dieta iniciadora (olote) donde se sembró el huevo, hacia una bandeja que contiene 4 kg de dieta nueva (dieta finalizadora en sustrato de bagazo de caña) (Calderon & Rodriguez, 2015).

h. Desarrollo larval

Las bandejas trasegadas son apiladas hasta alcanzar torres de 19 bandejas, dichas torres de bandejas están asentadas sobre “dollyes” (estructura cuadrada con cuatro ruedas, que permite su movilización), desde el estadio de huevo hasta cuando llegan a la madurez biológica del estado de larva (Estrada Abad, 2016).

La figura 17, muestra las torres de bandejas ubicadas en forma circular bajo los ventiladores para bajar la temperatura.



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 17. Sala larval I, planta El Pino.

i. Aplicación de dieta líquida

Se aplica dieta líquida (agua, formalina, benzoato y ácido clorhídrico) o agua con benzoato (agua, benzoato y formalina) a las bandejas con larvas, dependiendo del pH que presenten el día de aplicación. Como lo muestra la figura 18, la solución se aplica con mangueras a presión moderada y de manera uniforme (MOSCAMED, 2016)



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 18. Aplicación de la dieta líquida a la dieta en sustrato de olote y/o bagazo de caña, en la planta El Pino, programa MOSCAMED.

j. Cargado de material biológico

Cargado se refiere al traslado de las torres de bandejas del “dollyes” a los anaqueles de colecta larval. Los anaqueles (figura 19) son estructuras de metal en donde en la parte alta se pueden colocar dos torres de bandejas y en la parte baja tiene espacio para colocar un recipiente (bandeja) con agua, el cual recibe a las larvas cuando saltan, buscando empupar.



Fuente: MOSCAMED, 2016

Figura 19. Actividad de cargado de bandejas a los anaqueles de colecta larval.

La figura 20, muestra la sala de larval II, en donde se ven los anaqueles en donde fueron colocadas las torres de bandejas.



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 20. Sala larval II, planta El Pino.

k. Colecta de larvas

Luego de iniciada la actividad de salto (que no debe sobrepasar 24 horas) se realiza la colecta de la larva, utilizando bolsas elaboradas con cedazo para que no retenga el agua, pero si las larvas. La bolsa se coloca en el tubo que sobresale de la bandeja, se exprime suavemente para no dañar a las larvas y se procede a medir el volumen de larva obtenido por lote para luego llevarlo al cuarto oscuro en donde la larva se mezcla con aserrín para su adecuado secado y evitar que se muera (pupa negra) (Calderon & Rodriguez, 2015).

En la actividad de colecta de larva que se muestra en la figura 21, se observa una salida en la parte baja del centro de la bandeja, que permite la extracción de la larva, utilizando bolsas de cedazo que deja escurrir el agua.



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 21. Actividad de colecta de larva en el subproceso de cría larval colonias.

Luego de la extracción de la larva es necesario exprimir o eliminar el agua (figura 22), la posición que toma el personal operativo para realizar dicha actividad está indicada en el manual de calidad y cumple el fin de hacer presión sobre la bolsa sin dañar el material biológico que contiene.



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 22. Eliminación de exceso de agua posterior a la colecta de larva en cría larval colonias, planta El Pino.

I. Descarga y traslado de dieta larval a desecho

Se descargan las bandejas con dieta larval de los anaqueles y son trasladadas al área de desecho de dieta y lavado de bandejas, para que la dieta sea eliminada y las bandejas desinfectadas para su próximo uso (Calderon & Rodriguez, 2015).

m. Ubicación de larvas en sustrato

Se colocan las larvas en cribas (cuadros de aluminio y cedazo al centro), se agrega aserrín, para absorber la humedad de la larva (Calderon & Rodriguez, 2015).

n. Pupación

Proceso de transición de la larva, habiendo alcanzado la madurez larval y estando bajo las condiciones apropiadas de luz y humedad, ésta pasa al estado de pupa. La larva recién colectada debe mezclarse con aserrín y luego proporcionarle oscuridad constante durante 48 horas, para finalizar el proceso (MOSCAMED, 2016)

o. Entrega de excedente de pupa café

Si la pupa café (macho) producida en el área de “colonias” sobrepasa la cantidad requerida por el área de “reproductores”, el excedente es entregado al proceso de irradiación, empaque y despacho para su utilización (MOSCAMED, 2016).

p. Separación del sustrato de pupación

Finalizada la etapa de pupación se debe ventilar el material para extraer todo el aserrín posible. Para realizar dicho proceso se utilizan unas máquinas en forma de tómbolas que realizan la función de separar las partículas más pequeñas (MOSCAMED, 2016).

q. Medición y encribado de pupa

Esta actividad se realiza en la sala de “maduración de pupa”. La pupa recibida de la sala de “ventilado” es medida (l) y luego colocada sobre cribas (cuadros que tiene cedazo al centro, en forma de tamiz), se debe llenar una boleta con los siguientes datos: lote (fecha)

de siembra, fecha de ventilado y fecha en la que deberá ser entregado el material (pupa) previo a su emergencia (MOSCAMED, 2016).

La sala de maduración de pupa que se muestra en la figura 23, es el espacio en donde es ubicada la pupa previo a ser trasladada a la sala de ventilado.



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 23. Sala de maduración de pupa, planta El Pino.

r. Entrega de pupa

Esta actividad es realizada por los encargados del cuarto de maduración de pupas, ellos verifican el volumen entregado y llenan los formularios correspondientes. La pupa madura (tanto café como blanca en relación 1:4 respectivamente) es llevada al subproceso de reproductores para que emerjan, se apareen y produzcan huevo (Estrada Abad, 2016).

H. Dieta

La alimentación de mosca del mediterráneo en sus diferentes estadíos es muy importante para asegurarle un mayor tiempo de vida cuando sea liberada en campo y se vea sometida a condiciones de estrés (MOSCAMED, 2016).

Los ingredientes de la dieta utilizada en el subproceso de cría larval colonias del programa MOSCAMED, en la planta El Pino, es la que se muestra en el cuadro 4, para el año 2016.

Cuadro 4. Ingredientes de la dieta en el subproceso de cría larval colonias, año 2016.

Ingredientes de la dieta utilizada en el año 2016
Levadura Torula
Olote Chileno
Harina de trigo
Azúcar
Ácido Clorhídrico
Benzoato de Na
Formol
Agua

Fuente: elaboración propia, 2016.

I. Factores físicos en el manejo de la dieta

Son varios los factores físicos que influyen en la dieta de olote y bagazo que se utilizan en la producción del género *Ceratitis*. Cada uno de los cuales si no es manejado adecuadamente puede causar serios daños al material biológico, causando bajas o la pérdida total de la producción.

a. Temperatura

La cepa Viena 8 tsl es susceptible a la temperatura. En el subproceso de cría larval colonias se producen pupas café y blanca (café: macho; blanca: hembra), por lo que llevan un estricto control en la temperatura que alcanzan las bandejas de dieta que contienen las larvas (MOSCAMED, 2016).

El cuadro 5, muestra los datos de temperatura a la que se debe manejar el material biológico en cada sala del subproceso de “cría larval colonias”, además presenta los valores reales que se deben mantener. Es importante mencionar que los valores utilizados pueden variar de acuerdo a la temperatura y humedad externa.

Cuadro 5. Rangos de temperatura que se manejan según la sala en el subproceso de cría larval colonias.

Sala	Temperatura °C		
	Mínima	Máxima	Utilizada *
Iniciación	24.5	27.0	25.5
Larval I	22.0	25.0	23.0
Larval II	21.0	24.0	22.0
Colecta	18.0	21.0	19.0

Fuente: MOSCAMED, 2016.

La temperatura del ambiente influye sobre la temperatura que mantiene la dieta que poseen las bandejas. Interviene también en la pérdida de humedad de la dieta.

Como se puede observar en el cuadro 6 aparecen los porcentajes de humedad relativa que se manejan en el subproceso de cría larval colonias de planta El Pino, del programa MOSCAMED.

Cuadro 6. Datos de humedad relativa manejados en las salas de cría larval colonias, planta El Pino.

Sala	Porcentaje de humedad (%)	
	Mínima	Máxima
Iniciación	80	90
Larval I	75	90
Larval II	75	90
Colecta	60	85

Fuente: MOSCAMED, 2016.

b. pH

Se cree que el pH de la dieta, ya sea con sustrato olote molido o de bagazo de caña, es un factor que influye en la buena o mala producción del género *Ceratitis*. Se tiene especificado que si al medir el pH de la dieta y éste fuese mayor o igual a 4, se deberá aplicar una solución que contiene ácido clorhídrico para que el rango de pH se acerque a 3.60 que es el utilizado al momento de elaborar la dieta. Si por el contrario, el pH es menor a 4, se le deberá aplicar la solución que contiene benzoato de sodio (preservante y eleva levemente el pH) (MOSCAMED, 2016).

El cuadro 7, muestra los ingredientes que contiene la solución que se aplica la dieta para mantener los rangos de pH cercanos a 4.

Cuadro 7. Ingredientes de la solución líquida aplicada a la dieta.

pH	Ingredientes		
≥ 4.00	Agua-	Formalina-	HCl
≤ 3.90	Agua-	Formalina-	Benzoato de Sodio

Fuente: MOSCAMED, 2016.

La cantidad aplicada de solución varía, si el operador que realiza la actividad observa la dieta brillante y al tocarla siente sequedad o exceso de humedad, basándose en su experiencia aplica la cantidad de solución que considere adecuada (Calderon & Rodriguez, 2015).

c. Toma de datos (pH y % de eclosión)

La toma de datos la realizan los encargados de grupo de la sala de iniciación, llenan un registro diario en libros y en forma digital, el cual incluye: pH de la dieta y de las soluciones a aplicar. También se ingresan los datos de porcentaje de eclosión (se alinean 100 huevecillos sobre papel absorbente negro y con el estereoscopio se contabiliza el número de larvas encontradas) (Calderon & Rodriguez, 2015).

La figura 24, muestra una bandeja de dieta previa a ser desechada, tomando los datos de pH con que finalizó.



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 24. Medición de pH previo a ser desechada la dieta, planta El Pino.

J. Parámetros de calidad de la mosca (*C. capitata* Wied.)

Para el proceso de colonias, el área de aseguramiento de calidad evalúa muestras de pupa y las lleva a campo (controlado) para verificar que el insecto cumpla con los estándares de calidad especificados en el manual (Calderon & Rodriguez, 2015).

El manual de control de calidad del producto y procedimientos de envío para las moscas de fruta teprítida de masas estériles indica que “El uso de insectos que demuestran buena calidad, equivale a una plaga exitosamente controlada. Por el contrario, el uso de insectos

de mala calidad puede conducir a una falta de control y a mayores costos del programa” (USDA, FAO/OIEA, 2003).

Los parámetros de calidad que se listan a continuación se evalúan en cada lote de producción con el fin de determinar si se encuentran dentro de los rangos permitidos y con ello asegurar el éxito del método autocida en el campo.

- Emergencia (porcentaje de pupas que pasan a estado adulto).
- Peso (unidad de masa promedio del insecto en estado de pupa).
- Vuelo (porcentaje de insectos con capacidad de vuelo al momento de emerger).
- Longevidad (número de horas que sobrevive el insecto).
- Cópula (apareamiento de los insectos para maximizar la producción).

El manual de control de calidad del producto y procedimientos de envío para las moscas de la fruta, aborda una necesidad esencial de los programas de control para medir el rendimiento de los insectos en actividades operacionales (USDA, FAO/OIEA, 2003).

El cuadro 8, presenta los parámetros de calidad que son medidos en el subproceso de filtrado genético para asegurar la calidad de la cepa VIENA 8 que se utiliza actualmente para su producción masiva en cría larval colonias (MOSCAMED, 2016).

Cuadro 8. Parámetros de calidad medidos a la cepa viena 8 de *C. capitata*, en filtrado genético para cría larval colonias del programa MOSCAMED, Guatemala.

LOTE						
Eclosión		Siembra				
		Máxima				
		Post-burbujeo				
Peso		Hembra				
		Macho				
Número de pupas /l						
% Color pupario		Café (macho)				
		Blanco (hembra)				
		Negra (muerta)				
Emergencia		Hembra				
		Macho				
Voladoras		Hembra				
		Macho				
Longevidad	Hembra	Mortalidad (%)	a las 48 hrs.			
		Horas de vida				
	Macho	Mortalidad (%)	a las 48 hrs.			
		Horas de vida				
Recombinación	Macho (%)	Pupario blanco (hembra)				
	Hembras (%)	Pupario café (macho)				

Fuente: MOSCAMED, 2016.

La calidad del producto es una prioridad para planta El Pino, es por ello que se realizan evaluaciones periódicas del material biológico que se produce, para detectar posibles fallas y corregirlas inmediatamente. A los problemas que surgen se les da seguimiento con el fin de determinar sus causas.

Las evaluaciones de calidad del material biológico se realiza en cada etapa de desarrollo, iniciando desde huevo (% de eclosión), larva (volumen), pupa (volumen, % de coloración, peso), adulto (emergencia, voladoras, longevidad y recombinación). Se realizan pruebas de control de calidad en laboratorio, en campo controlado (jaulas de cedazo) y también en el área de liberación, para comparar y evaluar los resultados de pruebas periódicas que pueden generar valiosa información como:

- Qué efectos positivos en el comportamiento de la mosca estéril puede generar cambios en la producción (evaluaciones de nuevas cepas, nutricionales, suplementos microbiológicos, semioquímicos y hormonales; etc).
- Qué habilidad de la mosca pudo verse afectada ya sea por la manipulación del material biológico o las condiciones de envío (USDA, FAO/OIEA, 2003).

La calidad de los insectos producidos de forma masiva en una planta determinada varían de lote a lote (fecha de siembra), la causa puede deberse a la variabilidad genética, factores físicos del material biológico o bien la carga microbiana, las características nutricionales (carbohidratos, proteínas) o físicas de la dieta (humedad, calor, pH) el desempeño del personal operativo.

El material biológico que completa el desarrollo larvario en óptimas condiciones y absorbe la cantidad necesaria de nutrientes, presenta mejor calidad cuando llega a estado adulto.

El peso es un indicador de la viabilidad global de las pupas y se correlaciona con el tamaño de las moscas adultas resultantes. Los valores medidos del peso promedio de pupas variarán dependiendo de la cepa y el sistema de cría (USDA, FAO/OIEA, 2003). El peso medio de la pupa se determina tomando muestras dos días antes de la emergencia (2 ml para *C. capitata*).

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), los valores de peso de pupa aceptables en la producción masiva de *C. capitata*, como lo muestra el cuadro 9. Cuando los valores sobrepasan la media aceptable de peso, se prevé que la habilidad de vuelo que presente no será la ideal, ya que se cansará más rápido o bien nunca pueda emprender vuelo.

Cuadro 9. Índice de peso promedio de pupa que sirve de guía para la producción masiva de *C. capitata*.

Especie	Peso de pupa (mg)	
	Mínimo	Media aceptable
<i>Ceratitis capitata</i>	-----	-----
cepa bisexual *	7.00	7.50
cepa con el gen TSL **	7.50	7.80

Fuente: elaboración propia, 2016.

➤ Referencias:

*cepa bisexual es aquella que no está modificada genéticamente para diferenciar el sexo, según el color del pupario.

** TSL: la cepa con este gen es sensible a la temperatura. La hembra no sobrevive a los 31 °C, lo que facilita la separación entre el sexo.

Las tendencias a la baja en el peso medio de las pupas producidas pueden ser resultado de mala nutrición, esto por el hacinamiento en la fase larvaria o por la exposición a altas temperaturas de la dieta larvaria (USDA, FAO/OIEA, 2003).

El documento de soporte: Características/especificaciones de producto, emisión 08/02/2016 indica los valores promedio (cuadro 10) de peso de pupa por colecta que deberían obtenerse en el subproceso de cría larval colonias, tanto para pupa café como blanca.

Cuadro 10. Peso ideal de pupa en cría larval colonias, planta El Pino.

Colecta	Peso de pupa	
	Café	Blanca
1	≥ 8.50	-----
2		-----
3	-----	-----
4	-----	≥ 7.70
5	-----	
6	-----	≥ 7.50

Fuente: elaboración propia, MOSCAMED, 2016.

En la figura 25, se observan los materiales utilizados para obtener el dato de porcentaje de emergencia. Se introducen 100 pupas y las 24, 48 y 72 horas se contabiliza el número de pupas no emergidas.



Fuente: (USDA, FAO/OIEA, 2003).

Figura 25. Método para obtener porcentaje de emergencia, utilizado en el área de filtrado genético de planta El Pino.

El cuadro 11, muestra los valores promedio de emergencia medidos en porcentaje. Para el insecto con el gen TSL (sensible a la temperatura) se toma como referencia un 75 %, es decir que al realizar la prueba el resultado de moscas emergidas no debe ser menor a dicho valor.

Cuadro 11. Porcentaje de emergencia de la mosca (*C. capitata*).

Cepa	Mínimo aceptable		Media aceptable	
	Pre-irradiación	Post-irradiación	Pre-irradiación	Post-irradiación
	% de emergencia			
BisexuBal	85	80	93	90
Con el gen TSL	75	70	80	75

Fuente: elaborado con base a USDA, FAO/OIEA, 2003.

➤ Referencia: Provee color diferente al pupario, según el sexo del insecto: macho-café; hembra-blanca

Otros parámetros de calidad que son indicativos de las reservas alimenticias y del agua acumulada en las moscas adultas son: horas de vida y longevidad a las 48 horas. Los

alimentos ingeridos durante el proceso larvario y su contenido nutricional, el número de larvas por gramo de dieta y el control ambiental, son algunos de los factores que pueden afectar la capacidad del insecto para crear reservas de grasa durante la fase larvaria y poder llegar al estado adulto (USDA, FAO/OIEA, 2003). Se estima que una mosca con óptima alimentación, aunque esté sometida a condiciones de estrés, sobrevivirá más tiempo.

La capacidad de las moscas para sobrevivir bajo estrés (sin alimentos ni agua), es importante ya que los insectos estériles liberados en campo deben subsistir el tiempo necesario para alcanzar su madurez sexual y aparearse con las hembras silvestres (USDA, FAO/OIEA, 2003).

La supervivencia o tiempo de vida tiene relación con el peso de la pupa. Para obtener este parámetro de calidad es necesario utilizar 100 pupas, se les coloca en una jaula plástica, transparente, cerrada y a la vez ventilada, sin contener alimento y agua. Se realizan conteos cada cierto número de horas (24, 48, 72, 96) hasta que ya no quedan moscas vivas. Los resultados obtenidos se expresan como porcentaje de supervivencia, según el momento de conteo (USDA, FAO/OIEA, 2003).

El cuadro 12, elaborado con datos obtenidos de USDA, FAO/OIEA, 2003, muestra el porcentaje de horas promedio que sobrevive *C. capitata* bajo condiciones de estrés, según estos datos, el material que se maneja en planta El Pino debe sobrevivir en promedio 48 horas, pero algunas llegan a sobrevivir más tiempo.

Cuadro 12. Porcentaje de moscas (*C. capitata*) que sobreviven pasadas las 48 horas.

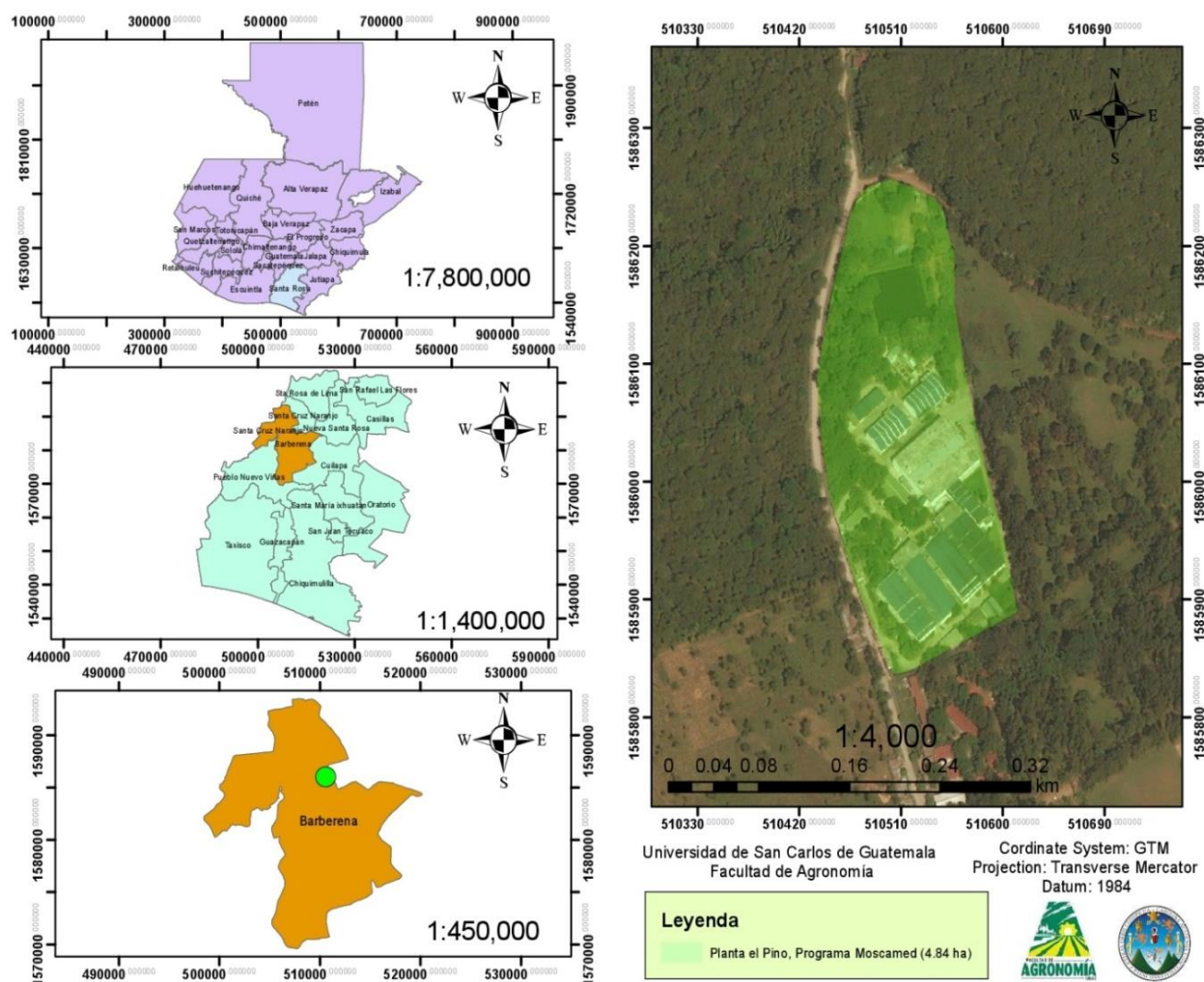
Cepa	Porcentaje de supervivencia (%)
Bisexual	50
Con el gen TSL	50

Fuente: elaboración propia, 2016.

2.2.2 Marco referencial

A. Ubicación geográfica de las áreas en donde se realizó la prueba

La figura 26, muestra la imagen de la planta de cría de mosca de reproducción de la mosca del mediterráneo del programa MOSCAMED, ubicada en la aldea El Pino, del municipio de Barberena, Santa Rosa, Guatemala, C.A.



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 26. Ubicación de la planta El Pino, del programa MOSCAMED, 2016.

B. Cambio de los ingredientes de la dieta de olote en el proceso de cría larval colonias

Al comparar los ingredientes del año 2001 al que se usa actualmente, se aprecia que los ingredientes no utilizados son: nipagin (conservante que inhibe el crecimiento de microorganismos) y algunas vitaminas (estudios realizados en años anteriores revelaron escasos o nulos beneficios al ser agregadas a la dieta). Esto contribuyó a bajar los costos de producción.

En el año 2001 se le agregaba vitaminas a la dieta, así como nipagin (conservante que inhibe el crecimiento de microorganismos), dichos elementos fueron suprimidos años posteriores luego de varias pruebas y determinar que no eran necesarias para aumentar la producción, ni mejorar la calidad del adulto.

El cuadro 13, muestra la dieta utilizada por el subproceso de cría larval colonias, mismo que fue utilizado para la investigación.

Cuadro 13. Ingredientes de la dieta utilizada para la investigación realizada en el proceso de cría larval colonias de la planta El Pino.

Ingredientes de la dieta
Levadura Torula
Olote Chileno/bagazo
Harina de trigo
Azúcar
HCl
Benzoato de Na
Formalina
Agua

Fuente: MOSCAMED, 2016.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo general

Evaluar los efectos del pH de la dieta a base de olote sobre la producción de larva y la calidad de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.) en el área de “colonias” de planta El Pino, programa MOSCAMED, Santa Rosa, Guatemala.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de 2 rangos de pH (pH: 3.60 o más y pH: 3.50 o menos) en la dieta a base de olote sobre la calidad (peso de pupa, emergencia y horas de vida) de *C. capitata* Wied.
2. Determinar la relación entre el pH de la dieta de olote y la recuperación larval (litros de larva colectada por kg de dieta utilizada), de la mosca *C. capitata* Wied.

2.4 HIPÓTESIS

La dieta de olote con bajo pH (menor a 3.50) disminuye la producción de larva y no se alcanzan los estándares de calidad del insecto adulto.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Diseño de tratamientos

Como lo detalla el cuadro 9 los tratamientos se diferencian por el pH que se manejaron: para el tratamiento 1 en donde se mantuvo el rango de pH mayor o igual a 3.60, fue necesario realizar pruebas previas con diferentes sustancias que permitieran elevar el pH y actúan como preservantes; el producto que generó mejores resultados en cuanto a pH fue el sulfito de sodio.

Para bajar el pH como lo requirió el tratamiento 2, se aplicó una solución de agua, formalina y ácido clorhídrico, según está establecido por MOSCAMED. El tratamiento testigo fue manejado según los estándares de la planta El Pino (sin modificación del pH).

El cuadro 14, muestra la descripción de los tratamientos realizados en planta El Pino, programa MOSCAMED, en la aldea El Pino, Barberena durante el año 2016.

Cuadro 14. Descripción de los tratamientos, planta El Pino.

Tratamiento	pH	Ingredientes	
		Para elevar pH	Para bajar pH
1	≥ 3.60	Agua, formalina y sulfito de sodio	Ninguno
2	≤ 3.50	Ninguno	Agua, formalina y ácido clorhídrico
3	Testigo *	Agua, formalina y benzoato de sodio	-----

Fuente: elaboración propia, 2017.

➤ Referencias:

* (Sigue el proceso normal) los valores de pH varían y se le realizan las aplicaciones normales de solución líquida (a base de agua, formalina, benzoato y ácido clorhídrico), no se le aplica ningún producto adicional o dosis mayores para cambiar el pH.

2.5.2 Ubicación del ensayo

La investigación tuvo lugar en las salas: siembra, iniciación y larval I del subproceso de cría larval colonias, el área de investigación y desarrollo de métodos y el área de control de calidad

2.5.3 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por 4 bandejas (figura 27), cada una con 5 kg de dieta y 2.40 ml de huevo (2.40 ml de huevo es el volumen de siembra que se utiliza en el proceso de cría larval de colonias).



Fuente: MOSCAMED, 2016.

Figura 27. Unidad experimental.

2.5.4 Diseño experimental y aleatorización

El experimento realizado fue factorial con tres niveles de pH en cuatro momentos, cada uno con tres repeticiones.

La figura 28 muestra la forma de distribución de los tratamientos evaluados de forma aleatoria.

Repetición Momento	Tratamientos								
	pH: ≥ 3.6			pH: ≤ 3.6			testigo**		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
7-nov-16									
21-nov-16									
5-dic-16									
17-dic-16									

5 kg de dieta
2.4 ml de huevo

Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 28. Croquis y distribución de los tratamientos.

➤ Referencias:

*R1, R2 y R3 se refieren a las repeticiones realizadas por tratamiento

**El tratamiento testigo no tiene valor límite de pH, se aplica la dieta líquida utilizada para la producción general. Se sembró a un pH de 3.60 y algunas bandejas alcanzaron pH arriba de 7 y otros pH menores a 3.

2.5.5 Manejo del experimento

Se inició en el subproceso de cría larval colonias hasta la etapa larval I, posteriormente fue trasladado al área de investigación y desarrollo en donde se manejó de acuerdo a las especificaciones de producción de colonias.

A. Preparación de la dieta

En el subproceso de elaboración de dietas se prepara el alimento y la dieta que se utilizará durante la producción de mosca.

a. Para la dieta iniciadora se prepararon 12 bloques de 1 kg de olote cada uno, con una densidad de siembra de 2.40 ml de huevo y con el pH correspondiente a cada tratamiento ($T1=pH \leq 3.50$ $T2$ y $T3= pH \geq 3.60$). Para la dieta finalizadora se prepararon 12 bandejas por tratamiento ($T1=pH \leq 3.50$ $T2$ y $T3= pH \geq 3.60$) de 4 kg de bagazo cada una.

b. Para la dieta iniciadora requirió realizar 2 mezclas de dieta, la primera de 14 kg a un pH de 3.50 (para el tratamiento 2), de ellos se utilizaron 12 kg para los bloques iniciadores de 1 kg cada uno. La segunda mezcla constó de 27 kg de dieta, destinada a los tratamientos 1 y 3. Cada tratamiento requirió de 12 bloques iniciadores de 1 kg de dieta. Los tratamientos contenían los mismos ingredientes (cuadro 2). El primer tratamiento obtenido fue el T2 por ser el de pH más bajo y luego se realizó la siguiente mezcla en donde se obtuvieron los tratamientos 1 y 3.

c. Para la dieta finalizadora se realizaron nuevamente dos mezclas, esta vez la primera fue de 50 kg a un $pH \leq 3.50$, de los cuales se utilizaron solo 48 kg para llenar 12 bandejas de 4 kg cada una. La segunda mezcla fue de 100 kg a un $pH \geq 3.60$, destinados a los tratamientos 1 y 3, cada uno con 48 kg (12 bandejas de 4 kg cada una).

d. Con un potenciómetro (marca WTW, con margen de error de 0.005) se midió el pH de las dietas preparadas y se llenaron bandejas con 4 kg de dieta iniciadora y 4 kg para dieta finalizadora.

B. Siembra

a. La actividad de siembra consistió en la aplicación de una solución de huevo (huevo y agua) sobre un bloque de dieta, elaborada a base de olote, azúcar, harina de trigo, benzoato, formalina, agua y ácido clorhídrico.

- b. Las bandejas con dieta fueron llevadas sobre “dollyes” a la sala de siembras de cría larval colonias, en donde fue dividida la dieta de cada una en 4 bloques de 1 kg cada uno para posteriormente realizar la siembra (se aplican 2.40 ml de huevo por cada bloque de 1 kg de dieta de olote).
- c. Según el porcentaje de eclosión utilizado al momento de la siembra (≥ 20) se procedió a colocarle bolsa sellada o no, cuando alcanzó la temperatura de 28 °C se abrió el cobertor, pasados de los 29 °C se procedió a retirar la bolsa.
- d. En el área de iniciación estuvieron tres días. Diariamente se le tomó pH, una vez por la mañana (7:30 am) y otra vez por la tarde (14:30 pm) con el fin de monitorear los cambios durante el desarrollo larval. Se tomaron varios puntos para la medición del pH.
- e. El monitoreo de la temperatura tanto de la dieta como de la sala se realizó constantemente para mantener las temperaturas requeridas por el material biológico.

C. Trasegado

- a. Finalizados los tres días en la sala de iniciación (10:30 am) se realizó el trasegado de la dieta iniciadora a la dieta finalizadora.
- b. Ya habiendo preparado la dieta con los mismos valores de pH ($T1 = \text{pH} \leq 3.50$ $T2$ y $T3 = \text{pH} \geq 3.60$) de la dieta iniciadora, se procedió a pesar 4 kg por bandeja. A cada bandeja con la dieta se le realizó una abertura en el centro para colocar ahí el bloque iniciador. Luego de colocar el bloque se le aplicó dieta líquida (esta fue dependiendo del pH de cada bloque, si la dieta estaba en el límite alto o bajo del pH correspondiente al tratamiento se le aplicó dieta líquida con pH bajo o alto), con el fin de uniformizar el pH y llevarlos a los rangos adecuados según el tratamiento.

- c. Las bandejas apiladas sobre “dollyes” fueron llevadas al área larval I en donde permanecieron 24 horas. Se monitoreo constantemente la temperatura y pH de la dieta (7:30 am y 15:30 pm).
- d. Pasadas aproximadamente 18 horas en la sala de larval I, se hizo el traslado al área de investigación y desarrollo, en donde terminó de completar las 24 horas que requería estar en larval I y pasar a larval II en donde se realizó el cargado a los anaqueles de colecta.
- e. Se procedió a la medición de temperatura y pH dentro de la dieta y a su respectivo manejo según lo requirió.
- f. La toma de pH se realizó en diferentes puntos, dependiendo la etapa larval del material biológico.

D. Colecta

- a. Las colectas se realizaron en diferentes horarios (se establecieron con forme el salto de la larva, no sobrepasando las 24 horas entre colectas de un mismo lote).
- b. Se midió el volumen de larva obtenida por colecta y se calculó la recuperación larval (RL).
- c. Se realizó la medición de temperatura y pH de la dieta.
- d. Se monitoreó la actividad de salto.
- e. Se observó y tomó nota de las características físicas de la dieta durante todo el proceso, hasta su desecho.
- f. Luego de medir el volumen de larva colectada se le agregó a dos l de larva, 2 l de aserrín para que este absorbiera la humedad.

- g. Luego de mezclar las larvas con el aserrín se vertieron sobre una criba de aluminio para ser colocadas en un anaquel.
- h. El proceso de pupación se llevó a cabo en un cuarto oscuro.
- i. La pupa macho estuvo 48 horas en el cuarto oscuro, mientras que la pupa blanca (hembra), permaneció 72 horas. Pasado el tiempo respectivo, la pupa fue trasladada a la sala de ventilado en donde se determinó el volumen de pupa y la proporción de macho:hembra (macho: pupa café y hembra: pupa blanca).
- j. El volumen de pupa se refiere a número de pupas por litro, para esto se tienen rangos de un número limitado de pupas por litro y un número máximo, lo cual ayuda a saber si la pupa está muy pequeña, normal o muy grande, el valor ideal de 60,000 pupas/l (figura 30A.).
- k. Para obtener el peso promedio de la pupa se deben obtener muestras por colecta, se miden 2 ml del material, se saca el número de pupas en los dos ml y se procede a pesarlas. Por último se divide el peso total entre el número de pupas.
- l. El porcentaje de coloración se obtuvo sacando una muestra de 10 ml de pupa, separándolas por color (café, blanca y negra) y luego contando cuantas hay de cada color.
- m. Se llevaron muestras de 6 colectas al área de control de calidad para que se le realizaran las pruebas de peso, volumen, coloración de pupario, longevidad a las 48 horas, horas de vida y emergencia (Calderón & Rodríguez, 2015).

2.5.6 Variables evaluadas

A. Volumen de larva colectada

Luego de cada colecta se midió el volumen de larva colectada (en l.) por unidad experimental. La recuperación larval se obtuvo luego de cada colecta, relacionando la cantidad de larva con la cantidad de dieta utilizada.

(Ejemplo: $2 \text{ l}/60 \text{ kg} = 0.033 \text{ l/kg}$ de dieta)

B. Volumen de pupa

Se refiere al número de pupas por litro y para obtener este dato es necesario extraer una muestra de 10 ml de pupa en cada colecta y se cuenta el número de pupas que contiene. Esta actividad se realiza en la sala de ventilado. Este valor (número de pupas por litro) refleja el tamaño de la pupa y por consiguiente indica si el manejo del material biológico fue el adecuado. Los rangos manejados en el subproceso de cría larval colonias es de 58,000 pupas/l a 60,000 pupas/l, la cual se presenta en la figura 30A.

C. Coloración de pupario

Se miden 10 ml de pupa y luego se cuenta la cantidad de pupa café, negra y blanca existente, para obtener el porcentaje.

El cuadro 15, muestra los porcentajes aceptables de pupa blanca y café por colecta de larva, en el subproceso de cría larval colonias.

Cuadro 15. Porcentajes aceptables de pupa blanca y café, según colecta en el subproceso de cría larval colonias.

Colecta	Porcentaje de pupa		
	Blanca (hembra)	café (macho)	Negra
1	*	≥ 95	≤ 4
2	*	≥ 90	≤ 9
3	ideal ≥ 60	ideal ≤ 40	***
4	≥ 70	**	≤ 8
5	≥ 70	**	≤ 10
6	≥ 88	**	≤ 12

Fuente: MOSCAMED, 2016.

➤ Referencias:

* En las primeras colectas el porcentaje de pupa blanca es muy bajo, el valor no es representativo.

** Se espera que el porcentaje de pupa café en la cuarta, quinta y sexta colecta sea espera no se presente

*** El porcentaje de pupa negra o muerta en la tercera colecta puede variar, esto debido a que se da la llamada partición (aumenta la actividad de salto de la hembra e inicia a bajar la de machos) y pueden esperarse datos de 50 % tanto de hembras como de machos.

D. Peso de pupa

Se extrajo una muestra de 2 ml de pupa por colecta, se obtuvo el número de pupas contenidas, se pesó el total de pupas y luego se dividió el peso dentro del número de pupas para obtener el peso promedio por pupa.

E. Emergencia

(Esta variable se mide únicamente en la quinta colecta, por ser la de principal uso en la reproducción). Se colocaron 4 tubos con 100 pupas blancas y fueron introducidas dentro de una caja plástica transparente, en donde se observaron las moscas que iban emergiendo, pasadas 48 horas fueron contabilizadas las pupas que quedaron sin emerger.

F. Horas de vida

La vida media de la mosca se midió en horas de vida. Se realizaron dos réplicas con 50 pupas cada una. Se mantuvieron bajo condiciones controladas de humedad y temperatura ($T=25^{\circ}\text{C} \pm 1$ y Humedad relativa $65\% \pm 1$), no se les proporcionó agua ni alimento; se

realizaron conteos a las 24, 48, 72 y 96 horas después. Según la experiencia de los técnicos encargados de control de calidad, las moscas (*C. capitata* Wied.) normalmente 72 horas después de emerger, sobreviven más del 50 %, es por ello que, según los documentos de soporte, se acepta un porcentaje de mortalidad menor al 50 %.

G. Longevidad

Se midió utilizando el mismo método anterior (horas de vida), 48 horas después de emerger y habiendo sido sometidas a condiciones de estrés (sin agua y alimento), se contabiliza la cantidad de moscas muertas.

2.5.7 Análisis de resultados

Se hizo el análisis de datos a las 6 colectas realizadas, algunas variables aplican exclusivamente a las colectas de machos (1, 2 y 3) y otras sólo las colectas de hembras (4, 5 y 6).

Para el subproceso de cría larval colonias, la extracción de muestras para la evaluación de distintas variables como volumen de larva, volumen, peso y coloración de pupa. La 5ta. colecta es evaluada hasta en estado adulto con las variables de porcentaje de voladoras, horas de vida, sobrevivencia a las 48 horas.

El cuadro 16, en el que se detallan las variables medidas por colecta, aparece la palabra “SI” en cada una de las pruebas realizadas por colecta.

Cuadro 16. Variables de respuesta medidas por colecta.

Variables medidas		Colecta					
		1	2	3	4	5	6
Volumen de larva colectada		SI	SI	SI	SI	SI	SI
Coloración de pupario	café ♂	SI	SI	SI	--	--	--
	blanca ♀	--	--	--	SI	SI	SI
	negra (muerta)	SI	SI	**	SI	SI	SI
Peso de pupa	macho ♂	SI	SI	SI	--	--	--
	hembra ♀	--	--	--	SI	SI	SI
Volumen de pupa	macho ♂	SI	SI	SI	--	--	--
	hembra ♀	--	--	--	SI	SI	SI
Emergencia (%)		--	--	--	--	SI	--
Longevidad		--	--	--	--	SI	--
Horas de vida		--	--	--	--	SI	--
Recuperación larval de hembras		--	--	--	SI	SI	SI

Fuente: MOSCAMED, 2016.

➤ Referencia:

SI: se realizó el análisis en esa colecta.

-- no se realizó el análisis

** no se obtuvieron los porcentajes de pupa negra, ya que la tercera colecta no es utilizada (se desecha).

Con los datos obtenidos en cada una de las variables de respuesta, utilizando el programa Infostat se realizó los análisis de varianzas y comparación de medias respectivas.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron siete puntos representativos dentro de la bandeja de dieta para tomar los valores de pH (obtener datos certeros) y en base a ellos realizar la aplicación de la solución líquida adecuada o bien realizar las enmiendas necesarias, manteniendo los rangos de pH planteados según el tratamiento correspondiente.

Para la toma de datos se identificó el movimiento de la larva desde el momento de la eclosión hasta el descarte de la dieta, con el fin de determinar el número de puntos representativos de la bandeja, ya que se observó que las partes de la dieta sin presencia de larva eran las que presentaban pH bajos durante todo el proceso, mientras que el pH de la dieta con presencia de larva iba en incremento.

Como resultado de esta evaluación se determinaron 7 puntos estratégicos (con presencia y ausencia de larva) para medir el pH a partir de la etapa larval I, en los tres tratamientos realizados (figura 30A). Para cada etapa larval se recomiendan ciertos puntos a tomar en cuenta para la medición de los pH, basados en la ubicación de la larva. Durante la investigación se tomaron datos de pH en 7 puntos diferentes, durante los primeros 7 días de desarrollo (hasta la 2da colecta), esto con el fin de monitorear y tener más datos de referencia (cuadro 34A.).

2.6.1 Determinación de la producción larval o recuperación larval (RL)

En la figura 29, se observa la gráfica de la recuperación larval por tratamiento, la cual aunque con leves variaciones en las repeticiones, presentaron buena producción. En el subproceso de cría larval colonias se acepta una producción total no menor a 0.11 l de larva/kg de dieta.

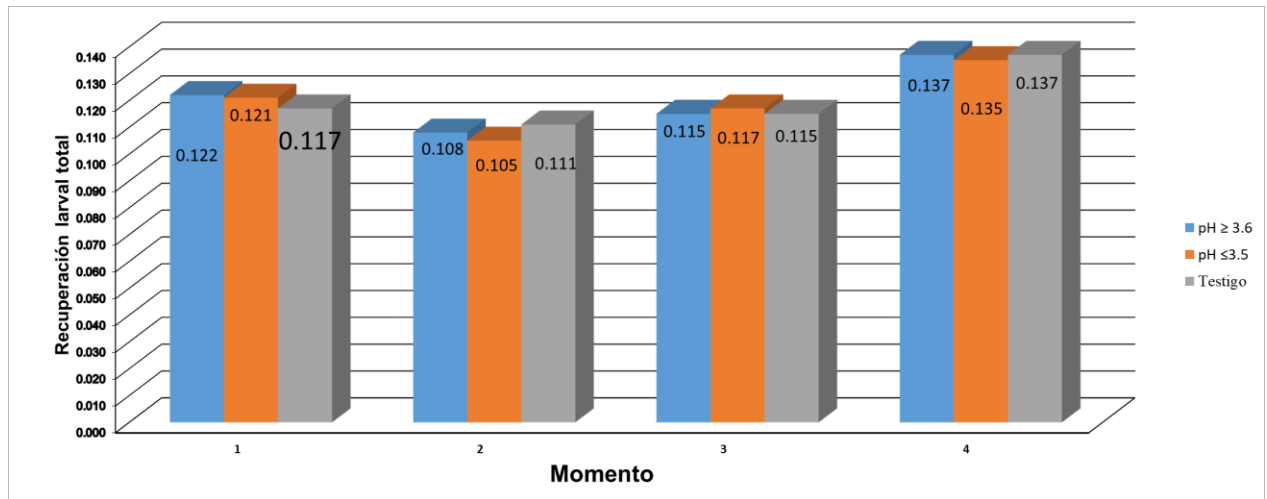


Figura 29. Recuperación larval total por momento en cría larval colonias.

Para determinar si existe diferencia significativa en el volumen de larva colectada entre los tratamientos evaluados, expresado en recuperación larval (litros de larva colectada/kg de dieta sembrada) se realizó el análisis de varianza de los datos obtenidos.

El término momento en la investigación se refiere a las diferentes fechas en donde se realizó cada repetición, el primer momento para el montaje del experimento fue el 7 de noviembre, el segundo fue el 21 de noviembre, el tercero se realizó el 5 de diciembre y el cuarto fue el 17 de diciembre, todos durante el año 2016.

El cuadro 17 muestra el análisis de varianza para la recuperación larval total y se refiere a la relación entre litros de larva colectada por kilogramo de dieta elaborada. RL (recuperación larval) total, es el resultado de la sumatoria del volumen (en l.) de larva colectada en las 6 colectas realizadas. En cría larval colonias la recuperación larval total aceptable es aquella ≥ 0.11 .

Cuadro 17. Análisis de varianza para la recuperación larval total (litros de larva colectada/kg de dieta sembrada).

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	p-valor
Tratamiento	0.000008	2	0.000004	0.257415	0.7752
Momento	0.003947	3	0.001316	87.130528	<0.0001
Tratamiento* Momento	0.000102	6	0.000017	1.120756	0.3800
Error	0.000362	24	0.000015		
Total	0.004419	35			

Coefficiente de variación: 3.24 %

La recuperación larval total que se menciona en el cuadro 14, que hace referencia a la sumatoria total de las seis colectas, incluyéndose macho (primera, segunda y tercera colecta) y hembra (cuarta, quinta y sexta colecta). Tanto los valores de recuperación larval total y de hembras son importantes en el sub proceso de cría larval colonias debido a que requieren material biológico de ambos sexos para su reproducción.

En el área de colonias se aceptan valores ≥ 0.045 l de larva de hembras/kg de dieta sembrada en el subproceso de cría larval colonias; las medias obtenidas fueron de 0.050, 0.049 y 0.049 larva hembra/kg para los tratamientos. Según estos valores, el pH manejado en los tratamientos 1 (pH ≥ 3.60), 2 (pH ≤ 3.50) y el testigo (pH variable), no presentan diferencia significativa lo que significa que el pH no provocó baja en la producción de hembras.

El cuadro 18, muestra el análisis de la recuperación larval en hembras. Esto significa que solo incluye los l de larva colectada durante la cuarta, quinta y sexta colecta, dividido entre la cantidad de kilogramos de dieta elaborada.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la recuperación larval de hembras (l. de larva colectada/kg de dieta sembrada).

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	p-valor
Tratamiento	0.000007	2	0.000003	0.186704	0.8309 ^{ns}
Momento	0.000050	3	0.000017	0.952495	0.4310 ^{ns}
Tratamiento* Momento	0.000060	6	0.000010	0.573116	0.7478 ^{ns}
Error	0.000419	24	0.000017		
Total	0.000535	35			

Coefficiente de variación: 8.42 %

No se detectó interacción significativa entre los niveles de los factores evaluados, tampoco los tratamientos presentaron diferencias significativas, al igual que los momentos de ejecución evaluados ($p\text{-valor} > 0.05$) en la recuperación larval en hembras. El cuadro 19, muestra los promedios de la recuperación en hembras por momento y tratamiento.

Cuadro 19. Recuperación larval en hembras por tratamiento.

Momento	T1: pH ≥ 3.60	T2: pH ≤ 3.50	T3: Testigo	Promedio de momentos
1	0.051	0.049	0.046	0.049
2	0.047	0.046	0.049	0.047
3	0.048	0.047	0.047	0.048
4	0.054	0.055	0.055	0.055
Promedio de tratamientos	0.050	0.049	0.049	

El cuadro 20, muestra los promedios de la recuperación total obtenida en cada tratamiento por momento. Los promedios se encuentran dentro del valor requerido por el subproceso de cría larval colonias. Esto indica que el pH de la dieta no afectó la producción de larva, pero si hay variación significativa a través del tiempo. Esto se conoce como el porcentaje de “regression”, pero varía dependiendo de muchos factores, no solo del pH.

Cuadro 20. Promedio de recuperación larval total por tratamiento y momento en que se realizó la prueba.

Momento	T1:pH $\geq$ 3.60	T2: pH $\leq$ 3.50	T3: testigo	Promedio de momentos
1	0.122	0.121	0.117	0.120
2	0.108	0.105	0.111	0.108
3	0.115	0.117	0.115	0.116
4	0.137	0.135	0.137	0.136
Promedio de tratamientos	0.120	0.119	0.120	

2.6.2 Determinación de la producción de pupa

En la primera colecta (generalmente utilizada para reproducir la especie), el testigo (tratamiento 3) presentó un 95.62 % de pupa café, mientras que el tratamiento 1 (pH $\geq$ 3.60) reportó 94.89 % lo que da una diferencia de 0.73 %; el tratamiento 2 (pH $\leq$ 3.50) presentó 94.44 %, 1.18 % menor al testigo. Se considera entonces que el pH mantenido en cada tratamiento no generó cambios en el desarrollo larvario. El cuadro 21 muestra el análisis de varianza para el porcentaje de pupa café obtenida.

Cuadro 21. Análisis de varianza para el porcentaje de pupa café.

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	Significancia
Tratamiento	10.82	2	5.41	2.46	0.1069
Momento	1497.91	3	499.30	226.81	<0.0001
Tratamiento * Momento	29.34	6	4.89	2.22	0.0760
Error	52.84	24	2.20		
Total	1590.91	35			

Coefficiente de variación: 2.14 %

De acuerdo con el análisis de varianza, no existe interacción significativa ($P=0.076$) entre los tratamientos y los momentos evaluados. Los tratamientos tampoco presentan diferencias significativas sobre el porcentaje de pupas café ($P=0.1069$). El cuadro 22, muestra los promedios de la recuperación en machos obtenida en cada tratamiento por

momento. Los promedios se encuentran dentro del valor requerido por el subproceso de cría larval colonias.

Cuadro 22. Promedio de recuperación larval en pupa café por tratamiento y momento en que se realizó la prueba experimental.

Momento	T1: pH $\geq$ 3.60	T2: pH $\leq$ 3.50	T3: testigo	Promedio de momentos
1	0.071	0.072	0.071	0.0713
2	0.061	0.059	0.062	0.0607
3	0.067	0.07	0.068	0.0683
4	0.083	0.08	0.082	0.0817
Promedio de tratamientos	0.0705	0.0703	0.0708	

El cuadro 23, muestra el análisis del porcentaje de pupa blanca, el cual no presenta diferencia significativa en los tratamientos evaluados, como lo muestra el cuadro 19, los valores obtenidos están dentro del rango de producción esperado en el sub proceso de cría larval colonias de la planta El Pino.

Cuadro 23. Análisis de varianza para el porcentaje de pupa blanca.

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	p-valor
Tratamiento	1.70	2	0.85	1.00	0.3834
Momento	595.45	3	198.48	232.62	<0.0001
Tratamiento* Momento	5.22	6	0.87	1.02	0.4367
Error	20.48	24	0.85		
Total	622.85	35			

Coefficiente de variación: 4.45 %

El porcentaje de coloración de pupa blanca va en aumento a partir de la tercera colecta, pero no es hasta la cuarta colecta en donde se observa un mayor porcentaje de pupa blanca (hembra) respecto a la café (macho). La quinta colecta es más utilizada para la reproducción por adjudicársele una mayor calidad del insecto en estado adulto. En el análisis de datos se determinó que el testigo (T3) obtuvo un promedio de 90.42 % en hembras y para el tratamiento 2 que es con el que más diferencia presentó fue de 92.01

%. Se considera entonces que el nivel de pH, ya sea ácido o levemente alcalino no afecta el desarrollo de las larvas hembras.

El porcentaje de pupa negra se refiere al número de pupas muertas encontradas dentro del volumen total de pupa por colecta. El cuadro 24, muestra el análisis del porcentaje de pupa negra, la cual no presentó interacción significativa entre los niveles de los factores evaluados, tampoco los tratamientos presentaron diferencias significativas ($p\text{-valor} > 0.05$), únicamente el momento de ejecución del experimento presentó diferencia significativa en el porcentaje de pupa negra.

Cuadro 24. Análisis de varianza para el porcentaje de pupa negra.

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	p-valor
Tratamiento	4.83	2	2.42	1.11	0.3464
Momento	202.42	3	67.47	30.95	<0.0001
Tratamiento* Momento	24.86	6	4.14	1.90	0.1221
Error	52.32	24	2.18		
Total	284.42	35			

Coefficiente de variación: 15.11 %

Los promedios obtenidos muestran que el tratamiento 2 ($\text{pH} \leq 3.50$) presentó un menor porcentaje de pupa muerta (promedio de 8.31 %, 5.15 % y 10.74 %) en las colectas 4, 5 y 6 respectivamente; mientras que el testigo presentó promedios (10.03 %, 7.86 % y 13.88 %) cercanos al tratamiento 1 ($\text{pH} \geq 3.60$), esto debido a que en esos momentos los valores de pH estaban altos, tanto en el testigo (T3) como en el tratamiento 1.

El cuadro 25, muestra los porcentajes obtenidos de pupa muerta por tratamiento y momento en que se realizó. Es de considerar que la presencia o abundancia de pupa negra está asociada a las condiciones de maduración de la pupa, la humedad y el manejo del material.

Cuadro 25. Promedio de porcentaje de pupa negra por momento y tratamiento, obtenidos en entre la cuarta, quinta y sexta colecta.

Momento	Tratamiento			Total por momento
	1: pH $\geq$ 3.60	2: pH $\leq$ 3.50	3: testigo	
1	5.109	5.151	4.375	4.878
2	14.815	10.741	17.395	14.371
3	10.378	8.314	10.036	9.576
4	7.7675	5.158	8.531	7.152
Total por trato	9.517	7.341	10.084	

Según los resultados obtenidos, posteriormente se puede profundizar en la investigación para ver si el pH bajo en la dieta afecta la mortalidad de la pupa específicamente.

2.6.3 Determinación del peso de pupa

El cuadro 26, muestra el análisis del peso de la pupa café obtenido en las tres primeras colectas. Los promedios obtenidos no muestran diferencia significativa ya que en la primera colecta que es la más utilizada para la reproducción de la especie, el testigo alcanzó 7.89 mg por pupa, igual al tratamiento 1 (pH $\geq$ 3.60), mientras que el tratamiento 2 (pH $\leq$ 3.50) 7.95 mg por pupa.

Cuadro 26. Análisis de varianza para el peso de pupa café.

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	p-valor
Tratamiento	0.002	2	0.001	0.123	0.8847
Momento	0.799	3	0.266	26.997	<0.0001
Tratamiento* Momento	0.079	6	0.013	1.336	0.2799
Error	0.237	24	0.010		
Total	1.117	35			

Coefficiente de variación: 1.25 %

No se detectó interacción significativa entre los niveles de los factores evaluados, tampoco los tratamientos presentaron diferencias significativas (p-valor>0.05). Se determinó que el pH en la dieta no causa diferencia en el peso alcanzado por el material biológico, lo que

indica que posiblemente esto pueda asociarse con que el pH no hace menos agradable y nutritiva la dieta para la larva.

2.6.4 Determinación del número de pupas/l de *Ceratitis capitata* Wied.

Se realizó extrayendo una muestra de 10 ml de pupa por cada colecta y se cuenta el número de pupas contenidas en dicho volumen. Habiendo contabilizado se procede a realizar la conversión a 1 l.

El tratamiento 2 obtuvo valores promedios cercanos al ideal en las primeras tres colectas (62,600 pupas/l, 62,383 pupas/l, 62,383 pupas/l); el tratamiento 1 mostró promedios levemente más altos en las 3 colectas (63,491 pupas/l, 62,700 pupas/l, 62,783 pupas/l.) y el tratamiento testigo mostró un promedio ideal en la tercera colecta. (62683 pupas/l, 62866 pupas/l y 62,116 pupas/l.). Esto muestra que el pH bajo no genera un cambio significativo en el tamaño de pupas.

El cuadro 27, muestra el número de pupas café (macho) obtenido por litro. Según el documento de soporte 007 (figura 30A.) que muestra las características/especificaciones de producto “pupa café”, el número ideal debe ser $\leq 62,500$ pupas/l, asegurando con ello el peso y tamaño ideal de la mosca al emerger.

Cuadro 27. Análisis de varianza para el número de pupa café por litro.

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	p-valor
Tratamiento	1970199.8	2	985099.91	1.79	0.1891
Momento	35518909.9	3	11839636.65	21.47	<0.0001
Tratamiento* Momento	5459651.5	6	909941.92	1.65	0.1768
Error	13234443.7	24	551435.16		
Total	56183205.0	35			

Coefficiente de variación: 1.18 %

No se detectó interacción significativa entre los niveles de los factores evaluados, tampoco los tratamientos presentaron diferencias significativas ($p\text{-valor} > 0.05$), únicamente el momento de ejecución del experimento presentó diferencia significativa en el número de pupas por litro.

El cuadro 28 muestra el análisis del número de pupa blanca el cual es medido únicamente en las colectas 4, 5 y 6. Según el documento de soporte 007 (figura 30A.) en la cuarta colecta no se deben obtener más de 61,500 pupas/l, mientras que para la 5ta y 6ta. colecta se admiten hasta 62,000 pupas/l.

El tratamiento 1 ($\text{pH} \geq 3.60$) obtuvo promedios para la 4ta. colecta de 60,225 pupas/l; para la 5ta. colecta: 59,008 pupas/l y para la 6ta. colecta: 59,150 pupas/l; el tratamiento 2 ($\text{pH} \leq 3.50$) generó en la 4ta. colecta: 57,575 pupas/l; en la 5ta. colecta: 58,066 pupas/l y para la 6ta. colecta: 59,075 pupas/l; el tratamiento 3 (testigo) obtuvo promedios para la 4ta. colecta de 60,358 pupas/l; para la 5ta. colecta: 60,983 pupas/l y para la 6ta. colecta: 61,550 pupas/l. El pH no afectó el tamaño de la pupa según lo demuestran los datos obtenidos.

Cuadro 28. Análisis de varianza para el número de pupa blanca (hembra) por litro.

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	p-valor
Tratamiento	2475827.16	2	1237913.58	2.58	0.09643892
Momento	87705964.3	3	29235321.4	60.99	2.25E-11
Tratamiento *Momento	11055840.5	6	1842640.08	3.84	0.00792198
Error	11505090.4	24	479378.77		
Total	112742722	35			

Coefficiente de variación: 1.16 %

De acuerdo con el análisis de varianza, existe interacción significativa entre el momento de ejecución y los tratamientos (p-valor <0.05).

2.6.5 Determinación del peso de pupa de la mosca del mediterráneo reproducida en laboratorio

Se realizó midiendo 2 ml de pupas/colecta, se contabilizaron y pesó el total para luego dividir el peso neto entre el número de pupas.

El tratamiento 1 ($\text{pH} \geq 3.60$) obtuvo promedios de 8.55 mg, 8.70 mg y 8.56 mg por pupa (4ta, 5ta. y 6ta colecta respectivamente); el tratamiento 2 ($\text{pH} \leq 3.5$) tuvo promedios de 8.60 mg/pupa, 8.68 mg/pupa y 8.48 mg/pupa (4ta, 5ta. y 6ta colecta respectivamente); el tratamiento 3 (testigo) obtuvo promedios de 8.33 mg/pupa, 8.41 mg/pupa y 8.23 mg/pupa (4ta, 5ta. y 6ta colecta respectivamente). El pH no afectó el peso de la pupa según lo demuestran los datos obtenidos. Esto significa que durante el estado de larva, esta pudo alimentarse adecuadamente.

El cuadro 29, muestra el análisis del peso de pupa blanca, según el documento de soporte 007 (figura 30A), para las colectas 4 y 5 el peso ideal por pupa es ≥ 7.7 mg y para la sexta colecta es ≥ 7.5 mg por pupa.

Cuadro 29. Análisis de varianza para el peso de pupa blanca.

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	p-valor
Tratamiento	0.1934	2	0.0967	10.885	0.0004320
Momento	0.5807	3	0.1936	21.792	0.0000004
Tratamiento* Momento	0.0942	6	0.0157	1.768	0.1486430
Error	0.2132	24	0.0089		
Total	1.0814	35			

Coeficiente de variación: 1.1%

El cuadro 30, muestra una leve diferencia en el peso de la pupa para el tratamiento 2, el cual tiene una media de 8.6 mg por pupa, si bien se observa una leve diferencia esto no es relevante ya que los tres tratamientos se encuentran dentro de los rangos normales que describe el documento de soporte 007 “características del producto” (figura 30A.).

Cuadro 30. Prueba de Scott & knott para ver la significancia del peso de pupa entre los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Grupo Scott & Knott	
pH≤3.50	8.60	12	0.027	A	
pH≥3.60	8.50	12	0.027		B
Testigo	8.43	12	0.027		B

➤ Referencias:

Test: Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 0.0089 gl: 24

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

El tratamiento con pH menor o igual a 3.50, produce un peso superior a los tratamientos que se manejó con pH igual o mayor a 3.60 y el testigo, que presentaron el mismo peso.

2.6.6 Determinación del porcentaje de emergencia de la quinta colecta en la producción de la mosca (*Ceratitis capitata* Wied.)

Ésta variable se midió únicamente en la quinta colecta que corresponde a pupa hembra debido a que en el subproceso de cría larval colonias es la colecta con mayor volumen de producción y la que en su totalidad es utilizada para la reproducción.

El cuadro 31, muestra el análisis del porcentaje de emergencia; en el área de control de calidad de la planta El Pino trabajan como porcentaje adecuado ≥ 85 , pero aclaran que entre más cercano a 100 esté, ese valor es mejor.

Cuadro 31. Análisis de varianza del porcentaje de emergencia en la quinta colecta (pupa blanca-hembra).

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	p-valor
Tratamiento	26.90	2	13.45	1.67	0.2089
Momento	17.34	3	5.78	0.72	0.5504
Tratamiento* Momento	221.98	6	37.00	4.60	0.0030
Error	192.98	24	8.04		
Total	459.22	35			

Coefficiente de variación: 3.12 %

Los promedios obtenidos en porcentaje de emergencia para el tratamiento 1 ($\text{pH} \geq 3.60$) fue de: 91.11, para el tratamiento 2 ($\text{pH} \leq 3.50$) fue de: 91.96 y el tratamiento 3 fue de: 89.85, de acuerdo a estos valores el pH no influyó genero una baja en la emergencia, ya que todos los valores se encuentran dentro del rango requerido.

2.6.7 Determinación de la longevidad de la mosca del mediterráneo

El cuadro 32, muestra el análisis de longevidad (48 horas), que se refiere al porcentaje de moscas que son sometidas a condiciones de estrés (sin alimento ni agua) y sobreviven las 48 horas. Durante la prueba experimental este dato fue sacado exclusivamente a la quinta colecta y para el tratamiento 1 ($\text{pH} \geq 3.60$) se obtuvo un 2.33 % en promedio de mortalidad; para el tratamiento 2 ($\text{pH} \leq 3.50$) se obtuvo 1.92 % y para el tratamiento 3 que fue el testigo se alcanzó el 2.58 %.

Cada prueba contiene 100 moscas y los datos obtenidos indican cuantos adultos han muerto llegadas las 48 horas, momento cuando se realiza el conteo.

Cuadro 32. Análisis de varianza de longevidad a las cuarenta y ocho horas.

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	p-valor
Tratamiento	2.72	2	1.36	0.46	0.6380
Momento	38.78	3	12.93	4.35	0.0139
Tratamiento* Momento	22.39	6	3.73	1.26	0.3143
Error	71.33	24	2.97		
Total	135.22	35			

Coeficiente de variación: 75.69 %

No se detectó interacción significativa entre los niveles de los factores evaluados, tampoco los tratamientos presentaron diferencias significativas ($\text{p-valor} > 0.05$), únicamente el momento de ejecución del experimento presentó diferencia significativa en la longevidad.

2.6.8 Determinación de la vida media de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.)

El cuadro 33, muestra el análisis del número de horas que sobrevive el 50 % de los adultos, en promedio, el tratamiento 1 ($\text{pH} \geq 3.60$) se obtuvo un promedio de 87.22 horas de vida; para el tratamiento 2 ($\text{pH} \leq 3.50$) las moscas sobrevivieron 86.94 horas en promedio y para el tratamiento 3 que fue el testigo se alcanzaron 85.71 horas. De acuerdo a los datos obtenidos, el pH no generó ninguna diferencia entre la cantidad de horas que sobrevivieron el 50 % de las moscas, esto asegura que durante el estado larval, estas se alimentaron adecuadamente para sobrevivir una buena cantidad de horas.

Cuadro 33. Análisis de varianza para vida media.

Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	p-valor
Tratamiento	2.72	2	1.36	0.46	0.6380
Momento	38.78	3	12.93	4.35	0.0139
Tratamiento* Momento	22.39	6	3.73	1.26	0.3143
Error	71.33	24	2.97		
Total	135.22	35			

Coeficiente de variación: 4.32 %.

No se detectó interacción significativa entre los niveles de los factores evaluados, tampoco los tratamientos presentaron diferencias significativas ($\text{p-valor} > 0.05$).

La distribución de la larva en la bandeja es importante al momento de decidir la solución líquida a aplicar, ya que como se observó en los puntos en donde no hay presencia de larva, el pH baja gradualmente ($\text{pH} 2$), contrariamente en donde hay presencia el pH se dispara, alcanzando valores de pH altos ($\text{pH} 7$). Se sugiere continuar evaluaciones para evaluar los puntos adecuados en donde medir el pH de la dieta, de acuerdo a la distribución larvaria en la bandeja.

2.7 CONCLUSIONES

1. En ninguna de las variables evaluadas: volumen de larva colectada, volumen de pupa, coloración de pupa, porcentaje de pupa, emergencia, horas de vida y longevidad, se observa efecto significativo del pH, al evaluar 2 niveles (rasantes) de pH (pH: 3.60 o más y pH: 3.50 o menos), respecto al testigo en la dieta a base de olote.
2. No existe una relación entre el pH de la dieta de olote y el desarrollo larval de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*), basados en los resultados obtenidos del volumen y peso de larva ya que cumplen con los estándares de calidad manejados en el sub proceso de cría larval colonias de la planta El Pino, del programa MOSCAMED.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Evaluar dosis más bajas de ácido clorhídrico para reducir el pH de la dieta, con el fin de reducir costos en la producción.
2. Realizar la prueba en el área de mayor producción (machos térmicos), esto con el fin de determinar la influencia del bajo y alto pH en la dieta, sobre la producción y desarrollo de la mosca del mediterráneo (*C. capitata* Wied.).
3. Se deben evaluar otros factores como exceso de humedad en la bandeja de dieta, la manipulación del material biológico, el efecto de los ingredientes de la dieta líquida utilizada para humedecer la dieta de olote con el fin de detectar el efecto sobre las bajas en la producción.
4. Evaluar el uso de sulfito de sodio para subir pH, en las dietas larvales en producción a mediana y gran escala.
5. Para las lecturas de pH, evitar tomar una sola lectura, debiera ser al menos el promedio de tres lecturas y en los puntos en donde se encuentra presente la larva dentro de la dieta.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia de Noticias Científicas y tecnológicas (Agencia CyTA). (2015). "Las moscas de la fruta generan grandes pérdidas económicas". Recuperado el 10 de mayo de 2016, de: [https://www.agenciacyta.org.ar/2015/07/\"las-moscas-de-la-fruta-generan-grandes-perdidas-economicas\"/](https://www.agenciacyta.org.ar/2015/07/\)
2. Aluja Schuneman, M. (1993). Manejo integrado de la mosca de la fruta. México. Recuperado el 14 de mayo de 2016, de: <http://www.fao.org/news/story/es/item/131978/icode/>
3. Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol). (2012). Mejoramiento de la condición fitosanitaria en los cultivos frutícolas priorizados mediante la vigilancia y control de las moscas de la fruta (generos: Anastrepha y Ceratitis y familia Lonchaeidae). Recuperado el 14 de marzo de 2016, de: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Banco_de_Proyectos/EJECUCION_2017/TR1416_Mejoramiento_condicion_fitosanitaria_cultivos_fruticolas_priorizados_mediante_vigilancia_control_de_mosca_fruta.pdf
4. Calderon, R., & Rodríguez, R. (2015). *Cría larval colonias* (8 ed.). Barberena, Guatemala: planta El Pino, programa MOSCAMED. 7 p.
5. _____. (2014). Ventilado y entrega de pupa. (8 ed.). Barberena, Guatemala: planta El Pino, programa MOSCAMED.
6. Carson Cohen, A. (2004). *Insect diets science and technology*. Recuperado el 11 de abril de 2016, de: https://books.google.com.gt/books?id=1PGgEPxqZb0C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
7. Chan, H. T. Jr., & Jang, E. B. (1995). Diet pH effects on mass rearing of mediterranean fruit fly (Díptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 88(3), 569-573. Recuperado el 14 de abril de 2016, de: <http://programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/articulos/Chan%20and%20Jang%201995.pdf>
8. Estrada Abad, W. (2016). Proceso productivo de la mosca (*Ceratitis capitata* Wiedemann). (Barberena, Santa Rosa, Guatemala, planta El Pino, MOSCAMED). (B. Alvarez Solares, Entrevistadora).

9. _____. (2016). Relación pH-desarrollo larval en *Ceratitis capitata* Wiedemann. (Barberena, Santa Rosa, Guatemala, planta El Pino, MOSCAMED). (B. Alvarez Solares, Entrevistadora).
10. FAO/ OIEA / USDA. (2003). Joint FAO/OIEA/USDA programme nuclear techniques In food and agriculture. Roma, Italia,FAO, Manuales y Protocolos. Recuperado el 12 de: <http://www-naweb.iaea.org/nafa/ipc/public/ipc-mass-reared-tephritid.html>
11. FAO, Italia. (2012). El impacto mundial contra las plagas de las plantas conmemora sus 60 años de actividades. Recuperado el 14 de mayo de 2016, de: <http://www.fao.org/news/story/es/item/131978/icode/>
12. Gómez, M; Sosa, O. 2000. Manual de aspectos técnicos de *Ceratitis capitata* (mosca del mediterráneo). Guatemala, Programa MOSCAMED. 10 p.
13. Gutierrez Alvarez, A. (2016). Antecedentes sobre la incidencia del pH en el desarrollo larval de la mosca (*Ceratitis capitata* Wiedemann). (Barberena, Santa Rosa, Guatemala, planta El Pino, MOSCAMED). (B. Alvarez Solares, Entrevistadora).
14. _____. (2016). Manejo del pH de la dieta de *Ceratitis capitata*, en años anteriores. (Barberena, Santa Rosa, Guatemala, planta El Pino, MOSCAMED). (B. Alvarez Solares, Entrevistadora).
15. Gutiérrez Ruelas, J., Martínez, G., Villaseñor Cortés, A., Enkerlin Hoeflich, W., & Hernández López, F. (1994). Los programas de moscas de la fruta en México. Recuperado el 11 de abril de 2016, de: <http://archivos.tap-ecosur.edu.mx/FFN/FFN25/LIBRO%20MOSCAMED-MOSCAFRUT.pdf>
16. Gutiérrez Samperio, J. (2003). Importancia de la familia Tephritidae en la fruticultura. Chiapas, México. p. 15-19.
17. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2005). Las moscas de la fruta. Recuperado el 3 de marzo de 2016, de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/f2cd7a85-e934418ab294ef04f1bbacb0/Publicacion-4.aspx>

18. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), (2013). Evaluación económica del programa MOSCAMED en Guatemala y sus impactos en ese país, México, EE.UU. y Belice. Recuperado el 21 de mayo de 2016, de: repositorio.iica.int/bitstream/11324/6121/1/BVE17109334e.pdf
19. International Biocontrol Manufacturers Association (NovAgrica). (2017). *Biological Products & Soluciones*. Recuperado el 16 de agosto de 2017, de: <http://www.novagric.com/fruit-flies/>
20. López Bautista, E. (2008). Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en la agronomía. Trabajo final de graduación M. Sc. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía.
21. López, S., Viscarret, M., Goenaga, S., & JL., C. (2006). Producción masiva y simultanea de machos de *Ceratitis capitata* (díptera: Tephritidae) y parasitoides *Dichasmimorpha longicaudata* (hymenoptera: Braconidae). Recuperado el 5 de marzo de 2016, de https://www.researchgate.net/publication/262712342_Produccion_masiva_y_simultanea_de_machos_de_Ceratitis_capitata_Diptera_Tephritidae_y_parasitoides_Dichasmimorpha_longicaudata_Hymenoptera_Braconidae
22. Molina Hidalgo, A. (2010). Universidad de Granada. Recuperado el 5 de abril de 2016, de: <https://hera.ugr.es/tesisugr/19225647.pdf>
23. Mosca del mediterráneo (programa MOSCAMED, GT). (2010). Informe institucional 2011, Guatemala. Recuperado el 25 de marzo de 2016, de: <http://moscamed-guatemala.org.gt/>
24. Mosca del mediterráneo (programa MOSCAMED, GT). (2011). Informe institucional 2011, Guatemala. Recuperado el 5 de abril de 2016, de: <http://moscamed-guatemala.org.gt/2014/doc/InformeInterinstitucional.pptx>
25. Muñiz, M., & Gil, A. (1984). Desarrollo y Reproducción de *Ceratitis capitata* (Wied.) en condiciones artificiales. Recuperado el 15 de abril de 2016, de: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/11622/1/Ceratitis%2C%20Desarrollo%20y%20reproducci%C3%B3n.pdf>
26. Nestel, D.; Galun, R.; Friedman, S. (1986). Balance energético en el adulto irradiado de *Ceratitis capitata* (Wied.). (díptera: Tephritidae). Recuperado el 15 de abril de 2016, de: <http://www.folia.socmexent.org/revista/fofia/Num%2070/25-86.pdf>

27. Ortiz, K. A. (2016). Químicos utilizados para elevar el pH (Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía). (B. Alvarez Solares, Entrevistadora).
28. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2012). El impacto mundial contra las plagas de las plantas conmemora sus 60 años de actividades. Recuperado el 14 de mayo de 2016, de: <http://www.fao.org/news/story/es/item/131978/icode/>
29. Parra, J., R. P. (1989). Métodos para medir consumo é utilização da alimento por insectos. In curso da técnicas de Criação e Nutrição de insectos. Sao Paulo Brasil.
30. Pecorelli Martínez, M. 1995. Determinación del efecto de seis dietas alimenticias en la cría masiva de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied), en San Miguel Petapa, Guatemala. (Tesis Ing. Agr.). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 89 p.
31. Perez, M. (2016). Antecedentes sobre la incidencia del pH en el desarrollo larval de la mosca (*Ceratitis capitata* Wiedemann). (Barberena, Santa Rosa, Guatemala, planta El Pino, MOSCAMED). (B. Alvarez Solares, Entrevistadora).
32. Portilla, M., González, G., & Nuñez-Bueno, L. (1995). Revista colombiana de entomología: Evaluación y descripción del daño ocasionado por *Ceratitis capitata* al café. Recuperado el 21 de mayo de 2016 de: <http://moscamed-guatemala.org.gt/2012/07/EstudioColombia.pdf>
33. Renaud Rodríguez, A. M. (1994). Programa MOSCAMED. Recuperado el 22 de mayo de 2016, de: http://www.programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/tesis/Renaud%20Rodriguez%20A.%20M._1994.pdf
34. Samperio, G. (2015). Planta de cría y esterilización de la mosca del mediterraneo. Recuperado el 21 de marzo de 2016, de: file:///C:/Users/BMAS/Downloads/PaginaSENASICA_PlantaMmed-Sep2015.pdf
35. Salazar, E. (2015). Planta de cría y esterilización de la mosca del mediterraneo "Ing. Jorge Gutierrez Sampeiro". Academic Research. Recuperado el 21 de marzo de 2016, de: https://www.academia.edu/27467544/PLANTA_DE_CRIA_Y_ESTERILIZACION_DE_LA_MOSCA_DEL_MEDITERRANEO_ING._JORGE_GUTIERREZ_SAMPERIO_

36. Salcedo Baca, D., Lomelí Flores, J. R., Terrazas González, G. H., Suárez Espinoza, J., & Muñiz Reyes, E. (2013). Evaluación económica del programa MOSCAMED en Guatemala y sus impactos en ese país, México, EE.UU. y Belice. México, IICA. 192 p. Recuperado el 21 de mayo de 2016, de: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6121/1/BVE17109334e.pdf>

37. Sosa Leonardo, J.E. Manual cría larval de colonias. Programa MOSCAMED, laguna El Pino, Barberena, Santa Rosa. 10 p.

38. Subba Reddy, P. (s.f.). University of Kentucky Entomology. Recuperado el 28 de septiembre de 2017, de: <https://entomology.ca.uky.edu/ef621esp>

39. Villegas, C., & Coto Royo, L. (1980). Programa salud vegetal. Recuperado el 26 de mayo de 2016, de Documentación e información agrícola: https://books.google.com.gt/books?id=2uQqAAAAYAAJ&pg=PA141&lpg=PA141&dq=carbohidratos+como+alimento+para+la+mosca+del+mediterraneo&source=bl&ots=7F7QraW9ER&sig=r77uuaT93dPsHCQfbWia_FEqSZA&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjxx96l87vVAhUB5iYKHbgjBlkQ6AEITDAG#v=onepage&

40. Wedekind, L. (2007). Ciencia, sexo y supermosca. Recuperado el 16 de abril de 2016, de: https://www.iaea.org/sites/default/files/48205583240_es.pdf

41. WTW a xilem brand. (2019). Catálogo de equipo de laboratorio. Weilheim, Alemania: Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co. KG, WTW. Consultado el 2 de febrero de 2019, de: <https://www.wtw.com/es/home.html>

2.10 ANEXOS

US-PD-007
Versión 01-2016

Emisión 08/02/2016

REVISADO POR
Marvin Pérez, Manfredo Pecorelli

APROBADO POR
Cristóbal Pezzarossi

PLANTA EL PINO
PROGRAMA MOSCAMED
Guatemala, C.A.

CARACTERÍSTICAS / ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS/ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO
PUPA CAFÉ

NetDoc SGC-EP

COLECTA	CARACTERÍSTICA	FILTRADO GENÉTICO	COLONIA DE INICIACIÓN	*5 COLONIA DE INYECCIÓN	TERMICO
1	% Pupario Café	≥ 98	≥ 95	≥ 95	≥ 99
	% de Pupa Muerta	≤ 2	≤ 5	≤ 4	≤ 5
	% de Voladoras	≥ 83	≥ 83	≥ 83	≥ 60
	% de Recombinantes	≤ 0.0588	≤ 0.0588	≤ 0.0588	≤ 0.1
	No. Pupas/Litro	≤ 58000	≤ 61,500	≤ 62,500	56,000 - 65,000
	Peso Pupa Café (mg)	≥ 8	≥ 7.9 ¹⁴	≥ 8.5 ¹³	≥ 8.65 ¹³
	% de Materia Inerte	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
2	% Pupario Café	NA	≥ 90	≥ 90	≥ 99
	% de Pupa Muerta	NA	≤ 5	≤ 9	≤ 5
	% de Voladoras	NA	≥ 80	≥ 80	≥ 60
	% de Recombinantes	NA	NA	NA	≤ 0.1
	No. Pupas/Litro	NA	≤ 62,000	≤ 62,000	56,000 - 65,000
	Peso Pupa Café (mg)	NA	≥ 7.5	≥ 7.5 ¹⁴	≥ 8.5 ¹³
	% de Materia Inerte	NA	NA	NA	≥ 8.65 ¹³
3; 4 y 5	% Pupario Café	NA	NA	NA	≥ 99
	% de Pupa Muerta	NA	NA	NA	≤ 5
	% de Voladoras	NA	NA	NA	≥ 60
	% de Recombinantes	NA	NA	NA	≤ 0.2
	No. Pupas/Litro	NA	NA	NA	56,000 - 65,000
	Peso Pupa Café (mg)	NA	NA	NA	≥ 8.65 ¹³
	% de Materia Inerte	NA	NA	NA	≤ 10

PUPA BLANCA

COLECTA	CARACTERÍSTICA	FILTRADO GENÉTICO	COLONIA DE INICIACIÓN	*5 COLONIA DE INYECCIÓN
	% Pupa Muerta	≤ 5	NA	NA
	% de Voladoras	≥ 70 %	NA	NA
	No. Pupas/Litro	≤ 58,000	≤ 60,000	NA
	Peso Pupa Blanca (mg)	≥ 8	≥ 7.7	NA
	% Pupario Blanco	≥ 78	≥ 78	NA
4	% Pupa Muerta	≤ 5	≤ 8	NA
	% de Voladoras	≥ 80	≥ 70	NA
	% de Recombinantes	≤ 0.0588	NA	NA
	No. Pupas/Litro	≤ 58,000	≤ 61,500	≤ 61,500
	Peso Pupa Blanca (mg)	≥ 8	≥ 7.7	NA
5	% Pupario Blanco	≥ 83	≥ 83	NA
	% Pupa Muerta	≤ 7	≤ 10	NA
	% de Voladoras	≥ 80 %	≥ 70	NA
	% de Recombinantes	≤ 0.0588	NA	NA
	No. Pupas/Litro	≤ 58,000	≤ 62,000	≤ 62,500
6	Peso Pupa Blanca (mg)	≥ 8	≥ 7.7	NA
	% Pupario Blanco	≥ 88	≥ 88	NA
	% Pupa Muerta	≤ 9	≤ 12	NA
	% de Voladoras	≥ 70	≥ 70	NA
	% de Recombinantes	≤ 0.0588	NA	NA
	No. Pupas/Litro	≤ 60,000	≤ 62,000	≤ 64,000
	Peso Pupa Blanca (mg)	≥ 7.5	≥ 7.5	NA

*1 Es importante considerar, que los datos se reportarán el día del ventilado de material biológico (sexto, séptimo u octavo día)

*2 Dependiendo del comportamiento de cada lote de cría larval y de la necesidad de material biológico (pupa blanca) para el cargado de jaulas, se puede considerar el aporte de las terceras colectas, si y sólo si se iguala o supera un 60% de pupa blanca.

Las especificaciones/criterios arriba mencionados, aplican para las siguientes densidades de siembra:

Filtrado Genético 2.2 - 2.8 ml huevo /1kg dieta iniciadora

Filtrado Genético (Machos Térmicos) 4.5 - 5.0 ml huevo/1 kg dieta iniciadora

Colonía de Iniciación 2.2 - 2.6 ml huevo /1kg dieta iniciadora

Colonía de Inyección 2.2 - 2.8 ml huevo /1kg dieta iniciadora

Machos Térmicos 4.8 - 8.0 ml huevo/bandeja de 4.8 - 5 Kg. de dieta

*3 Peso de pupa al segundo día después de colecta para entrega a irradiación.

*4 Peso de pupa para cargado de jaulas.

*5 Valores aplicables a la Colonia de Liberación (De ser necesaria por incremento de producción)

Filtrado Genético	10 - 12 larvas/gr.
Colonias	09 - 12 larvas/gr.
Térmicos	14 - 18 larvas/gr.

COPIA CONTROLADA
Sistema de Gestión de Calidad "El Pino"
Programa Moscamed

No.: 7116 Fecha: 08/02/2016

Proceso: Cría larval Colonias

Ubicación: Sin escriptorios JB

Página 1 de 2

Fuente: MOSCAMED, 2017

Figura 30A. Documento de soporte: características/especificaciones de producto en pupa.

CARACTERISTICAS/ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO DS-PD-007 HUEVO

CARACTERISTICA	FILTRADO GENETICO	COLONIA DE INICIACION	COLONIA DE INYECCION	TERMICO
% Eclosión Post Burbujeo (huevo normal)	> 50	$\geq 50^3$		>30
% Eclosión Post-Burbujeo (huevo primera colecta)	NA	≥ 40		>15

DIETA LARVAL

CARACTERISTICA	FILTRADO GENETICO	COLONIA DE INICIACION	COLONIA DE INYECCION	TERMICO
% Humedad ^{*1}		$\geq 56 \leq 62$		
Peso por bandeja (kg)	Iniciadora	Finalizadora	Iniciadora Finalizadora	
pH	5	3.2	4.95 $\pm$ 0.15	4 $\pm$ 0.15
Grados brix		$\geq 3.4 \leq 3.7$		
Sustrato		$\geq 3 \leq 8$		
Temperatura de dieta		bagazo/olote		
		$\geq 22.5^{\circ}\text{C} \leq 30^{\circ}\text{C}$		

DIETA PARA ADULTO

CARACTERISTICA	FILTRADO GENETICO	COLONIA DE INICIACION	COLONIA DE INYECCION	TERMICO
% Humedad		≤ 3.4		NA
Apariencia		Homogénea, sin grumos		NA
Peso bandeja (gr)	NA	110 (+6g -5g)	140 ($\pm$ 7 g)	NA

IRRADIACION,EMPAQUE Y DESPACHO

CARACTERISTICA	IRRADIACION	EMPAQUE	DESPACHO
% Emergencia Máxima	>50 a 48hrs		
% Pupario Blanco ^{*2}	<1 Termicos		
% pupa Muerta por envío	< 3		
% Materia Inerte del peso por envío	< 3		
Peso de pupa (mg)	>7.5		
Cantidad de colorante en gramos por kilo de pupa	3.94 - 4.06		
% Filmina Virada (Color Negro)		100	
Peso por bolsa kg Gammacell		0.88 - 0.92	
Husman		1.78 - 1.82	
Shepherd		2.47 - 2.53	
Bolsa por caja tipo Shepherd Nacional/Extranjero		8 - 12	
Bolsas por caja tipo Husman Nacional/Extranjero		9 - 12	
Bolsa tipo Shepherd por canasta		3 - 4	
Bolsas tipo Husman por canasta		≤ 5	
Temperatura del Transporte Grados Centígrados			14 - 20

OBSERVACIONES:

* 1 El % de humedad de dieta larval, dependerá del requerimiento del Ing. de proceso de acuerdo a la época del año dentro de los rangos establecidos en este documento.

* 2 Pupa proveniente de Colonias

* 3 Mínimo aceptable

NOTA Color de Pupario se refiere a Pupa Blanca y Pupa Café.

Fuente: MOSCAMED, 2017.

Figura 31A. Documento de soporte características/especificaciones de producto en huevo.

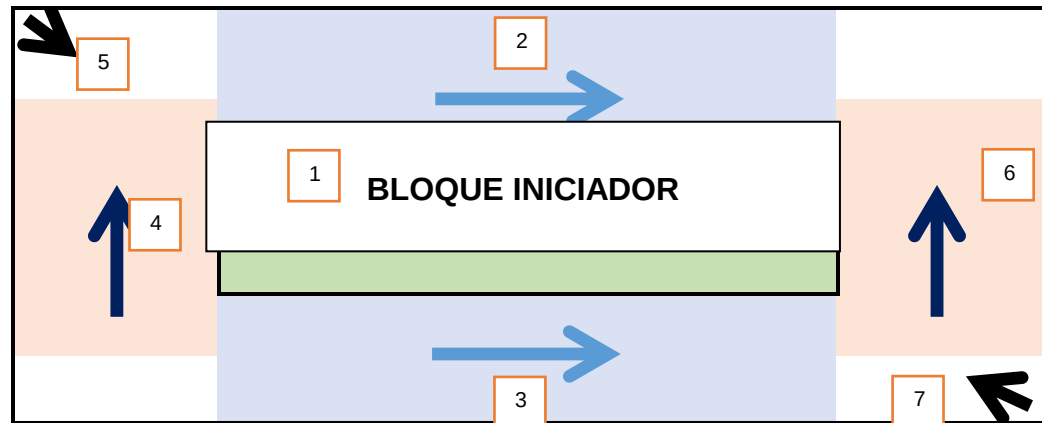
LOTE								
Ini1	Bloque Inic							
Ini1 t	Bloque Inic							
Ini2	Bloque Inic							
Ini2 t	Bloque Inic							
Ini3	Bloque Inic							
Ini3 t	Bloque Inic							
Larval I	Bloque Inic							
Larval I t	Bloque Inic							
Larval II	Bloque Inic							
	→							
Larval II t	Bloque Inic							
	→							
	↗							
1ra. colecta	Bloque Inic							
	→							
	↑							
1ra. Colecta (tarde)	↗							
	→							
	↑							
2da. colecta	↗							
	→							
	↑							
2da. Colecta (tarde)	↗							
	→							
	↑							
3ra. Colecta (tarde)	↗							
	→							
	↑							
4ra. Colecta (tarde)	↗							
	→							
	↑							

Ini	Iniciación
t	tarde
↑	Lateral vertical
↗	Esquina
→	Lateral horizontal

Fuente: elaboración propia, 2016

Figura 32A. Ficha para la toma diaria de pH de la dieta.

La primera toma de pH la realiza el subproceso de elaboración de dietas, habiendo finalizado la producción de la dieta iniciadora (1 kg, elaborada a base de olote, azúcar, harina de trigo, benzoato, ácido clorhídrico, agua y formalina). La segunda medición de pH se realiza a los 4 kg de dieta finalizadora



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 33A. Esquema de los puntos en donde se tomaron los datos de pH.

Cuadro 34. Resultados obtenidos del área de control de calidad, habiendo analizado el material biológico obtenido de los tratamientos realizados.

TRAT	1RA COLECTA					2DA COLECTA				
	PC	PB	PN	PESO (M)	PL (M)	PC	PB	PN	PESO (M)	PL (M)
T1-1	90.29	0	9.71	7.66	62800	90.35	0	9.65	8.02	62200
T1-2	83.46	0	16.54	7.62	66500	89.52	0	10.48	8.1	62000
T1-3	93.78	0	6.22	7.88	65900	85.62	0	14.38	8.05	61200
T2-1	95.03	0	4.97	7.9	60400	90.6	0	9.4	8.22	58500
T2-2	89.05	0	10.95	7.71	63900	88.18	0	11.82	8.08	60900
T2-3	84.71	0	15.59	7.75	66700	87.62	0	12.38	7.75	62200
T3-1	98.53	0	1.47	6.64	61400	87.21	0	12.79	7.84	64900
T3-2	86.5	0	13.5	7.58	65900	90.49	0	9.51	8.24	61000
T3-3	93.53	0	6.47	7.82	64900	92.21	0	7.79	7.96	61600
T1-1	96.09	0	3.91	7.75	61400	85.76	0	14.24	7.92	65300
T1-2	93.95	0	6.05	7.86	62800	85.7	0	14.3	8.07	63300
T1-3	93.6	0	6.4	7.79	64100	89.57	0.16	10.27	8.07	62900
T2-1	93.75	0	6.25	7.96	62400	86.27	0	13.73	7.83	66300
T2-2	94.66	0	5.34	7.88	63700	84.25	0	15.75	7.93	65400
T2-3	94.85	0	5.15	7.81	64100	86.29	0	13.71	7.93	64900
T3-1	94.96	0	5.04	8.06	61500	91.43	0	8.57	8.31	64200
T3-2	94.6	0	5.4	8.09	63000	86.73	0	13.27	7.98	64800

T3-3	95.22	0	4.78	8.06	62700	89.56	0	10.44	8.1	64200
T1-1	97.05	0	2.95	7.82	64400	87.85	0	12.15	7.48	65300
T1-2	98.54	0	1.46	8.08	61700	89.14	0	10.86	7.35	61700
T1-3	98.1	0	1.9	7.97	63100	91.07	0	8.93	7.57	61600
T2-1	96.61	0	3.39	7.84	61900	92.15	0	7.85	7.61	62400
T2-2	98.58	0	1.42	7.97	63200	91.78	0	8.21	7.49	62100
T2-3	98.1	0	1.9	7.97	63100	87.27	0	12.73	7.25	60500
T3-1	98.57	0	1.43	8.03	62900	89.75	0	10.25	7.41	60500
T3-2	98.2	0	1.8	8.06	60800	89.24	0	10.76	7.24	63200
T3-3	96.54	0	3.46	7.87	63500	91.92	0	8.08	7.52	63100
T1-1	97.03	0	2.97	8.02	63700	95.35	0	4.65	8.11	63100
T1-2	99.48	0	0.52	8.16	63500	97.74	0	2.26	8.09	62100
T1-3	97.32	0	2.68	8.15	62000	96.37	0	3.63	8.19	62300
T2-1	97.47	0	2.03	8.15	61700	97.64	0	2.36	7.97	63900
T2-2	96.14	0	3.86	8.31	59900	98.31	0	1.69	8.35	60500
T2-3	94.43	0	5.57	8.24	60300	97.38	0	2.62	8.25	61000
T3-1	98.43	0	1.57	8.22	61500	96.64	0	3.36	8.13	61700
T3-2	96.22	0	3.78	8.09	61800	96.02	0	3.98	7.97	64000
T3-3	96.2	0	3.8	8.17	62300	97.24	0	2.76	8.14	61200

3RA COLECTA					4TA COLECTA				
PC	PB	PN	PESO (M)	PL (M)	PC	PB	PN	PESO (H)	PL (H)
84.85	2.46	12.65	7.73	69300	9.58	83.7	6.72	8.82	59500
71.88	3.48	24.64	7.81	63300	9.22	81.91	8.87	8.91	58600
82.42	3.61	13.97	7.9	63700	13.74	80.57	5.69	8.83	59700
82.32	4.07	13.61	7.91	63900	8.62	84.66	6.72	8.99	58000
86.65	2.58	10.77	7.32	65900	9.06	80.84	10.1	9.3	57400
77.88	3.04	19.87	7.9	62400	14.52	76.88	8.6	9.02	55800
64.94	1.79	33.27	8.03	61600	9.46	85.47	5.07	8.69	59200
77.6	5.12	17.28	7.94	62500	13.86	77.52	8.58	8.75	60600
75.74	6.1	18.15	7.9	63900	8.98	82.71	8.31	8.64	59000
58.99	15.77	25.24	7.5	63400	2.59	92.93	4.48	8.25	58000
62.19	14.84	22.97	7.7	64000	1.4	92.64	5.96	8.18	57100
62.19	12.5	25.31	7.73	64000	2.33	94.43	3.24	8.56	55700
48.09	15.76	36.15	7.54	62800	1.97	93.01	5.02	8.51	55800
52.97	15.17	27.86	7.83	64600	1.78	92.51	5.71	8.32	56100
58.81	13.53	27.66	7.71	65800	2.3	93.62	4.08	8.42	56400
60.44	12.87	26.69	7.58	63700	1.27	95.3	3.43	8.47	55300
55.97	4.57	29.46	7.65	64500	0.55	95.24	4.21	8.54	54700
56.59	13.8	29.61	7.84	64500	2.19	95.44	2.37	8.65	54800
88.49	3.12	8.39	7.96	61800	16.98	74.6	8.42	8.44	63000

81.89	7.83	10.28	8.16	61500	12.5	75.33	12.17	8.67	60000
84.98	2.26	12.76	8.08	61400	16.94	69.22	13.84	8.74	61400
89.78	4.86	5.36	8	61500	17.29	72.1	10.61	8.62	61300
87.4	4.09	8.51	8.11	61200	17.92	74.54	7.54	8.88	59700
90.86	2.66	6.48	8.13	62500	20.16	73.33	6.51	8.42	64500
86.87	5.02	8.1	7.69	61700	11.29	75.81	12.9	8.38	62000
77.72	7.05	15.23	7.98	62400	14.54	72.54	12.92	8.47	61900
84.32	3.04	12.64	7.94	62500	14.68	73.57	11.75	8.69	61300
89	1.89	9.11	8.16	60400	25.32	55.22	19.46	8.35	63200
92.63	0.98	6.39	8.14	59800	23.29	59.65	17.06	8.57	62700
91.91	2.02	6.07	8.08	60800	26.65	54.7	18.62	8.34	63800
97.35	0	2.65	8.17	59700	35	53.39	11.61	8.7	62000
95.42	1.8	2.78	8.3	59200	23.42	65.95	10.63	8.67	60200
94.96	1.04	4	8.31	59800	24.63	62.73	12.64	8.65	60900
91.36	2.52	6.12	8.17	59800	16.94	65.79	17.27	8.56	60800
91.71	1.98	6.31	8.34	58200	21.56	62.52	15.92	8.41	60300
92.15	1.96	5.88	8.21	60100	19.53	62.77	17.7	8.53	59900

5TA COLECTA					6TA COLECTA				
PC	PB	PN	PESO (H)	PL (H)	PC	PB	PN	PESO (H)	PL (H)
2.81	89.98	7.21	8.29	56900	0	84.4	15.57	7.92	61000
1.57	91.11	7.32	8.32	57400	0.32	90.05	9.63	7.97	62300
1.03	90.89	8.08	8.23	58200	0.48	87.92	11.6	8.08	62900
3.78	91.75	4.47	8.5	58200	0.16	92.55	7.29	8.11	64400
1.28	92.69	6.03	8.56	54700	1.3	88.13	10.57	8.07	61500
1.82	93.4	4.78	8.36	60600	0.32	86.13	13.55	7.99	62900
1.89	94.33	3.78	8.27	58200	0.15	90.14	9.71	7.66	65900
2.1	92.57	5.33	8.28	61900	0.16	91.76	8.08	7.88	63100
2	87.85	10.15	7.8	65000	0.47	88.96	10.57	7.69	63400
1.81	89.47	8.72	8.54	55100	2.44	80	17.56	8.23	61500
0.9	88.85	10.25	8.53	55600	2.47	75.33	22.2	8.22	60800
0.54	92.64	6.82	8.74	55700	0.18	83.21	16.61	8.67	56000
2.18	90.56	7.26	8.73	55100	1.34	76.42	22.24	8.5	59800
1.8	90.63	7.57	8.84	55500	1.55	82.79	15.66	8.61	58100
2.04	90.89	7.07	8.88	53800	0.66	80.33	19.01	8.38	60500
1.39	90.24	8.37	8.56	57400	0.33	81.8	17.87	8.28	59900
1.76	86.44	11.8	8.56	56800	0.48	79	20.52	8.2	61900
1.64	89.59	8.77	8.66	54800	1.5	82.56	15.94	8.44	60200
1.06	88.87	10.07	9	56600	0.85	87.82	11.33	8.56	59100
0.86	90.52	8.62	8.84	58000	0.34	80.21	19.45	8.65	58100
1.38	91.22	7.4	8.89	58100	0.35	87.02	12.63	8.75	57000

4.25	92.52	3.23	8.98	58800	0.83	94.21	4.96	8.65	60500
3.03	93.09	3.88	8.89	59300	1.19	91.34	7.47	8.67	58900
2.77	92.89	4.34	8.92	57700	1.02	93.4	5.58	8.67	59100
2.26	89.74	8	8.94	57500	0.67	85.02	14.31	8.6	59400
1.39	89.08	9.53	8.76	57700	0.51	88.68	10.81	8.54	58300
2.09	89.88	8.03	8.98	57300	0.34	78.17	21.49	8.68	59100
1.52	92.42	6.06	8.7	59400	0.33	86.3	13.37	8.35	60600
1.81	91.27	6.92	8.53	60700	1.12	90.38	8.5	8.4	62400
3.38	90.88	5.74	8.66	59200	0.32	86.9	12.78	8.25	62600
4.44	90.46	5.1	8.61	60800	1.93	92.11	5.96	8.47	62100
3.59	92.5	3.91	8.44	61300	2.39	88.54	9.07	8.32	62800
2.95	92.79	4.26	8.54	61000	2.12	90.36	7.52	8.58	61200
1.16	91.68	7.16	8.25	60100	0.32	87.92	11.76	8.05	62900
1.63	92.18	6.19	8.35	61400	0.47	86.3	13.23	8.23	63500
1.32	91.45	7.23	8.38	60800	0.66	87.05	12.29	8.52	61000



**CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN LA PLANTA EL PINO DEL
PROGRAMA MOSCAMED, BARBERENA, SANTA ROSA.**

3.1 PRESENTACIÓN

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS– se realizaron servicios para el programa MOSCAMED, en la planta El Pino, Barberena, Santa Rosa.

Dentro de los servicios realizados fueron: capacitación sobre “el manejo del cultivo de café” y una evaluación de pH en diferentes puntos de la bandeja durante todo el proceso de desarrollo, hasta su desecho. Dichos servicios se realizaron durante los primeros 6 meses del EPS, derivados de un diagnóstico de los distintos procesos y áreas de trabajo dentro de la planta de producción de la mosca de la fruta y la participación del área de investigación de métodos de la planta El Pino.

La capacitación sobre el cultivo de café y su manejo fue dirigida a los trabajadores técnicos y operativos de la planta El Pino para la cual se gestionó la donación de 300 plantas de café para renovar la plantación de café establecida en las instalaciones de la planta. Se realizaron prácticas de injertos, se explicaron las etapas fenológicas del cultivo y los requerimientos nutricionales, se les habló de los productos biológicos y sus beneficios, se les mostraron algunos de ellos y posteriormente se repartieron entre los asistentes mediante actividades. Además se orientó al personal capacitado sobre la elaboración de aboneras orgánicas. Dicha capacitación se realizó a petición de empleados e ingenieros de la planta, debido a que varios de ellos se dedican a la venta de almácigos y que uno de los principales cultivos del área es el café.

La evaluación de pH en 7 diferentes puntos dentro de la bandeja de dieta, desde el momento de la siembra hasta su desecho. Esto con el fin de conocer los puntos clave en donde se producen las bajas de pH en la dieta y que necesiten ser corregidas con solución líquida que contenga benzoato de sodio, hasta llegar a un pH de 4 a 5.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los servicios realizados dentro de la planta El Pino del programa MOSCAMED, en la aldea El Cernal, Barberena, Santa Rosa.

3.2 CAPACITACIÓN SOBRE EL MANEJO DEL CULTIVO DE CAFÉ

3.2.1 Planteamiento del problema

El cultivo de café (*Coffea arabica*) es una de las principales ocupaciones de los pobladores de los municipios: Barberena, Cuilapa, Santa Cruz Naranjo y Nueva Santa Rosa; gran parte de los empleados de la planta El Pino tienen plantaciones establecidas de dicho cultivo, o bien venta de almácigos para tener ingresos extras. Durante la realización del diagnóstico de la planta El Pino del programa MOSCAMED se entrevistaron a varios empleados e ingenieros de la planta con el fin de conocer sus necesidades y prioridades; como resultado de ello se determinó que varios de los empleados tenían un conocimiento empírico del cultivo de café. Teniendo en cuenta que la planta El Pino busca capacitar a sus empleados en temas de interés para su superación personal y académica, se planteó el tema del cultivo de café para poder complementar sus conocimientos y a la vez aprender de su experiencia.

3.2.2 Objetivos

A. Objetivo general

Capacitar al personal interesado de la planta El Pino del programa MOSCAMED, en el tema del cultivo y manejo del café

B. Objetivos específicos

1. Orientar sobre las etapas fenológicas del cultivo y sus requerimientos nutricionales en cada una de ellas.
2. Explicar sobre las diferentes plagas y enfermedades que atacan al cultivo de café y que productos utilizar para combatirles.

3.2.3 Metodología

Se realizó la planificación del taller con el apoyo del técnico Walter Estrada, para tener en cuenta los temas de interés de los empleados.

Se gestionaron 300 plantas de café para iniciar con la renovación de dicho cultivo dentro de las instalaciones de la planta El Pino.

La capacitación fue dividida en dos módulos:

1. Elaboración de aboneras (tipo bocashi y lombricompost), en dicha actividad se les dio una explicación sobre las ventajas de utilizarla en sus cultivos, los materiales idóneos que pueden incorporarse.
2. Se trataron los temas: resepa, injerto, fertilización, detección y control de plagas y enfermedades uso de productos biológicos. Se realizó una exposición magistral y luego se realizaron estaciones para ir aplicando cada tema.

Los materiales y equipos utilizados como (gallinaza, cal, motosierra, azadón, machete, cuchilla, proyector y laptop) fueron proporcionados por la empresa, mientras que las plantas de café fueron donadas por el técnico Walter Estrada Abad, así como la melaza, levadura, carbón y los productos biológicos fueron proporcionados por Diana Calán y mi persona (ACT Botánico 0,003 SC; BST 2,6 SC; SUB SOL; VPN Ultra 1,6 WP.). en la capacitación sobre el cultivo de café y su manejo, se resumen a continuación:

3.2.4 Resultados

Se inició con la parte introductoria del tema, para aquellos que desconocían las generalidades del cultivo, también se contó con la exposición de Walter Estrada, técnico de la empresa y experto en el tema para que compartiera su experiencia con sus compañeros de trabajo. La fase teórica del desarrollo de las capacitaciones, tuvo como finalidad apoyar previamente la elaboración práctica de los temas impartidos y al finalizar se les hizo entrega de material de apoyo para que ellos pudieran leerlo después de la capacitación.

Se les enseñó los materiales necesarios para elaborar aboneras orgánicas en sus hogares, su mantenimiento, cantidad y forma de aplicar al cultivo.

Se les dio un recorrido por las plantaciones de café con el fin de enseñarles a detectar deficiencias nutricionales del cultivo, así como síntomas y signos presentes por enfermedades o ataque de plagas.

Se les enseñó en base a la etapa fenológica del cultivo a determinar la cantidad de fertilizante a aplicar por planta y calcular cantidad total por área de cultivo.

Se realizó una abonera con lombriz coqueta roja con materiales reciclados, se les dio a conocer los desechos orgánicos que se utilizan, el manejo que se le debe dar a la abonera y a las lombrices, así también como obtener abono de ellas.

Para poder realizar la renovación del cultivo de café con plantas sanas, se solicitaron 300 plantas a Walter Estrada como donación a la empresa. Durante el desarrollo de la capacitación, se procedió a eliminación plantas de café enfermas del jardín de la institución y el trasplante de las mismas.

Con el fin de valorar la comprensión de los temas del personal capacitado de los módulos impartidos, al finalizar se realizó una prueba para evaluar y medir los conocimientos

adquiridos a los 35 participantes (la nota promedio fue de 80 puntos). La herramienta de evaluación se presenta en la figura 27, esta muestra las diferentes preguntas realizadas.

3.2.5 Medios de verificación

La figura 34 muestra a los participantes de la capacitación sobre el manejo del cultivo de café en donde se expusieron los temas: requerimientos nutricionales, plagas y enfermedades, injerto, poda y resepa del cultivo de café.



Figura 34. Capacitación a los trabajadores de la planta El Pino del programa MOSCAMED.

La figura 35 muestra la forma de evaluar los conocimientos adquiridos sobre síntomas y signos en la planta de café, para lo cual se realizaron varias estaciones con muestras biológicas de plantas y fruto de café.



Figura 35. Evaluación de conocimientos adquiridos sobre plagas y enfermedades en plantas de café.

La figura 36 muestra el momento en donde se procedió a la elaboración de la abonera con lombriz coqueta roja. Los ingredientes y el procedimiento para su elaboración, así como su manejo se trataron previamente, durante la capacitación.



Figura 36. Elaboración de abonera con lombriz coqueta roja.

La práctica de injerto y resepa se realizó en el vivero, se procedió a formar grupos de trabajo para realizar mejor la práctica (figura 37).



Figura 37. Práctica de injerto y resepa en el jardín.

La figura 38 muestra la práctica de elaboración de abonera, realizada en los jardines de la planta El Pino.



Figura 38. Elaboración de abonera tipo bocashi.

Primera serie. Instrucciones: según lo aprendido en el primer módulo (Tipos de aboneras) responda con sus propias palabras lo que a continuación se pregunta.

1. Enumere los pasos para la elaboración de la abonera tipo Bocachi: _____
2. ¿Cada cuánto es conveniente realizar el riego a la abonera? _____
3. ¿A los cuantos días se empieza a degradar los ingredientes de la abonera tipo Bocachi? _____
4. ¿De qué forma se puede medir la temperatura de la abonera tipo Bocachi? _____
5. ¿A cada cuánto debe regarse la abonera a base de lombrices? _____

Segunda serie. Instrucciones: según lo aprendido en el segundo módulo (Cultivo de Café), responda con sus propias palabras lo que a continuación se pregunta.

1. Con sus propias palabras diga ¿Para qué sirve el caldo de bordelés? _____
2. Mencione ¿cuál es la enfermedad que provoca puntos amarillos en las hojas y la caída de estas? _____
3. Mencione el nombre del insecto que daña con agujeros el grano de café _____
4. Diga con sus palabras ¿qué es el manejo del tejido del cultivo de café? _____
5. Mencione ¿porque es importante el manejo de sombra para el cultivo de café? _____

Figura 39. Evaluación realizada al personal presente, en las capacitaciones realizadas como parte del servicio profesional supervisado (EPS), durante el año 2016.

3.2.6 Conclusiones

1. Se les presentó en imágenes y plantas las distintas etapas fenológicas del cultivo, así como hojas que presentaban deficiencias nutricionales, esto con el fin de que los asistentes pudieran aprender a detectar dichas anomalías y luego poder corregirlas.
2. Se llevaron ramas de plantas enfermas o dañadas por plagas, también se les mostraron frutos con la plaga presente, esto con el fin de que aprendieran a diferenciar la sintomatología y poder decidir que aplicar. Se les dieron a conocer productos químicos y biológicos que ellos pudieran utilizar para tratar las plagas y enfermedades.

3.2.7 Bibliografía

1. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2010). Cultivo de café. Colombia. Recuperado el 23 de julio de 2016, de: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_cultivo/
2. InfoAgro. El cultivo de café. Recuperado el 14 de abril de 2016, de: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe4.htm>
3. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2019). El cultivo del café y la conservación de la biodiversidad van de la mano. Guatemala. Recuperado el 26 de junio de 2016, de: <http://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/ourwork/povertyreduction/successstories/el-cultivo-del-cafe-y-la-conservacion-de-la-biodiversidad-van-de.html>

3.3 EVALUACIÓN DE pH DE LA DIETA EN DIFERENTES PUNTOS DE LA BANDEJA DURANTE TODO EL PROCESO DE DESARROLLO LARVAL, HASTA SU DESECHO

3.3.1 Presentación

El pH es medido a diario a partir del tercer día después de la siembra para decidir la solución líquida a aplicarle para hidratarla y hacerla ideal para el desarrollo del material biológico. Los puntos que en el proceso de cría larval colonias toman y promedian para definir la solución a aplicar es en el centro de la bandeja y en uno de los laterales más largos de la bandeja, una bandeja por anaquel. Los valores de pH van incrementándose conforme la larva se va desarrollando.

En busca de un esquema representativo, que indique los puntos clave en donde se posiciona la larva en cada etapa de su desarrollo (la temperatura y el pH varía de acuerdo a la presencia o ausencia de larva), para que con la toma de pH y posteriormente para una efectiva y acertada aplicación de la solución líquida correspondiente (de acuerdo al pH obtenido).

3.3.2 Objetivos

A. Objetivo general

Evaluar el pH en diferentes puntos de la bandeja de dieta, durante el desarrollo larval, para determinar la solución líquida ideal a aplicar.

B. Objetivos específicos

1. Crear un formato que indique los puntos ideales en donde se deba medir el pH en la bandeja con dieta y larvas.
2. Determinar los movimientos de la larva dentro de la bandeja de dieta, durante las diferentes etapas de desarrollo de la larva.

3.3.3 Metodología

A. Unidad experimental

5 bandejas por lote evaluado

B. Repeticiones

Fueron 20 lotes los evaluados durante todo su desarrollo larval.

C. Toma de pH

Haciendo uso de un pH metro portátil marca WTW, se realizó la medición del pH en 7 puntos de la dieta dentro de la bandeja.

D. Esquematización de los puntos a tomar pH en la bandeja

Se tomaron 7 puntos de pH a la dieta que contenía cada bandeja evaluada (ver figura 40).

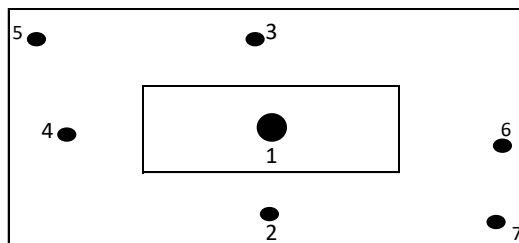


Figura 40. Puntos de referencia en donde se tomaron los datos de pH dentro de la bandeja con dieta de olote.

E. Elaboración de la curva de movimiento de la larva dentro de la bandeja

Para trazar la curva de movimiento se monitoreo el movimiento de la larva de *C. capitata* Wied., se realizaron ensayos para verificar la información previamente observada.

a. Siembra de huevo

La figura 41 muestra (línea de puntos) el área en donde se realiza la siembra de huevo de *C. ceratitis* Wied. y en donde se mantiene el material biológico durante los primeros tres días de desarrollo (de huevo pasa a larva).

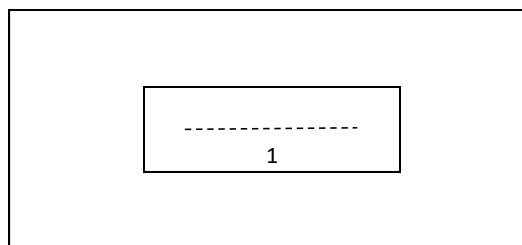


Figura 41. Área de siembra de huevo de *C. capitata* Wied.

b. Etapa Larval I y II

Durante el cuarto e iniciando quinto día (etapa larval I y II) la larva de *C. capitata* se encuentra en los tres puntos señalados (punto 1: dieta iniciadora; punto 2 y 3: inician a desplazarse a la dieta finalizadora que están indicados numerales 2 y 3) (figura 42).

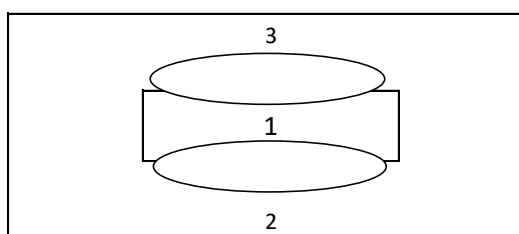


Figura 42. Área en donde permanece la larva durante las etapas larval I y II de *C. capitata* Wied.

c. Colecta de la larva

Las secciones encerradas en círculos es donde se desplazan las larvas de *C. capitata* a partir del séptimo día después de la siembra, hasta su desecho (figura 43).

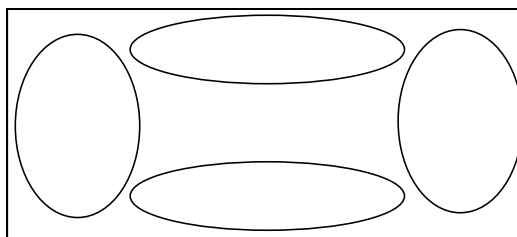


Figura 43. Áreas en donde se desplaza la larva de *C. capitata* Wied.

El material biológico de *C. capitata* desde el momento de la siembra (día cero), hasta el día de su desecho (día 12), se ha desplazado dentro de la bandeja buscando los extremos (luz) para realizar la actividad de salto.

Los materiales y equipo utilizados para la realización de la toma de pH de la dieta de la larva fueron: potenciómetro, atomizador, agua,

3.3.4 Resultados

Se observó y analizó la actividad de toma de pH (los puntos en donde eran tomados los datos), además de analizar los valores de pH colectados desde el año 2012 hasta mayo de 2016.

Cuadro 35. Promedio de pH de la dieta utilizada para la producción de *C. capitata*

Fecha	Hora	Sala	T° Amb	HR	Temperatura de la dieta	promedio de pH de la dieta
3/09/2016	09:30	Iniciación	25.5	85	26.2	3.24
4/09/2016	10:00	Iniciación	25.5	85	29	3.34
5/09/2016	08:00	Iniciación	25.5	83	29.5	3.21
5/09/2016	15:10	Larval I	23	80	28.3	3.30
6/09/2016	09:00	Larval I	23	80	26.4	3.58
6/09/2016	15:30	Larval II	21	64	24.2	3.65
7/09/2016	07:30	Larval II	21	79	25.6	3.83*
7/09/2016	15:30	Larval II	19.5	71	27.1	3.53*

*Estos valores representan el promedio de dos puntos dentro de la bandeja en donde fue tomado el pH (pastelito y laterales), ya que son los lugares en donde hay presencia de larva.

El cuadro 35 muestra el promedio de pH tomados desde el momento de la siembra (pH de 3.30) hasta el día 5, que se encontraba en la sala de larval II; aparte de definir los puntos clave dentro de la dieta para la toma de pH, con el fin de realizar la mejor aplicación de solución.

Es importante mencionar que el cuadro muestra filas remarcadas, lo que significa que en dichas fechas a la dieta se le aplicó una solución elaborada a base de agua, formalina, y benzoato de sodio.

Normalmente a cada lote de producción se le aplica 7 veces la solución que requiera (durante todo su desarrollo), todo depende del valor de pH promedio que posee la bandeja evaluada, éste debiera ser solución ácida (DL= dieta líquida= contiene ácido clorhídrico, benzoato de sodio, formalina y agua) cuando posee pH superior a 4, o bien será solución básica (AB=agua, benzoato de sodio y formalina) cuando presente pH menor a 4. Al analizar los valores de pH obtenidos desde el año 2012 se observó que durante los primeros 5 días de desarrollo, el valor de pH de la dieta es menor a 4.

La figura 44 muestra los valores promedios de pH medidos en los primeros 5 días del material biológico, posterior a la siembra.

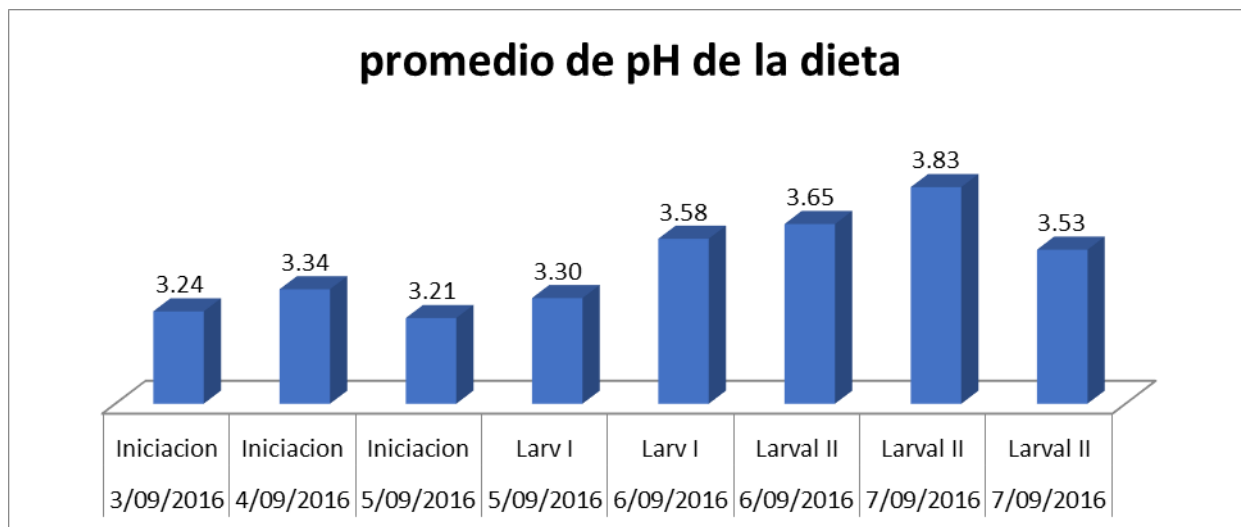


Figura 44. pH promedio de la dieta de los primeros cinco días de desarrollo de la larva de *C. capitata*.

Se realizaron observaciones previas a distintos lotes de producción, durante todo el proceso de desarrollo, para determinar los puntos en donde se tomaría el pH de la dieta y que estos fueran representativos de la bandeja y el lote en general, para poder aplicar una solución acorde a los requerimientos.

Los puntos monitoreados (ver figura 37) durante las colectas de la larva son: (puntos 3, 4 y 5) largo, ancho y esquina de la bandeja.

El cuadro 36 muestra el promedio de los valores de pH obtenidos durante la etapa de salto de la larva, en la sala de colecta. Se observa que la esquina mantiene pH menor a 4 durante la etapa de colecta.

Cuadro 36. Promedio de pH tomado durante la colecta de larva de *C. capitata*.

Día (posterior a la siembra)	Colecta	Ancho	Largo	Esquina
6	c1	3.35	4.36	3.43
7	c2	3.33	3.72	3.55
8	c3	3.23	3.93	3.76
9	c4	3.80	4.50	3.65
10	c5	4.22	5.44	3.60
11	c6	4.44	6.47	3.48
12	Desecho	4.71	7.12	3.33

La figura 45 muestra el aumento en los valores de pH de la dieta, medidos en el centro del lateral más largo de la bandeja, cabe mencionar que es en ese punto en donde se concentra la mayor población de larvas durante todo el proceso de desarrollo larvario.

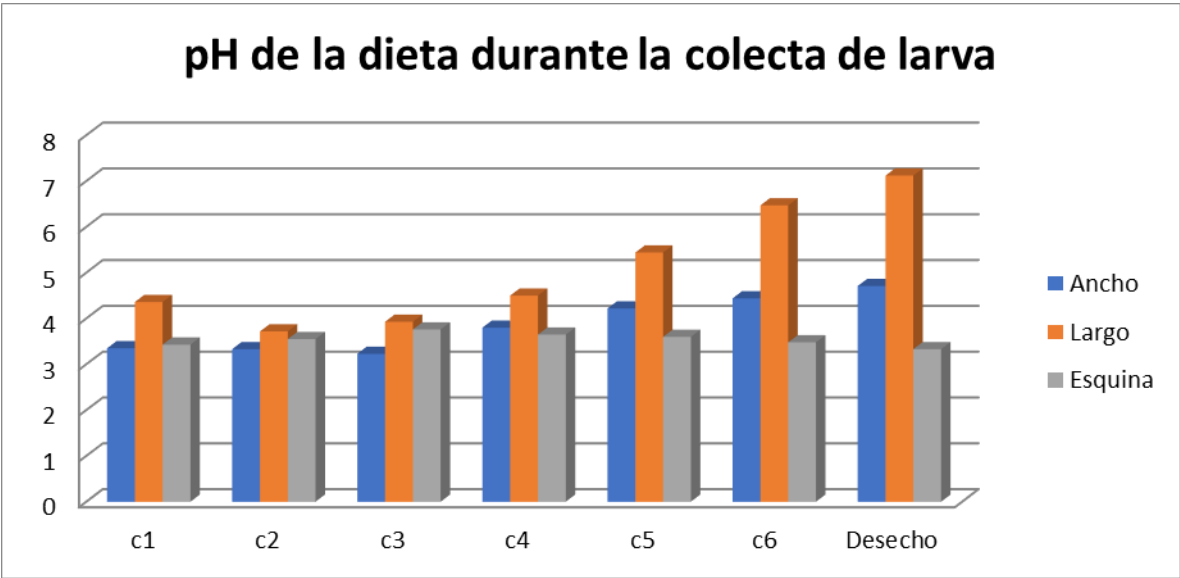


Figura 45. pH medido durante la colecta de larva, en el área de cría larval colonias

La figura 46 muestra el diseño de la hoja de registro de los valores de pH en el subproceso de cría larval colonias.

LOTE	CONTROL DE pH (COLONIA INICIACION)																			
	pH DE LA DIETA				LARVAL I				LARVAL II				1ª APLICACIÓN				2ª APLICACIÓN			
	INICIADORA	FINALIZADORA	TRASEGADO	DL	AB	dieta Fin.	DL	AB	PH BLOCK	PROMEDIO	DL	AB	PH BLOCK	PROMEDIO	DL	AB	PH BLOCK	PROMEDIO	DL	AB

Figura 46. Hoja de registro de los valores medidos de pH por lote de producción, en el subproceso de cría larval colonias, planta El Pino.

Se realizaron varias observaciones previas para seleccionar los puntos en donde se tomaría el pH de la dieta, tomando en cuenta el movimiento de la larva.

Habiendo definido 7 puntos clave para la toma de pH dentro de la bandeja de dieta, se planifico el análisis de 20 lotes de producción como referencia y que servirían para verificar la efectividad de los puntos seleccionados para la toma de pH o su descarte. La medición de los 7 puntos daba inicio a partir del tercer día después de la siembra de huevo sobre la dieta de olote, hasta su desecho que se realiza 12 días después de la siembra de huevo.

3.3.5 Medios de verificación

La figura 48 muestra las pruebas realizadas y el monitoreo del pH de la dieta a cada una de las bandejas.



Figura 48. Toma de pH de la dieta.

La toma de pH se realizó desde el tercer día posterior a la siembra de huevo sobre la dieta de olote. La figura 49 muestra la medición de pH en el día 12, previo a su desecho.



Figura 49. Toma de pH en los laterales de la bandeja previo al desecho de la dieta

Se evaluaron 20 lotes, 5 bandejas por cada uno, el cuadro 37 muestra los valores promedio de 4 lotes, a cada bandeja se le midió el pH en 7 diferentes puntos, mismos que fueron propuestos luego de haber observado durante 3 meses el movimiento que tiene la larva durante su desarrollo. La medición inició a partir del tercer día posterior a la siembra (al tercer día se realiza el trasegado que consiste en colocar un bloque iniciador de 1 kg en el centro de una bandeja que contiene 4 kg de dieta nueva), haciendo un total de 10 días.

Cuadro 37. valores promedio de pH obtenidos en la medición del pH de la dieta.

Lote	Días tras la siembra	Punto de toma de pH						
		1	2	3	4	5	6	7
24/07/2016	3	3.6	3.5	3.82	3.56	3.6	3.58	3.68
	4	3.75	3.55	4.39	3.96	4.08	3.59	3.63
	5	4	3.44	4.63	4	3.52	3.69	3.48
	6	4.08	3.52	3.95	4.96	3.55	4	3.5
	7	4.3	3.62	4.05	4.5	3.5	3.94	3.54
	8	5.77	3.65	3.67	4.48	3.41	5	3.8
	9	6.3	3.52	3.71	5.21	3.14	5.43	3.56
	10	7.02	3.71	4.39	5.89	3.08	4.82	3.4
	11	6.84	3.73	4.14	6.13	2.75	5.43	3
	12	7.2	5.87	5.26	6.25	2.84	5.88	3.04
25/07/2016	3	3.72	3.68	3.66	3.48	3.54	3.68	3.45
	4	3.55	3.7	3.87	3.74	3.67	3.59	3.43
	5	4.24	3.54	4.63	4.15	3.55	3.4	3.34
	6	4.56	3.76	3.88	4.35	3.64	4.25	3.45
	7	5.14	4	4.15	4.58	3.42	4.12	3.38
	8	6.14	4.12	4.23	4.48	3.33	4.48	3.12
	9	6.78	4	3.75	5.21	3.21	4.86	3.05
	10	7.4	3.82	4.66	6.12	3.12	4.82	3.4
	11	6.86	4.88	4.34	5.8	2.89	5.77	2.86
	12	6.98	5.26	5.65	7.1	3.02	6.01	2.5
26/07/2016	3	3.69	3.88	3.63	3.64	3.66	3.77	3.89
	4	3.64	3.59	3.63	3.54	3.6	3.61	3.6
	5	3.71	4.08	3.66	3.49	3.33	3.74	3.97
	6	3.45	4.17	3.67	4.46	3.44	3.52	3.99
	7	3.69	4.77	3.61	4.52	3.3	3.42	3.8
	8	3.68	4.78	4.14	4.18	3.21	3.72	2.63
	9	4.4	5.03	4.18	4.46	3	3.93	2.05
	10	4.05	4.83	4.94	5.15	3.15	4.12	2.35
	11	6.54	5.58	4.36	4.76	2.99	4.46	2.88
	12	7.93	5.28	5.43	5.88	2.74	5	3.12
27/07/2016	3	3.5	3.7	3.64	3.78	3.75	3.58	3.83
	4	4.06	3.62	3.7	3.69	3.46	3.58	3.62
	5	3.48	3.25	3.88	3.76	3.33	3.54	4.45
	6	4.05	3.98	4.45	4.15	3.28	4	4.1
	7	4.5	4.37	4.88	4.96	2.88	4.12	4
	8	4.32	4.88	5.22	4.22	2.76	4.54	3.56
	9	4.85	4.39	5.14	4.95	2.86	4.87	3.15
	10	5.97	5	5.87	5.21	2.94	5	2.74
	11	6.78	5.43	7	5.84	3.11	6.23	3.4
	12	7.13	6.5	6.62	6.42	3.42	7.41	3.33

3.3.6 Conclusiones

1. El formato creado como guía para ubicar y tomar los diferentes puntos dentro de la bandeja servirán para la determinación de la solución a aplicar para que la larva pueda seguir alimentándose.
2. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que los puntos en donde se concentra la mayor cantidad de larva a lo largo de su desarrollo va cambiando y la coloración de la dieta puede tomarse como referencia.

3.3.7 Bibliografías

1. Programa Moscamed, Guatemala, 2011a. Documentos de soporte 007, 009. Recuperado el 25 de febrero de 2016, de: <http://moscamed-guatemala.org.gt/>
2. _____. (2011b), Informe institucional 2011. Recuperado el 25 de febrero de 2016 de: [http://moscamed-guatemala.org.gt/2014/doc/ InformeInterinstitucional.pptx](http://moscamed-guatemala.org.gt/2014/doc/InformeInterinstitucional.pptx)