

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE HARINA DE SOYA, COMO SUSTITUTO DE LEVADURA TIPO TORULA, UTILIZADA EN DIETA LARVAL PARA LA CRIANZA DE MOSCA DE LA FRUTA (*Anastrepha ludens* Loew) DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN MOSCAMED, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA. C.A

DAVID ESTUARDO FOLGAR CORADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

**EVALUACIÓN DE HARINA DE SOYA, COMO SUSTITUTO DE LEVADURA TIPO
TORULA, UTILIZADA EN DIETA LARVAL PARA LA CRIANZA DE MOSCA DE LA
FRUTA (*Anastrepha ludens* Loew) DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN
MOSCAMED, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA. C.A**

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

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

POR

DAVID ESTUARDO FOLGAR CORADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL PRIMERO	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL SEGUNDO	Dra. Griselda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.A Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	P. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez
VOCAL QUINTO	P. Agr. Sergio Bladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2020

Guatemala, octubre de 2020

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

Honorable 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:

EVALUACIÓN DE HARINA DE SOYA, COMO SUSTITUTO DE LEVADURA TIPO TORULA, UTILIZADA EN DIETA LARVAL PARA LA CRIANZA DE MOSCA DE LA FRUTA (*Anastrepha ludens* Loew) DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN MOSCAMED, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA. C.A

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola –SPA-, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

DAVID ESTUARDO FOLGAR CORADO

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por ser el edificador de mi vida, por su amor y generosidad, por ser mi luz y guía en mi camino, con su infinita misericordia nunca me abandona, por dejarme ser instrumento de su voluntad y así cumplir con uno de sus mandamientos honrar padre y madre con este triunfo.

A MIS PADRES:

José David Folgar Hernández y Blanca Lily Corado Esquivel de Folgar, porque con su gran amor me dieron vida, gracias por su paciencia y esfuerzo al ser mis primeros maestros enseñándome a tomar un lápiz, a saludar con educación y respeto convirtiéndome en un hombre de bien, que con su ejemplo de honradez, valores y principios lucharon por mi formación y superación académica, son y serán en cada actuar de mi vivir el ejemplo a seguir infinitas gracias los amo.

A MIS HERMANOS:

Que con cada una de sus bondades y cualidades son parte fundamental de mi vida; David Fernando, José Humberto, Karla Jeannethe, Juan Luis, Allan Emanuel, Juan Pablo (†) Q.E.P.D, Oscar Eduardo, Luis Eugenio, gracias por el amor por el apoyo incondicional brindado en todo momento, porque en alegrías y tristezas siempre nos alentamos a seguir adelante siendo orgullo de nuestros padres los amo.

A MIS ABUELOS:

Que desde el cielo celebran y aplauden este triunfo, Leovegildo Folgar (†) Q.E.P.D y Victoria Hernández (†) Q.E.P.D, Humberto Corado(†) Q.E.P.D y Transito de la Asunción Esquivel, (†) Q.E.P.D, los extraño y siempre estarán en mi corazón.

A MI ESPOSA:

Osbelia Sandoval de Folgar, por complementarme dándome la motivación para seguir adelante por tu amor, por tu comprensión, por tu apoyo incondicional y por siempre estar conmigo en todo momento te amo.

A MIS HIJOS:

Mis dos ojos Sofía Victoria, Adriana Lily y David Sebastián grandes regalos que Dios me ha dado a ustedes dedico este triunfo con mi corazón entero son la motivación que necesito para alcanzar cualquier meta quiero ser su ejemplo y guía los amo.

A MIS CUÑADAS

Por hacerme el tío más feliz con tan hermosos regalos que son mis sobrinos, resultado del amor de cada una de ustedes hacia mis hermanos.

A MIS AMIGOS:

A mis amigos Tano, Eder, Guicho, Walfred, Byron, Álvaro gracias por las experiencias compartidas, y por animarme a seguir adelante Dios les bendiga.

A TODA MI FAMILIA:

Tíos, Primos y demás Por todo su cariño Dios les bendiga.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A DIOS:

Por acompañarme en cada momento de esta etapa de mi vida.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Mi casa de estudios, mi hogar lejos de mi Agua blanca, Jutiapa.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Alma mater que sembró los conocimientos para mi formación académica.

PROGRAMA MOSCAMED

Por ser una institución dedicada y que apoya a la investigación agrícola.

AGRADECIMIENTOS

MI ALMA MATER

Gloriosa Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, por hacerme un profesional responsable que sea parte fundamental del desarrollo de mi país Guatemala.

MI ASESOR

Ing. Agr. Filadelfo Guevara, gracias por su tiempo, sus valiosos conocimientos y la asesoría en la realización de este documento.

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. Cesar Linneo García gracias por el tiempo dedicado a mi supervisión, por sus consejos y lineamientos para la ejecución del presente trabajo de investigación.

A LOS INGENIEROS AGRÓNOMOS Y DOCTOR

Miguel López, Alicia Aldana, y Pedro Rendón gracias por todo el apoyo brindado en la Planta de producción San Miguel Petapa, MOSCAMED, durante mi ejercicio profesional supervisado y a todo el personal que labora en el mismo Dios les bendiga.

EN ESPECIAL A:

Lic. David Girón, Lcda. Ana Luisa Mejía, Ing. Mynor Abel Flores, Lic. Santiago Nájera, Lic. Jiriam Corado, Dr. Iván Folgar Profesor Edgardo Disifredo Sandoval. Personas que me han apoyado en diferentes etapas de mi vida Dios les Bendiga.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE MOSCA MEXICANA DE LA FRUTA *Anastrepha ludens* (Loew) EN EL LABORATORIO DE CRÍA Y LIBERACIÓN DEL PROGRAMA MOSCAMED, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA, C.A.

1.1. PRESENTACIÓN	1
1.2. MARCO REFERENCIAL	2
1.2.1. Antecedentes del programa Moscamed	2
1.2.2. Ubicación geográfica del laboratorio	3
1.2.3. Identificación de las áreas de trabajo	5
1.2.4. Descripción de las áreas de trabajo de Moscamed	5
1.3. OBJETIVOS	7
1.3.1. Objetivo general	7
1.3.2. Objetivos específicos	7
1.4. METODOLOGÍA	8
1.4.1. Fase de gabinete	8
1.4.2. Fase de campo	8
1.4.3. Fase de gabinete final	9
1.5. RESULTADOS	9
1.5.1. Procesos de producción del laboratorio de Moscamed	9
1.5.2. Identificación de ventajas y limitantes para el desarrollo de actividades análisis FODA	10

	Página
1.6. CONCLUSIONES	18
1.7. RECOMENDACIONES	19
1.8. BIBLIOGRAFÍAS	20

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE HARINA DE SOYA, COMO SUSTITUTO DE LEVADURA TIPO TORULA, UTILIZADA EN DIETA LARVAL PARA LA CRIANZA DE MOSCA DE LA FRUTA (*Anastrepha ludens* Loew) MOSCAMED, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA. C.A

2.1. INTRODUCCIÓN	22
2.2. MARCO TEÓRICO	24
2.2.1. Marco conceptual	24
2.2.1.1. La mosca de la fruta <i>Anastrepha ludens</i>	24
2.2.1.2. Clasificación taxonómica de la mosca de la fruta	24
2.2.1.3. Biología y ecología	25
2.2.1.4. Ciclo biológico	25
2.2.1.5. Importancia económica y daños en la fruticultura.....	26
2.2.1.6. Medios de diseminación	26
2.2.1.7. Distribución geográfica	26
2.2.1.8. Hospederos	27
2.2.1.9. Métodos de control	27
2.2.1.10. Captura.....	27
2.2.1.11. Control biológico.....	28
2.2.1.12. Controles preventivos.....	29

	Página
2.2.1.13. Impacto económico	29
2.2.1.14. Dietas para cría larval de <i>Anastrepha ludens</i>	30
2.2.1.15. Aspectos relativos harina de soya	32
2.2.1.16. Sistema productivo	35
2.2.1.17. Producción de mosca de la fruta	35
2.2.1.18. Manejo larval y separado	42
2.2.1.19. Maduración larval I	43
2.2.1.20. Manejo pupal	45
2.2.1.21. Pintado, irradiación y envío	47
2.2.1.22. Recepción y empaque.....	48
2.2.1.23. Lavado y desinfección del área	48
2.2.1.24. Elaboración de dietas (larva).....	49
2.2.1.25. Lavado y extrusado	49
2.2.1.26. Control de calidad.....	50
2.2.2. Marco referencial.....	51
2.2.2.1. Ubicación geográfica y generalidades.....	51
2.2.2.2. Límites y extensiones geográficas.....	51
2.2.2.3. Estructura organizacional	52
2.2.2.4. Fuente hídrica.....	52
2.2.2.5. Clima	52

	Página
2.3. OBJETIVOS	54
2.3.1. Objetivo general.....	54
2.3.2. Objetivos específicos.....	54
2.4. HIPÓTESIS	54
2.5. METODOLOGÍA	55
2.5.1. Materiales y equipo número de pupa/kg de dieta sembrada	55
2.5.2. Materiales para la preparación de las dietas	55
2.5.3. Descripción de los tratamientos.....	56
2.5.4. Formulación paratratamientos	56
2.5.5. Unidad experimental.....	57
2.5.6. Diseño experimental	57
2.5.7. Variables de respuesta	58
2.5.8. Obtención de datos para analizar	61
2.5.9. Elaboración de la dieta larval de la mosca de la fruta.....	62
2.5.10. Llenado de bandeja y siembra de huevo	63
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
2.6.1. Porcentaje de sustitución de harina.....	65
2.6.2. Porcentaje de sustitución de harina de soya para el porcentaje de emergencia, moscas voladoras y longevidad horas vida	72
2.6.3. Análisis de costos de producción para dieta larval de mosca de la fruta.....	78
2.8. CONCLUSIONES	81
2.9. RECOMENDACIONES	82
2.10. BIBLIOGRAFÍA	83
2.11. ANEXOS	85

CAPÍTULO III

SERVICIOS PRESENTADOS AL LABORATORIO DEL PROGRAMA DE MOSCAMED, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA. C.A.

3.1.	PRESENTACIÓN	103
3.2.	ESTABLECIMIENTO DE UNA CURVA DE PUPACION EN TRES DIFERENTES CONDICIONES	104
3.2.1.	OBJETIVOS	104
3.2.2.	METODOLOGÍA	104
3.2.3.	RESULTADOS	105
3.2.4.	EVALUACIÓN	106
3.2.5.	CONSTANCIA	107
3.3.	TRAMPAS TIPO CAJUELA, PARA MOSCA DEL VINAGRE (<i>Drosophila melanogaster</i>) EN LABORATORIO DE PARASITOIDES Y MOSCAS DE LA FRUTA SAN MIGUEL PETAPA	108
3.3.1.	OBJETIVO	108
3.3.2.	METODOLOGÍA	108
3.3.3.	RESULTADOS	110
3.3.4.	EVALUACIÓN	110
3.3.5.	CONSTANCIA	111

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Matriz de análisis FODA de los procesos productivos de <i>A. ludens</i>	15
Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la mosca de la fruta.	24
Cuadro 3. Parasitoides para <i>Anastrepha ludens</i>	28
Cuadro 4. Composición nutricional harina de soya por 100 gr.	33
Cuadro 5. Composición nutricional de levadura tipo <i>Torula</i> (seca, inactiva) por 100 g.	33
Cuadro 6. Costo de elaboración de dieta larval sin harina de soya.....	34
Cuadro 7. Costo de elaboración de dieta larval con harina de soya.	35
Cuadro 8. Descripción de los tratamientos.....	56
Cuadro 9. Tratamientos de sustitución.....	57
Cuadro 10. Medias de los tratamientos para las variables de las crías masivas de la mosca.....	65
Cuadro 11. Medias de la variable de número de pupa/kg.	66
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable cantidad de pupas/kg	66
Cuadro 13. Medias millones de pupa por tonelada en la cría de mosca de la fruta.	68
Cuadro 14. Análisis de Varianza para la variable millones de pupas por tonelada de dieta.....	68
Cuadro 15. Medias de peso de pupa (mg/pupa)	70
Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable de peso de pupa (mg/pupa)	70
Cuadro 17. Prueba de medias para la variable de peso de pupas.....	71
Cuadro 18. Valores de emergencia de mosca de fruta.	72
Cuadro 19: Análisis de varianza para la variable de porcentaje de emergencia.	72
Cuadro 20. Análisis PostANDEVA para la variable de porcentaje de emergencia.....	73
Cuadro 21. Medias porcentaje de moscas voladoras.....	74
Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable del porcentaje de voladoras	75
Cuadro 23. Valores medios del porcentaje de voladoras.	75
Cuadro 24. Medias longevidad en horas vida.	76
Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable de % población longeva	77
Cuadro 26. Medias de longevidad (horas vida).....	77
Cuadro 27. Análisis de costos de producción de la dieta larval.....	78

Página

Cuadro 28. Análisis de costos y ahorros de los diferentes tratamientos evaluados.	80
Cuadro 29. Unidades experimentales	85
Cuadro 30A. Ingredientes para mezcla de 2,000 kg de sustrato.....	85
Cuadro 31A. Aleatorización de tratamiento y repeticiones.....	86
Cuadro 32A. Datos de campo de la variable número de pupas/kg en la cría de mosca de la fruta <i>Anastrepha Ludens</i> Loew	92
Cuadro 33A. Datos de campo de millones de pupas por tonelada en la cría de mosca de la fruta <i>Anastrepha Ludens</i> Loew.	94
Cuadro 34A. Datos de campo del porcentaje de emergencia.	96
Cuadro 35A. Datos de campo de porcentaje de adultos voladores.....	98
Cuadro 36A. Datos de campo de porcentaje de longevidad.	100
Cuadro 37. Tiempo de monitoreo de las pupas.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación del laboratorio Moscamed, San Miguel Petapa.	4
Figura 2. Croquis general y representativo de Moscamed en San Miguel Petapa.	5
Figura 3. Diagrama de las principales áreas en la producción de <i>A. ludens</i>	9
Figura 4. Listado de las principales fortalezas en la producción de <i>A. ludens</i>	11
Figura 5. Listado de las principales debilidades en la producción de <i>A. ludens</i>	13
Figura 6. Procesos internos que se llevan a cabo en la producción y subproductos de mosca de la fruta.	36
Figura 7. Procesos externos que se llevan a cabo en la producción de mosca de la fruta.	49
Figura 8. Imagen satelital de la ubicación de la planta Moscamed Petapa.	51
Figura 9. Efecto de cuatro tratamientos en el rendimiento de pupas de <i>Anastrepha ludens</i> Loew.	67
Figura 10. Efecto de cuatro tratamientos para el rendimiento de pupas.	69
Figura 11. Efecto de cuatro tratamientos para el peso de pupa (mg/pupa) en la cría de <i>Anastrepha ludens</i> Loew.	71
Figura 12. Efecto de cuatro tratamientos para el porcentaje de emergencia en la cría de <i>Anastrepha ludens</i> Loew.	74
Figura 13. Porcentaje de emergencia en la cría de <i>Anastrepha ludens</i> Loew.	76
Figura 14. Efecto de cuatro tratamientos para la longevidad en la cría de <i>Anastrepha ludens</i> Loew.	78
Figura 15A. Croquis del experimento.	86
Figura 16A. Área de filtro, selección fenotípica de los materiales pureza genética.	87
Figura 17A. Área de siembra, siembra dosificada de huevo a dieta de iniciación larval.	87
Figura 18A. Salas de maduración, fase del proceso donde el huevo eclosiona e inicia maduración larval.	88
Figura 19A. Manejo y separado larval, area en donde 10 días después de siembra se separa larva de la dieta.	88

	Página
Figura 20A. Recepción de anaqueles y torres de pupa.....	89
Figura 21A. Pupa en criba, lista para ser separada, macho pupa café y hembra color negro.....	89
Figura 22A. Separación por máquina Sortex®, máquina que separa las pupas por color a base de aire.....	90
Figura 23A. sala de pintado de pupa, área donde se pinta el material para ser diferenciado en sus liberaciones en campo.....	90
Figura 24A. Pintado e Irradiado, área en donde el material ya pintado y embolsado es irradiado para volverlo estéril.	91
Figura 25A. Área de empaque y envío.....	91
Figura 26. Curvas de pupación	105
Figura 27. Trampas utilizadas en el laboratorio de Moscamed	110

RESUMEN

La elaboración de un diagnóstico permite obtener una perspectiva más amplia de la situación actual de la institución, sus procesos, actividades y caracterizar de manera más detallada las problemáticas que tengan o puedan presentar en el desarrollo de la producción de la mosca mexicana de la fruta (Romagnoli, 2007)

En otras palabras, la elaboración del diagnóstico permite: 1) identificar potencialidades y limitaciones de los procesos productivos de *A. ludens*; 2) permite orientar las actividades del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en la dirección que más convenga; y 3) sirve como fundamento en la realización de los diferentes temas de investigación que posea el laboratorio (Yac, 2015).

En la planta de producción de San Miguel Petapa de *Anastrepha ludens* se utiliza actualmente una dieta de iniciación larval en la que se utiliza levadura tipo torula como fuente principal de proteína, el aporte proteico de este tipo de levadura es del 51 % . Este insumo es básico en la elaboración de dietas larvales, pero para el laboratorio representa un alto costo la utilización de este insumo como ingrediente en la formulación de la dieta larval.

Como parte de los resultados se obtuvo: **a)** porcentaje de sustitución de 30 % de harina de soya donde el peso de la pupa fue de 19.63 mg/pupa, donde se obtuvo 3, 215,496 pupas/tonelada, logrando alcanzar un mejor rendimiento para el desarrollo de la pupa. **b)** Porcentaje de emergencia se obtuvo el 96 %, moscas voladoras 84 % y 75% longevidad horas vida. **c)** Análisis económico el mejor resultado fue (30 % harina de soya) T3 donde se tuvo un ahorro de Q. 704.50 por mezclada de dieta equivalente a 1,847.5 kg.

El Capítulo III presentados servicios que fueron realizados para el programa Moscamed. Laboratorio de San Miguel Petapa, durante la ejecución del “Ejercicio Profesional Supervisado” –EPS-. El primer servicio consistió en la validación de una curva de pupación en tres diferentes condiciones durante 42 horas se hacen observaciones cada seis horas de larva puesta en harnero para medir cuanto es el material empupado por colecta y así

detectar la uniformidad de la pupación y el horario en el que se lleva a cabo. El segundo servicio consistió diseñar una trampa y llevar a cabo su colocación a efecto de mantener un constante control de la presencia de *Drosophila*, que eventualmente se desarrolla dentro de dietas de laboratorio logrando con ello reducir la incidencia.



CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE MOSCA MEXICANA DE LA FRUTA
Anastrepha ludens (Loew) EN EL LABORATORIO DE CRÍA Y LIBERACIÓN DEL
PROGRAMA MOSCAMED, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA, C.A.**

1.1. PRESENTACIÓN

El “Laboratorio de cría y liberación de mosca mexicana de la fruta y parasitoides” de Moscamed es parte del programa tripartito conformado por los países de Estados Unidos, México y Guatemala, para evitar el avance y crecimiento de las poblaciones de mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew) y mosca del mediterráneo *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) hacia los territorios frutícolas del Norte de América (Aphis,2017).

Para la producción de mosca estéril Moscamed tiene dos laboratorios, uno ubicado en el municipio de San Miguel Petapa, Departamento de Guatemala, que se encarga de la producción de *A. ludens*, y un segundo ubicado en el municipio de Barberena, Departamento de Santa Rosa, que se encarga de la producción de *C. capitata*. El primero, en donde se realizó el presente diagnóstico, se encarga de la producción de *A. ludens* estéril como parte del control autocida del programa Moscamed y a su vez se desarrollan tecnologías productivas que ayudan a que los procesos se realicen de manera más eficiente. Actualmente la producción masiva de parasitoides se encuentra suspendida, (Moscamed,2017).

La dirección cuenta con diferentes puntos de investigación que van surgiendo en el desarrollo de las actividades del laboratorio, hay algunas debilidades que surgen después de un análisis FODA de las distintas áreas de trabajo que conforman el proceso productivo de mosca mexicana de la fruta.

Por lo tanto, el siguiente escrito enmarca las posibles amenazas y debilidades, así como las fortalezas y oportunidades del proceso productivo de *A. ludens*, que permita su seguimiento mediante la investigación científica o bien un análisis más detallado por parte de la dirección del laboratorio.

1.2. MARCO REFERENCIAL

1.2.1. Antecedentes del programa Moscamed

Las acciones de trabajo que el Programa MOSCAMED realiza para el control y erradicación de la mosca del Mediterráneo del territorio guatemalteco, se enmarcan dentro del estado de derecho y tienen su base legal en el acuerdo gubernativo que declara de emergencia nacional el control de la plaga del 19 de mayo de 1975. Además del convenio, para proteger las cosechas de los daños causados por la plaga de la mosca del Mediterráneo por parte del Gobierno de Guatemala y de los Estados Unidos Mexicanos del 15 de noviembre de 1975; y la aprobación por parte del Congreso de la República de Guatemala de dicho convenio en el decreto No. 21-76 del 9 de junio de 1976.

Asimismo se basa en el Memorándum de entendimiento suscrito entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América del 21 de febrero de 1977, el acuerdo cooperativo entre el Ministerio de Agricultura de Guatemala y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América del 22 de octubre de 1981 y el decreto número 43-2002 que aprueba el Memorándum de entendimiento entre el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América del 9 de julio del 2002.

Así también a nivel nacional el Programa MOSCAMED tiene su base legal en la Ley de Sanidad Vegetal y Animal, Decreto No. 36-98 de fecha 6 de mayo de 1998, que tiene como objetivo velar por la protección y sanidad de los vegetales, animales, especies forestales e hidrobiológicos y la preservación de sus productos y subproductos no procesados, contra la acción perjudicial de plagas y enfermedades de importancia económica y cuarentenaria, sin perjuicio para la salud humana y el ambiente.

Posteriormente, el 19 de mayo del 2014 se firma el Convenio de Cooperación entre los Gobiernos de los Estados Unidos de América, Guatemala y México para la prevención,

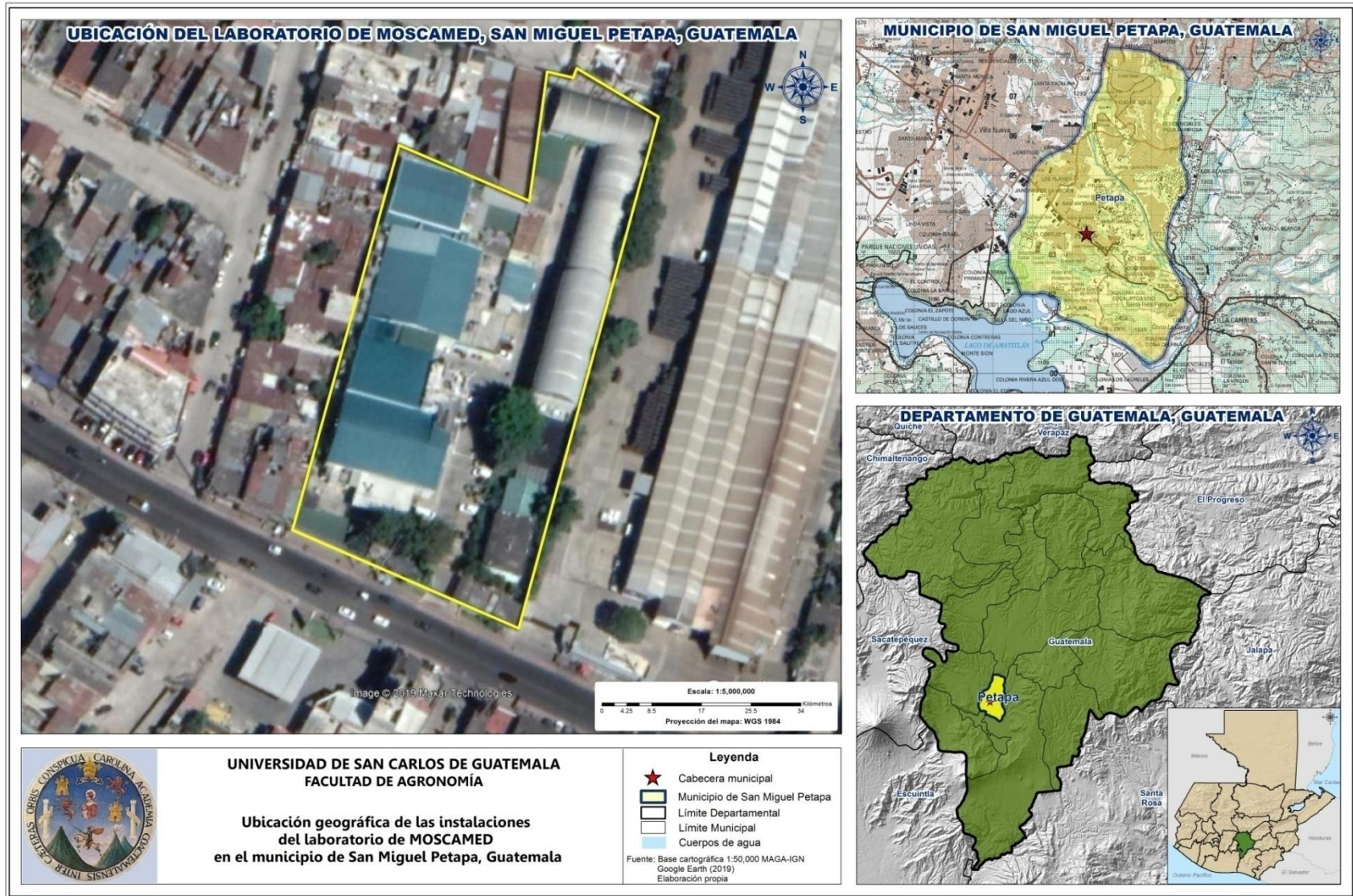
detección, supresión y erradicación de la mosca del Mediterráneo y otras moscas de la fruta de importancia económica.

Como parte de los esfuerzos para controlar a la mosca del mediterráneo, Moscamed inaugura en el año 1998 la planta de producción de *C. capitata*, ubicada en el departamento de Santa Rosa, Guatemala, y en la actualidad se considera la planta más grande de producción de mosca estéril del mundo (Rendón, 2017).

La producción de mosca mexicana de la fruta se inició en el año 2006 actualmente en el “Laboratorio de Cría de Parasitoides y otras moscas de la fruta en Guatemala, en el municipio de San Miguel Petapa, proveyendo moscas macho estériles para el control autocida de *A. ludens* que se lleva a cabo en el territorio de los Estados Unidos (Jerónimo, 2015).

1.2.2. Ubicación geográfica del laboratorio

Ubicación geográfica del laboratorio de Moscamed, San Miguel Petapa, con las coordenadas geográficas: latitud 14°30'13.2" Norte, longitud 90°33'52.5" Oeste (figura1).

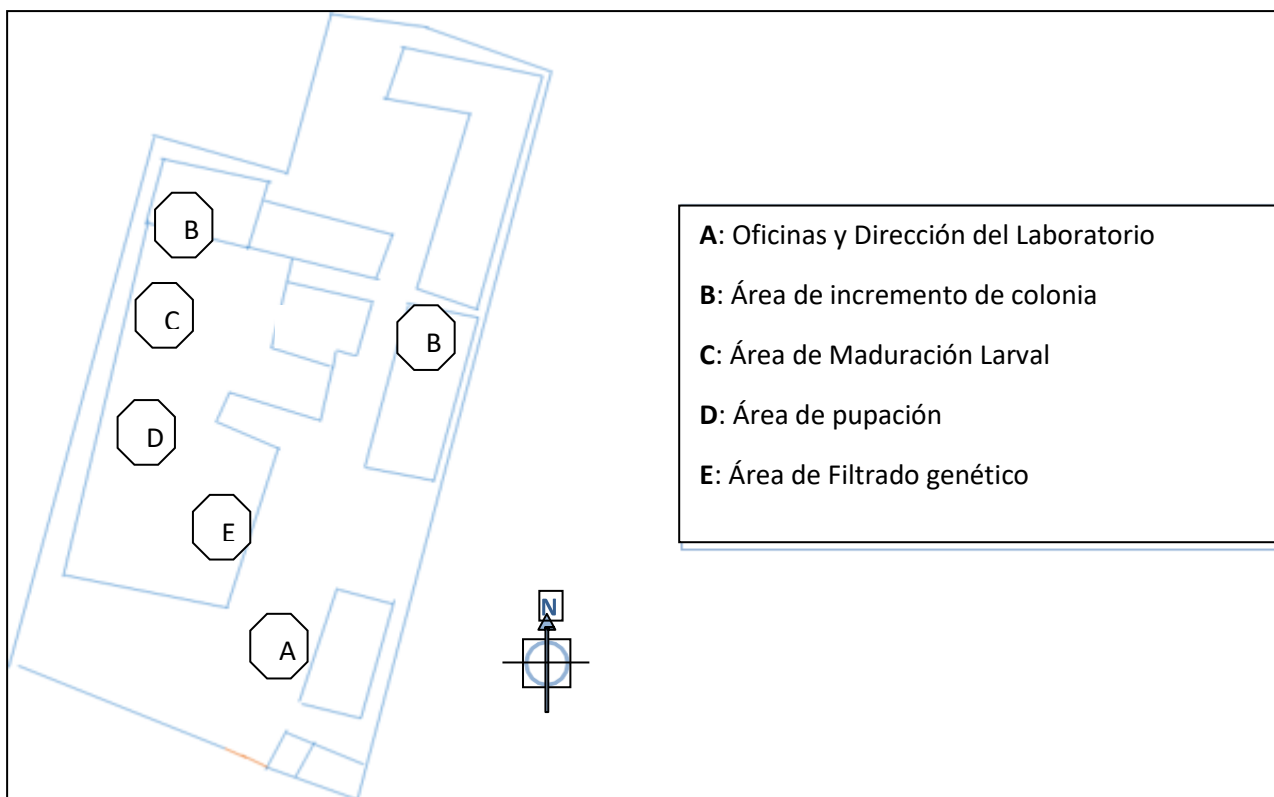


Fuente: Moscamed, 2017.

Figura 1. Ubicación del laboratorio Moscamed, San Miguel Petapa.

1.2.3. Identificación de las áreas de trabajo

En los recorridos del laboratorio se elaboró un croquis de la infraestructura del laboratorio, en este se muestran las distintas áreas en las que se compone el proceso productivo de *A. ludens* (figura 2).



Fuente: Moscamed, 2017.

Figura 2. Croquis general y representativo de Moscamed en San Miguel Petapa.

1.2.4. Descripción de las áreas de trabajo de Moscamed

A. Oficinas y dirección del laboratorio

En esta área se encuentran ubicadas las oficinas de la dirección del laboratorio, salas de junta y la recepción.

B. Área de incremento de colonia

En esta área se llevan a cabo las actividades de oviposición en jaulas para adultos de *A. ludens*, colecta de huevo, elaboración de dietas para adulto de mosca mexicana e incremento de la coloniade las diferentes cepas de mosca y parasitoides.

C. Área de maduración larval

En esta área se lleva a cabo la siembra de huevo en dieta larval, el desarrollo de la larva de *A. ludens* en sus diferentes instares larvales y la separación mecánica del medio que lacontiene.

D. Área de pupación

En esta área se comprende la maduración de la mosca mexicana de la fruta en su estado de pupa y se destina la pupa para los procesos de: irradiación y envío de material biológico y pupa para la utilización en jaulas de incremento de colonia.

E. Área de filtrado genético

Esta área comprende la separación y purificación de las diferentes cepas que maneja el laboratorio, en donde se eliminan y manejan los recombinantes genéticos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Conocer la producción de mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* Loew en el laboratorio de cría y liberación y otras moscas de la fruta del programa Moscamed, San Miguel Petapa.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Conocer los procesos productivos del “laboratorio de cría de mosca mexicana de la fruta”, San Miguel Petapa.
2. Realizar un análisis FODA para Identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que presenta el proceso de producción de *A. ludens* del laboratorio Moscamed.

1.4. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó para llevar a cabo el diagnóstico de la Planta de producción de San Miguel Petapa, se describe a continuación en tres fases:

1.4.1. Fase de gabinete

Recopilación de información primaria sobre la planta de producción de San Miguel Petapa.

- Se entablaron diálogos directos con los operativos, encargados, supervisores y gerentes de producción.
- Se hicieron observaciones y anotaciones importantes sobre cada uno de los procesos y croquis de la ubicación de cada área de trabajo.
- Solicitando a gerencia un croquis detallado de la ubicación de cada área de trabajo.

1.4.2. Fase de campo

Jerarquizando las fortalezas y debilidades de la producción de moscas:

- Consultando la opinión de la gerencia de producción se pudo obtener una jerarquización tanto de potencialidades como de debilidades dentro de los distintos procesos de producción de moscas del mediterráneo.

1.4.3. Fase de gabinete final

Mediante la información recopilada, observaciones minuciosas y la dirección de los gerentes administrativos, se construyó el análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas a Planta de producción San Miguel Petapa.

1.5. RESULTADOS

1.5.1. Procesos de producción

A. Reconocimiento de las instalaciones y las distintas áreas de trabajo

Los procesos productivos del laboratorio de cría de Parasitoides y otras moscas de la fruta. Se puede observar que todos los procesos de producción de mosca tienen un comportamiento cíclico, sin embargo, existe una salida la cual parte del proceso de pupación y es al proceso de irradiación para la inducción de esterilidad sexual en las moscas y posteriormente liberarse en campo (figura 3).



Fuente: Moscamed, 2017.

Figura 3. Diagrama de las principales áreas en la producción de *A. ludens*

Todos los procesos dependen de un área para la verificación de la calidad y la función de ésta es brindar resultados técnicos y específicos de cada producto o proceso. Cada proceso tiene un supervisor a cargo de las actividades que ellas se llevan a cabo y coordina cada una de las labores y actividades para que la producción de *A. ludens* pueda realizarse de la mejor manera posible. Cada área tiene una cantidad definida de operativos que desempeñan funciones específicas en la producción y por lo general tienen gran capacidad y experiencia en la labor que realizan.

1.5.2. Identificación de ventajas y limitantes para el desarrollo de actividades análisis FODA

En el cuadro 1 se puede observar la matriz del análisis FODA del equipo técnico para la aplicación de la medida de restitución material en la modalidad de inversión productiva. Las Fortalezas, Oportunidades, Amenazas y Debilidades que se identificaron a lo largo de los análisis se describen a continuación.

A. Fortalezas

F1. Procesos y procedimientos bien definidos

Los colaboradores tienen bien definidas las actividades y los procesos que desempeñan.

F2. Personal con mucha experiencia en las distintas áreas de trabajo

El laboratorio cuenta con personal con más de 10 años de experiencia en la producción de *A. ludens* e incluso algunos poseen experiencia en la producción de la mosca del mediterráneo (***Ceratitis capitata***).

F3. Área de trabajo con apertura para realizar propuestas de acciones

Las opiniones y recomendaciones de los colaboradores son tomadas muy en cuenta por la dirección y promoviendo la confianza entre los colaboradores.

F4. Disponibilidad de recursos para el trabajo

El personal cuenta con los recursos necesarios para desempeñar la labor que se le tiene asignada.

	<p>i. Personal con muchos años de experiencia. La mayor de todas fortalezas es que el laboratorio Moscamed San Miguel Petapa cuenta con personal con muchos años de experiencia tanto en la producción de <i>A. ludens</i> como de <i>C. capitata</i>.</p>
	<p>ii. Procesos y procedimientos bien definidos Los procesos que realiza cada operativo en el laboratorio están bien definidos según su área de trabajo, esto facilita el desempeño en sus actividades.</p>
	<p>iii. Procesos de producción dinámicos El operativo tiene la apertura y tiene la confianza de aportar mejoras y soluciones al proceso en el que se desenvuelven.</p>
	<p>iv. Disponibilidad de recursos para el trabajo Se tienen recursos para la realización de las labores de cada operativo en el laboratorio, y además se cuentan con instalaciones adecuadas para que los colaboradores se sientan cómodos en sus actividades.</p>

Fuente: Moscamed, 2017.

Figura 4. Listado de las principales fortalezas en la producción de *A. ludens*.

B. Oportunidades

Entre las principales oportunidades identificadas están:

O1. Retroalimentación de otros laboratorios de producción de moscas de la fruta en Guatemala

Todos los laboratorios que pertenecen al programa Moscamed o forman parte del programa internacional para el control de la mosca del mediterráneo comparten las tecnologías productivas que ellos investigan.

O2. Participación de estudiantes practicantes para elaboración de investigación y digitación de la información en físico.

C. Debilidades

Como primer y principal debilidad que se tiene es el retraso en la digitación de la información de producción, la cual es vital para realizar análisis más detallados de cada proceso. La segunda debilidad es el equipo administrativo no tiene la capacitación que permitirá un mejor control en los procesos que desempeñan. Y por último no se tiene el personal suficiente en las áreas especializadas tales como control de calidad y coordinación de procesos para llevar a cabo investigaciones requeridas.

D1. Retraso en la digitación de la información de producción

Debido a que no existe personal específico para la digitación de datos esto causa retraso en dicha actividad. Actividad que se ve aliviada en temporada de prácticas estudiantiles (estudiantes de informática, bachilleres en computación), mismos que suplían al personal no específico para ese proceso de digitación.

D2. Equipo técnico sin capacitación en entomología, administración de personal, tiempos y movimientos y análisis de la información.

El personal a cargo de las operaciones productivas dentro del laboratorio carece de educación superior universitaria afín a la biología, entomología, administración de recursos humanos y de tiempos y movimientos, además de que no están capacitados para analizar la información que se obtiene en el día a día de sus actividades y únicamente de la directiva para poder interpretarla.

D3. Personal insuficiente en áreas especializadas para investigación

El laboratorio de Cría de *Anastrepha ludens*, durante las épocas de proceso de producción a capacidad completa, no tiene el personal suficiente en las áreas especializadas como lo son control de calidad y coordinadores de procesos para poder llevar a cabo las investigaciones requeridas.



Retraso en la digitación de la información de producción

- La constante información que se registra en hojas de papel en la planta de producción conlleva a la acumulación de información sin digitalizar



personal técnico sin capacitación en entomología, administración de personal, tiempos, movimientos y análisis de la información

- El equipo de trabajo de la planta de producción reconoce no tener los conocimientos y desean recibir capacitaciones técnicas en las áreas de trabajo que se les asignen.



Personal insuficiente en áreas especializadas para investigación

- En épocas de capacidad completa de producción no se tiene al suficiente personal para las áreas especializadas en control de calidad y coordinación de procesos.

Fuente: Moscamed, 2017.

Figura 5. Listado de las principales debilidades en la producción de *A. ludens*.

D. Amenazas

Entre las principales amenazas se identificaron:

A1. Limitaciones de presupuesto

El programa limita las actividades de producción a un presupuesto ya designado.

A2. Programa de provisión y envío de moscas estériles al extranjero muy dinámico

La demanda de moscas al extranjero está sujeta a monitoreo de la población de moscas plaga que se realizan en Estados Unidos, por lo tanto, la producción de moscas estériles por parte del laboratorio debe ser dinámica y a veces pueden pedir cantidades de moscas estériles, por lo que se debe suplir a toda costa las cantidades demandadas por las instituciones en el extranjero.

A3. Dependencia de otros centros de trabajo

Muchas de las actividades productivas dependen de otros departamentos de trabajo como el Taller de Estructuras, Compras, otros.

Cuadro 1. Matriz de análisis FODA de los procesos productivos de *A. ludens*.

Factores Internos		Factores internos	
		<u>Fortalezas (F)</u>	<u>Debilidades (D)</u>
Factores externos		<ol style="list-style-type: none"> 1. Procesos y procedimientos bien definidos. 2. Personal con mucha experiencia en las distintas áreas de trabajo 3. Área de trabajo con apertura para realizar propuestas de acciones. 4. Disponibilidad de recursos para el trabajo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retraso en la digitación de la información de producción. 2. Personal técnico sin capacitación en entomología, administración de personal, tiempos, movimientos y análisis de la información. 3. Personal insuficiente en áreas especializadas para investigación.
		<u>Oportunidades (O)</u>	<u>Alternativas o estrategias F-O</u>
Factores externos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retroalimentación de otros laboratorios de producción de moscas de la fruta en Guatemala. 2. Participación de estudiantes practicantes para elaboración de investigación y digitación de la información en físico. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fortalecer la formación técnica del equipo de trabajo a través de capacitaciones (F1, O2, O3). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Continuar con la mejora de los procesos de producción aprovechando que existen recursos disponibles y voluntad para ello (D2 y D3 => O1, O2, F2, F3, F4). ✓ Capacitar al equipo técnico en temas de estadística, entomología y tiempos y movimientos o bien contratar consultores para realizar los estudios correspondientes (D2 =>O2).
	<u>Amenazas (A)</u>	<u>Alternativas o estrategias F-A</u>	<u>Alternativas o estrategias A-D</u>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limitaciones de presupuesto. 2. Programa de provisión y envío de moscas estériles al extranjero muy dinámico. 3. Dependencia de otros centros de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realización de actividades productivas y provisión del cronograma de envío de moscas mediante el apoyo de todo el personal del laboratorio (F1, F2 y F3 => A1, A2). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Motivar y fomentar la sinergia entre los colaboradores para cumplir con actividades productiva (A2, D2 => O1,O2). ✓ Crean un ambiente laboral sano y cómodo para que los colaboradores se sientan motivados.

En el cuadro 1 se describen las estrategias propuestas en la matriz FODA que sirvió para aprovechar las ventajas y disminuir las desventajas que el equipo de trabajo tiene para la aplicación de la inversión productiva. El primer apartado es para el fortalecimiento del laboratorio Moscamed en los procesos productivos y el segundo trata sobre las actividades que el estudiante de EPS llevó a cabo durante el ejercicio.

A. Para el fortalecimiento del laboratorio en sus procesos productivos

a. Fortalecer la formación técnica del equipo de trabajo a través de capacitaciones

Se propone que los supervisores y personal a cargo de actividades técnicas se mantengan en continuo fortalecimiento a través de capacitaciones en las diferentes áreas que desempeñan. A continuación, se detallan algunas áreas en las que sería recomendable abordar con dicho personal:

- Biología de insectos.
- Procesos, Logística, tiempos y movimientos del personal.
- Liderazgo y sinergia organizacional.
- Análisis de la información y Excel avanzado.
- Ética y valores dentro de la institución.

b. Continuar con la mejora de los procesos para la producción de mosca mexicana de la fruta

Todo el equipo con personal a cargo debe mantener una mejora continua en todos sus procesos, logística, tiempos y movimientos, liderazgo y metas a alcanzar en el equipo de trabajo. Entre los productos que se proponen para mantener una mejora continua en los procesos productivos y la sinergia organizacional son:

- Planes, metas periódicas y bitácora de actividades del equipo de trabajo a cargo. Y un sistema de reconocimiento del esfuerzo mediante premios o incentivos para motivar al personal a alcanzar las metas propuestas por el jefe inmediato.

- Análisis de tiempos y movimientos del personal a cargo, priorizar actividades y diferenciar las actividades importantes de la surgentes.
- Sistematizar los diferentes procesos de producción, estableciendo rutas lógicas que permitan la percepción del grado o nivel de avance de las distintas actividades que compone cada área de trabajo.
- Capacitación sobre la etiología y la biología de la mosca mexicana de la fruta para ampliar el conocimiento que tiene el personal del laboratorio.
- Capacitación sobre el uso de Excel avanzado, elaboración multigráfica y análisis de la información que se obtiene en el día a día del laboratorio.
- Guía de monitoreo y evaluación de los procesos productivos, definiendo los indicadores de resultados enfocándose en objetivos y metas.

1.6. CONCLUSIONES

1. Al conocer los procesos productivos del “laboratorio de cría y liberación de la mosca mexicana de la fruta” del programa Moscamed, San Miguel Petapa, es necesario que se cuente con un equipo multidisciplinario que domine a cabalidad las áreas de trabajo a cargo y además pueda presentar soluciones inmediatas ante cualquier problemática que se presente. Para ello también debe existir dentro de dicho equipo un área que se encargue de evaluar nuevas alternativas de producción.

2. Con el análisis FODA se edificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que presenta el proceso de producción de *A. ludens* de la Planta de producción, por lo que fue necesario conocer las problemáticas que presentaba el laboratorio.
 - a. Fortalecer la formación técnica del equipo de trabajo a través de capacitaciones.

 - b. Continuar con la mejora de los procesos para la producción de mosca mexicana de la fruta.

1.7. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que el equipo de laboratorio de Moscomed conozca cada uno su trabajo y puesto para logra una mejor ejecución en el área de proceso y ser más rentable en la producción de *A. ludens*.

1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Aphis, US. 2017. Acerca de Aphis y el programa Moscamed (en línea). US. Consultado 28 mayo 2017. Disponible en: <https://www.aphis.usda.gov/aphis/banner/aboutaphis>
2. Gutiérrez, JM; Martínez, GS; Cortés, AV; Enkerlin, WR; Hernández, F. 2013. Los programas de la mosca de la fruta en México, su historia reciente. México, IICA. 89 p.
3. Ing. Alicia Aldana, Jefe de Producción Planta, Moscamed Petapa, La producción de *A. ludens* (comunicación personal). San Miguel Petapa, Guatemala, Programa Moscamed, Dirección General.
4. Jerónimo, A. 2015. Historia del programa Moscamed en Guatemala (comunicación personal). San Miguel Petapa, Guatemala, Programa Moscamed, Dirección General.
5. Moscamed (Programa Moscamed Guatemala). 2017. Control autocida (en línea). Guatemala. Consultado 28 mayo 2017. Disponible en: http://moscamed-guatemala.org.gt/?page_id=87&secc=Control
6. Rendón, P. 2015. Antecedentes de la planta de producción Moscamed ubicada en la laguna El Pino, Santa Rosa (comunicación personal). San Miguel Petapa, Guatemala, Programa Moscamed.
7. Romagnoli, S. 2007. Herramientas de gestión en el diagnóstico empresarial (en línea). Argentina. Consultado 05 ene. 2016. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210502.pdf>
8. Yac, E. 2015. La utilización del análisis FODA en la realización del diagnóstico de un ente productivo (comunicación personal). San Miguel Petapa, Guatemala, USAC, Fausac.



CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE HARINA DE SOYA, COMO SUSTITUTO DE LEVADURA TIPO TORULA, UTILIZADA EN DIETA LARVAL PARA LA CRIANZA DE MOSCA DE LA FRUTA (*Anastrepha ludens* Loew) MOSCAMED, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA. C.A

2.1. INTRODUCCIÓN

Moscamed es un programa tripartito, el cual se ha convertido hoy en el mayor proveedor de Mosca de la fruta (*Anastrepha* spp), cuenta con el financiamiento y dirección del departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América –USDA-, la Secretaria de Agricultura, ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, Ganadería y Alimentación, -SAGARPA- y el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- (Moscamed 2015).

En la planta de producción de San Miguel Petapa para la producción de *Anastrepha ludens* se utiliza actualmente una dieta de desarrollo larval en la que se utiliza levadura tipo torula como fuente principal de proteína, el aporte proteico de este tipo de levadura es del 51 % siendo fuente de carbohidratos, vitaminas y minerales como sodio, calcio y hierro. Este insumo es básico en la elaboración de dietas larvales, pero para el laboratorio representa un alto costo la utilización de este insumo como ingrediente en la formulación de la dieta larval.

Debido a que el costo de este insumo (Levadura tipo Torula) representa un 52 % del costo total de la dieta larval, la cual representa el costo más alto del presupuesto anual de la planta, se evaluó la harina de soya como sustituto del insumo actual. Se tomó como porcentaje inicial de sustitución el 25 % de harina de soya, del total de proteína en la formulación.

Ante la situación anterior este trabajo tuvo como finalidad evaluar los efectos de los diferentes porcentajes (25 %, 30 % y 35 %) de sustitución de harina de soya por levadura tipo torula que pudieran igualar o mejorar los estándares tanto de calidad como cantidad de producción de mosca de la fruta obtenidos con la dieta que actualmente se utiliza.

Como parte de los resultados obtenidos se tuvo: **a)** que el tratamiento T3 con 30 % de harina de soya, el peso de la pupa fue de 19.63 mg/pupa, obteniendo los millones de 3, 215,496 pupas/tonelada, logrando alcanzar un mejor rendimiento para el desarrollo de la pupa. **b)** Porcentaje de emergencia se obtuvo el 96 %, mosca voladoras 84 % y 75% en longevidad horas vida siendo así un insecto estéril liberado en campo abierto de alto rendimiento. **c)** en el análisis económico el mejor resultado fue (30 % harina de soya) T3

donde se tuvo un de ahorro del 10% por mezclada de dieta, tomando en cuenta el costo de la producción de una mezclada de dieta actual en la planta de producción

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Marco conceptual

2.2.1.1. La mosca de la fruta *Anastrepha ludens*

Es una plaga de cultivos frutícolas, principalmente ataca a frutos comerciales como cítricos y mango; causando daño a través de las larvas que al alimentarse de los frutos, los destruyen completamente; además tienen un gran número de hospederos, lo que unido a su capacidad de dispersión y alta reproducción permiten su permanencia en el campo en altas poblaciones constituyendo una seria limitante para la comercialización de productos agrícolas (Montoya, 2010).

2.2.1.2. Clasificación taxonómica de la mosca de la fruta

La clasificación taxonómica de la mosca de la fruta presentada de forma completa el reino phylum, clase, orden, familia, tribu, género y especie (cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la mosca mexicana de la fruta.

Reino	Metazoa
Phylum	Artrópoda
Clase	Insecta
Orden	Diptera
Familia	Tephritidae
Tribu	Toxotrypanini
Genero	Anastrepha
Especie	<i>ludens</i>

Fuente: (Loew. 1873).

2.2.1.3. Biología y ecología

La *A. ludens* es una especie polífaga, aunque tiene una muy marcada preferencia por cítricos, especialmente naranja y toronja (Korytkowski, 2011). Los adultos pueden tener una vida larga, sobre los 11 meses y altamente fecunda, alrededor de 1,500 huevos o más (Steck, 1998).

Las condiciones climáticas apropiadas, incluyen una amplia gama de temperaturas, sin embargo, los periodos prolongados de temperaturas muy bajas o muy altas, resultarán en la mortalidad de todas las etapas de la mosca. (Sequeira, 2001).

Esta especie es el único miembro importante del género *Anastrepha* que es subtropical y no tropical. *Anastrepha ludens* puede soportar la congelación bastante bien de 0.50 °C a 1.50 °C, mientras que en las zonas calientes pueden morir por el calor del sol.

2.2.1.4. Ciclo biológico

Los huevos son depositados debajo de la piel de la fruta hospedera (y probablemente adyacente a la nuez o semillas ya que esta especie tiene un ovipositor largo) (CABI y EPPO, s.f.). Los huevos se depositan generalmente en grupos de 10 (Weems, 2001).

Los huevos eclosionan de 6 a 12 días y la larva se alimenta por otros 15 a 32 días a 25 °C (CABI y EPPO). Cuando prevalecen temperaturas altas el desarrollo larval es más rápido, y como regla general, cuanto menor sea el período de maduración de la fruta más rápido es el desarrollo de la larva (Weems, 2001).

La pupación ocurre bajo el suelo de la planta hospedera y los adultos emergen después de 15 – 19 días (en condiciones de baja temperatura); los adultos se desarrollan durante todo el año (CABI y EPPO).

2.2.1.5. Importancia económica y daños en la fruticultura

Los frutos atacados pueden mostrar signos de perforaciones debido a la ovoposición, pero éstas, o cualquier otro síntoma de daño, a menudo son difíciles de detectar en las primeras etapas de infestación. Muchos daños se pueden producir dentro de la fruta antes de que los síntomas externos se vean, como son las galerías acompañadas por podredumbre (CABI y EPPO).

Recién eclosionadas las larvas se comen y penetran en la pulpa de la fruta, tomando el color de sus alimentos de manera que, cuando es pequeña, pasa por alto fácilmente. Muchas larvas se pueden encontrar en una sola fruta. *A. ludens*, incluso pueden infestar las semillas de zapote amarillo (*Pouteria campechiana*), (Van Sauers-Muller. s.f.).

2.2.1.6. Medios de diseminación

Existe evidencia de que las especies de *Anastrepha*. Puede volar tan lejos como 135 km y por lo tanto el movimiento natural es un medio importante de disminución. En el comercio internacional, los principales medios de dispersión a zonas que antes no estaban infestadas es el transporte de la fruta que contiene larvas vivas; los frutos más importantes que la puedan llevar son los cítricos, mango (*Mangifera indica*) y en menor medida, durazno (*Prunus persica*) y guayaba (*Psidium guajava*). Hay riesgo también de transporte de pupas en suelo o empaque con plantas que hayan dado frutos (CABI y EPPO).

2.2.1.7. Distribución geográfica

Anastrepha ludens, es originaria de México y gran parte de América Central hasta el sur de Costa Rica. Está presente en las secciones de cultivo de cítricos de la costa oeste de México y al norte, hacia Texas, Arizona y California, EEUU (Weems, 2001).

Está distribuida en Texas, México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Colombia (Berg, 1994). Del suroeste de Estados Unidos a Costa Rica y Panamá (Korytkowski, 2008).

2.2.1.8. Hospederos

Todas las variedades de cítricos son hospederos, a excepción de limones y limas agrias. El pomelo (*Citrus paradisi*) es el hospedero preferido, seguido por las naranjas, Pera (*Pyruscommunis*), el melocotón (*Prunuspersica*) y la manzana (*Malus domestica*) son los preferidos entre los hospederos de hoja caduca, mientras que el zapote blanco (*Casimiroaedulis*) y el mango (*Mangifera indica*) son los preferidos entre los frutos subtropicales (Weems, 2001).

Sus hospederos son alrededor de 30 especies de frutales, registrados en el cuadro 29A.

2.2.1.9. Métodos de control

Técnica del Insecto Estéril (TIE), La TIE se utiliza en el mantenimiento de zonas libres en México, Texas y California, EEUU. La tecnología utilizada en los programas de erradicación para mantener esta zona es con el apoyo de los laboratorios de “Sanidad Vegetal en México” y laboratorios de USDA ARS en Weslaco, Texas. Los dos grupos de investigación cooperan con el departamento de servicios internacionales de “Sanidad Vegetal y Cuarentena” en establecimiento de protocolos y la ejecución de programas de liberación de insectos estériles en México. (Van Sauers-Muller. s.f.).

2.2.1.10. Captura

Inicialmente se llevó a cabo el uso de trampas McPhail cebadas con levadura de *Torula* que hasta ahora es el mejor atrayente para *A. ludens*, sin embargo, otras formulaciones están siendo utilizadas como lo son las combinaciones con acetato de amonio y putrescina que reemplazan a la levadura y las trampas multilure (las cuales son una versión similar a l forma de las trampas Mcphail pero fabricadas en plástico). La captura no es un buen método para estimar la población de esta mosca. Cortar la fruta después de la cosecha o al fin de temporada, para buscar larvas, es un buen método de estimación de poblaciones (Van Sauers-Muller. s.f.).

2.2.1.11. Control biológico

Se conocen cerca de cinco especies de parasitoide, tres que pertenecen a la familia *Braconidae* y dos a la familia *Eulophidae* los parasitoides de la mosca de la fruta (cuadro 3).

Cuadro 3. Parasitoides para *Anastrepha ludens*.

PARASITOIDE	FAMILIA
<i>Diachasmimorphalongicaudata</i> (Ashmead)	<i>Braconidae</i>
<i>Doryctobraconareolatus</i> (Szépligeti, 1911)	<i>Braconidae</i>
<i>Doryctobraconcrawfordi</i>	<i>Braconidae</i>
<i>Aganaspispelleranoi</i> (Brèthes, 1924)	<i>Eucoilidae</i>
<i>Aceratoneuromyia indica</i>	<i>Eulophidae</i>

Fuente: Sequeira, 2001.

El control es ayudado con la aplicación de buenas prácticas culturales, por ejemplo, mediante la recolección de todos los frutos caídos e infectados, y su destrucción. El uso de insecticidas es común para el control de mosca de la fruta, combinado con proteína hidrolizada para formar un cebo (Sequeira, 2001).

Las combinaciones de prácticas de manejo de plagas resultan en una baja tasa de infestación (liberación de moscas estériles, aspersiones de cebo y la eliminación de hospederos alternativos nativos en los alrededores) (Van Sauers-Muller. s.f.).

Para poder exportar fruta de áreas de baja presencia (prevalencia) de esta plaga es necesario certificar su ausencia en los frutos a partir de la disección de los mismos, la verificación de ausencia de la plaga vía los sistemas de trapeo y los tratamientos cuarentenarios, en algunas oportunidades estos tratamientos pueden ser llevados a cabo en tránsito, con tratamiento de frío (por ejemplo, 18, 20 o 22 días a 0.5 °C, 1.0 °C o 1.5 °C, respectivamente) o para ciertos tipos de frutas, con vapor caliente (por ejemplo, mantener a 43 ° C durante 4 - 6 horas) o tratamiento de aire caliente forzado (Sequeira, 2001).

Plantas de especies hospederas transportadas con raíces desde países donde *A. ludens* está presente, deben estar libres de suelo o el suelo debería ser tratado contra pupas y no

debe llevar frutos. De tales plantas se puede prohibir la importación (Sequeira, Millar y Bartels. 2001).

2.2.1.12. Controles preventivos

1. Inspecciones rigurosas en búsqueda de frutas frescas traídas por turistas internacionales (FCD. 2006).
2. Buscar daños en la corteza de frutos importados y abrir frutos al azar a fin de verificar la presencia o no de larvas en el interior de los frutos (FCD. 2006).
3. Monitorear los hospederos preferidos de la mosca de la fruta en las zonas agrícolas y zonas urbanas. Además de esto, colocar trampas en los mercados, aeropuertos, puertos, muelles (FCD. 2006).
4. Asegurar el cumplimiento con la fumigación de embarcaciones y desinsectación de aeronaves en el continente para prevenir el ingreso de la mosca de fruta (FCD. 2006).

2.2.1.13. Impacto económico

Anastrepha ludens es la plaga más seria de moscas de la fruta en América tropical, con la excepción de la especie introducida *Ceratitis capitata*. *A. ludens* es importante sobre todo en cítricos y mango; es la mosca de la fruta más abundante en algunas zonas de Guatemala (CABI y EPPO, s.f.).

Esta especie puede causar daños que varían entre el 10 % y 50 %, lo que presenta grandes pérdidas cuando el producto es de alto valor comercial, como por ejemplo el mango. Los daños ocasionados por esta plaga, ya sean directos (larvas en interior del fruto disminuyendo calidad) o indirectos (compra de insumos para el control en campo y para tratamientos cuarentenarios) tienen implicaciones económicas ya que aumentan los costos de producción en forma excesiva (Wilson. 2010).

2.2.1.14. Dietas para cría larval de *Anastrepha ludens*

La dieta es el medio para el desarrollo larvario y se prepara con una base de olote de maíz triturado y otros insumos que son azúcar, levadura tipo torula, harina de maíz, benzoato y formalina como perseverantes, ácido clorhídrico, los carbohidratos, los minerales y la proteína para la alimentación larval, la mezcla se coloca en porciones sobre bandejas que llevan un peso promedio de 6 kg de dieta en donde se siembran los huevos, actividad que consiste en distribuir 45 ml de solución (huevo y agua) sobre la bandeja de dieta larval, este volumen se determinó mediante investigaciones para evitar la mala distribución del huevo dentro de la dieta y así permitir a las larvas completar su estado de desarrollo, las larvas permanecerán en la dieta por 10 días desde la siembra. (Aldana, 2016.) (Cuadro 29A).

La mezcla de la dieta se lleva a cabo en un equipo cuyo volumen es de 1.8 toneladas de dieta, el procedimiento conlleva el depositar la fase sólida de los ingredientes para homogeneizarlos, por un periodo de tiempo de 25 minutos, posteriormente se procede a agregar la fase líquida, completando así un periodo de mezclado de 40 minutos para su total homogenización y posterior disposición en el área de siembra.

A. Fase sólida

Olote “C” nacional, Azúcar, Harina de maíz y Levadura, Estos ingredientes se mezclan solos para homogeneizar los polvos que lleva la mezcla.

B. Fase líquida

Benzoato, formalina y ácido clorhídrico, Estos ingredientes se diluyen en agua antes de ser ingresados a la mezcladora para completar la dieta larval. El agua es el ingrediente que más se usa en la mezcla dándole la consistencia deseada para la movilidad de la larva dentro de la misma.

C. Aspectos relativos de las levaduras

Las células secas de cualquier cepa de *Saccharomyces cerevisiae* Hansen (familia Saccharomycetaceae), son normalmente llamadas Levaduras de Cerveza, las de *Candida utilis* (Henneberg) Lodder y Kreger-Van Rij (Familia Cryptocaceae), son comúnmente llamadas levadura de torula. La levadura seca puede ser obtenida por el crecimiento adecuado de las cepas antes mencionadas, utilizando condiciones ambientales apropiadas dichas levaduras sin designar especies respectivas son conocidas como levadura seca primaria, se presenta como hojuelas, gránulos de polvo color blanco-amarillo o naranja-amarillento, además de poseer un olor indicativo del tipo.

Las levaduras utilizadas para la dieta de la Mosca Mexicana de la fruta deben de poseer ciertos requerimientos, unos son de carácter microbiológico y otros de carácter fisicoquímico.

D. Microbiológicos

Se acepta que una levadura es de buena calidad microbiológica cuando en un gramo. no hay más de 50 hongos, 7,500 mesofilos y que de negativo para salmonella.

- Recuento de placa de pie: 50,000/g
- Salmonela (Clase III): Negativo
- Salmonela (Clase II): Negativo
- E. Coli: Negativo

E. Fisicoquímicos

- Rellenos: no debe de tener almidones, harina de maíz u otro relleno determinado microscopicante.

- Perdida por desecación: no mayor del 7 % y no menor del 5 %.
- Cenizas: no más de 8 %.
- Nitrógeno: 45 %.
- Niacina: no menos de 300 µg /g.
- Riboflavina: no más de 40 µg /g.
- Tiaminutosa: no menos de 120 µg /g.

2.2.1.15. Aspectos relativos harina de soya

La harina de soya se obtiene a partir de los granos de soya tostados y molidos muy finamente. La harina de soya es una rica fuente de proteínas, hierro, vitaminas B y calcio. Dada su cantidad de proteínas la harina de soya es un alimento recomendado. Los alimentos ricos en proteínas, están recomendados durante la etapa de desarrollo ya que en esta etapa es necesario un mayor aporte de nutrientes, su alto contenido de hierro hace que la harina de soya ayude a evitar la falta de vigor y vitalidad, al ser rico en potasio ayuda a una buena circulación, al ser rico en zinc ayuda a un buen crecimiento.

A. Contenido nutricional

La composición nutricional por cada 100 g de harina de soya se compone por energía, proteína, grasas totales, glúcidos es rica en fibra posee calcio, hierro, yodo, y vitaminas A, C, D, E B12 (cuadro 4).

Cuadro 4. Composición nutricional harina de soya por 100 gr.

Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad
Humedad ²	9	Sodio	5 – 15
Proteína (N x 625 mtd)	53	Calcio	200 – 400
Hidrolisis de ácido graso	3	Potasio	2,100 – 2,500
Fibra dietética total	32	fosforo	600 – 900
calorias	290	magnesio	200 - 400

Fuente: ADM Foods & Wellness. (Recursos nutritivos, Harina de soya), 2017.

La harina de soya aporta un 53 % de proteína a la dieta larval, 2 % más que la levadura tipo rótula que actualmente aporta un 51 % de proteína.

La composición nutricional por cada 100 g de levadura tipo torula (seca inactiva) se compone por energía, proteína, grasas totales, glúcidos es rica en fibra posee calcio, hierro, yodo, fosforo y vitaminas A, C, D, E B12 (cuadro 5).

Cuadro 5 Composición nutricional de levadura tipo Torula (seca, inactiva) por 100 g.

Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad
Energía	169	Fibra (g)	-	Vitaminas C (mg)	-
Proteína	35.60	Calcio (mg)	80	Vitaminas D (ug)	0
Grasa total (g)	1.50	Hierro (mg)	20	Vitaminas E (mg)	-
Colesterol (mg)	0	Yodo (mg)	-	Vitaminas B12 (ug)	-
Glúcidos	3.50	Vitaminas A (mg)	-	Fosforo (ug)	4000

Fuente: FUNIBER (Recursos nutritivos, levadura seca), 2017.

B. Costo de producción de dieta larval (sin harina de soya)

Los costos de la dieta larva que se utiliza originalmente en la planta oscilan en Q. 6,651.28 por mezcla (cuadro 6).

Cuadro 6. Costo de elaboración de dieta larval sin harina de soya.

INSUMOS	U. de medida	CANTIDAD	COSTO/ US. \$	Total US \$.	Total Q.
AZUCAR	Kg	166	0.83	137.78	1102.24
HARINA DE MAIZ	Kg	96	0.96	92.16	737.28
LEVADURA TIPO TORULA	Kg	126	3.47	437.22	3497.76
OLOTE "C"	kg	255	0.51	130.05	1040.4
BENZOATO DE SODIO	kg	8	2.9	23.2	185.6
FORMALINA	L	2	1.36	2.72	21.76
HCL	L	4.5	1.84	8.28	66.24
			Σ	\$ 831.41	Q. 6651.28

C. Costo de producción de dieta larval (con harina de soya) con 30 % de sustitución)

Los costos de producción reducen al añadir el 30 % de sustitución de harina de soya, dejando el 70 % de levadura tipo torula el costo reduce en un 10 % (cuadro 7).

Cuadro 7. Costo de elaboración de dieta larval con harina de soya

INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/U. \$	Total US \$.	Total Q.
AZUCAR	kg	166	0.83	137.78	1102.24
HARINA DE MAIZ	kg	96	0.96	92.16	737.28
LEVADURA TORULA TIPO	kg	88.2	3.47	306.05	2623.32
OLOTE "C"	kg	245	0.51	124.95	999.6
BENZOATO DE SODIO	kg	8	2.90	23.2	185.6
HARINA DE SOYA	kg	37.8	1.20	45.36	362.88
FORMALINA	lt.	2	1.36	2.72	21.76
HCL	lt.	4.5	1.84	8.28	66.24
			Σ	\$ 704.50	Q. 5924.03

Tasa de cambio Banrural . Q 7.53

2.2.1.16. Sistema productivo

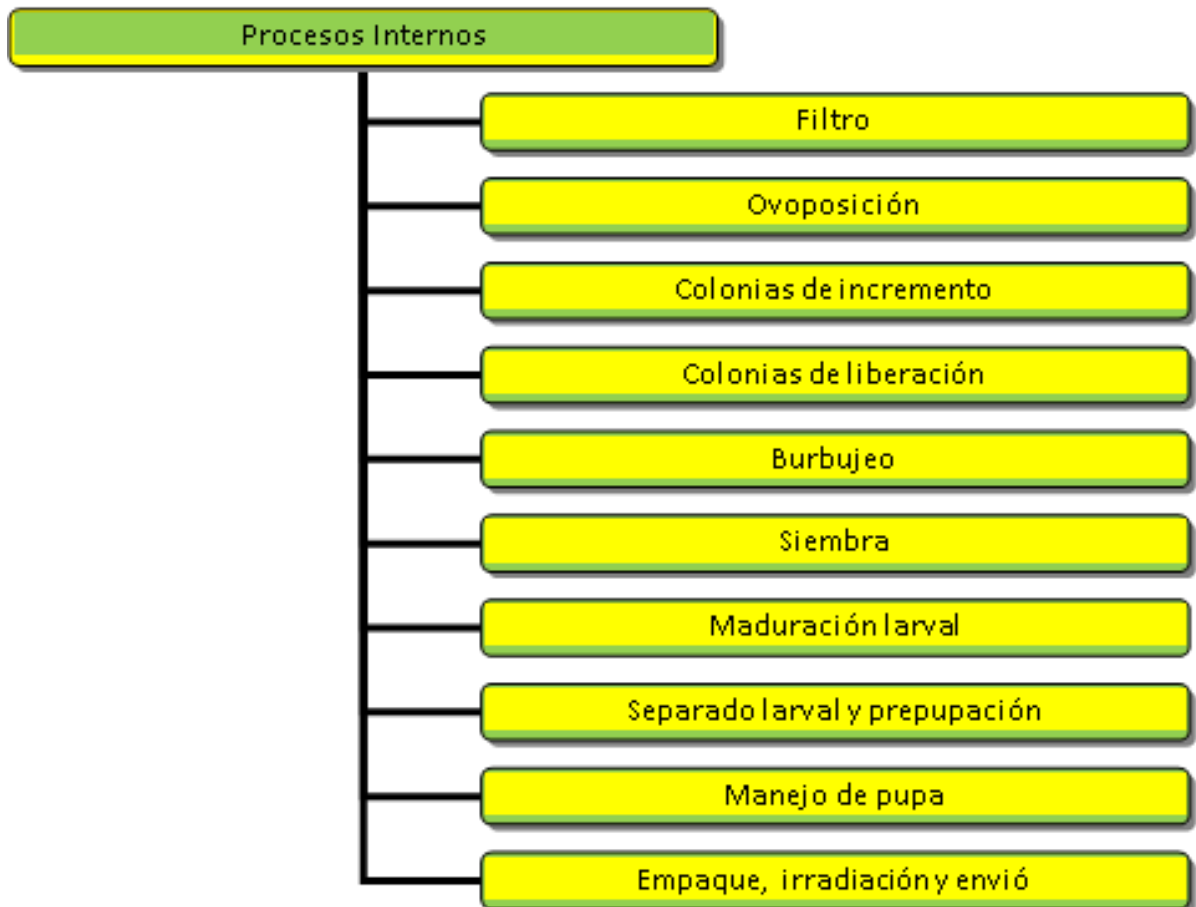
El laboratorio de cría de parasitoides y moscas de la fruta, ubicado en San Miguel Petapa, Guatemala, cuenta dentro de sus instalaciones con el laboratorio de cría masiva de mosca de la fruta, el cual trabaja con una cepa con características fenotípicas que definen pupas de color café para machos y pupas de color negro para hembras; las ventajas de estas características se presentan a la hora de efectuar liberaciones masivas en el campo, debido a que solo son liberados los machos estériles tienen que copular con la hembra silvestre para lograr un control autocida en campo abierto.

2.2.1.17. Producción de mosca de la fruta

La producción de mosca de la fruta se divide en 7 procesos principales de producción, los cuales son supervisados por personal capacitado (supervisores) de cría, y operativos de producción y subproductos quienes ejecutan las labores diarias.

Son los 10 procesos que forman parte de los procesos internos de producción y subproductos de la mosca de la frutal (figura 6).

Figura 6. Procesos internos que se llevan a cabo en la producción y subproductos de mosca de la fruta.



Fuente: Moscamed, 2018

A. Filtro

En el proceso se manejan subproductos de selección de la mosca se efectúa una selección fenotípica de los materiales con el objetivo de garantizar su pureza genética después de lo cual se ingresan al proceso de producción. El material seleccionado se inyecta a la colonia de incremento estos son hembras y machos que conservan las características genéticas de

la cepa de pupa negra que se trabaja en el laboratorio (figura 13A). (Ing. M. López, Director planta Moscamed, “comunicación personal”, marzo de 2016).

B. Oviposición

Este proceso inicia en el área de Colonia de adultos, después del cargado de anaqueles de jaulas con pupa y finaliza con la entrega de huevo a incubación y desinfección del área de colonia de adultos, todo ello debidamente identificado. Para lo cual se realizan las siguientes actividades (figura 14A).

C. Colonias de incremento y liberación

a. Preoviposición

El operativo de colecta, medición y entrega de huevo verifica la emergencia de material biológico, el coordinador de procesos determina la fecha de emergencia y tiempo de cópula. Este período dura 8 días (figura 15A).

b. Oviposición

Nueve días después del cargado, se inicia la oviposición de la mosca, durante el período de oviposición que dura 25 días para la cepa de pupa Standard y 15 para cepa de Pupa negra. Esta actividad se efectúa sobre paneles de oviposición negro de foamy. Las moscas son expuestas a luz artificial que proporcionan en promedio 1,000 lux, manteniendo un período de 10 horas de luz y 14 de oscuridad. Durante este período se hace necesario que los paneles de oviposición conserven la humedad, lo cual se logra con el diseño cerrado del anaquel. En esta etapa se hace muy importante conservar la fuente de agua del material biológico en buen estado, libre de contaminaciones, por esa razón el dispensador de agua se encuentra en la parte exterior de la jaula (figura 16A).

Las condiciones de temperatura y humedad relativa necesarias para la producción de huevo en la sala se mantienen en todo el período de pre oviposición y oviposición, en 25 °C y 60 % HR.

c. Lavado y desinfección de paneles y colecta de huevo

El coordinador de procesos verifica y supervisa diariamente la desinfección de paneles de oviposición, que se efectúa por la mañana cuando se elimina el huevo ovipositado durante la noche. Diariamente el operativo de oviposición lava el panel con manguera, botando todo el huevo ovipositado por la noche, luego desinfecta el panel con una solución de cloro de 200 ppm y esponja suave.

Al finalizar el lavado y desinfección del panel, se procede a esperar las colectas de huevo, que se efectúan cada 2 horas a partir de la desinfección (4 colectas al día). Las colectas se efectúan con manguera y regadera que distribuye el agua a lo largo del panel en ambas jaulas del anaquel. Esto hace que el huevecillo baje a la bandeja de colecta y a su vez al recipiente de colecta.

d. Lavado y medición de huevo

El encargado / operativo de colecta de huevo, entrega en el área de medición de huevo el recipiente de colecta con huevo se coloca el huevo en recipientes, se lava con agua purificada y se procede a desinfectar. El procedimiento de medición del huevecillo, consiste en colar el exceso de agua a través de un tamiz y luego colocar todo el huevo en una probeta de 250 ml, con una malla al fondo, se permite drenar el exceso de agua a través del tamiz por 15 minutos, sin soplar ni apelmazar.

e. Burbujeo

Procedimiento que provee burbujas de aire (oxígeno) al agua y/o solución de huevo, por medio de un compresor y difusores, en cajas de plástico que proveen oxígeno a través de un compresor y tubos colocados en la base de las mismas. La temperatura se regula a través del mantenimiento de la temperatura de la sala.

Esta actividad inicia en la sala de burbujeo del área de colonia de adultos con la recepción de material biológico (huevo) al que se le aplica un tratamiento de incubación que permite el desarrollo homogéneo del huevo, y finaliza con la entrega de huevo medido a la sala de siembra del área de cría larval todo ello debidamente identificado.

1. Desinfección de material recibido

Se efectúa con una solución de agua: cloro en una relación de 150 ppm durante 15 minutos. El huevo ya medido, se coloca en un contenedor al que se le agrega la solución de cloro, revolviendo cada 5 minutos, luego de 15 minutos se cambia el agua por agua limpia acidificada en la relación explicada en el siguiente punto.

2. Medición y relación de huevo agua

Con este objeto se coloca una relación 1:20 huevos: agua, para esto el operativo completa las etiquetas de burbujeo con toda la información necesaria que acompañará el material hasta antes de entregarlo al proceso de siembra de bandejas. El agua utilizada es agua acidificada con ácido clorhídrico a pH 4. La medición se efectúa tal y como se describe en el numeral lavado y medición de huevo, del instructivo de colecta, medición y entrega de huevo.

3. Medición y desinfección del huevo

El operativo lo deposita en contenedores plásticos, a una temperatura promedio de 27 °C durante 96 h, logrando una homogenización del desarrollo de los embriones previo a la siembra. Todos los materiales se lavan y desinfectan diariamente con una solución de 200 ppm de cloro. Esto incluye las mangueras, tubería y peceras en uso.

D. Área de Siembra

Este proceso inicia con la actividad de recepción de bandejas de lavado, pasando por el proceso de siembra y terminando con la entrega de bandejas sembradas al área de desarrollo larval.

a. Recepción y desinfección de bandejas

Las bandejas lavadas las cuales se pueden colocar una sobre otra (auto-apilables) son formadas en torres y son llevadas al área de desinfección. Aquí se sumergen en una solución de 1,000 ppm de cloro, y se sacan de inmediato, armando torres de siembra de 25 bandejas de alto, las cuales se colocan en el área de siembra.

b. Llenado de bandejas

El día de la siembra el operativo encargado de dietas, en coordinación con el supervisor pasa la dieta desde la mezcladora mediante un tornillo sin fin, hasta la mesa de distribución de dieta. Esta mesa constituye de una faja sin fin accionada por un motor, y está calibrada en tiempo, para que las bandejas sean llenadas con 5.50 kg de dieta. El supervisor verifica los pesos de la dieta al inicio y ajusta el tiempo para que se llenen las bandejas. Cada 2 torres, el operativo que recibe las bandejas corrobora el peso, y avisa al supervisor los pesos obtenidos.

c. Siembra de huevo

La mezcla homogenizada se coloca en un recipiente suficiente para contener todo el huevo-sustrato a utilizar por cada siembra. Se utiliza una máquina marca filamatic, la cual dosifica la solución de siembra, de modo que por cada dosis se está sembrando una cantidad conocida de mililitros de huevo en solución. (Con los rendimientos actuales, se siembra 3.0 ml de huevo por bandeja de 5.50 kg). A medida que pasan las bandejas llenadas con dieta en la faja, se van sembrando con la solución de siembra.

d. Embolsado de torres

El operativo que recibe las bandejas, a la vez que corrobora el peso por bandeja, va apilando las bandejas para formar torres de 25 bandejas que traslada a los operativos que les colocan funda de tela marquiset y bolsa plástica para luego ser trasladadas a la sala de iniciación larval.

e. Lavado y desinfección del área

El área de siembra de bandejas debe quedar limpia y seca después de cada siembra, con ese fin la máquina de siembra se lava con agua y detergente, además se limpia con un detergente de acción profunda que limpia y blanquea las partes metálicas. Las paredes, piso y techos, deben lavarse a profundidad después de cada siembra, y secar el área mediante la acción de extractores después de cada lavado del área. Esto es importante para evitar la emergencia de hongos en las paredes, especialmente en aquellas donde se colocan las bandejas en espera de ser desinfectadas para la siembra.

3.1.1.1. Manejo larval y separado

Esta actividad inicia con el proceso de recepción de bandejas recién sembradas y termina con el proceso de separado de las larvas del sustrato polvo de olote suelto.

A. Recepción de bandejas

Los operativos de siembra, entregan las torres armadas a los operativos encargados del traslado de torres. Estos deben limpiar las torres con un cepillo, tratando de eliminar cualquier resto de dieta fresco de las orillas, esto se hace con el objeto de evitar que queden residuos de dieta que atraigan la presencia de *Drosophila* spp, la cual es no deseada dentro de los procesos de cría. Además, deben colocar una funda de tela y una de plástico por cada torre.

B. Traslado de torres

Las torres cubiertas son trasladadas al área de iniciación larval (30 °C), donde son colocadas en orden, con espacios entre filas de torres.

C. Manejo de torres

A partir del traslado de las torres de bandeja sembradas inicia el proceso de desarrollo larval, para ello las condiciones de temperatura y humedad de la dieta a lo largo del proceso son determinantes para conseguir los resultados esperados; pupa de buen peso y tamaño, en las cantidades planificadas.

D. Iniciación larval

La etapa de iniciación larval es muy importante debido a que en esta etapa, el huevecillo eclosiona, crece e inicia el proceso de alimentación de la dieta larva. La combinación interna de humedad y temperatura es muy importante para que las larvas recién eclosionadas no mueran dentro de la dieta. Por ello en la etapa de siembra se hace de gran importancia la distribución de huevos en la superficie de la dieta. La temperatura interna de las torres varía entre 27 °C y 30 °C, la humedad de la dieta original se va consumiendo a medida que la larva crece y se alimenta. Las torres de desarrollo larval permanecen en esta sala dependiendo del desarrollo larval, las mismas permanecen un máximo de 3 días. De estos, a los dos días se les quita la funda plástica dejando la cubierta perforada para permitir aireación y a la vez evitar el acceso de *Drosophila*.

3.1.1.2. Maduración larval I

Al cuarto día las torres son trasladadas a 25 °C, conservando la funda de tela. Esto con el objeto de bajar la temperatura de la dieta y permitir que la larva continúe su proceso de alimentación. Aquí las torres permanecen 24 h.

A. Maduración larval II

A una temperatura de 20 °C, se trasladan las torres con el objeto de permitir que la larva se alimente aprovechando todos los nutrientes disponibles en el sustrato y evitar alzas en la temperatura debidas al movimiento y cantidad de larva en la dieta. Al cumplir 10 días desde la siembra, las torres son enviadas al siguiente paso del proceso.

B. Traslado al Área de Separado de larva

Torres trasladadas desde el área de maduración son revisadas por el supervisor para definir las condiciones generales de la larva, y cantidades de pupa presente en la dieta. Con esto se designa el personal para el separado y limpieza de los materiales.

C. Separado de larva

Definido el personal, los operativos designados al separado toman las torres en orden de siembra para pasarlas por la tómbola. La tómbola de separado, tiene una inclinación que permite separar la dieta, la larva y pupa presente, y dieta sin secar al final. Los restos secos básicamente de los desechos de las larvas y polvo de olote, son colectados en carros de colecta, los cuales al llenarse se trasladan al área de extrusión. Las larvas y pupa son colectadas en charolas y llevadas al área de encribado. Los restos finales de dieta húmeda, El producto final esperado en esta fase es una mezcla de larva, pupa y restos de dieta.

D. Encribado

La larva y pupa obtenida en las tómbolas se encriba por separado, larva y pupa. Cuando la dieta ha secado bien, se colocan dos litros por criba en un harnero de mesh grueso, que le permite a la larva bajar a una criba de cedazo fino, de esta forma y dependiendo de las cantidades de pupa obtenidas al final del proceso (figura 17A).

E. Traslado de anaqueles y torres

Las larvas contenidas en las cribas y anaqueles, se les realiza una medición volumétrica de la cantidad en litros o mililitros, esto se hace para conocer el total de larva/pupa, con esta medida se puede predecir la medida final que se obtendrá cuando todo el material haya

empupado. Tanto anaqueles como torres de pupa son trasladados a sala de pupación I (20 °C).

F. Lavado y desinfección del área

El área de separado de larva debe quedar limpia al final del proceso. Las torres de bandejas separadas son trasladadas al área de lavado, todo el desecho de dieta se lleva al área de extrusado. Es necesario lavar las tómbolas después de cada uso, esto se hace con agua y jabón. Las paredes y techo del área deben lavarse a profundidad con solución de cloro y desinfectante al menos 1 vez a la semana. Todos los días se debe limpiar el piso con solución de detergente. El área debe quedar seca y ordenada.

3.1.1.3. Manejo de pupa

Esta actividad inicia con la recepción de anaqueles de larva y torres de pupa y termina con el separado y limpieza de pupa (identificada como pupa y larva según su estado al momento del separado de la dieta) 24 horas a la emergencia del material (figura 18A).

A. Recepción de anaqueles y torres de pupa

Al momento del separado de la dieta, el material biológico es dividido (mediante el uso de harneros) en larva y pupa presente. Las larvas son colocadas al desnudo en cribas, midiendo 1.8 litros de larva por criba. Por esta razón, al momento de la recepción del material en la sala de pupación I, se tienen anaqueles con larva recién separada, y torres con pupa. Este material se identifica como larva y pupa, se le coloca la fecha de siembra, la fecha de separado, medición por contenedor (criba o bandeja). Además, se le coloca a cada anaquel o torre una etiqueta de lectura de color de ojos.

B. Pupación I

La sala de pupación I permanece a una temperatura de 20 °C, humedad constante de 80 %. Aquí permanece el material 48 h, o el tiempo requerido para el desarrollo de la pupa, Una actividad de extrema importancia en pupación I es la separación en harneros de material no pupado a las 48 horas, de material pupado.

C. Pupación II

Sala de sincronización de materiales, permanece a una temperatura de 25 °C, y humedad de 80 %, se utiliza normalmente 48 horas antes de la preparación de materiales para envío y la permanencia en esta sala depende de la madurez de los materiales.

D. Pupación III

El material ya sincronizado, listo para la preparación al envío, es colocado en una sala a 17 °C, para mantener estable la madurez del mismo. Usualmente esta sala es utilizada 24 horas de la preparación de materiales para envío.

E. Sincronización de materiales

Elaboración de grupos: debido a que el material es medido durante el separado, se conoce la cantidad de pupa por lote separado, sin embargo, los lotes de envío son usualmente menores a la cantidad de lotes de siembra por semana, razón por la cual no necesariamente un lote de separado es un lote de envío, un lote de separado puede dividirse para envíos diferentes, o utilizar más de un lote (figura 19A).

3.1.1.4. Pintado, irradiación y envío

Esta actividad inicia con la recepción de anaqueles pupa y termina con el empaque de pupa para envío (figura 20A).

A. Recepción de pupa

La pupa ya sincronizada con edades es decir días de maduración similares es agrupada por lotes de envío es medida y pesada previ6 al pintado.

B. Pintado

El procedimiento de pintado consiste en obtener todo el material medido, se coloca en charolas negras, se le agrega colorante (Dayglo) y se traslada a la t6mbola de pintado, donde se homogeniza el colorante sobre la pupa (figura 21A).

C. Embolsado

La pupa pintada se coloca en bolsas de pl6stico dise1adas para ser utilizadas en irradiadores tipo husman (3.60 lb/bolsa). Se emplean beakers pl6sticos o de aluminio con la medida exacta. La pupa ya embolsada se sella y se coloca en cajas pl6sticas para el inicio de la anoxia que al menos debe tener 1 h previo a la irradiaci6n.

D. Irradiaci6n

Las bolsas son trasladadas al proceso de irradiaci6n que consiste en pasar por un irradiador auto blindado tipo husman, cuya fuente radioactiva es cesio 137, a una dosis de 80 gray

(Gy) (un gray es el equivalente a la absorción de energía por un kilogramo de masa de material irradiado.)

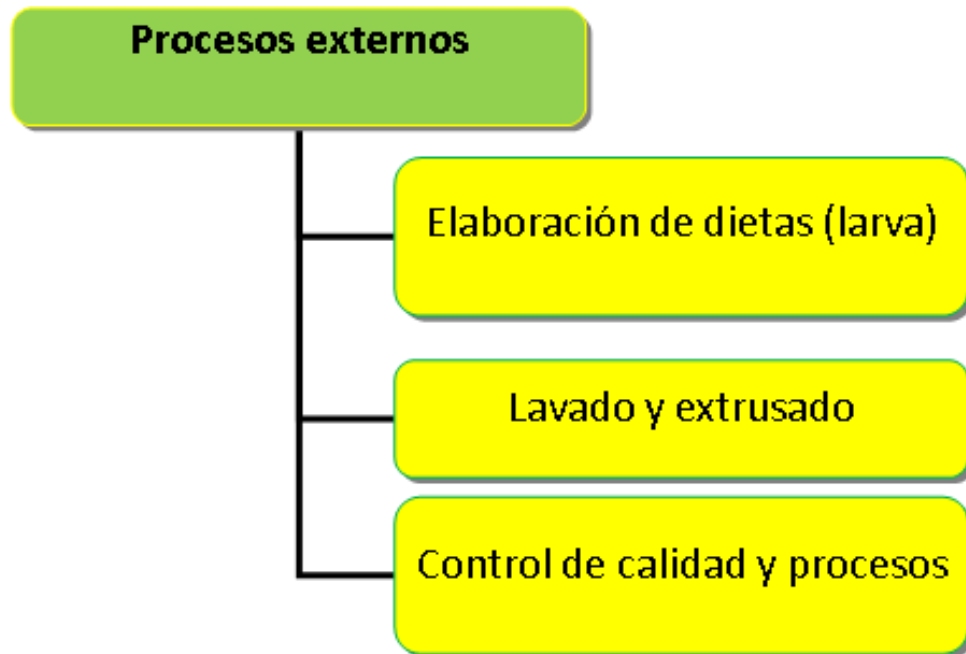
3.1.1.5. Recepción y empaque

Personal técnico y operativo reciben el material ya irradiado en la sala de empaque, donde cada bolsa se revisa en busca de posibles agujeros que permitan el ingreso de aire a las bolsas y verificación de la filmina o indicador, que muestra que el material fue pasado por la fuente radioactiva mediante el cambio de color de la misma. Las bolsas revisadas son colocadas en un anaquel previo al empaque, en espera de que salgan todas las bolsas del envío. Al finalizar los procesos de irradiación inicia el empaque, en presencia de un profesional responsable quien debe certificar bolsa por bolsa que las mismas van irradiadas, selladas y que la caja de envío solo contiene lo descrito en el certificado de envío (figura 22A).

3.1.1.6. Lavado y desinfección del área

Debido a que el material se irradia con antelación al periodo de emergencia en algunas ocasiones puede ocurrir fugas accidentales, por lo que el área debe quedar aspirada, limpia y ordenada.

Son los tres procesos que forman parte de los procesos externos de producción de la mosca de la fruta (figura 7).



Fuente: Moscamed, 2018.

Figura 7. Procesos externos que se llevan a cabo en la producción de mosca de la fruta.

3.1.1.7. Elaboración de dietas (larva)

Este proceso se lleva a cabo en la parte externa del laboratorio, consta de una sala que pertenece al módulo 2 en la cual se encuentra una mezcladora con capacidad de 1,800 kg, en la cual son agregados todos los ingredientes, esta máquina está provista de un contador para medir la cantidad de agua a utilizar y de un tornillo sin fin, que sirve para transportar la dieta al interior del laboratorio (área de siembra), las condiciones ambientales de esta área no son controladas pero se mantiene una sanidad estricta.

3.1.1.8. Lavado y extrusado

A. Lavado

Es aquí el área donde se lleva a cabo el lavado y desinfección de las bandejas ya utilizadas durante un ciclo de siembra por medio de agua caliente y una solución de cloro, esto se

hace debido a que la planta tiene una producción continua y las bandejas son reutilizables porque estas hechas de un material compuesto de fibra de vidrio y plástico que las hacen resistentes a los cambios bruscos de temperaturas a los cuales son sometidas evitando la maleabilidad de la misma.

B. Extrusado

Es el área donde se lleva a cabo el manejo de los desechos de dieta ya utilizada en el proceso de producción, los cuales son desechos sólidos que se tratan a través de una máquina de vapor de agua a altas temperaturas lo que logra eliminar los desechos de material biológico en la dieta tales como larva o pupa así como desinfectar la dieta de desecho para su posterior colecta y utilización en la alimentación de ganado.

3.1.1.9. Control de calidad

Cada área tiene establecido protocolos estrictos en control de calidad que se realizan como parte del control de calidad, utilizando protocolos de la planta de MOSCAMED, estas son las siguientes para crianza de mosca de la fruta:

- Lectura de huevo.
- Lectura y montaje de mosca adulto voladora (macho♂).
- Lectura y montaje de longevidad en mosca adulto (macho♂).
- Lectura y montaje de dosimetría.
- Montaje de vasos de emergencia.
- Lectura y montaje de vasos de emergencia.
- Conteo y peso de pupa.
- Muestreo de envío y lectura de ojos.

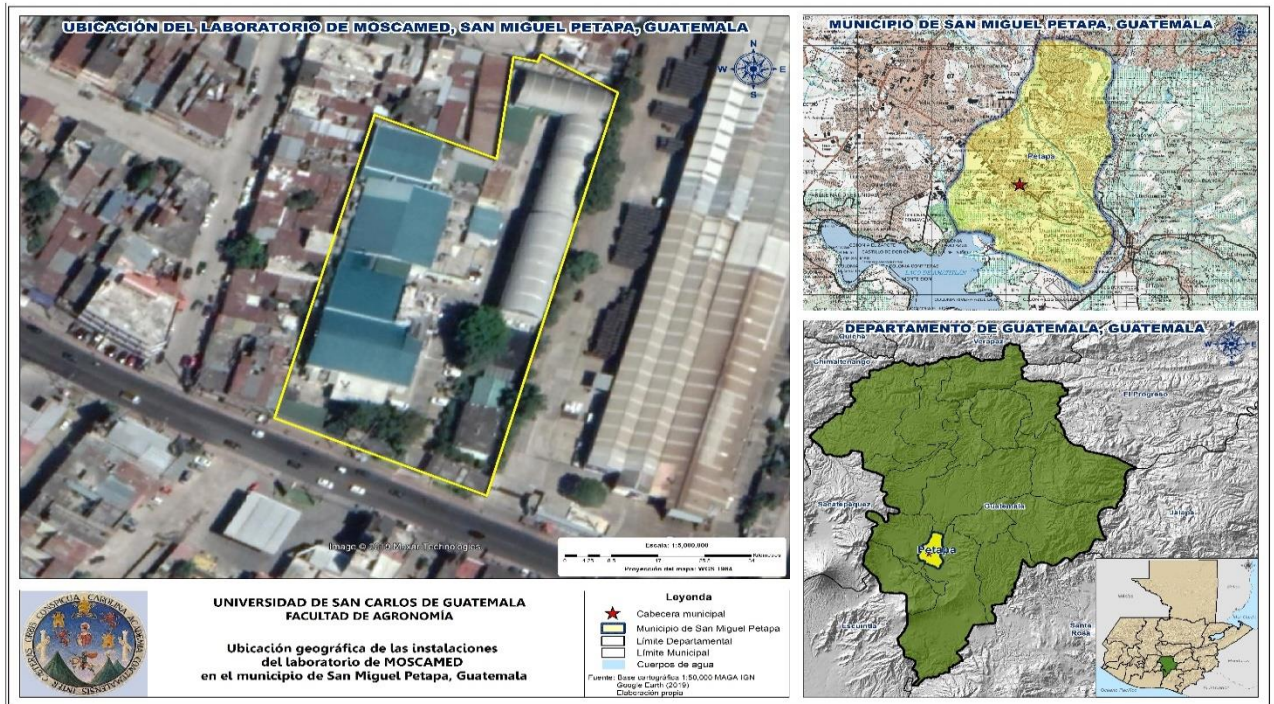
3.1.2. Marco referencial

3.1.2.1. Ubicación geográfica y generalidades

El laboratorio de MOSCAMED se encuentra ubicado en el municipio de San Miguel Petapa situado en la parte sur del departamento de Guatemala en la Región I o región Metropolitana. Se encuentra a una distancia de 20 km de la cabecera departamental de Guatemala (Análisis de emplazamiento interno, Moscamed, versión 5, 15 de junio de 2016).

2.2.2.2. Límites y extensiones geográficas

La planta MOSCAMED San Miguel Petapa, colinda al Norte con 1ª calle de la zona 9, colonia San Antonio de San Miguel Petapa y del lado Sur con la 0 calle Real de San Miguel Petapa, en donde se encuentra el ingreso principal. Al Este con la fábrica de estructuras metálicas MONOLIT, de lado Oeste (figura 8).



Fuente: Google Earth, 2017.

Figura 8. Imagen satelital de la ubicación de la planta Moscamed Petapa.

Debido a la ubicación de la planta en la calle real de San Miguel Petapa, los visitantes pueden aproximarse desde Villa Nueva, del lado Oeste por la 0 calle de Villa Nueva, también por la avenida Petapa (vía ciudad real zona 12 de la capital de Guatemala), y por la ruta Villa Canales- San Miguel Petapa proveniente de Boca del Monte o de carretera al Salvador Vía Santa Elena Barillas. La planta cuenta con una única vía de ingreso-salida, en el lado Sur sobre la calle real, donde se ubica la garita (análisis de emplazamiento interno, Moscamed, versión 5, 15 de junio de 2016).

2.2.2.3. Estructura organizacional

La planta MOSCAMED de San Miguel Petapa cuenta con una estructura organizacional vertical, encabezado por el jefe de laboratorio.

2.2.2.4. Fuente hídrica

La planta MOSCAMED, se suministra de agua por medio de un pozo mecánico, de un caudal de 65 gal/minuto.

2.2.2.5. Clima

El clima del municipio de San Miguel Petapa en donde está ubicada la planta operativa de MOSCAMED es templado, posee un promedio de temperatura de 24 °C, oscila entre 18 °C a 30 °C, tiene una precipitación pluvial media de 1,000 mm/año, la humedad relativa fluctúa en un 50 % a 60 % (INSIVUMEH, 2016).

A. Ubicación de las áreas dentro del laboratorio.

La planta de MOSCAMED de San Miguel Petapa, está dividida en 3 aéreas específicas.

1. Cría masiva de la mosca de la fruta se encuentra bajo estrictas normativas

2. Área de desarrollo de métodos de investigación, en esta área se realizan investigaciones sobre mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* WIEDEMANN).
3. Taller de estructuras.

B. Antecedentes

Existen diversos métodos de control desarrollados para la erradicación de la plaga, que se combinan para la ejecución de un sistema integrado de control de plagas, verificando por medio de muestreo y trapeo. De acuerdo con la investigación de Ros, Alemany y Castillo (1996) se pretende reforzar los métodos que reduzcan o provoquen la total ausencia de tratamientos químicos en las plantaciones de frutas, o modificar las técnicas de aspersión para reducir el impacto ambiental causado, para lo cual es necesario poseer fundamentos básicos al respecto de cuáles son las ventajas y desventajas de los diversos métodos de control.

La mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* presentó su brote en Guatemala en 1975, en dicho año la problemática resultó alarmante a nivel agrícola y económico, por lo que, por medio del Acuerdo Gubernativo del 19 de mayo de 1975, en Guatemala se declaró de carácter urgente establecer medidas para el control de la plaga (Sierra, 2001).

En 1984 se integró el Programa MOSCAMED México - Estados Unidos - Guatemala, a nivel nacional el Programa MOSCAMED tiene su base legal en la Ley de Sanidad Vegetal y Animal, Decreto No. 36-98 (Samayoa, 2007), cuyo objetivo es “velar por la protección y sanidad de los vegetales, animales, especies forestales hidrobiológicos. La preservación de sus productos y subproductos no procesados contra la acción perjudicial de plagas y enfermedades de importancia económica y cuarentenaria, sin perjuicio para la salud humana y el ambiente” (Artículo 1. Ley de Sanidad Vegetal y Animal, 1998).

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

Evaluar la harina de soya como sustituto de levadura tipo torula, en dieta larvaria de mosca de la fruta en tres porcentajes de sustitución (25 %, 30 % y 35 %).

2.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar el porcentaje de sustitución de harina de soya que mantiene o mejora los parámetros de producción de pupa.(número de pupa /kilogramo de dieta sembrada, millones de pupa/tonelada y peso de pupa (mg/pupa).
2. Determinar el porcentaje de sustitución de harina de soya que mantiene o mejora los parámetros de calidad de pupa obtenida en la producción (porcentaje de emergencia, moscas voladoras y longevidad horas vida.)
3. Determinar el porcentaje de sustitución que represente menor costo de producción en la elaboración de dieta de iniciación larval.

2.4. HIPÓTESIS

- Por lo menos uno de los porcentajes de harina de soya como sustituto de levadura tipo torula, alcanzará los parámetros de calidad que obtiene el testigo.

2.5. METODOLOGÍA

2.5.1. Materiales y equipo

- Pupa de 48 h a su emergencia.
- Probeta de plástico graduada en mililitros (10 ml).
- Balanza analítica.
- Deposito plástico para colocar la pupa en balanza.
- Separador plástico.
- Fórmula para determinar peso de pupa.
- Caja de plexiglás de 30 cm x 30 cm x 40 cm.
- Tubos negros de PVC de p cm de diámetro por 10 cm de alto.
- Papel negro circular con 10 cm de diámetro.
- Piezas de algodón dental.
- Talco inodoro.
- Maskin tape.
- Caja petri.

2.5.2. Materiales para la preparación de las dietas

- Mezcladora de dietas.
- Máquina para rellenado de dietas.
- Máquina sembradora de huevecillo.
- Máquina separadora de dieta y larva.
- Máquina SORTEX® separadora de colores de pupa.
- Bandejas.
- Anaqueles.
- Potenciómetro.
- Beacker.
- Balanzas.
- Jaulas.

- Termómetro.
- Estereoscopio.
- Salas de maduración larval.

2.5.3. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos a evaluados fueron la sustitución parcial en porcentajes de 25 %, 30 %, y 35 % de harina de soya por levadura tipo torula en la dieta larvaria para cría de *Anastrepha ludens* Loew (cuadro 8).

Cuadro 8. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción del tratamiento
T1	100 % Levadura tipo torula
T2	25% Harina de soya y 75 % levadura tipo torula
T3	30% Harina de soya y 70 % levadura tipo torula
T4	35% Harina de soya y 65 % levadura tipo torula

2.5.4. Formulación para tratamientos

La formulación para los tratamientos se compone de ingredientes sólidos tales como azúcar, harina de maíz, harina de soya, levadura tipo torula como soporte para estos ingredientes olote y los ingredientes van disueltos son benzoato de sodio formalina HCl todas las mezclas en agua purificada (cuadro 9).

Cuadro 9. Tratamientos de sustitución

INSUMOS	UNIDAD	T1 (TESTIGO)	T2 (25%)	T3 (30%)	T4 (35%)
Agua purificada	L	1300	1300	1300	1300
Azúcar	Kg	166	166	166	166
Harina de maíz	Kg	96	96	96	96
Levadura tipo torula	Kg	126	94.50	88.20	81.90
Harina de soya	Kg	0	31.50	37.80	44.10
Olote "c"	Kg	255	255	255	255
Benzoato de sodio	Kg	8	8	8	8
Formalina	L	2	2	2	2
Ácido clorhídrico (HCl)	L	4.5	4.5	4.5	4.5

2.5.5. Unidad experimental

Cada tratamiento contó con una mezcla de dieta, compuesta por 320 bandejas que formaron 16 torres de 20 bandejas, con un peso aproximado de 5.50 kg. De dieta/bandeja. La cual fue dividida en 4 sub grupos denominados, unidades de observación, cada unidad de observación compuesta por cuatro torres de 20 bandejas debidamente identificadas de la siguiente forma; UO 1 (1 - 4), UO 2 (5 - 8), UO 3 (9 - 12), UO 4 (13 - 16) que significa unidad de observación 1 torre de la 1 a la 4, de la unidad experimental completa, fueron evaluadas de forma individual durante todo el proceso de producción (cuadro 30A).

2.5.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un cuadrado latino con sub muestreo, debido a que existe una gradiente de variabilidad la cual corresponde al tiempo, y por la magnitud de mezclas de dieta no fue posible realizarlo todas el mismo día, y se realizaron un sub muestreo en cada unidad experimental, para aumentar la variabilidad del experimento por lo que se consideró como un cuadrado latino con sub muestreo tomando en cuenta los diferentes días y semanas de elaboración de la dieta como los sub muestreos que se evaluaron de forma individual las variables de acción humana a considerar en el proceso de producción de la mosca de la fruta que limiten el desarrollo de en todo el ciclo de vida del insecto joven como adulto.

- **Modelo estadístico**

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + C_j + \tau_k + \varepsilon_{ijk} + \eta_{ijkl} \left[\begin{array}{l} i = 1,2,3.. \\ tj = 1,2,3.. \\ tk = 1,2,3 \dots \\ tl = 1,2,3.. m \\ h = c = t \end{array} \right]$$

Fuente: Ezequiel, 2010.

Donde:

Y_{ijkl} = valor de la variable de respuesta correspondiente a la l-ésima muestra sobre la unidad experimental que lleva el tratamiento k en la fila i y columna j.

μ = Media general de la variable de respuesta.

F_i = Efecto de la i - ésima fila

C_j = Efecto de la j - ésima columna

τ_k = Efecto del k - ésimo tratamiento

η_{ijkl} = Error de muestreo dentro de la ijk-ésima unidad experimental.

ε_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk - ésima unidad experimental

2.5.7. Variables de respuesta

A. Variables de los parámetros de producción evaluados

- Número de pupa/kg (millones de pupa/tonelada).
- Peso de pupa (mg/pupa)

B. Variables para los parámetros de calidad a evaluados

- Porcentaje emergencia adultos y voladoras
- Longevidad en horas.

C. Número de pupa / kg de dieta sembrada (millones de pupa/tonelada)

El volumen de pupa es importante para la producción, debido que es un indicador de la sobrevivencia del material en la dieta. Se considera que para *Anastrepha ludens* es aceptable un volumen de 23,500 pupas/L. Más pupas por litro, menor tamaño de pupa y en consecuencia individuos mas pequeños. El procedimiento consiste en tomar 4 muestras de 10 ml de pupas y contar el total dentro de la muestra, se promedian los volúmenes obtenidos.

a. Peso de pupa

El peso de pupa es un indicador importante de la calidad del material enviado al campo. En Planta Petapa el peso de *Anastrepha ludens* varía entre los 18 mg y 20 mg por pupa. El peso de la pupa se determina cuando está madura. En este rango de peso de pupa, se garantiza moscas de mayor longevidad, % de emergencia e individuos con alto % de voladoras, mayores que con pupas de menor peso. Para obtener este dato, de las cuatro muestras de 5 ml que se realiza un conteo, luego se procede a pesar luego del conteo, así se obtiene un peso general promedio de cada pupa dentro de los 10 ml de la muestra, expresados en mg por pupa.

b. Porcentaje de emergencia de adultos y voladoras

Procedimiento para determinar del porcentaje de insectos estériles que emergen y tienen capacidad de volar de determinado lote de pupa, Para esto, de la muestra del envío se toma una sub muestra de 800 pupas.

Se colocan 4 cilindros de voladoras por lote de envío. Los cilindros construidos de tubo acrílico de 10 cm de altura y 9 de diámetro de color negro llevan una tapadera de caja petri como base, y se recubren interiormente con talco. A 1 cm de la base se limpia el talco alrededor del cilindro, para permitir un área de reposo a las moscas recién emergidas.

Dentro del cilindro se coloca un acordeón de papel también para permitir un área de reposo a las moscas recién emergidas. Los cilindros son colocados en un anaquel con luz dentro de una sala con condiciones controladas de luz, temperatura de 25 °C y humedad relativa del 60 %. Se permite la emergencia de las moscas durante 4 días. Se cuenta la cantidad de puparios llenos dentro de los cilindros para determinar el porcentaje de emergencia del material, Se cuenta la cantidad de moscas emergidas dentro del cilindro. Este es un indicativo de que la mosca no pudo volar. Así se calcula el porcentaje de adultos voladores de la muestra emergida.

c. Longevidad en horas

El procedimiento para determinar la capacidad de sobrevivencia de los insectos estériles sin agua y sin alimento. Para esto de todo el material enviado al campo, se toma una sub muestra de la muestra de pupa irradiada por lote de envío, emergencia del material: El material de la muestra es colocado en varias jaulas en espera de la emergencia de adultos. Se permite la emergencia de adultos durante 2 horas. Los adultos de 2 horas de emergidos, son seleccionados, contados y colocados en vasos o cajas petri a razón de 100 parejas (100 hembras y 100 machos) Se cuenta diariamente la cantidad de hembras y machos muertos.

La hora de la selección de insectos para montar la prueba es anotada y cada 24 horas se contabiliza los insectos muertos los cuales son retirados de la caja de petri. La prueba concluye exactamente a las 72 horas. Todos los insectos muertos son contabilizados y reportados como porcentaje de mortalidad a las 72 horas.

2.5.8. Obtención de datos para analizar

A. Proceso de sub muestreo

Para realizar el análisis de los datos en sub muestreo se tomó al azar en cada unidad de observación de cada unidad experimental, un determinado porcentaje del volumen total de pupa antes de ser separada en la máquina Sortex (máquina que separa colores programados por presión de aire) en el quinto día de pupación para tener una muestra mix de material, y así obtener muestras para los parámetros de calidad. El procedimiento utilizado generaría una mayor variabilidad en la unidad experimental.

B. Aleatorización de tratamientos

La primera hilera y la primera columna están dispuestas en orden alfabético. Procedimiento para la aleatorización (cuadro 32A).

- Permutar hileras aleatoriamente.
- Permutar columnas aleatoriamente
- Asignar los tratamientos al azar.

C. Análisis de información

Para determinar si existió diferencia significativa entre los tratamientos en calidad de eficiencia de pupa y peso de pupa, se utilizó el análisis de varianza, (andeva y post-andeva) donde se determinó el mejor tratamiento evaluado, y se realizó una base de datos en Excel, para luego utilizar el paquete estadístico Infostat.

D. Procedimiento

Debido a las cantidades industriales de insumos que se manejan fue necesario hacer la movilización de estos con ayuda de un operativo utilizando un montacargas con el que se trasladaron todos los insumos del área de bodega al área de preparación de dietas en donde está la mezcladora encargada de elaborar toda la dieta del laboratorio, San Miguel Petapa.

2.5.9. Elaboración de la dieta larval de la mosca de la fruta

A. pesado de insumos

- a. Verificar que la balanza este indicando medición en kg.
- b. Verificar que se esté dando el buen uso de la tara de la balanza, para cada ingrediente.
- c. De preferencia dejar ingredientes como el olote “C” (nacional), benzoato en bolsas plásticas.

B. Mezclado de insumos

Se divide en dos procesos.

a. Mezcla en polvo

1. Agregando ingredientes a la mezcladora en el orden siguiente.
 - Olote “C” (Olote nacional)
 - Harina de maíz, mezclar 10 minutos
 - Levadura y/o harina de soya, mezclar 5 minutos.
 - Azúcar
2. Mezclar durante cinco minutos más con la compuerta de la mezcladora cerrada.

b. Mezcla húmeda

1. Agregando ingredientes a la mezcladora en el siguiente orden:

- Agua purificada (60 % volumen total).
- Benzoato de sodio diluido en agua (10 % volumen total).
- Ácido clorhídrico diluido en agua (20 % volumen total) mezclar por 15 minutos.
- El mezclado de todos los insumos para la dieta lleva alrededor de 45 minutos esto es uno de los factores que influyo en la decisión de realizar un tratamiento por día ya que no se cuenta con el tiempo, ni el huevo suficiente para hacer todas las mezclas en una jornada normal.

2.5.10. Llenado de bandeja y siembra de huevo

La dieta es el medio para el desarrollo larval, provee las vitaminas, los carbohidratos, los minerales y la proteína que alimentan a la larva, la mezcla se coloca en porciones sobre bandejas en donde se siembran los huevos de la mosca de la fruta actividad que consiste en distribuir la solución de siembra sobre la bandeja de dieta larval, (45 ml, huevo y agua) las larvas permanecerán en la dieta por 10 días desde la siembra.

A. Maduración larval

Después de la siembra la primera sala a donde pasan es sala de 30 °C número.1, acá pasa por dos días luego se traslada a la sala con temperatura de 30 °C número 2 permaneciendo por dos días más. Después de estar en la sala de 30°C pasa a la sala de 25 °C acá permanece dos días llevando así 6 días de maduración larval acumulada y por último se lleva a la sala de 20 °C, en donde para los últimos 4 días antes del separado larval.

B. Separado larval

Se realizó por medio de equipos especiales que consiste en máquinas de tipo tolva giratoria hechas de material metálico, el sistema giratorio de las tolvas permite el desprendimiento de la larva de la dieta y pueda ser llevada a cribas de pupación como solo larva.

C. Manejo pupal

Después de ser separado el material biológico pasan 48 horas de pre-pupación donde se separa la pupa de la larva, luego se esperan 5 días para que el material sea separado en maquina Sortex la cual separa colores con precisión, a partir del noveno día se empieza con una lectura de colores de ojos con el objetivo de ver el estado de maduración del insecto adulto dentro de la pupa, a los 18 días se traslada de la sala de 25 °C a la sala de 20 °C previo al pintado del material, el tiempo de pupación adecuado de acuerdo con la fecha de siembra del material, lo ideal es de 17 a 24 días en pupación, para el presente experimento se tomara con edad de pupación ideal 20 días a partir del separado de larva.

Todos estos procedimientos se llevaron a cabo individual en cada unidad de observación tomando un porcentaje de material de acuerdo al volumen obtenido en producción.

2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1. Porcentaje de sustitución de harina

Las medias de los tratamientos evaluados en comparación al testigo mantuvieron los límites permisibles de control de calidad que demanda el área control de la planta de las crías masivas de la mosca de la fruta (cuadro 10).

Cuadro 10. Medias de los tratamientos para las variables de las crías masivas de la mosca

Variable de Producción	TRATAMIENTOS / DIETAS			
	T1 (testigo)	T2 (25 %)	T3 (30 %)	T4 (35 %)
Numero de pupas/kg	3319	3184	3215	3108
Peso de pupa (mg/pupa)	17.29	17.81	19.63	18.63
Pupas / tonelada	3,318,650	3,184,248	3,215,496	3,107,561
Longevidad en horas vida	71	80	75	84
% de voladoras	81	86	84	85
% de emergencia	96	96	96	97

A. Variable número de pupas/kg en la cría

F. V.	S.C	gl	C.M	F	Valor de p
Modelo	5421756.13	9	602417.35	3.89	0.0007
Tratamiento	708155	3	236051.67	1.52 N.S	0.2187
Fila	586737.63	3	195579.21	1.26	0.2963
Columna	4126863.5	3	1375621.17	8.88	0.0001
Error	8362667.88	54	154864.22		
Total	13784424	63			

Las medias del número de pupa/kg de la variable en cría, donde se realizaron 4 tratamientos y 4 repeticiones, donde se realizó un análisis de varianza para el conjunto de datos y el mejor tratamiento evaluado fue el T3 con una media de 3,215 teniendo mayor número de individuos por kg (cuadro 11).

Cuadro 11. Medias de la variable de número de pupa/kg.

Repetición	Tratamiento 1 (testigo) 0% soya	Tratamiento 2 25% soya	Tratamiento 3 30% soya	Tratamiento 4 35% soya
1	3,336	3412	3281	3028
2	2,482	2957	2906	2722
3	3960	3336	3475	3154
4	3497	3032	3200	3527
Promedio	3319	3184	3215	3108

En base a los datos obtenidos de cada tratamiento fue necesario realizar un análisis estadístico para poder terminar que tratamiento tuvo mejor resultado para la cantidad de pupas/kg (cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable cantidad de pupas/kg

C.V.= 12.13.

N.S: No hay significancia.

Al realizar el análisis de varianza en el cuadro 12, se observó que no existe diferencia estadística significativa en la cantidad de pupas/kg en los tratamientos establecida (p-valor menor a 0.05). Por lo que, puede decirse cualquier tratamiento se asemeja al testigo. Teniendo un Coeficiente de Variación= 12.13.

No hay diferencia significativa entre los tratamientos aun que el promedio del T3 (30%) sea el más alto. (figura 9).

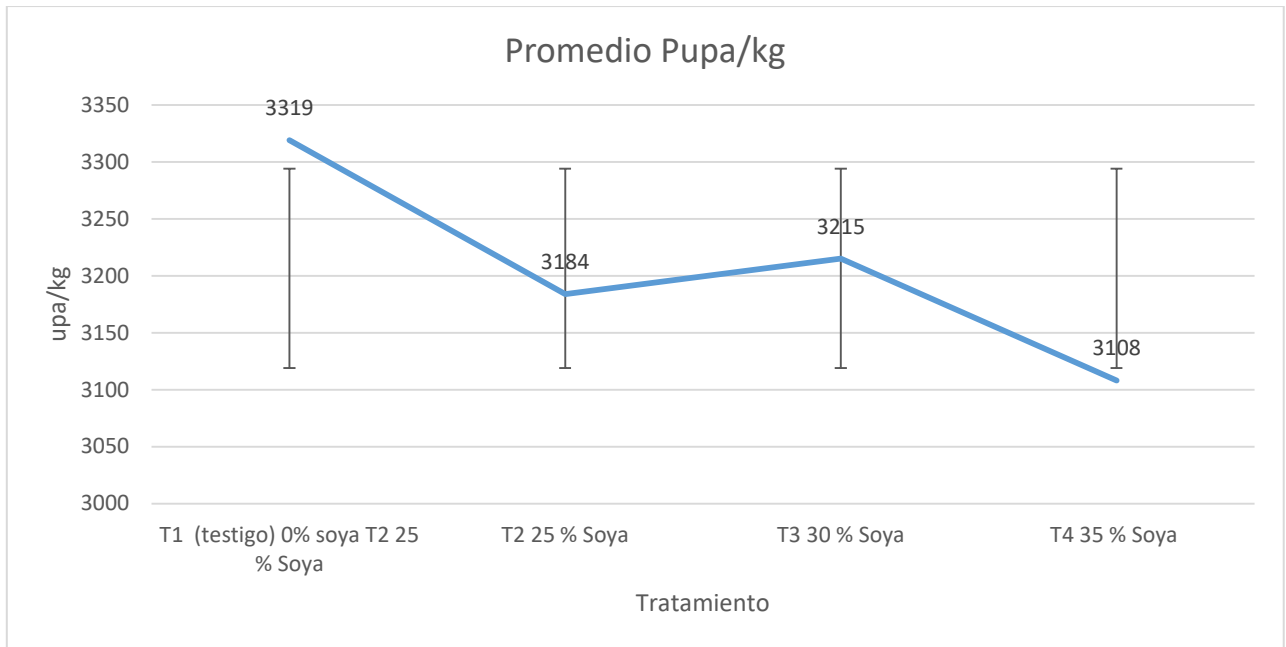


Figura 9. Efecto de cuatro tratamientos en el rendimiento de pupas de *Anastrepha ludens* Loew.

En la figura 9 se presenta el rendimiento de los tratamientos de la cantidad de pupas/kg donde el T1 tiene una cantidad de 3,319 pupas/kg, el T2 con 3,184 pupas/kg, T3 con 3,215 pupas/kg y el T4 con 3,108 pupas/kg, por lo que se puede decir que los tratamientos T2, T3 y T4 no tuvieron un rendimiento alto a comparación al testigo, desde el punto de vista práctico para producción en planta es beneficioso para una cría masiva de mosca, por que a mayor número de pupas/kg, menor es el peso de pupa y este dato dice que en mosca (adulto) los alcances serán menores.

B. Variable de millones de pupas por tonelada en la cría de mosca de la fruta

Las medias de millones de pupa/tonelada en cría de la mosca, donde a mayor cantidad de pupa implica un menor peso (cuadro 13).

Cuadro 13. Medias millones de pupa por tonelada en la cría de mosca de la fruta.

Repetición	Tratamiento 1 (testigo) 0 %soya	Tratamiento 2 25 % soya	Tratamiento 3 30 % soya	Tratamiento 4 35 % soya
1	3,335,717	3,412,026	3,281,141	3,028,034
2	2,482,156	2,957,248	2,905,585	2,721,706
3	3,959,712	3,335,719	3,475,455	3,153,682
4	3,497,016	3,032,000	3,199,803	3,526,824
promedio	3,318,650	3,184,248	3,215,496	3,107,561

En base a los datos obtenidos de cada tratamiento fue necesario realizar un análisis estadístico para poder terminar que tratamiento tuvo mejor resultado para los millones de pupas/tonelada (cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de Varianza para la variable millones de pupas por tonelada de dieta.

F.V	S.C	Gl	C.M	F	p-valor
Modelo	5,423,109,257,210	9	602,567,695,246	3.89	0.0007
Tratamiento	707,843,521,607	3	235,947,840,536	1.52N.S	0.2188
Fila	586,786,928,010	3	195,595,642,670	1.26	0.2963
Columna	4,128,478,807,593	3	1,376,159,602,531	8.89	0.0001
Error	8,362,460,544,859	54	154,860,380,460		
Total	13,785,569,802,069	63			

Al realizar el análisis de varianza en el cuadro 13, se observó que no existe diferencia estadística significativa en los millones de pupas/tonelada en los tratamientos establecida

(p-valor menor a 0.05). Por lo que, puede decirse que cualquier tratamiento se asemeja al testigo.

El rendimiento de pupas se mantuvo igual al testigo (figura 10).

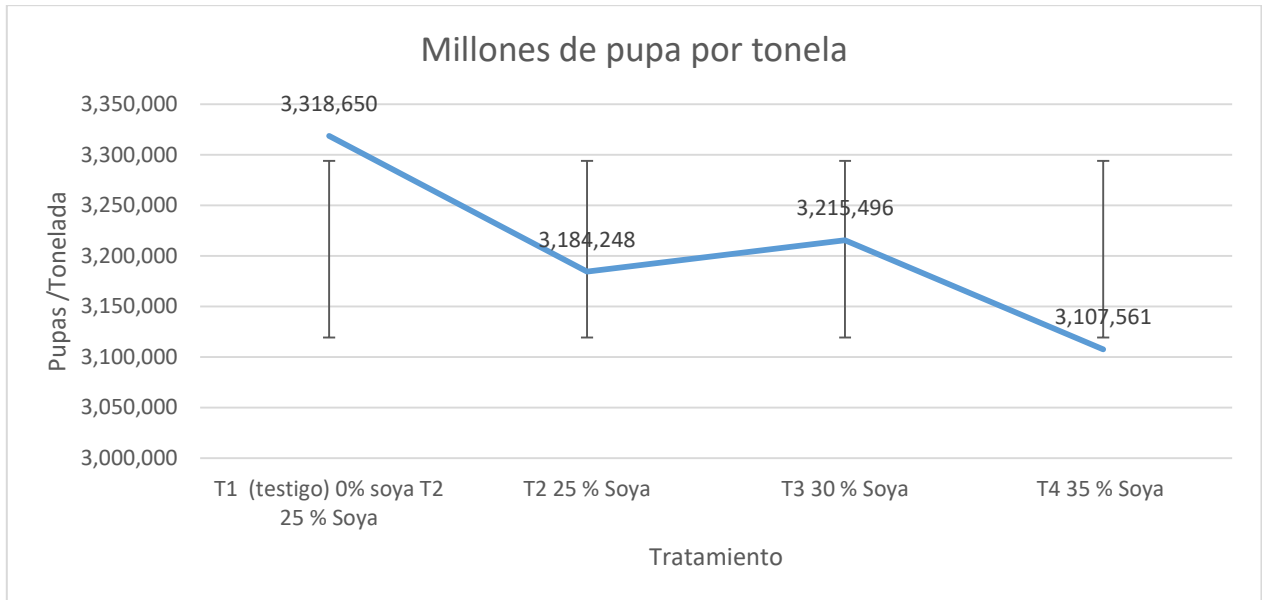


Figura 10. Efecto de cuatro tratamientos para el rendimiento de pupas.

En la figura anterior se presenta el rendimiento de los tratamientos de los millones pupas/toneladas donde el T1 tiene una cantidad de 3,318,650 pupas/tonelada, el T2 con 3,184,248 pupas/tonelada, T3 con 3,215,496 pupas/tonelada y el T4 con 3,107,561 pupas/tonelada, por lo que se puede decir que los tratamientos T2, T3 y T4 no tuvieron un rendimiento alto a comparación al testigo, este dato dice que en mosca (adulto) no habrá tamaño adecuado ni vigor o lo contrario mejor tamaño y vigor de mosca adulto para alcanzar los objetivos deseados en campo. Este dato influye en cuanto a la estimación de pupa de envío debido a que se debe de cumplir con una cantidad (millones) enviados periódicamente que cumplan los estándares de calidad. (cuadro 13).

C. Variable de peso de pupa (mg/pupa) de mosca de la fruta

Los promedios de pesos de (mg/pupa) en cría de la mosca donde el tratamiento T3 obtuvo un peso de 19.63 mg/pupa lo que representa mejor tratamiento lo cual se mantiene de control y asciende el margen de calidad (cuadro 15).

Cuadro 15. Medias de peso de pupa (mg/pupa)

Repetición	Tratamiento 1 (testigo)	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1	17.02	16.84	19.45	17.24
2	16.89	18.75	20.39	20.21
3	17.65	17.73	19.38	18.92
4	17.61	17.92	19.32	18.15
Promedio	17.29	17.81	19.63	18.63

Se efectuó el análisis de varianza para el peso de las pupas, donde se determinó que si existieron diferencias estadísticas entre tratamientos para el peso de pupa (mg/pupa) (cuadro 16), más peso por pupa (mg/pupa). Para determinar cuál de los tratamientos presentó los mejores pesos de pupa (mg/pupa), se realizó una prueba múltiple de medias (Tukey) (cuadro 17).

Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable de peso de pupa (mg/pupa)

F.V	S.C	Gl	C.M	F	p-valor
Modelo	68.42	9	7.6	9.18	<0.0001
Tratamiento	38.8	3	12.93*	15.62	<0.0001
Fila	21.13	3	7.04	8.5	0.0001
Columna	8.5	3	2.83	3.42	0.0235
Error	44.72	54	0.83		
Total	113.14	63			

C.V. = 5.02

Cuadro 17. Prueba de medias para la variable de peso de pupas

Tratamientos	Medias	Grupo de tukey
T3	19.16	A
T4	18.63	A
T2	17.49	B
T1	17.29	B

En el cuadro 17, se puede observar que se conforma 2 grupos (A y B), el grupo A se considera estadísticamente igual (T3 y T4) superando los márgenes de calidad la cual está entre 18 mg/pupas y 20 mg/pupa, por lo que indistintamente se puede hacer uso de cualquiera de estos 2 tratamientos.

En esta variable a evaluar se demuestra que la sustitución de harina de soya por levadura tipo torula en diferentes porcentajes incide en el peso de pupa (mg/pupa) (figura 11).

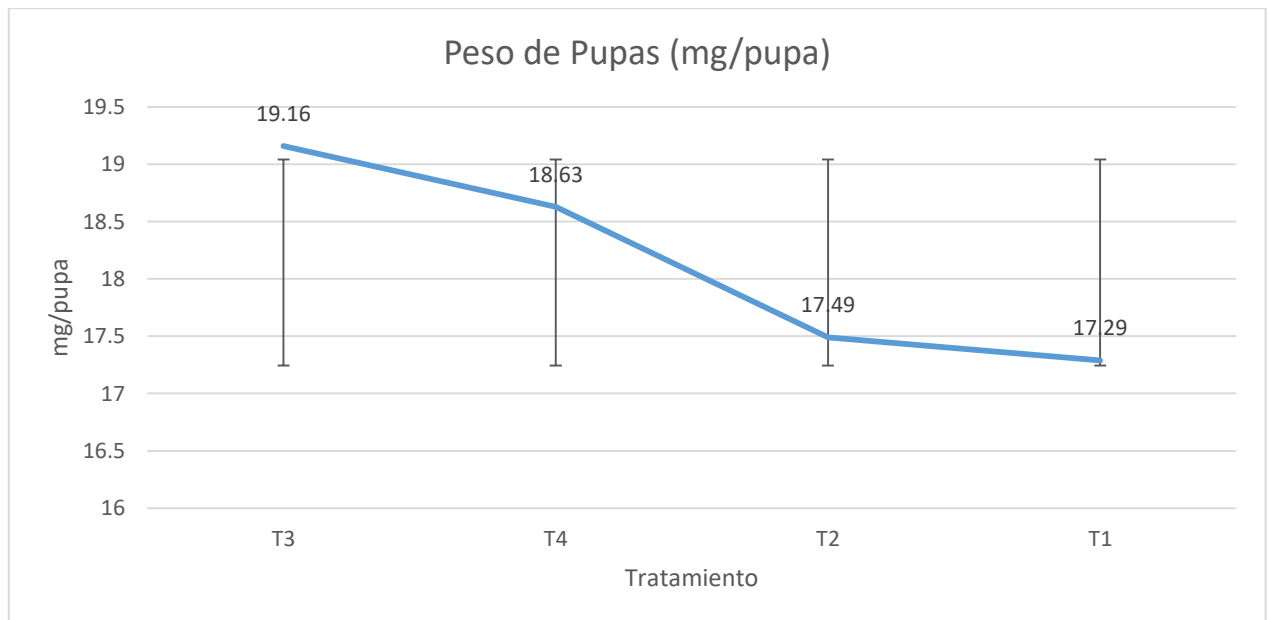


Figura 11. Efecto de cuatro tratamientos para el peso de pupa (mg/pupa) en la cría de *Anastrepha ludens* Loew.

2.6.2. Porcentaje de sustitución de harina de soya para el porcentaje de emergencia, moscas voladoras y longevidad horas vida

A. Variable porcentaje de emergencia de mosca de la fruta

A continuación, se presenta las medias del porcentaje de emergencia de la mosca.

Cuadro 18. Valores de emergencia de mosca de fruta.

Repetición	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1	84	98	96	97
2	81	98	98	98
3	86	93	95	97
4	86	97	93	97
Promedio	84	96	95	97

En base a los datos obtenidos de cada tratamiento fue necesario realizar un análisis estadístico para poder determinar que tratamiento tuvo mejor resultado para el porcentaje de emergencia de la mosca (cuadro 19).

Cuadro 19: Análisis de varianza para la variable de porcentaje de emergencia.

F.V	S.C	Gl	C.M	F	p-valor
Modelo	2281.44	15	152.10	16.06	<0.0001
Tratamiento	1713.06	3	571.02	60.31*	<0.0001
Fila	96.56	3	32.19	3.40	0.0251
Columna	168.19	3	56.06	5.92	0.0016
Fila*col	303.63	6	50.60	5.34	0.0003
Error	454.50	48	9.47		
Total	2735.94	63			

C.V. = 3.31

En el cuadro anterior se observa el análisis de varianza donde si existo diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de emergencia, respecto al testigo.

Debido a que los datos analizados no presentaron normalidad se realizó la transformación de datos con Arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción, y con esto presentó un p-valor de Shapiro-Wilks de 0.4608 lo cual cumple con el supuesto de la normalidad de los residuos, y para determinar cuál de los tratamientos presenta los mejores % de emergencia, se realizó una prueba de medias (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves –DGC–), en base a los datos transformados (cuadro 20).

Cuadro 20. Análisis Post-ANDEVA para la variable de porcentaje de emergencia.

Tratamientos	Medias	Grupo
T4	96.94	A
T2	96.19	A
T3	94.63	A
T1	84.12	B

En el cuadro anterior se presentó el análisis de post- andeva de la variable de emergencia donde el T4 tuvo una media de 96.94 %, T2 con una media de 96.19 %, T3 con una media de 94.63 % y T1 con una media de 84.12 %. Estadísticamente los tratamientos T4, T3 y T2, si tuvieron una diferencia estadística significativas en comparación al testigo y puede utilizarse T3, T2 y T4 como porcentaje de sustitución de harina de soya por levadura tipo torula basándose el peso obtenido por pupa.

La sustitución de harina de soya por levadura tipo torula beneficia el porcentaje de emergencia y concuerda con los parámetros permitidos por calidad son de 90 % para la mosca. Por lo que se busca que los adultos tengan un tamaño y un vigor de calidad en campo.

En la figura 12 se presenta el efecto de cuatro tratamientos para el porcentaje de emergencia en la cría de *Anastrepha ludens* Loew.

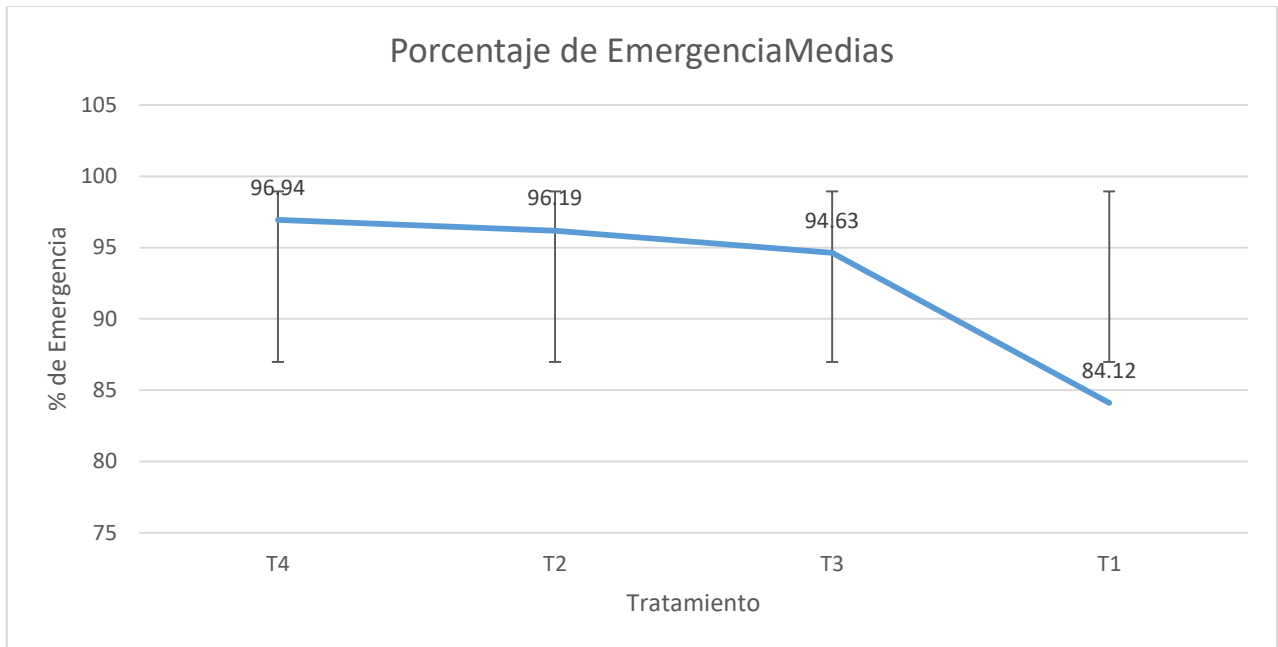


Figura 12. Efecto de cuatro tratamientos para el porcentaje de emergencia en la cría de *Anastrepha ludens* Loew.

B. Variable porcentaje de moscas de la fruta voladoras

Las medias del porcentaje de mosca voladoras, donde se realizaron 4 tratamientos y 4 repeticiones, donde se realizó un promedio de cada uno (cuadro 20).

Cuadro 21. Medias porcentaje de moscas voladoras.

Repetición	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1	74	75	67	80
2	87	90	87	92
3	91	89	96	90
4	73	87	88	89
Promedio	80	85	85	88

En base a los datos obtenidos de cada tratamiento fue necesario realizar un análisis estadístico para poder terminar que tratamiento tuvo mejor resultado para el porcentaje de mosca voladora (cuadro 22).

Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable del porcentaje de voladoras

F.V	S.C	GI	C.M	F	p-valor
Modelo	1720.73	15	114.72	16.45	<0.0001
Tratamiento	487.8	3	162.60	2.96*	0.1195 (Fila*col)
Fila	182.17	3	60.72	8.71	0.0001
Col	721.42	3	240.47	34.48	<0.0001
Fil*col	329.34	6	54.89	7.87	<0.0001
Error	334.75	48	6.97		
Total	2055.48	63			

C.V. = 3.12

Se determinó que, si existe diferencia entre tratamientos para el porcentaje de voladoras, el valor del coeficiente de variación es de (3.12), indico que el experimento se encuentra en un nivel aceptable de manejo. Por lo que fue necesario realizar un análisis de post-ANDEVA (cuadro 23).

Cuadro 23. Valores medios del porcentaje de voladoras.

Tratamientos	Medias	Grupo
T4	88.13	A
T2	85.25	A
T3	85.25	A
T1	80.44	B

En el cuadro anterior, se puede observar que se conforma 2 grupos (A y B), el grupo A se considera estadísticamente igual (T2, T3 y T4) tuvo una mayor porcentaje en cuanto al testigo; indicando que si se puede sustituir la harina de soya por levadura tipo torula basándose en el peso por pupa obtenido y así obtener mejores resultados de rendimientos de porcentaje de moscas voladoras ya que T1 (testigo) tiene menos rendimiento en cuanto a adultos voladores. Según los parámetros establecidos por el área de control de calidad el porcentaje permitido de 80% para la mosca.

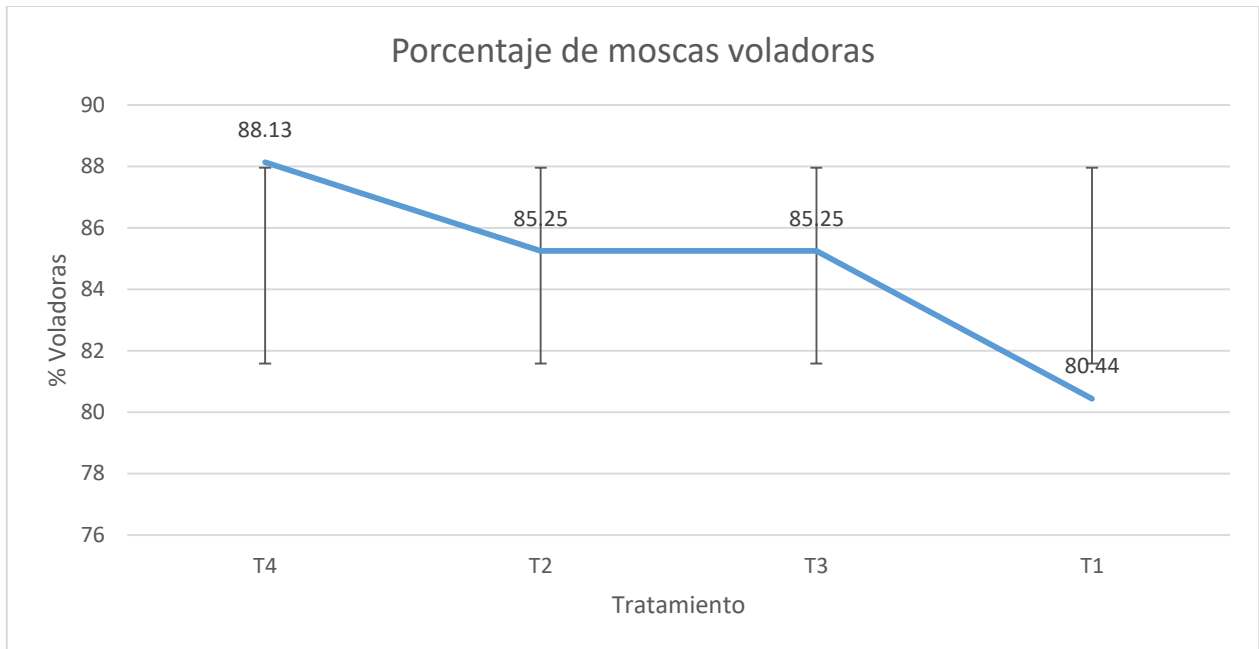


Figura 13. Porcentaje de emergencia en la cría de *Anastrepha ludens* Loew.

C. El porcentaje de longevidad (horas vida) para moscas de la fruta

Las medias de longevidad en horas vida de mosca voladoras, donde se realizaron 4 tratamientos y 4 repeticiones, donde se realizó un promedio de cada uno (cuadro 24).

Cuadro 24. Media longevidad en horas vida.

Repetición	Tratamiento 1 (testigo)	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1	64	76	76	87
2	70	82	80	80
3	86	80	76	84
4	65	82	69	84
Promedio	71	80	75	84

En base a los datos obtenidos de cada tratamiento fue necesario realizar un análisis estadístico para poder determinar que tratamiento tuvo mejor resultado para la longevidad de horas vida de la mosca (cuadro 25).

Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable de % población longeva

F.V	S.C	GI	C.M	F	p-valor
Modelo	3147.23	15	209.82	8.84	<0.0001
Tratamiento	1307.05	3	435.68	1.88*	0.2345 (fila*col)
Fila	23.35	3	7.85	0.33	0.8031
Columna	423.42	3	141.14	5.95	0.0016
Fila*col	1393.22	6	232.20	9.79	<0.0001
Error	1138.75	48	23.72		
Total	4285.98	63			

C.V. = 6.29

Se determinó que si existe diferencia significativa para la Longevidad horas vida es decir que los valores del tratamiento son similares en cuanto a los adultos más longevos por lo que los tratamientos tienen un porcentaje de longevidad distinto al testigo, el valor del coeficiente de variación fue de 6.29. Por lo que fue necesario realizar un análisis post-ANDEVA (cuadro 26).

Cuadro 26. Medias de longevidad (horas vida).

Tratamientos	Medias	Grupo
T4	83.63	A
T2	79.88	A B
T3	74.19	B
T1	72.25	C

en el cuadro anterior se presentó la media de la longevidad de la mosca donde el T4 tuvo una media de 83.63%, T2 una media de 79.88%, T3 con una media de 74.1 % y T1 con una media de 72.25%; donde le T4 siendo el de más horas vida proporcionando adultos más longevos. El comportamiento de incremento de horas vida se da con la sustitución de harina de soya por levadura tipo torula es decir que en su etapa de desarrollo el insecto se alimenta mejor aprovechando más los nutrientes disponibles y esto como resultado del vigor en el campo cumpliendo con el propósito principal por ser insectos estériles, realizar la técnica del insecto estéril cerrar ciclos de vida. (Figura 14).

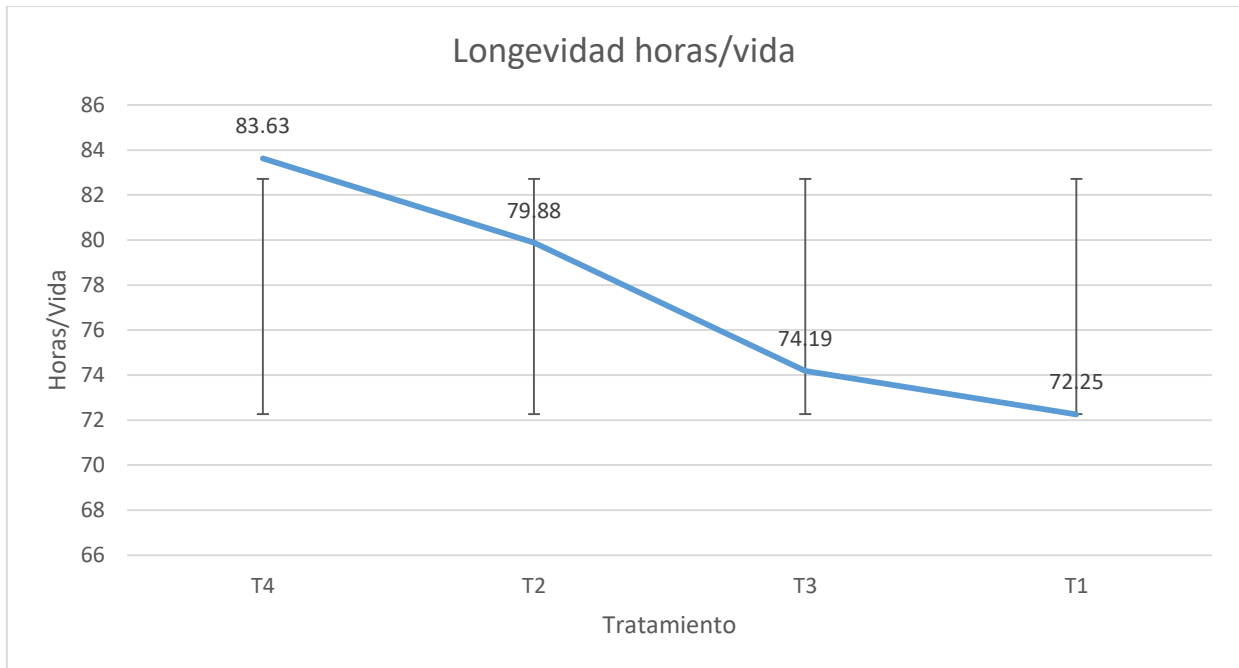


Figura 14. Efecto de cuatro tratamientos para la longevidad en la cría de *Anastrepha ludens* Loew.

2.6.3. Análisis de costos de producción para dieta larval de mosca de la fruta

El mejor tratamiento para tener una buena producción en planta como se nota al incrementar más la sustitución de harina de soya por levadura torula el precio baja. El ahorro es un factor que va en conjunto con la calidad del material y de igual forma se demuestra en la investigación al aumentar el porcentaje, la calidad del material mejora por el aprovechamiento de los nutrientes disponibles en la misma (cuadro 27).

Cuadro 27. Análisis de costos de producción de la dieta larval

Tratamiento	U. de medida	CANTIDAD + 1,200 L agua	costo por mezclada \$	costo por mezclada (Q.)	% costo	ahorro \$	por mezclada ahorro Q
TESTIGO	kg	1,847.5	\$ 826.31	Q. 6,610.48	100	0	0
T2, 25 % SOYA	kg	1,847.5	\$ 754.81	Q. 6,038.44	91	71.51	572
T3, 30 % SOYA	kg	1,847.5	\$ 740.50	Q. 5,924.03	90	85.81	686.4
T4, 35 % SOYA	kg	1,847.5	\$ 726.20	Q. 5,809.62	88	100.11	800.9
	bandejas	336					
	torres	15					

En el cuadro anterior, se presentaron los resultados obtenidos de los costos de producción de las diéras larval, donde el T1 (100 % levadura tipo torula) tuvo un costo de Q. 6,610.48 y \$ 826.3, el T2 (25 % harina de soya y 75 % levadura tipo torula) tuvo un costo Q. 6,038.44 y \$ 754.81, T3 (30 % harina de soya y 70 % levadura tipo torula) tuvo un costo de Q. 5,924.03 y \$ 740.50 y T4 (35 % de harina de soya y 65 % levadura tipo torula) tuvo un costo de Q. 5,809.62 y \$ 726.20.

Este análisis facilita la toma de decisiones al momento de elegir un tratamiento que permita mejorar la calidad de la producción en planta; lo cual se ve reflejado al sustituir gradualmente la cantidad de harina de soya por levadura de tipo torula, esto no solo mejora la calidad con relación al valor nutricional de la mezcla en relación al aumento de la cantidad de soya y disminuye la cantidad de levadura sino también genera una reducción en el costo. En el cuadro 28 se presenta el análisis de costos y ahorros de los diferentes tratamientos evaluados.

Cuadro 28. Análisis de costos y ahorros de los diferentes tratamientos. T2 (25% soya), T3 (30% soya), T4 (35% soya)

Tratamiento	U. de medida	CANTIDAD + 1,200 lts agua	costo por mezclada \$	costo por mezclada Q	AHORRO MZD/SEM.	% REDUCCION DE COSTOS	AHORRO MZCD/MES	% REDUCCION DE COSTOS	AHORRO MZCD/AÑO	% REDUCCION DE COSTOS
TESTIGO	Kg	1847.5	\$ 826.31	Q. 6,610.48						
T2, 25% SOYA	Kg	1847.5	\$ 754.81	Q. 6,038.44	\$ 2,502.68	9%	\$ 10,010.70	9%	\$ 120,128.40	9%
T3, 30% SOYA	Kg	1847.5	\$ 740.50	Q. 5,924.03	\$ 3,003.21	10%	\$ 12,012.84	10%	\$ 144,154.08	10%
T4, 35% SOYA	Kg	1847.5	\$ 726.20	Q. 5,809.62	\$ 3,503.75	12%	\$ 14,014.98	12%	\$ 168,179.76	12%
	Bandejas	336			MZD/SEM.		MZCD/MES		MZCD/AÑO	
	Torres	15			Q. 20,021.40	9%	Q. 80,085.60	9%	Q. 961,027.20	9%
					Q. 24,025.68	10%	Q. 96,102.72	10%	Q. 1,153,232.64	10%
					Q. 28,029.96	12%	Q. 112,119.84	12%	Q. 1,345,438.08	12%

En el cuadro anterior se presenta el análisis de costos y ahorros de los diferentes tratamientos donde la diferencia en costos entre la harina de soya y la levadura tipo torula se ve reflejado en beneficios en aquellos tratamientos que incluyen la harina de soya; al utilizar la dieta con el T1 no se percibe ningún beneficio en costos puesto que esta mezcla solo utiliza levadura tipo torula, por otra parte en los tratamientos T2, T3, T4 si puede apreciarse beneficios en costos, beneficios que se traducen en un ahorro importante no solo porque se obtiene una reducción de costos sino también un incremento en la producción y en calidad. En función de ello los tratamientos T3 y T4 representan la mejor opción en cuanto a costos al generar un ahorro del 10% y 12 %, al año además del aumento en los volúmenes de producción y calidad.

2.8. CONCLUSIONES

1. La sustitución del 30 % de harina de soya (T3) por levadura tipo torula superó a la dieta estándar o testigo(T1), en términos de producción teniendo un promedio de peso de pupa (mg/pupa), 19.63 mg/pupa, manteniendo los estándares de calidad en producción de pupas por kilogramo (3,215 pupas/kg) y millones de pupas por toneladas (3,215,496 pupas/T), logrando alcanzar mejores resultados en cuanto a desarrollo pupal se obtiene un insecto más eficiente.
2. La sustitución de los Tratamientos T2, T3, y T4 por levadura tipo torula superó a la dieta estándar o testigo (T1), en términos de calidad en cuanto a un alto porcentaje de emergencia (96 %), como un alto porcentaje de mosca adulto voladora (84 %), obteniendo un insecto con alto índice de emergencia, adultos voladores y longevos.
3. Económicamente la dieta con el T3 (30 % harina de soya) resultó en un ahorro de 10% por mezclada de dieta, tomando en cuenta el costo de la producción de una mezclada de dieta actual y el costo por esa misma cantidad de pupa con el rendimiento obtenido al sustituir harina de soya por levadura tipo torula, esta cantidad es representativa ya que en la planta de producción de San Miguel Petapa, se producen como mínimo 120 millones de pupa por semana con lo que se estaría dando un ahorro semanalmente que representaría un factor positivo para la planta de producción San Miguel Petapa.

2.9.RECOMENDACIONES

1. Se recomienda basado en resultados obtenidos en el mejor peso de pupa y en qué porcentaje de emergencia, porcentaje de voladoras y longevidad son iguales al testigo el uso de harina de soya a razón de sustitución del 30% (T3) que además representa una reducción del 10 % en costo de dieta por tonelada.

2.10. BIBLIOGRAFÍA

1. Aldana Valladares, AdC. 2016. Formulación de dietas para mosca mexicana de la fruta (entrevista). San Miguel Petapa, Guatemala, Programa Moscamed, Planta Moscamed, Jefatura de Producción.
2. Barki, A; Metha, D; Lance, R. 2005. Sterilizing insects with ionizing radiation. p. 233-268.
3. CABI, Reino Unido; EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization, Unión Europea). s.f. Data sheets on quarantine pests: *Anastrephaludens*. Unión Europea. 5 p.
4. Congreso de la República de Guatemala. 1976. Decreto 21-76: Establecimiento de la Comisión Moscamed México-Guatemala, para proteger las cosechas de los daños causados por la mosca del Mediterráneo. Guatemala.
5. Cosmos On Line. 2016. Información técnica y comercial de las levaduras torula. México. Consultado 18 mar. 2016. Disponible en <http://www.cosmos.com.mx/wiki/d1x4/levaduras-torula>
6. FUNIBER (Fundación Universitaria Iberoamericana, USA). 2016. Harina de maíz: España. USA. Consultado 24 jun. 2016. Disponible en <http://www.composicionnutricional.com/alimentos/HARINA-DE-MAIZ-1>
7. Gutiérrez Ruelas, JM. 2013. Senasica: Los programas de la mosca de la fruta en México. México. Consultado 18 mar. 2016. Disponible en <http://archivos.tap-ecosur.edu.mx/FFN/FFN25/LIBRO%20MOSCAMED-MOSCAFRUT.pdf>
8. Korytkowski, C. 2008. Manual para la identificación de moscas de la fruta género *Anastrepha* Schiner, 1868. Panamá, Universidad de Panamá, Programa de Maestría en Entomología y Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. 146 p.
9. _____. 2011. Curso de taxonomía de moscas de la fruta: Memorias. Tumbaco, Ecuador, AGROCALIDAD / APHIS / CORPEI.
10. Loera Gallardo, JdJ. 2009a. Ficha técnica: *Anastrephaludens* (Loew.); Mosca mexicana de la fruta. México. Consultado 17 mar. 2016. Disponible en <http://www.programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/informes/Loera%20Gallardo,J.J.%20FT.pdf>
11. _____. 2009b. Ficha técnica: Mosca mexicana de la fruta *Anastrephaludens* (Loew). Consultado 17 mar. 2016. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249395/Anastrepha_ludens_Loew.pdf

12. López Bautista, EA; Gonzáles Ramírez, B. 2014. Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 119 p.
13. López Muñoz, L; López Buenfi, JA; Hernández, EA; Martínez, GS; Gutiérrez Ruelas, JM; Hernández Livera, RA. 2010. Guía de campo para el reconocimiento de moscas de la fruta del genero *Anastrepha*. México, SAGARPA / SENASICA. 234 p.
14. López Valenzuela, M. 2016. Procesos de producción de mosca mexicana de la fruta (entrevista). San Miguel Petapa, Guatemala, Programa Moscamed, Planta Moscamed, Coordinador otras moscas de las frutas, Director.
15. Montoya Toledo, P; Hernández Campos, E. 2010. Moscas de la fruta: fundamentos y procesos para su manejo. México, s.e. 194 p.
16. Montoya, P; Liedo, P; Benrey, B; Cancino, J; Barrera, JF; Sivinski, J; Aluja, M. 2000. Biological control of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in mango orchards through augmentative releases of *Diachasmimorphalongicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control* 18(3):216-224. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964400908193>
17. Programa Moscamed, Guatemala. 2015. Análisis de emplazamiento; con énfasis en el programa de salud y seguridad ocupacional laboratorio de cría de parasitoides y mosca de la fruta, planta Petapa; versión 5. Guatemala. p. 6-54.
18. Sequeira, R; Millar, L; Bartels, D. 2001. Identification of susceptible areas for the establishment of *Anastrepha* spp. Fruit flies in the United States and analysis of selected pathways. USA, United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service. 47 p.
19. Steck, G. 1998. Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens*(Loew) (Díptera:Tephritidae). USA, Fla. Dept. Agric. & Consumer Services Division of Plant Industry, Entomology Circular no. 391. 2 p.
20. Van Sauers-Muller, A. s.f. *Anastrepha suspensa*. Consultado 18 de marzo de 2016. Disponible en http://www.caripestnetwork.org/vtt/docs/datasheets/diptera/anastrepha_suspensa.pdf.
21. Weems, H; Steck, G. 2001. Mexican fruit fly (latest revision: 2012). USA, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Science and Florida, Department of Agriculture and Consumer Services. Consultado 18 mar. 2016. Disponible en http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/mexican_fruit_fly.htm

2.11. ANEXOS

Cuadro 29A. Unidades experimentales.

FILAS (i)	COLUMNAS (j)							
	1		2		3		4	
1	UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL	
	1		2		3		4	
	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)	UO1(1-4)	UO3(9-12)	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)
	UO2 (5-8)	UO4(13-16)	UO2(5-8)	UO4(13-16)	UO2 (5-8)	UO4(13-16)	UO2 (5-8)	UO4(13-16)
2	UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL	
	5		6		7		8	
	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)
	UO2 (5-8)	UO4(13-16)	UO2 (5-8)	UO4(13-16)	UO2 (5-8)	UO4(13-16)	UO2 (5-8)	UO4(13-16)
3	UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL	
	9		10		11		12	
	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)
	UO2 (5-8)	UO4(13-16)	UO2 (5-8)	U V O4(13-16)	UO2 (5-8)	UO4(13-16)	UO2 (5-8)	UO4(13-16)
4	UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL		UNIDAD EXPERIMENTAL	
	13		14		15		16	
	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)	UO1 (1-4)	UO3 (9-12)
	UO2 (5-8)	UO4(13-16)	UO2 (5-8)	UO4(13-16)	UO2 (5-8)	UO4(13-16)	UO2 (5-8)	UO4(13-16)

Fuente: Moscamed, 2018.

Cuadro 30A. Ingredientes para mezcla de 2,000 kg de sustrato

OLOTE C 15% (actualizada al 9 mayo 2016)			67	% humedad	
DIETA LARVAL FORMULACIÓN (Formalina 0.1 ml por kg de dieta)					
bandejas			307.69	100	
Peso por Bandeja		kg	6		
Kilogramos totales base bandejas		kg	1846.1	2000	Base nutrientes
total solidos			651.3		
kilogramos totales	100	kg	1951.3	325.2167	Bandejas si 6 kg
	prop sol	kg		6.341773	Peso real/bandeja
Agua purificada		lt	1300		
Azúcar	8.3	kg	166	kg	
Harina de maíz	4.8	kg	96	kg	
Levadura lakestates	6.3	kg	126	kg	
OloTE C (OFNC)	13.83	kg	255.3	kg	
Benzoato de sodio	0.4		8	kg	
Formalina	0.1		2	l	
Acído clorhídrico	2.5		4615.35	ml	Acido puro

Fuente: Moscamed, 2018.

Cuadro 31A. Aleatorización de tratamiento y repeticiones.

10	C1	C2	C3	C4							C4	C1	C3	C2
F1	T1(T)	T2	T3	T4	F3	T3	T4	T1(T)	T2		T2	T3	T1(T)	T2
F2	T2	T3	T4	T1(T)	F1	T1(T)	T2	T3	T4		T4	T1(T)	T3	T4
F3	T3	T4	T1(T)	T2	F4	T4	T1(T)	T2	T3		T3	T4	T2	T1(T)
F4	T4	T1(T)	T2	T3	F2	T2	T3	T4	T1(T)		T1(T)	T2	T4	T3

DIAS	SEMANAS			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
DIA 1	T1(T)	T3	T4	T2
DIA 2	T3	T1(T)	T2	T4
DIA 3	T4	T2	T3	T1(T)
DIA 4	T2	T4	T1	T3

Fuente: Moscamed, 2018.

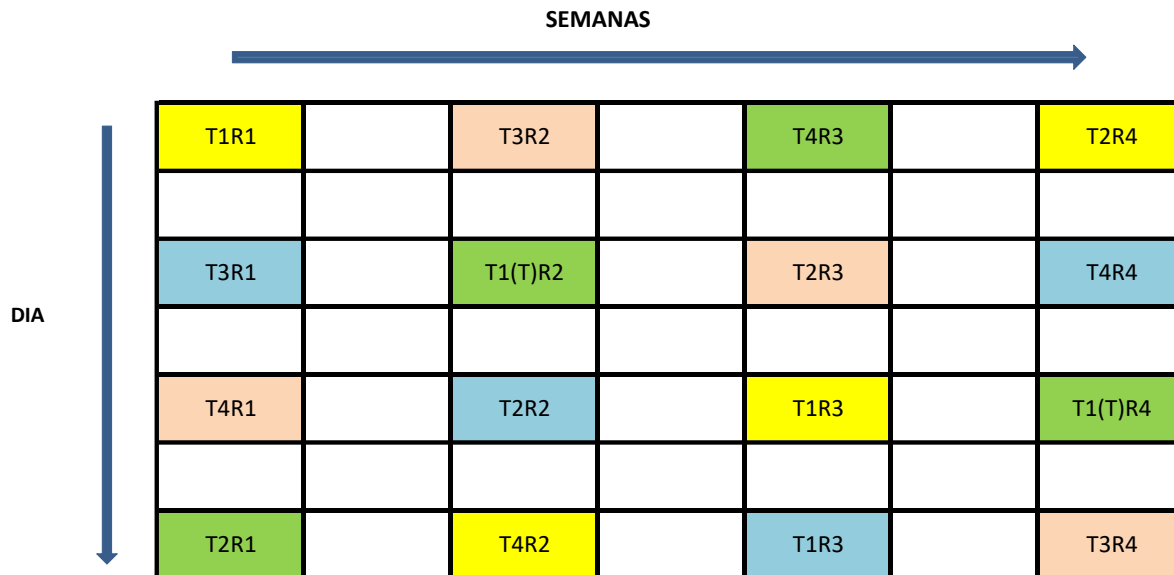


Figura 15A. Croquis del experimento.



Figura 16A. Área de filtro, selección fenotípica de los materiales pureza genética.



Figura 17A. Área de siembra, siembra dosificada de huevo a dieta de iniciación larval.



Fuente: Moscamed, 2018.

Figura 18A. Salas de maduración, fase del proceso donde el huevo eclosiona e inicia maduración larval.



Fuente: Moscamed, 2018.

Figura 19A. Manejo y separado larval, area en donde 10 días después de siembra se separa larva de la dieta.



Fuente: Moscamed, 2018.

Figura 20A. Recepción de anaqueles y torres de pupa



Fuente: Moscamed, 2018.

Figura 21A. Pupa en criba, lista para ser separada, macho pupa café y hembra color negro.



Fuente: Moscamed, 2018.

Figura 22A. Separación por máquina Sortex®, máquina que separa las pupas por color a base de aire.



Fuente: Moscamed, 2018.

Figura 23A. sala de pintado de pupa, área donde se pinta el material para ser diferenciado en sus liberaciones en campo.



Fuente: Moscamed, 2018.

Figura 24A. Pintado e Irradiado, área en donde el material ya pintado y embolsado es irradiado para volverlo estéril.



Fuente: Moscamed, 2018.

Figura 25A. Área de empaque y envío.

Cuadro 32A. Datos de campo de la variable número de pupas/kg en la cría de mosca de la fruta *Anastrepha Ludens* Loew

Tratamientos	Fila	columna	Rendimiento
T1	1	1	3930
T1	1	1	3472
T1	1	1	3640
T1	1	1	3765
T3	2	1	3525
T3	2	1	3490
T3	2	1	3220
T3	2	1	2884
T4	3	1	2631
T4	3	1	3559
T4	3	1	2779
T4	3	1	3131
T2	4	1	3658
T2	4	1	3734
T2	4	1	3113
T2	4	1	3131
T3	1	2	3041
T3	1	2	3270
T3	1	2	2923
T3	1	2	2410
T1	2	2	3307
T1	2	2	2590
T1	2	2	1943
T1	2	2	2851
T2	3	2	2505
T2	3	2	3175
T2	3	2	2825
T2	3	2	3314
T4	4	2	2792
T4	4	2	3134
T4	4	2	2566
T4	4	2	2410
T4	1	3	3493
T4	1	3	3257
T4	1	3	2876
T4	1	3	3004

Continuación del cuadro 32A.

T2	2	3	3412
T2	2	3	3089
T2	2	3	3297
T2	2	3	3548
T3	3	3	3717
T3	3	3	3597
T3	3	3	3332
T3	3	3	3245
T1	4	3	4220
T1	4	3	3648
T1	4	3	4043
T1	4	3	3914
T2	1	4	3138
T2	1	4	2887
T2	1	4	2840
T2	1	4	3272
T4	2	4	3273
T4	2	4	4017
T4	2	4	3469
T4	2	4	3355
T1	3	4	2270
T1	3	4	4186
T1	3	4	3175
T1	3	4	3168
T3	4	4	3374
T3	4	4	3733
T3	4	4	3597
T3	4	4	3452

Cuadro 33A. Datos de campo de millones de pupas por tonelada en la cría de mosca de la fruta *Anastrepha Ludens* Loew.

Tratamiento	Fila	columna	Rendimiento
T1	1	1	3930000
T1	1	1	3471761
T1	1	1	3639688
T1	1	1	3764915
T3	2	1	3524574
T3	2	1	3489773
T3	2	1	3219750
T3	2	1	2883818
T4	3	1	2631426
T4	3	1	3559432
T4	3	1	2778670
T4	3	1	3131182
T2	4	1	3657955
T2	4	1	3734091
T2	4	1	3113409
T2	4	1	3130682
T3	1	2	3041114
T3	1	2	3269614
T3	1	2	2923295
T3	1	2	2409705
T1	2	2	3307313
T1	2	2	2589722
T1	2	2	1942500
T1	2	2	2850648
T2	3	2	2504659
T2	3	2	3174545
T2	3	2	2825455
T2	3	2	3314091
T4	4	2	2792045
T4	4	2	3133750
T4	4	2	2565540
T4	4	2	2410227
T4	1	3	3492795
T4	1	3	3256705
T4	1	3	2876364
T4	1	3	3003659

Continuación del 33A

T2	2	3	3412193
T2	2	3	3089307
T2	2	3	3297477
T2	2	3	3547500
T3	3	3	3717273
T3	3	3	3596886
T3	3	3	3331773
T3	3	3	3245182
T1	4	3	4219500
T1	4	3	3648227
T1	4	3	4043080
T1	4	3	3914182
T2	1	4	3138284
T2	1	4	2886591
T2	1	4	2839756
T2	1	4	3272455
T4	2	4	3272943
T4	2	4	4016557
T4	2	4	3469386
T4	2	4	3355239
T1	3	4	2270455
T1	3	4	4186250
T1	3	4	3174773
T1	3	4	3168295
T3	4	4	3374091
T3	4	4	3733364
T3	4	4	3596705
T3	4	4	3452313

Cuadro 34A. Datos de campo del porcentaje de emergencia.

Tratamiento	Fila	columna	Rendimiento
T1	1	1	90
T1	1	1	85
T1	1	1	80
T1	1	1	80
T3	2	1	97
T3	2	1	98
T3	2	1	98
T3	2	1	97
T4	3	1	96
T4	3	1	98
T4	3	1	97
T4	3	1	97
T2	4	1	98
T2	4	1	98
T2	4	1	97
T2	4	1	97
T3	1	2	98
T3	1	2	99
T3	1	2	98
T3	1	2	98
T1	2	2	91
T1	2	2	80
T1	2	2	78
T1	2	2	75
T2	3	2	98
T2	3	2	98
T2	3	2	97
T2	3	2	97
T4	4	2	98
T4	4	2	98
T4	4	2	97
T4	4	2	97
T4	1	3	97
T4	1	3	97
T4	1	3	95
T4	1	3	97
T2	2	3	93

Continuación del cuadro 34A

T2	2	3	94
T2	2	3	93
T2	2	3	92
T3	3	3	86
T3	3	3	90
T3	3	3	88
T3	3	3	78
T1	4	3	89
T1	4	3	84
T1	4	3	80
T1	4	3	90
T2	1	4	96
T2	1	4	97
T2	1	4	96
T2	1	4	98
T4	2	4	98
T4	2	4	97
T4	2	4	95
T4	2	4	97
T1	3	4	80
T1	3	4	84
T1	3	4	90
T1	3	4	90
T3	4	4	97
T3	4	4	98
T3	4	4	97
T3	4	4	97

Cuadro 35A. Datos de campo de porcentaje de adultos voladores.

Tratamiento	Fila	Columna	Rendimiento
T1	1	1	73
T1	1	1	77
T1	1	1	79
T1	1	1	77
T3	2	1	85
T3	2	1	92
T3	2	1	89
T3	2	1	88
T4	3	1	91
T4	3	1	92
T4	3	1	91
T4	3	1	89
T2	4	1	91
T2	4	1	89
T2	4	1	91
T2	4	1	89
T3	1	2	85
T3	1	2	85
T3	1	2	87
T3	1	2	81
T1	2	2	85
T1	2	2	89
T1	2	2	88
T1	2	2	85
T2	3	2	89
T2	3	2	89
T2	3	2	91
T2	3	2	89
T4	4	2	91
T4	4	2	89
T4	4	2	91
T4	4	2	89
T4	1	3	92
T4	1	3	90
T4	1	3	90
T4	1	3	93
T2	2	3	84

Continuación del cuadro 35A.

T2	2	3	86
T2	2	3	84
T2	2	3	82
T3	3	3	80
T3	3	3	88
T3	3	3	87
T3	3	3	80
T1	4	3	88
T1	4	3	88
T1	4	3	84
T1	4	3	78
T2	1	4	77
T2	1	4	81
T2	1	4	74
T2	1	4	78
T4	2	4	86
T4	2	4	83
T4	2	4	78
T4	2	4	75
T1	3	4	75
T1	3	4	74
T1	3	4	74
T1	3	4	73
T3	4	4	84
T3	4	4	86
T3	4	4	84
T3	4	4	83

Cuadro 36A. Datos de campo de porcentaje de longevidad.

Tratamiento	Fila	Columna	rendimiento
T1	1	1	62
T1	1	1	66
T1	1	1	64
T1	1	1	63
T3	2	1	64
T3	2	1	86
T3	2	1	89
T3	2	1	65
T4	3	1	84
T4	3	1	84
T4	3	1	86
T4	3	1	92
T2	4	1	76
T2	4	1	77
T2	4	1	76
T2	4	1	75
T3	1	2	80
T3	1	2	79
T3	1	2	82
T3	1	2	80
T1	2	2	73
T1	2	2	77
T1	2	2	64
T1	2	2	65
T2	3	2	87
T2	3	2	76
T2	3	2	84
T2	3	2	82
T4	4	2	80
T4	4	2	79
T4	4	2	81
T4	4	2	80
T4	1	3	87
T4	1	3	86
T4	1	3	83
T4	1	3	80
T2	2	3	77

Continuación del cuadro 36A.

T2	2	3	79
T2	2	3	79
T2	2	3	84
T3	3	3	73
T3	3	3	80
T3	3	3	74
T3	3	3	76
T1	4	3	87
T1	4	3	89
T1	4	3	89
T1	4	3	80
T2	1	4	85
T2	1	4	79
T2	1	4	80
T2	1	4	82
T4	2	4	80
T4	2	4	84
T4	2	4	89
T4	2	4	83
T1	3	4	67
T1	3	4	79
T1	3	4	69
T1	3	4	62
T3	4	4	66
T3	4	4	65
T3	4	4	63
T3	4	4	65



CAPÍTULO III

**SERVICIOS PRESENTADOS AL LABORATORIO DEL PROGRAMA DE MOSCAMED,
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA. C.A.**

3.1. PRESENTACIÓN

En este capítulo se presenta un resumen de los servicios que fueron realizados para el programa Moscamed. Laboratorio de San Miguel Petapa, durante la ejecución del “Ejercicio Profesional Supervisado” –EPS-.

El primer servicio consistió en la validación de una curva de pupación en tres diferentes condiciones durante 42 horas se hicieron observaciones a cada seis horas de larva puesta en harnero para medir cuanto es el material empupado y así detectar en las edades de desarrollo del material desde el estado larval, a partir de que individuos pasan al estadio de pupa antes que otros.

El segundo servicio fue el diseño y colocación de trampas en el laboratorio de cría de mosca Mexicana de la fruta (*Anastrepha ludens*, Loew), debido que la mosca se ha vuelto un problema controlar la plaga de mosquito (*Drosophila melanogaster* Meigen), estos insectos se reproducen con facilidad en los restos de dieta que sobra en el área de separado larval y en los lugares con mayor humedad y sobrantes de dieta larval, la mosca del vinagre es una especie cosmopolita se puede encontrar con facilidad en cualquier parte ya que se alimenta de las colonias de levaduras por procesos de fermentación, y cuenta con un ciclo de vida de 16 a 21 días.

3.2. Establecimiento de una curva de pupación en tres diferentes condiciones

3.2.1. OBJETIVOS

- Determinar las edades de pupación de material separado (larva) desde las 6 hasta 48 horas post separado, para tener pupas de la misma edad de desarrollo.
- Sincronizar más fácilmente las pupas para el proceso de irradiación.

3.2.2. METODOLOGÍA

Esta actividad inició con la recepción de anaqueles de larva que luego pasan a torres de pupa y termina con el separado y limpieza de pupa en anaqueles (identificada como pupa y larva según su estado al momento del separado de la dieta) 24 horas a la emergencia del material. Para poder establecer una rutina operacional que permita llevar a cabo esta separación se llevaron los siguientes pasos:

- Recibir el material proveniente del separado de larva e identificarlo
- Hacer anaqueles de cribas de dos litros
- Realizar separados de larva cada seis horas
- Contabilizar el material ya empupado y la larva de desecho
- Realizar el análisis donde se identifique el punto máximo de pupación

Posteriormente se coordinó con la dirección del laboratorio y el supervisor como con operativos del área de pupación para la implementación del sistema dentro de la sala, que permitiera experimentar con un lote de material recién separado el cual se procedería a dividir a la mitad para tener un testigo y un tratamiento único para realizar separados cada seis horas y poder encontrar el inicio en el tiempo donde se encuentre el punto máximo de pupación y poder ganar material de calidad y tiempo en proceso.

3.2.3. RESULTADOS

Se realizaron se parados de material cada seis horas durante 48 horas continuás contabilizando el material que estaba empupado del material que no había empupado encontrando que 12 horas después de haber salido de la sala de separado larval había un crecimiento en cuanto al volumen empupado.

En relación al tiempo que se espera para que el material baje a través del harnero se realizaron las separaciones teniendo una conducta detonante desde las 12 horas posteriores a su separación encontrando su punto máximo de pupación a las 18 horas con un volumen por arriba de los 40 litros de material empupado y su punto de declive después de las 24 horas, en cuanto su conducta de crecimiento acumulado crece en relación al tiempo (figura 27).

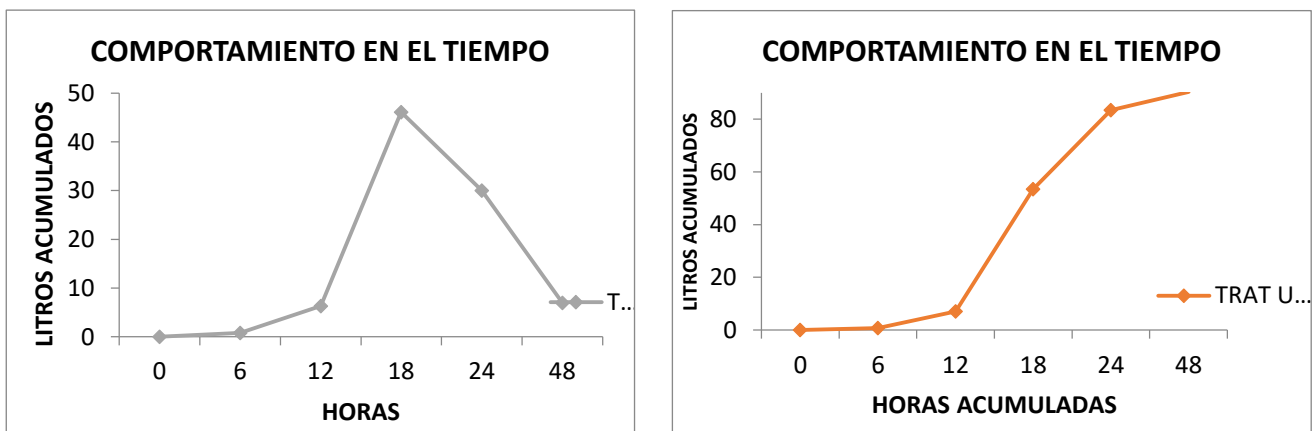


Figura 26. Curvas de pupación

En la figura 24 se observa mediante la primer grafica que después de las 12 horas se inicia un crecimiento en cuanto al volumen de material empupado, teniendo que después de las 24 horas la pupacion decae. En la segunda grafica se ve un comportamiento en aumento, es decir el material empupado tiene un crecimiento significativo en relación al tiempo.

Obteniendo en las primeras 24 horas el porcentaje más alto del material empupado siendo

un 75% del lote total lo cual es permitido debido que dentro de los márgenes se toma en cuenta una cantidad de larva que no empupa llamándole larva de 48 horas la cual no tiene peso ni tamaño adecuado (cuadro 38)

Cuadro 37. Tiempo de monitoreo de las pupas

HR. PUPA	LITROS	LT ACUM.	%	12-24 >PUPACION
6	0.8	0.8	0.72	
12	6.3	7.1	5.67	
18	46.1	53.2	41.49	
24	30	83.2	27	74.16%
48	7	90.2	6.3	

3.2.4. EVALUACIÓN

Con este servicio se concluyo que la edad optima de separado de pupa- larva era de 24 horas, donde se acumulo el 83.2% del total de pupa, y no a las 48 horas como se venía trabajando anteriormente. Igualmente las horas entre 6 y 18 horas, el acumulado es tan poco que no vale la pena el esfuerzo y tiempo de trabajo para obtener tan poco material. En conclusión, la mayor parte del material separado en larva cuando el desarrollo larval y el separado se han efectuado siguiendo los procedimientos, pupa entre 18 y 24 horas post separado larval, por lo que al obtener un 83.2% de material empupado en ese lapso se obtienen pupas que tendrán un mismo desarrollo pupal.

CONCLUSIÓN

- Siguiendo los procedimientos pupa entre las 18 y 24 horas post separado larval se obtiene un 83.2% de la materia del cual se tendrán pupas con edad sincronizada y un mismo desarrollo.
- Separar edades desde 6 a 48 horas, no tiene un efecto directo sobre el tiempo de emergencia ya que, trabajando todas las edades a la misma temperatura, emergen en un espacio de tiempo igual.

3.2.5. CONSTANCIA

CURVA DE PUPACION EN TRES DIFERENTES CONDICIONES										
SIEMBRA COMPLETA FAM 10, A-3 # 5, 13 T/ 22B. Y 1T/20										
HORA	TESTIGO		TRAT. U						TRAT U ACUMULADO	
	11:00 (97 LT LARVA)		11:00 (90 LT LARVA)		12 HORAS		18 HORAS		24 HORAS	
	1	Vol. LTS.	2	6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS	24 HORAS	48 HORAS	3	Vol. LTS
10:00										
11:00	0	0	0	0					0	0
12:00	1		1						1	
13:00	2		2						2	
14:00	3		3						3	
15:00	4		4						4	
16:00	5		5						5	
17:00	6		6	0.8	0				6	0.8
18:00	7		7						7	
19:00	8		8						8	
20:00	9		9						9	
21:00	10		10						10	
22:00	11		11						11	
23:00	12		12		6.3	0			12	7.1
00:00	13		13						13	
01:00	14		14						14	
02:00	15		15						15	
03:00	16		16						16	
04:00	17		17						17	
05:00	18		18			16.4	0		18	53.4
06:00	19		19						19	
07:00	20		20						20	
08:00	21		21						21	
09:00	22		22						22	
10:00	23		23						23	
11:00	24		24				30	0	24	83.4
12:00	25		25						25	
13:00	26		26						26	
14:00	27		27						27	
15:00	28		28						28	
16:00	29		29						29	
17:00	30		30						30	
18:00	31		31						31	
19:00	32		32						32	
20:00	33		33						33	
21:00	34		34						34	
22:00	35		35						35	
23:00	36		36						36	
00:00	37		37						37	
01:00	38		38						38	
02:00	39		39						39	
03:00	40		40						40	
04:00	41		41						41	
05:00	42		42						42	
06:00	43		43						43	
07:00	44		44						44	
08:00	45		45						45	
09:00	46		46						46	
10:00	47		47						47	
11:00	48		48					3.5	48	90.4

3.3. TRAMPAS TIPO CAJUELA, PARA MOSCA DEL VINAGRE (*Drosophila melanogaster*) EN LABORATORIO DE PARASITOIDES Y MOSCAS DE LA FRUTA SAN MIGUEL PETAPA.

3.3.1. OBJETIVO

- Controlar la población de mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster* Meigen), dentro del laboratorio de cría de mosca de la fruta, San Miguel Petapa, Guatemala.
- Diseñar y colocar trampas en lugares estratégicos del laboratorio.

3.3.2. METODOLOGÍA

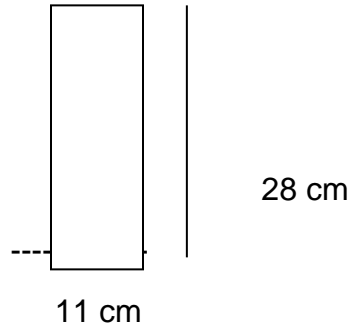
La fabricación de las trampas fue con el objetivo de controlar mosca en los pasillos del laboratorio y evitar que entren a las salas de maduración así mismo evitar daños a los lotes de siembra.

Las trampas se colocaron en los canales conteniendo una esponja empapadas de levadura diluida con agua como atrayente.

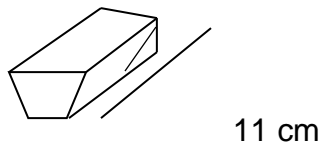
A. TRAMPAS TIPO CAJUELA

Son trampas elaboradas con planchas de PVC, canales de PVC y trozos de aluminio que se encuentran como reciclaje reutilizable, las cuales son pintadas de color amarillo siendo hechas de manera artesanal de la siguiente forma:

Se hace un corte rectangular de PVC de 11 x 28 cm,



Luego se hace unos cortes y así elabora una cajuela de PVC de 11 cm de largo.



En el laboratorio se han utilizado trampas, el cual es un insecticida para controlar la mosca del vinagre, pero las cuales no tiene ningún atrayente y carecen de estética para uso dentro de un laboratorio Debido a estos problemas y por direcciones del director del Laboratorio, se decide elaborar trampas tipo cajuela, las cuales son de material PVC, que es un material que se encuentra en el laboratorio, pintándolas de color amarillo para ser diferenciadas por el personal de la planta. Las mismas son de beneficio controlando la mosca del vinagre dentro del laboratorio baja considerablemente la población del mismo (figura 28).



Figura 27. Trampas utilizadas en el laboratorio de Moscamed

3.3.3. RESULTADOS

En el laboratorio se utilizan insumos en la elaboración de la dieta larval los cuales son atrayentes para la mosca del vinagre como son azúcar, harina de maíz, levadura tipo torula, el uso de agua es constante siendo focos de proliferación de moscos esto se convierte en plaga ya que por medidas de asepsia no puede haber una alta población dentro del laboratorio por que utilizan la misma dieta en la que se cría la mosca Mexicana de la fruta, siendo agentes competidores por los nutrientes para el desarrollo larval.

3.3.4. EVALUACIÓN

Como logro obtenido de la elaboración y colocación de trampas en el área de pasillos para lograr tener un control en la salas de maduración lo cual causaba perdidas en la producción de *A. ludens* al colocar las trampas fue una contribución al esfuerzo de controlar y supresión de las poblaciones de *Drosophila* spp. Que afectaba la producción.

3.3.5. CONSTANCIA

Como parte de la ejecución e implementación de las trampas se monitorearon 25 trampas a las cuales se le cambio el cebo. En la parte del ambiente se hizo una observación en donde la cantidad de moscos suprimidos por las trampas se consideraba que la población invasiva se redujo, logrando un fácil manejo para los encargados operativos, lo cual era una forma manual aleutando con cartones los pasillos de la planta de producción.