



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA:

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE MOSCA TIGRE (*Coenosia attenuata* Stein) COMO AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO EN LA PARROQUIA DE CHAVEZPAMBA, QUITO, PICHINCHA

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Anrango Sinchico Alex Efraín

DIRECTORA:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

Ibarra, febrero del 2020

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE
MOSCA TIGRE (*Coenosia attenuata* Stein) COMO AGENTE DE CONTROL
BIOLÓGICO EN LA PARROQUIA DE CHAVEZPAMBA, QUITO,
PICHINCHA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

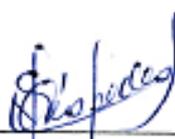
APROBADO:

Ing. Julia Prado, PhD.
DIRECTORA



FIRMA

Lic. Ima Sánchez, MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Miguel Gómez, MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172335368-4		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Anrango Sinchico Alex Efraín		
DIRECCIÓN:	Quito, Colinas del Norte, barrio "El Manantial"		
EMAIL:	aeanrangos@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	02-2495-5550	TELÉFONO MÓVIL:	0962564183

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE MOSCA TIGRE (<i>Coenosia attenuata</i> Stein) COMO AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO EN LA PARROQUIA DE CHAVEZPAMBA, QUITO, PICHINCHA.
AUTOR:	Anrango Sinchico Alex Efraín
FECHA: DD/MM/AAAA	6 de febrero del 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
DIRECTOR:	Ing. Julia Prado, PhD.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 6 días del mes de febrero de 2020

EL AUTOR:



Alex Efraín Anrango Sinchico

C.I.: 172335368-4

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 6 días del mes de febrero de 2020



Firma

Alex Efraín Anrango Sinchico

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alex Efraín Anrango Sinchico, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 6 días del mes de febrero de 2020



Ing. Julia Prado, PhD.

DIRECTORA DE TESIS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Alex Efraín Sinchico Anrango, con cédula de identidad Nro 1723353684, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE MOSCA TIGRE (*Coenosia attenuata* Stein) COMO AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO EN LA PARROQUIA DE CHAVEZPAMBA, QUITO, PICHINCHA**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Agropecuario en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 06 días del mes de febrero de 2020



Firma

Alex Efraín Anrango Sinchico

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 06 días del mes de febrero del 2020

Alex Efraín Anrango Sinchico: “EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE MOSCA TIGRE (*Coenosia attenuata* Stein) COMO AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO EN LA PARROQUIA DE CHAVEZPAMBA, QUITO, PICHINCHA” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 06 días del mes de febrero del 2020, 108 páginas.

DIRECTORA: Ing. Julia Prado, PhD.

- El objetivo principal de la presente investigación fue Evaluar el sustrato óptimo para la cría y reproducción de mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein) en la parroquia de Chavezpamba.
- Entre los objetivos específicos se encuentran: Analizar el ciclo de vida de mosca tigre en los sustratos en estudio, Evaluar la dinámica poblacional de mosca tigre en los sustratos, Determinar el sustrato más eficiente para la cría y reproducción de mosca tigre y Determinar la relación beneficio costo de la cría de mosca tigre bajo los sustratos, como agente de control biológico.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Segundo Anrango y Laura Sinchico quienes juntos han luchado para darme lo mejor, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

A mi abuelita que siempre ha querido lo mejor para mí, y a pesar que ya no estás conmigo, tus palabras y consejos siempre retumbaran en mi mente y avivaran mi alma.

A mis hermanos Jonatan, Samuel, Doris y Jordán quienes siempre me han demostrado su cariño y apoyado cuando más lo he necesitado permitiendo que pueda seguir adelante haciendo que salga adelante sin desmayar.

A mis grandes amigas Enma y Karen, a mis amigos Darwin, Andrés, Cristian, David, José y Gustavo, quienes en todo momento estuvieron conmigo compartiendo momentos únicos e inolvidables, quienes me supieron entender y ayudarme en lo que más pudieron.

A mi Directora de Tesis Dra. Julia Prado por su paciencia, por la motivación que me ha entregado permitiendo que con su ayuda pudiera culminar mi trabajo de investigación.

A la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, de la Universidad Técnica del Norte por permitir mi formación profesional para poder ser una persona de éxito en la vida.

DEDICATORIA

Soli Deo gloria: “Todo es de Él, por Él y para Él”

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién me amo desde el principio, y por su gracia me otorgó la salvación, gracias mi Señor por tu continuo cuidado y por guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a confiar siempre en tus promesas.

A mi familia quienes me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE ANEXOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problema de investigación.....	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Control biológico.....	6
2.1.1 Características de los enemigos naturales	6
2.1.1.1 Patógeno	7
2.1.1.2 Parasitoides.....	7
2.1.1.3. Predador.....	7
2.1.2. Clasificación del control biológico.....	8
2.2 Mosca tigre <i>Coenosia attenuata</i> Stein.....	12
2.2.1. Origen.....	13
2.2.2. Taxonomía.....	13
2.3.3. Características morfológicas.....	13
2.3.4. Ciclo biológico de mosca tigre	15
2.3.5. Características de comportamiento de mosca tigre	16
2.3.7. Canibalismo en mosca tigre <i>Coenosia attenuata</i> Stein	17
2.4. Crianza de insectos en condiciones de laboratorio.....	18
2.5. Requerimientos ambientales y nutricionales para mosca tigre en laboratorio	19
2.6. Marco legal.....	21
CAPÍTULO III	23

MARCO METODOLÓGICO	23
3.1. Descripción del área de estudio	23
3.1.1. Condiciones climáticas	23
3.1.2. Mapa de ubicación del experimento.....	23
3.2. Materiales	24
3.2.1. Material biológico	24
3.2.2. Materiales de campo.....	24
3.2.3. Materiales de oficina	24
3.2.4. Materiales de laboratorio	24
3.3. Métodos	25
3.3.1. Primera fase: cría en laboratorio.....	25
3.3.1.1. Factor.....	25
3.3.1.2 Diseño experimental.....	27
3.3.1.2.1 <i>Características del experimento</i>	27
3.3.1.2.2 <i>Características de la unidad experimental</i>	27
3.3.1.3 Análisis estadístico	27
3.3.1.4 Diseño de bloques completos al azar.....	28
3.3.1.5 Variables a evaluarse	28
3.3.1.5.1 <i>Ciclo de vida</i>	28
3.3.1.5.2 <i>Dinámica poblacional</i>	28
3.3.1.5.3 <i>Número de insectos totales</i>	29
3.3.1.6 Manejo específico del experimento.....	29
3.3.1.6.1 <i>Preparativos iniciales antes de iniciar la cría</i>	29
3.3.1.6.1.1 <i>Desinfección de los sustratos</i>	30
3.3.1.6.1.2 <i>Elaboración de las cámaras de cría</i>	31
3.3.1.6.1.3 <i>Ensayos preliminares</i>	32
3.3.1.6.2 <i>Inicio de la cría y reproducción en laboratorio</i>	34
3.3.1.6.2.1 <i>Instalación del invernadero</i>	34
3.3.1.6.2.2 <i>Montaje de las unidades experimentales</i>	34
3.3.1.6.2.3 <i>Cría de insectos como alimento para C. attenuata Stein</i>	36
3.3.1.6.2.3.1 <i>Cría de fungus gnat (Sciaridae)</i>	36
3.3.1.6.2.3.2 <i>Cría de minador de la hoja (Liriomyza spp.)</i>	37
3.3.1.6.2.4 <i>Ingreso de reproductores de Coenosia attenuata Stein a las cámaras de cría</i>	39

3.4.1.6.2.5 Alimentación de <i>Coenosia attenuata</i> Stein.....	39
3.3.1.6.2.6 Manejo y mantenimiento del invernadero	40
3.3.1.6.2.6.1 Control diario	40
3.3.1.6.2.6.2 Riego	41
3.3.1.6.2.6.3 Limpieza	41
3.3.2 Segunda fase: cría a gran escala	41
3.3.2.1 Croquis de la distribución de cada unidad experimental.....	41
3.3.2.2 Variables a evaluarse	42
3.3.2.2.1 Número de insectos totales	42
3.3.2.2.2 Mortalidad	42
3.3.2.3 Manejo específico del experimento	42
3.3.2.3.1 Preparativos iniciales antes de iniciar la cría	42
3.3.2.3.1.1 Desinfección del sustrato	42
3.3.2.3.1.2 Mantenimiento y reparación de equipos	43
3.3.2.3.2 Inicio de la Cría y reproducción a gran escala.....	44
3.3.2.3.2.1. Montaje de las unidades experimentales e ingreso de reproductores.....	44
3.3.2.3.2.2 Alimentación <i>Coenosia attenuata</i> Stein	44
3.3.2.3.2.3 Manejo y mantenimiento del invernadero	45
CAPÍTULO IV	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1. Primera fase: cría en laboratorio.....	46
4.1.1. Dinámica poblacional	46
4.1.1.1. Dinámica poblacional en fibra de palma	47
4.1.1.2. Dinámica poblacional en fibra de palma más estiércol vacuno.....	48
4.1.1.3. Dinámica poblacional en suelo con humus	50
4.1.1.4. Dinámica poblacional en estiércol vacuno	52
4.1.1.5. Dinámica poblacional en champiñón	53
4.1.2. Ciclo de vida de <i>Coenosia attenuata</i> Stein.....	56
4.1.3. Eficiencia del sustrato.....	57
4.1.3.1. Insectos totales.....	57
4.1.3.2. Porcentaje de mortalidad	60
4.1.3.2.1. Porcentaje de mortalidad de larva a pupa	60
4.1.3.2.2. Porcentaje de mortalidad de pupa a adulto	61
4.2. Segunda fase: cría a gran escala	63

4.3. Rentabilidad económica	66
CAPÍTULO V	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1. Conclusiones.....	68
5.2. Recomendaciones	68
BIBLIOGRAFÍA	69
7. Anexos.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Relaciones tróficas y factores que influyen en la actividad de los enemigos naturales de insectos en los agroecosistemas	7
<i>Figura 2.</i> Hembra y macho de mosca tigre	14
<i>Figura 3.</i> Estadios de mosca tigre: a. huevos, b. larvas, c. pupa.	15
<i>Figura 4.</i> Ciclo de vida de mosca tigre a 25 °C	15
<i>Figura 5.</i> Aparato bucal de mosca tigre: (dt) diente en forma de daga (rt) lengua de lima, (pt) labios posteriores	17
<i>Figura 6.</i> Ataque de hembra a macho: a. ataque lateral, b. ataque frontal.	18
<i>Figura 7.</i> Adultos de minador de la hoja (<i>Liriomyza</i> spp.), como dieta para adultos de la mosca tigre.	19
<i>Figura 8.</i> Larvas de fungus gnat (<i>Sciaridae</i> spp.) con las que se alimentó a larvas de la mosca tigre.	20
<i>Figura 9.</i> Temperatura y humedad relativa, recomendada en el criadero y en las cámaras de cría de mosca tigre.	21
<i>Figura 10.</i> Ubicación del área de estudio.	23
<i>Figura 11.</i> Cámara de cría.	27
<i>Figura 12.</i> Distribución de los niveles para la cría de <i>Coenosia attenuata</i> Stein. Donde N1: fibra de palma, N2: fibra de palma + estiércol vacuno, N3: suelo + humus, N4: estiércol vacuno y N5: champiñón. B1: Bloque uno, B2. Bloque dos y B3. Bloque tres	28
<i>Figura 13.</i> Área destinada para realizar la solarización de los sustratos en estudio	30
<i>Figura 14.</i> Adecuación del área para la solarización, donde: a. limpieza del área; b. colocación sustratos; c. distribución del riego y d. sellado.	30
<i>Figura 15.</i> Dimensiones de la cámara de cría para mosca tigre.	31
<i>Figura 16.</i> Procedimiento de la elaboración de las Cámaras de cría: a. base de acero, b. forrado, c. elaboración de las mangas y d. colocación de la cinta velcro.	32
<i>Figura 17.</i> Actividades realizadas durante el ensayo preliminar para determinar la densidad de mosca tigre adecuada para dar inicio al estudio. a: Colecta, b: clasificación, c: etiquetado y d: liberación de mosca tigre en las cámaras de cría.	33
<i>Figura 18.</i> Esquema de procesos de las actividades realizadas antes de dar inicio al estudio.	33
<i>Figura 19.</i> Instalación del invernadero. a) Diseño del invernadero, b) Construcción, c) Vista interna, d) Vista externa.	34
<i>Figura 20.</i> Diagrama de procesos durante el paso de las gavetas por las tres secciones.	35
<i>Figura 21.</i> Cámaras de cría adecuadas para recibir a la mosca tigre.	36
<i>Figura 22.</i> Colocación del sustrato y siembra de plántula de <i>Gypsophila</i> para la cría de fungus gnat (<i>Sciaridae</i> spp.).	37
<i>Figura 23.</i> Sustrato con larvas de fungus gnat, luego de un periodo de 12 días.	37
<i>Figura 24.</i> Propagación de planta de <i>Gypsophila</i>	38
<i>Figura 25.</i> Aspiración en campo de minadores de la hoja adultos.	38

<i>Figura 26.</i> Cría de <i>Liriomyza</i> spp., en el invernadero.	39
<i>Figura 27.</i> Orden de ingreso de los insectos a las cámaras de cría	39
<i>Figura 28.</i> Esquema de las actividades realizadas en la alimentación de la mosca tigre.	40
<i>Figura 29.</i> Distribución de las cámaras de cría.....	42
<i>Figura 30.</i> Preparación del sustrato para la cría gran escala.	43
<i>Figura 31.</i> Mantenimiento de las cámaras de cría.....	43
<i>Figura 32.</i> Cría de adultos de <i>Drosophila melanogaster</i> como dieta: a. invernadero, b. gavetas con mezcla de frutas.	45
<i>Figura 33.</i> Dinámica poblacional del número de insectos por estadio de mosca tigre, .	48
<i>Figura 34.</i> Dinámica poblacional del número de insectos por estadio de mosca tigre, .	50
<i>Figura 35.</i> Dinámica poblacional del número de insectos por estadio de mosca tigre, .	51
<i>Figura 36.</i> Dinámica poblacional del número de insectos por estadio de mosca tigre, .	53
<i>Figura 37.</i> Dinámica poblacional del número de insectos por estadio de mosca tigre, .	54
<i>Figura 38.</i> Número de insectos totales por ciclo, presentes en los cinco niveles usados en el estudio.....	58
<i>Figura 39.</i> Mortalidad (%) del paso de larva a pupa en cada nivel de estudio	61
<i>Figura 40.</i> Mortalidad (%) del paso de larva a pupa en cada nivel de estudio	62
<i>Figura 41.</i> Numero de insectos por replica durante la cría a gran escala de las moscas tigre <i>C. attenuata</i> Stein.....	64
<i>Figura 42.</i> Mortalidad (%) de larvas a pupas en la cría a gran escala.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de <i>Coenosia attenuata</i> Stein	13
Tabla 2 Longitud (mm) y tiempos de depredación de la mosca del tigre, <i>Coenosia attenuata</i> para diferentes presas	17
Tabla 3 Niveles a evaluar	25
Tabla 4 Características físico-químicas de los sustratos utilizados para la cría y reproducción de la mosca tigre.....	26
Tabla 5 Análisis de varianza (ADEVA) Evaluación de cinco sustratos orgánicos en diferentes niveles para la cría y reproducción de mosca tigre.....	27
Tabla 6 Horario de alimentación para reproductores y larvas de <i>C. attenuata</i> Stein ...	40
Tabla 7 Horario de alimentación para reproductores de <i>C. attenuata</i> Stein en la segunda fase.....	40
Tabla 8 Análisis de varianza para dinámica poblacional de mosca tigre con diferentes niveles empleados. FP=fibra de palma, FP+EV=fibra de palma +estiércol vacuno, S+H=suelo + humus, EV= estiércol vacuno y CH=champiñón	46
Tabla 9 Análisis de varianza para la dinámica poblacional de mosca tigre en el nivel 1: fibra de palma.....	47
Tabla 10 Análisis de varianza para la dinámica poblacional de mosca tigre en el nivel 2: fibra de palma con estiércol vacuno	48
Tabla 11 Análisis de varianza para la dinámica poblacional de mosca tigre en el nivel 3: suelo más humus.....	50
Tabla 12 Análisis de varianza para la dinámica poblacional de mosca tigre en el nivel 4: estiércol vacuno	52
Tabla 13 Análisis de varianza para la dinámica poblacional de mosca tigre en el nivel 5: champiñón	54
Tabla 14 Duración en días que tarda en completar su ciclo de vida la mosca tigre, bajo la temperatura y humedad relativa, registrados en el interior de las cámaras de cría	56
Tabla 15 Análisis de varianza para el número total de insectos por cada nivel en estudio, registrados durante tres replicas en la cria y reproducción de mosca tigre <i>Coenosia attenuata</i> Stein.....	57
Tabla 16 Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad durante el paso de larva a pupa en los diferentes niveles en estudio.....	60
Tabla 17 Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad durante el paso de pupa a adulto en los diferentes niveles en estudio	61
Tabla 18 Análisis de varianza para la cría y reproducción masiva de mosca tigre, en el nivel 2: fibra de palma más estiércol vacuno	63
Tabla 19 Costos incurridos en el manejo químico y biológico para el control de <i>Liryomiza</i> spp.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis químico de los sustratos usado en este estudio.....	76
Anexo 2. Medias del aumento poblacional de mosca tigre por día en el nivel 1: fibra de palma	81
Anexo 3. Medias del aumento poblacional de mosca tigre del total por estadio en el nivel 1: fibra de palma.....	82
Anexo 4. Medias del aumento poblacional de mosca tigre por estadio/días de desarrollo en el nivel 2: fibra de palma más estiércol vacuno.....	82
Anexo 5. Medias del aumento poblacional por día en mosca tigre en el nivel 3: suelo más humus	84
Anexo 6. Medias del aumento poblacional total de mosca tigre por estadio en el nivel 3: suelo más humus	85
Anexo 7. Medias del aumento poblacional de mosca tigre en la interacción estadio/días de desarrollo, en el nivel 4: estiércol vacuno	85
Anexo 8. Medias del número de individuos durante tres replicas, en los niveles en estudio	87
Anexo 9. Medias del porcentaje de mortalidad de larva a pupa.....	89
Anexo 10. Medias del porcentaje de mortalidad de pupa a adulto.....	89
Anexo 11. Medias del número de insectos durante las tres replicas	89
Anexo 12. Medias del porcentaje de mortalidad en la cría a gran escala.....	89

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE MOSCA TIGRE (*Coenosia attenuata* Stein) COMO AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO.

Autor: Anrango Sinchico Alex Efraín

Directora: Ing. Julia Prado, PhD.

RESUMEN

En Ecuador, no se han propuesto métodos idóneos para reproducir a gran escala enemigos naturales, que contribuyan a reducir la presencia de plagas en los cultivos. Ante esto, se propone el uso de enmiendas orgánicas, para reproducir a la mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein). Para determinar el efecto de cinco sustratos, sobre el ciclo de vida, dinámica poblacional y el número total de insectos, se empleó un diseño de bloques completos al azar (tres bloques) con 5 niveles: fibra de palma (N1), fibra de palma + estiércol vacuno (N2), suelo + humus (N3), estiércol vacuno (N4) y residuos de champiñón (N5), durante tres evaluaciones en el tiempo. Fue obtenido como resultado que su ciclo biológico presentó una duración aproximadamente 29 días; El desarrollo larval fue mayor en el nivel 1: fibra de palma, en comparación al resto de niveles. Para el desarrollo pupal, se evidenció que el nivel 2: fibra de palma + estiércol vacuno, permitió la supervivencia de las pupas hasta la emergencia del adulto, en relación al resto. Por otro lado, en N1, N2 y N4 se obtuvo un 90% de eclosión de los huevos; mientras que, el N3 alcanzó 15% y para el caso de N5 no se benefició el desarrollo de los estadios de mosca tigre, por su alta acidez (pH 6). Al término de los 30 días del ciclo de reproducción, se recopiló información sobre la acción de control de mosca tigre, obteniendo como resultado una baja incidencia de la plaga y una reducción en el uso de pesticidas.

Palabras clave: control biológico, cámara de cría, enemigo natural, predador, mosca cazadora

**EVALUATION OF SUBSTRATES FOR THE BREEDING AND
REPRODUCTION OF TIGER FLY (*Coenosia attenuata* Stein) AS A
BIOLOGICAL CONTROL AGENT**

Autor: Anrango Sinchico Alex Efraín

Director: Ing. Julia Prado, PhD

ABSTRACT

In Ecuador, no suitable methods have been proposed to reproduce large-scale natural enemies, that contribute to reducing the occurrence of pests in crops. Given this, the use of organic substrate is proposed to reproduce the tiger fly (*Coenosia attenuata* Stein). To determine the effect of five substrates on the life cycle, population dynamics and the total number of insects, a complete randomized block design (three blocks) with 5 levels was used: palm fiber (N1), palm fiber + cattle manure (N2), soil + humus (N3), cattle manure (N4) and mushroom residues (N5), for three evaluations over time. The result obtained was that its biological cycle had a duration of approximately 29 days; Larval development was higher at level 1: palm fiber, compared to other levels. For pupal development, it was evidenced that level 2: palm fiber + cattle manure allowed pupae to survive until the adult emerged, in relation to the rest. On the other hand, in N1, N2 and N4 a 90% hatching of the eggs was obtained; while N3 reached 15% and in the case of N5 the development of tiger fly stages did not benefit, due to its high acidity (pH 6). At the end of the 30 days of the reproduction cycle, information was collected on the control action of the tiger fly, resulting in a low incidence of the pest and a reduction in the use of pesticides.

Keywords: biological control, breeding chamber, natural enemy, predator, hunting fly

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El Ecuador ofrece una alta diversidad y color en cuanto a flores de verano (Instituto de promoción de exportaciones e inversiones [PRO ECUADOR], 2015). *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata*) es indiscutiblemente la flor de verano con mayor extensión en el territorio ecuatoriano con un total de 967 ha cosechadas a nivel nacional (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2017). Aportando con el 17% en la producción total nacional, de ahí que sea la segunda flor más exportada del país (INEC, 2017; PRO ECUADOR, 2015).

La producción intensiva (monocultivo), con la finalidad de obtener mayor rentabilidad de esta flor, ha ocasionado que sea tendente a afectaciones por insectos plaga y enfermedades (Salvo y Valladares, 2007). *Liriomyza* spp. o minador de la hoja, es el insecto que con más frecuencia afecta al cultivo de gypsophila y al mismo tiempo representa una barrera comercial para su exportación internacional (Casares, 2015; Navarro, 2010; Quevedo y Bernaola, 2014).

Con el fin de reducir los daños causados por *Liriomyza* spp., los floricultores emplean productos químicos agrícolas: organofosforados, carbonatados y piretroides (Cure y Cantor, 2003). Así mismo su uso continuo y erróneo, además de las alteración de dosificación recomendadas han provocado que el minador de la hoja desarrolle resistencia, disminuyendo la utilidad del producto, de igual modo se han afectado negativamente sus enemigos naturales en cualquier parte de su ciclo de vida y restando su capacidad de reproducirse (Martin y Arenas, 2018).

La búsqueda de estrategias que cumplan con las exigencias de mercados internacionales, hacen del control biológico un componente importante en el manejo integrado de plagas (Badii y Abreu, 2006; Holmes y Mandjiny, 2016). El control biológico es un componente utilizado en programas de manejo integrado de plagas (MIP) (Badii y Abreu, 2006), mediante la manipulación intencional de poblaciones de organismos vivos beneficiosos, es decir, el uso de enemigos naturales, para controlar las plagas presentes en los cultivos (Mahr, Whitaker y Ridgway, 2008).

En el caso de gypsophila se han identificado como agentes de control biológico a las especies *Diglyphus* spp., por su capacidad de parasitar larvas de minador y *Coenosia attenuata* Stein al capturar y alimentarse de adultos del minador (Nicholls, 2008). Será preciso mencionar que, para el caso de *Diglyphus* spp., en la empresa Clarivel este agente de control biológico, se encuentra establecido en los lotes de cultivo de gypsophila, por el contrario, la población de *Coenosia attenuata* Stein se encuentra en bajas cantidades. Los dos enemigos naturales han logrado mantener la plaga por debajo de su nivel de daño

económico. Esta práctica sustentable realizada por la empresa, más el uso de aspiradoras industriales, es beneficiosa debido a la reducción de productos químicos en el cultivo, lo que ha ocasionado una disminución del 70% de costos en agroquímicos.

Coenosia attenuata Stein, resulta útil para restringir las poblaciones de fitoparásitos en los cultivos, sin embargo, no se ha establecido una crianza tecnificada, con buen manejo que garantice por una parte su reproducción y por otra su liberación y establecimiento en campo. En lo que se refiere a metodologías de cría y comportamiento en su alimentación para *Coenosia attenuata* Stein, estudios indican que se deben cumplir ciertos parámetros ambientales y nutricionales (Bonsignore, 2016; Téllez, Tapia, Gámez, Cabello y Van Emden, 2009; Pinho, Mateus, Rebelo y Kühne, 2007).

1.2. Problema de investigación

La estrategia más usada contra las plagas es la aplicación de agroquímicos, que dentro del cultivo de *gypsophila* representa el rubro más alto en las fincas, que usan estos productos para el control de *Liriomyza* spp., el costo por aplicación dependerá de la incidencia y severidad de la plaga, pudiendo llegar alrededor de los 525 usd/semana/ha, cuando la afectación por el minador es del 70% (Pozo y Solano, 2018), la inversión en la finca Clarivel Ltda., llega hasta los 500 usd/ha/semana, cabe recalcar que el número de aplicaciones es de dos veces a la semana elevando aún más su costo de producción. El uso indiscriminado de estos productos alterando las dosis recomendadas o bien incrementando del número de aplicaciones por temporada elevan aún más la inversión (Quevedo y Bernaola, 2014).

A pesar de estas medidas tomadas por los floricultores, existe el riesgo de la suspensión de la exportación durante las evaluaciones fitosanitarias, ocasionando sanciones a la finca por la presencia de *Liriomyza* spp. (Agencia de regulación y control fito y zoonosanitario [AGROCALIDAD], 2014); que restan la confiabilidad de la finca, para nuevas compras de la flor, lo que genera pérdidas no solo del producto, sino también de los mercados internacionales.

g

Del mismo modo, el uso prolongado de estos productos, ocasiona graves problemas de contaminación ambiental, afectaciones en la salud humana e incremento de la resistencia de las plagas (Martín y Arenas, 2018; Vargas y Ubillo, 2001; Del Puerto, Suárez y Palacio, 2014), sobre todo la eliminación de la fauna benéfica *Diglyphus* spp. y *Coenosia attenuata* Stein, que pueden contrarrestar las aplicaciones de los agroquímicos por su manejo natural.

En el Ecuador no se ha establecido una metodología de cría y reproducción donde se consideren los parámetros ambientales, alimenticios y los sustratos ideales para la ovoposición, que beneficien el desarrollo de huevos, larvas y pupas, lo que hace aún más

difícil mantener poblaciones de *Coenosia attenuata* Stein como controlador biológico en los cultivos de gypsophila.

1.3. Justificación

Al conocer que la mosca tigre es un depredador masivo, ha sido utilizada como agente de control biológico, reduciendo la presencia de las plagas en el cultivo de gypsophila, esto depende en gran medida de las condiciones ambientales y del manejo realizado, teniendo así el interés de identificar las condiciones óptimas de desarrollo de la mosca bajo invernadero en la parroquia de Chavezpamba.

Ecuador dispone de poca información respecto a parámetros para la cría de mosca tigre, sin embargo se han realizado ensayos en otros países, en Italia se encontró que manteniendo temperaturas de 25 °C y una humedad relativa de 70% en laboratorio, usando cajas plásticas transparentes se obtuvo éxito criando *Coenosia attenuata* Stein (Gilioli, Baumgartner y Vacante, 2005). Algo semejante ocurre al mantener temperaturas de 21°C obteniéndose beneficios en la eclosión del huevo a larva y 40°C, para acelerar el cambio de pupa a adulto, teniendo una duración de 3 días (Bonsignore, 2016).

En lo que respecta a la alimentación de adultos de esta mosca en Alemania y Turquía, se encontró la aceptación a fungus gnat *Sciaridae* sp. y moscas descomponedoras *Scatopse transversalis* Lowe como fuente de alimento para la cría exitosa de *Coenosia attenuata* Stein (Kühne, 2000; Pohl, Kühne, Karaca y Moll, 2012). Al mismo tiempo, se observó la importancia de alimentar a los estadios inmaduros de *Coenosia attenuata* Stein (Ugine, Sensenbach, Sanderson y Wraight, 2010).

Pinho et al. (2007) realizaron ensayos, en donde identificaron a larvas del mosquito hongo (*Bradysia difformis*) y mosquito del tesoro (*Transversalis scatopse* Lowe), como alimento para larvas de *Coenosia attenuata* Stein. Otro estudio define la densidad optima de presa, necesitándose de 4 a 5 larvas/cm³ de fungus gnat (*Sciaridae* spp.) siendo esta la concentración perfecta para alimentar a los estadios inmaduros de mosca tigre (Kühne, 2000).

Con el afán de aportar alternativas de presas, en Italia se probó alimentar a larvas de mosca tigre con lombrices rojas *Eisenia foetida*, resultó en una mortalidad muy elevada (98%) antes de la pupación por la rápida descomposición de la lombriz y un período de desarrollo larval prolongado de 23 días (Moreschi y Süß, 1998). A su vez Yahnke y George (1972), para evitar esta tasa de mortalidad alta, optaron por alimentar con estadios inmaduros de lombriz roja *Eisenia foetida*, los intentos de criarlos en una variedad de dietas se han traducido en muy diferentes grados de éxito, del mismo modo en el uso de enmiendas como lugar de oviposición.

En China, se elaboraron ensayos usando sustratos como medio para el desarrollo de los estadios de esta mosca, donde se identificó que la fibra de coco no influye sobre el tiempo que tarda en completar su ciclo de vida, pero si, benefició el desarrollo de los estadios de mosca tigre, además se identificaron sustratos como: tierra, pedazos de corteza, mantillo, copos de avena, extractos de levadura como alternativas para el desarrollo de larvas presa y larvas de *Coenosia attenuata* Stein (Zou, Coudron, Xu, Gu, y Wu, 2017).

La mosca tigre presenta características etológicas y de adaptación a diferentes condiciones ambientales, lo que la convierten en un promisor agente de lucha biológica en cultivos bajo invernadero (Pohl et al., 2012). En Portugal, se realizaron estudios en invernaderos del señor José Firmino, en la localidad de Torres Vedras, quien menciona que mantener una población abundante de mosca tigre es suficiente para controlar plagas en el cultivo de frejol verde *Phaseolus vulgaris*, tales como mosca blanca, áfidos y minador de la hoja, reduciendo el uso de tratamientos químicos (Martins et al., 2012; Prieto, Figueiredo, Miranda y Mexia, 2005).

Del mismo modo para el año de 1996, se colocaron en 20 ha de pepino y tomate en invernaderos, 20 mil pupas de *C. attenuata* Stein, con resultados positivos controlando plagas como mosca blanca y esciaridos (Kühne, 1988). En la opinión de Martínez y Cocquempot (2000), el papel como agente de control biológico de *C. attenuata* Stein es muy importante debido a su instinto agresivo de depredación, ya que ataca y mata a su presa, sin consumirla. La aparición de mosca tigre en Alemania resultó beneficiosa, reduciendo casi en su totalidad mosca blanca y esciaridos, sin el uso de pesticidas en el cultivo de *Euphorbia pulcherrima* L.

Rodríguez y Aguilera (2002) señalan tres características que permiten considerar a este díptero como un potencial agente en el control biológico, su comportamiento agresivo al depredar, la alta variedad de presas que controla y gran adaptación a climas, lo que beneficia en su dispersión y el tiempo de vida que tiene el adulto.

Lo anterior nos hacer reflexionar sobre la importancia que tiene el conocimiento del comportamiento y técnicas de cría de moscas tigre, para establecerlo como agente de control biológico a través del método de control aumentativo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el sustrato óptimo para la cría y reproducción de mosca tigre *Coenosia attenuata* Stein, en la parroquia de Chavezpamba.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar el ciclo de vida de mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein) en los sustratos en estudio.
- Evaluar la dinámica poblacional de mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein) en los sustratos.
- Determinar el sustrato más eficiente para la cría y reproducción de mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein).
- Determinar la relación beneficio costo de la cría de mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein) bajo diferentes sustratos, como agente de control biológico.

1.5. Hipótesis

Ho: Ninguno de los sustratos en estudio presentan niveles bajos de contaminación por hongos, ni mantiene las condiciones de humedad y temperatura necesarias en la cría y reproducción de mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein) bajo condiciones de laboratorio.

Ha: Al menos uno de los sustratos presenta niveles bajos de contaminación por hongos, y mantiene las condiciones de humedad y temperatura necesarias en la cría y reproducción de mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein) bajo condiciones de laboratorio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Control biológico

El uso de insectos antagonistas, lleva siendo una práctica tradicional en la agricultura, desde el siglo III, donde el primer caso en China, se recolectaban nidos de hormigas para reducir la población de las plagas en los cítricos, así mismo, se registró la acción de insectos parasitoides y depredadores, el uso de la avispa *Ichneumonidae* al controlar larvas en el cultivo de coles (1800) y la acción depredadora de *Rodolia cardinalis* en el control de *Icerya purchasi* (1888) (Nicholls, 2008). En el Ecuador el establecimiento y uso del sistema de manejo integrado de plagas, ha tenido una aceptación por parte de los agricultores, quienes han evidenciado la eficiencia de esta estrategia, para una producción más rentable y sostenible (Gómez, 2014).

Se debe agregar que se ha definido al control biológico como un plan estructurado enfocado en reducir los perjuicios ocasionados por insectos plagas, mediante la manipulación de las interacciones del ecosistema, es decir, el uso de un enemigo natural o microorganismo antagonista, que permita disminuir los perjuicios a valores económicamente rentables (Nicholls, 2008). Se debe considerar todos los aspectos morfológicos, etológicos y las características adaptativas de los agentes de control biológico para evitar que, se vuelvan un perjuicio al ecosistema donde van a ser liberados, y garantizar que puedan establecerse a lo largo del tiempo (López, Cortez y Arredondo, 2007).

2.1.1 Características de los enemigos naturales

La característica principal de un enemigo natural, es su capacidad de alimentarse de cualquier organismo vivo, presente en un agroecosistema, donde muestran su cualidad de regulador, a través de la interacción con su presa u hospedero, logrando establecerse en campo y mantener la población de la plaga más bajas que cuando no están presentes. Para que el enemigo natural, muestre su potencial como regulador, se debe considerar las relaciones tróficas, los factores bióticos y abióticos que puedan afectar a lo largo de su vida y la tecnología de cultivo (Figura 1) (Vázquez, Matienzo, Veitía y Alfonso, 2008).

Es así que, el control biológico integra al sistema del manejo de las plagas todas estas propiedades de los enemigos naturales a cualquier cultivo, mediante el uso de diferentes agentes de control biológico, entre los más importantes están, patógenos, parasitoides y predadores (Sarayasi, 2012; Vázquez, 2015).

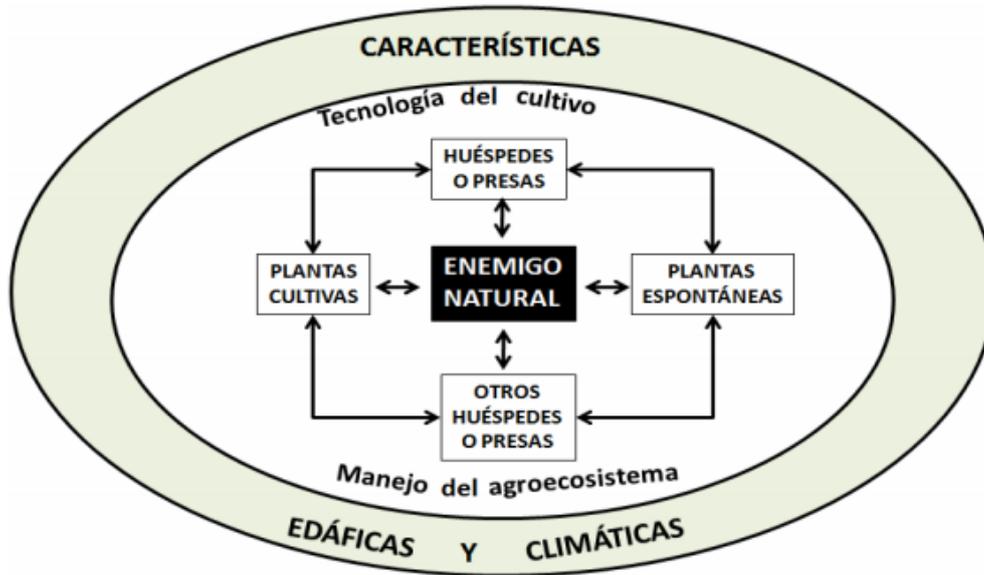


Figura 1. Relaciones tróficas y factores que influyen en la actividad de los enemigos naturales de insectos en los agroecosistemas.

Fuente: Vázquez et al. (2008).

2.1.1.1 Patógeno

Los patógenos son microorganismos con la capacidad de infectar y matar a sus huéspedes, pudiendo ser utilizados como bioplaguicidas (Rivera, 2016), dentro de este grupo podemos mencionar a virus, bacterias y hongos (Ezziyyani, Sid Ahmed, Perez, Requena y Candela, 2006). Siendo los de mayor importancia dentro de las bacterias *Bacillus thuringiensis*, en los virus *Lymantria dispar* y en cuanto a hongos a *Beauveria bassiana* y *Trichoderma* spp. (Badii y Abreu, 2006).

2.1.1.2 Parasitoides

Los parasitoides son organismos que requieren de insectos como hospederos, para depositar sus huevos, ya sea interna o externamente, los cuales al eclosionar se alimentaran del hospedero (Nicholls, 2008), dicho de otra manera se caracterizan porque una parte de su ciclo de vida lo realiza a expensas de un hospedero (Paredes, Campos y Cayuela, 2013). Así mismo los parasitoides adultos para alcanzar su madurez sexual se alimentan de polen y néctar de las flores (Carballo, 2002; Cisneros, 1995).

2.1.1.3. Predador

Son insectos predadores son capaces de capturar y consumir a su presa para alimentarse (Badii y Abreu, 2006; López et al., 2007). Dentro de este grupo encontramos a dípteros, arácnidos, coleópteros, himenópteros, entre otros (Urbaneja, Ripollés, Abad y Calvo, 2005). Los insectos predadores incluyen tanto especies masticadoras como especies picadoras y chupadoras (Vázquez, et al., 2008).

Dreistadt (2007) menciona que, algunos adultos de las especies predadoras tienen el mismo régimen alimenticio que los estados inmaduros, larvas o ninfas, y en otros es diferente. Tal es el caso de mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein), los adultos capturan y depredan presas que vuelan, mientras que las larvas se desarrollan en suelos húmedos, alimentándose principalmente de larvas (Couri y Salas, 2010).

2.1.2. Clasificación del control biológico

Como se ha expresado el objetivo del control biológicos es controlar las plagas y enfermedades que afectan en la agricultura. Sin embargo, su uso está limitado por el medio ambiente y el tiempo que tardan en establecerse los enemigos naturales. Por lo que, existen dos enfoques metodológicos para el uso de este tipo de control, estos son los siguientes:

2.1.2.1 En base al uso de enemigos naturales

El control biológico puede clasificarse en cuanto al uso de los enemigos naturales, según Sarayasi (2012) en:

2.1.2.1.1 Aplicado: todo el proceso de la introducción y manejo de enemigos naturales lo realiza el hombre.

2.1.2.1.2 Natural: la intervención del hombre no es necesaria, ya que se da de forma natural donde se establece un equilibrio entre las especies y el ecosistema donde se desarrolla.

2.1.2.2 En base a las estrategias aplicadas

El clima es el principal factor que influye durante el desarrollo del control biológico, debido al aumento de la temperatura o temporadas de lluvias (verano - invierno), ocasionando la disminución de la densidad poblacional y el equilibrio que debe existir entre el insecto plaga y el antagonista al ser liberados en campo. Debido a esto Dreistadt (2007) menciona que se han desarrollado estrategias aplicadas a tipos de control, estos son:

2.1.2.2.1 Control biológico clásico:

Es la introducción intencional de un agente de control seleccionado del entorno natural de la localidad o, de otra parte, fuera de la zona, su eficiencia dependerá del manejo realizado, este método generalmente se utiliza en sitios o cultivos donde se ha establecido una nueva plaga que está ocasionando graves afectaciones y pérdidas económicas, así como daños a la entomofauna nativa. Se debe tener en consideración las características edafoclimáticas donde se introducirá al enemigo natural, ya que no siempre la especie

que actúa como controlador llega a establecerse. Su aplicación se recomienda dentro de áreas forestales y cultivos perennes; o donde la vegetación no se modifica constantemente (Miret y Avilla, 2005).

Características clave del control biológico clásico

Permanencia

Los agentes de control biológico que van a ser introducidos, deben tener la peculiaridad de establecerse y diseminarse permanentemente. Al estar fijos dentro del área de control, no requieren ser liberados constantemente en los años siguientes. La identificación de la plaga y selección de enemigos naturales prometedores, requieren de un periodo extenso de tiempo (5 -10 años), por lo que se necesita del apoyo de las entidades gubernamentales encargadas, la aplicación de este control biológico puede ser rápido o lento, sin embargo, al tener éxito su efecto permanece a largo plazo, permitiendo excluir las aplicaciones anuales de plaguicidas (Van Driesche, Hoddle y Center, 2007).

Dispersión hasta los límites ecológicos del agente de control

La ampliación natural de la población de los agentes de control biológico, del área de distribución inicial, a nuevos pisos climáticos es posible, hasta que alcanzan sus límites ecológicos o hasta que encuentran una barrera geográfica. Es decir, se detienen cuando la disponibilidad del alimento se reduce o que las condiciones climáticas no les permiten sobrevivir; este comportamiento de dispersión es normal, dentro de los programas de control biológico, por lo que, es necesario realizar seguimiento para anticipar lo más posible, donde geográficamente, tiene mayor actividad el agente, en controlar a la plaga y posibles lugares donde tendrá contacto con las especies nativas del área (Van Driesche et al., 2007).

Este es el caso de braconido (*Peristenus digoneutis* Loan) que no sobrevive a los inviernos cálidos del sur de Nueva Inglaterra y de Nueva York, al ser liberado como agente de nueva asociación contra la chinche (*Lygus lygus* Lineolaris). Esta barrera climática representa el límite geográfico sur de la especie (Day et al., 1998).

Potencial para un alto nivel de control

El objetivo del control biológico es la supresión de la plaga presente en los cultivos, pudiendo ser limitado (<20%) hasta mediano (50%) y efectivo (99.99%), en algunos casos, el resultado de un proyecto fue registrado simplemente como un aumento en el rendimiento de un cultivo, en el cual la plaga había sido suprimida (Badii y Abreu, 2006).

Velocidad de impacto sobre las plagas

El número de agentes de control biológico, que son introducidos es reducido en relación a la plaga, debiendo ser reproducidos, hasta disponer de 6 a 10 generaciones, antes que, la población de la plaga empiece a reducirse, para garantizar el control dentro del área de liberación, así también el control a nivel regional, toma mayor tiempo (Van Driesche et al., 2007; Vázquez et al., 2008; Viñuela y Jacas, 1993).

Seguridad en comparación con el control químico

A pesar de conocer que el control químico, ocasiona daños significativos en las cadenas de producción de las materias primas, su uso permanece a lo largo del tiempo. Estos perjuicios no solo alteran la vida silvestre, lo que ocasiona un desequilibrio en el ecosistema, si no también envenenan a los aplicadores y agricultores por sus residuos tóxicos (hidrocarburos clorinados, organofosforados y carbamatos) (Cisneros, 1995; Martin y Arenas, 2018; Navarro, 2010).

En este sentido al comparar el control biológico con el control químico, se observan ventajas, en cuanto a la reducción de plaguicidas, al usar enemigos naturales de las plaga, lo que resta también las afectaciones al personal de trabajo, y reduce los residuos de plaguicidas en los alimentos (Van Driesche et al., 2007; Van Lenteren, Bolckmans, Köhl, Ravensberg y Urbaneja, 2018).

Aunque algunos problemas iniciales causados por los plaguicidas han sido eliminados, han aparecido nuevos, como la disrupción de la embriogénesis normal, mutaciones y resistencia (Paredes et al., 2013).

2.1.2.2.2 Control biológico de conservación

Este control relaciona las interacciones dentro de un sistema agrícola, es decir, mediante el manejo de los hábitats, se proporcionan las condiciones adecuadas para el desarrollo del enemigo natural (Miret y Avilla, 2005). Para llevar a cabo, este control se deben considerar dos aspectos, de acuerdo a Van Driesche et al. (2007) estos son:

Manejo integrado de plagas (MIP)

Las prácticas que se incluyen dentro del sistema MIP como: la asociación de cultivos, uso de barreras vivas y plantas trampa, que permiten no solo resguardar, si no también, generar las condiciones y hábitats para favorecer la reproducción de los agentes de control biológico (Vázquez et al., 2008). En este sentido, se requiere reforzar los cultivos como hábitats, por medio de nuevas tecnologías que incluyan más características favorables (fitomejoramiento) u otra alternativa sería que, los agricultores empleen su tiempo, dinero, tierra, agua y trabajo para reforzar el ambiente del cultivo para los agentes de control biológico (Van Driesche et al., 2007).

Interacciones plaguicidas y enemigos naturales

Siendo necesario que se identifiquen plaguicidas que cumplan con los requerimientos propuestos por la agricultura orgánica y validar si existe o no, un efecto sobre los enemigos naturales, en cualquier parte de su ciclo de vida (Nicholls, 2008). El empuje para hacer la investigación necesaria sobre las interacciones plaguicidas y los agentes de control biológico, es proporcionar un entorno limpio para la entomofauna benéfica (Van Driesche y Bellows, 1996).

Van Driesche et al. (2007) dan a conocer limitaciones en la acogida del control biológico por conservación:

- El desinterés por parte de los agricultores, con respecto a los perjuicios ocasionados por los plaguicidas.
- El reducido presupuesto destinado a investigaciones, para la mejora de los hábitats, para hacerlos mucho mejores para los enemigos naturales.
- El compromiso de los campesinos, en el mantenimiento y manejo del control biológico para el resguardo de los enemigos naturales.

2.1.2.2.3 Control biológico aumentativo

Este tipo de control consiste en incrementar artificialmente (comercialmente) a los enemigos naturales, proporcionándoles de las condiciones óptimas de: temperatura, humedad relativa y alimentación. para ser posteriormente liberados en los cultivos donde están ausentes o simplemente son demasiados escasos para poder controlar plagas (King, Hopper y Powell, 1985). Su permanencia en el ecosistema no es permanente por lo que es necesario realizar su cría y reproducción, para ser liberados periódicamente (Nicholls, 2008).

Dependiendo de la necesidad, se establecieron dos enfoques para la liberación (Van Driesche et al., 2007):

- *Las liberaciones inoculativas:* Con la finalidad de mantener un efecto de control de la plaga, por un período extenso de tiempo, la liberación del agente de control biológico debe ser reducido, permitiendo así, su reproducción de forma natural, disponiendo de la nueva generación, para reducir la población de la plaga.
- *La inundación o liberación masiva:* si la reproducción natural de los enemigos naturales no es suficiente, se libera un mayor número de insectos previamente criados, su respuesta en el control será evidente pero no podrán permanecer por un tiempo extenso en los cultivos, por lo que, deben liberarse constantemente, de acuerdo al criterio técnico de la empresa.

Requerimientos para obtener éxito

El control biológico aumentativo a demostrando que tiene la gran posibilidad de incrementar la respuesta y eficacia de los enemigos naturales, en condiciones de monocultivos y cultivos en invernadero, al mismo tiempo hacen de este método, más rentable, ya que, se reduce la compra de pesticidas y ecológico pues mantiene un ambiente limpio en la empresa, es por esto que puede competir con los pesticidas u otras opciones para contrarrestar el daño ocasionado por la plaga.

La efectividad en localizar o depredar a la plaga, está relacionado con el tipo de cultivo y la preferencia del agente de control, de igual modo las condiciones climáticas (verano – invierno) pueden reducir la tasa de reproducción o en la adaptación, por estas razones, un enemigo natural puede ser altamente efectivo o pueda fallar.

Con la finalidad de disponer de agentes de control potencialmente efectivos se realizan pruebas en laboratorio (Hassan, 1994); los pasos para dicha selección (Van Lenteren y Woets, 1988) son:

- descartar especies con defectos morfológicos.
- asegurar que el enemigo natural se puede desarrollar hasta el estado adulto.
- confirmar que el agente atacará a la plaga en el cultivo.
- verificar que el crecimiento de la población es mayor que el de la plaga, en los lugares de liberación.
- certificar que el agente de control no afectará a otras especies benéficas usadas en el cultivo.

Dentro de las limitaciones del control biológico, la principal es la alta inversión, que se destina para el adecuamiento e instalación de los insectarios (criaderos) sin embargo, los beneficios se mantienen durante un tiempo indefinido. El tipo de agente de control biológico a liberar, condiciona, dependiendo de la disponibilidad y la calidad del agente de control, así también, la efectividad en campo reduce el éxito de este tipo de control biológico (Van Lenteren et al., 2018).

2.2 Mosca tigre *Coenosia attenuata* Stein

La conducta audaz de *Coenosia attenuata* Stein al obtener su alimento, ha ocasionado que sea identificada con diferentes nombres comunes dependiendo del país. En países europeos, por ejemplo en Portugal se denomina “tigre voar” (Pinho, Mateus, Rebelo y Kühne, 2009), mientras que en países hispanohablantes es citada como “mosca asesina”, “mosca cazadora” o “mosca tigre” (Salas y Larraín, 2009; Téllez y Tapia, 2005b), hay que mencionar además, que *Coenosia attenuata* Stein en inglés se identifica como “old world hunter fly”, “old world predator fly”, “killer fly” (Sutherland, 2005; Téllez et al., 2009) y “rauberische fliege” en alemán (Kühne, 2000).

2.2.1. Origen

Se ha registrado la presencia de la mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein) en los diferentes continentes del planeta. Dicho lo anterior, se registra su presencia en Asia, África y Oceanía (Bautista, Illescas y García, 2017; Couri y Salas, 2010). De igual modo se sitúan en América del Norte en los Estados Unidos, Canadá y México (Bautista et al., 2017; Hoebeke, Sensenbach, Sanderson y Wraight, 2003), también en América Central establecidos en Costa Rica y en Sur América han sido reportadas en Perú, Ecuador, Colombia y Chile (Pohl et al., 2012).

Igualmente Sorokina (2014) da a conocer que existen 352 especies del género *Coenosia* en todo el mundo, siendo la región neotropical el lugar que registra 39 especies (Carvalho, Couri, Pont, Pamplona y Lopes, 2005). Sin embargo, su centro de origen viene siendo el sur de Europa, como lo hace notar Prieto et al. (2005).

2.2.2. Taxonomía

La especie *Coenosia attenuata* Stein, se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica (Tabla 1).

Tabla 1

Clasificación taxonómica de Coenosia attenuata Stein

Categorías taxonómicas	Nombres
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Diptera
Género:	<i>Coenosia</i>
Especie:	<i>attenuata</i>

Fuente: Kühne (2000)

2.3.3. Características morfológicas

Se puede distinguir al adulto macho de la hembra debido a un notorio dimorfismo sexual (Lambert, 2006; Martínez y Cocquempot, 2000; Pohl et al., 2012; Sutherland, 2005) (Figura 2). Siendo la hembra de un tamaño mayor que del macho, presenta una coloración gris, no se distinguen bandas negras en su abdomen, caso contrario del macho que si la presenta y es de coloración amarillenta (Lambert, 2006; Rodríguez y Lirola, 2002).

En hembras las patas son de color negruzco oscuro y con las tibias amarillas (Couri y Salas, 2010), los machos tiene patas enteramente de color amarillo con presencia de

ligeros oscurecimientos a nivel de tarsos medios y posteriores (Kühne, 2000; Martínez y Cocquempot, 2000).

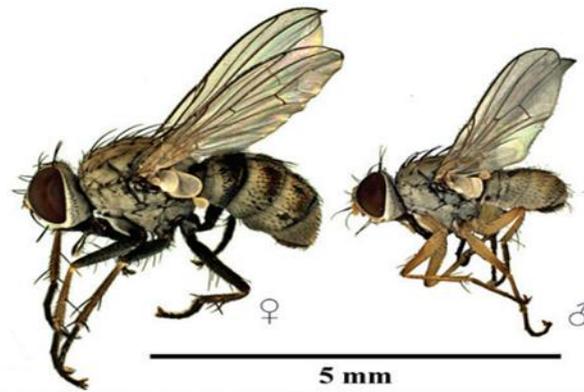


Figura 2. Hembra y macho de mosca tigre
Fuente: Bautista et al. (2017).

Coenosia attenuata Stein pasa por cuatro fases morfológicas durante su ciclo de vida (Figura 3) (Martínez y Cocquempot 2000). Cada estadio presenta características morfológicas, Pérez (2006) describe los estadios de esta mosca:

Huevos:

Se caracterizan por ser de forma oval alargados, presentan un tono castaño claro.

Larvas:

Tienen forma larga terminando su ápice en punta, donde se localiza un estilete característico, capas de perforar para proceder alimentarse succionando a la presa. Su tamaño depende de los días de desarrollo, las larvas recién nacidas miden 1.2 mm a 1.5 mm, presentan una coloración blanquecina, mientras que, las larvas maduras de 4 a 5 mm, son de un color amarillo.

Pupas.

La pupa de esta mosca, presenta un color amarillo parduzco, permanece inmóvil, y va cambiando de coloración (marrón), días antes a la eclosión. Está fuertemente esclerotizada con la forma de tonel y mide unos 3mm, siendo la pupa de los machos más pequeña que la de las hembras.

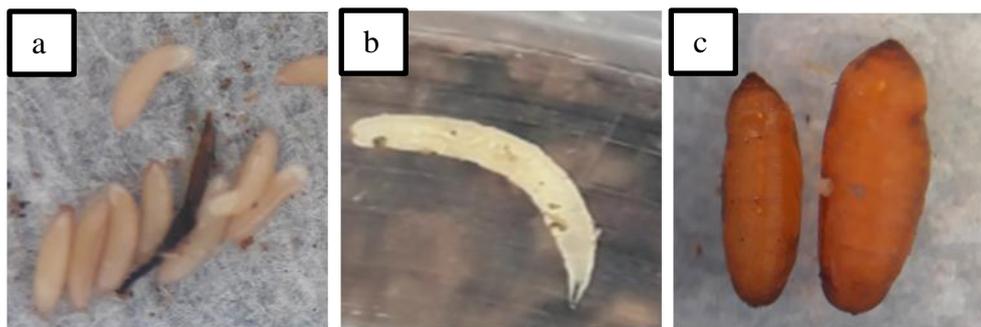


Figura 3. Estadios de mosca tigre: a. huevos, b. larvas, c. pupa.

2.3.4. Ciclo biológico de mosca tigre

Su metamorfosis es completa, es decir pasa por los estadios de: huevo, larva, pupa y adulto (Figura 4):

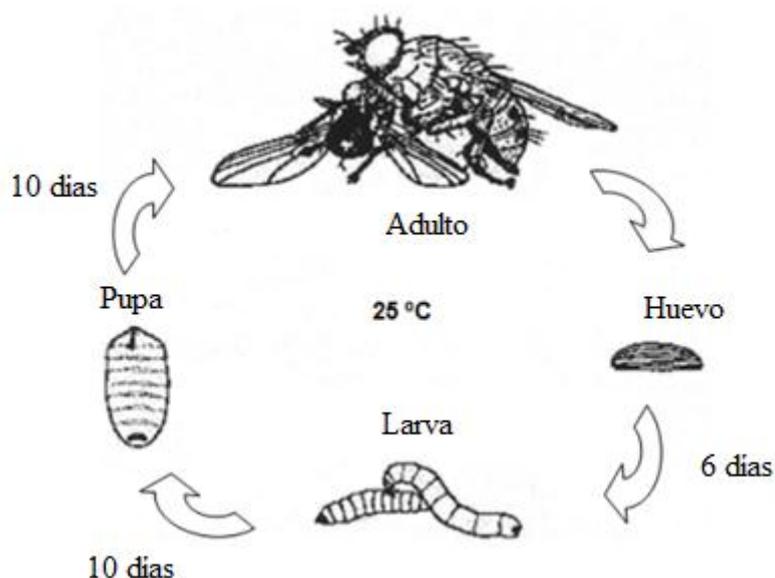


Figura 4. Ciclo de vida de mosca tigre a 25 °C.
Fuente: Kühne (2000).

De acuerdo a las observaciones Fazenda (2011) La hembra tarda aproximadamente 15 minutos, en realizar la copula con el macho, la postura de los huevos es directamente en un medio de materia orgánica, sustrato o directamente en el suelo, entre las aperturas empiezan a colocar sus huevos en grupos de 4 a 6 huevos, coloca cerca de 200 huevos a lo largo de su vida reproductiva (Suv, 2008).

Seis días después se presentan las larvas, a los 10 días alcanzan su estado de pupa o momia, y el adulto emerge 10 días después de presentarse las pupas, sumando un total de 26 días (Figura 3), a una temperatura de 25 °C. Si la temperatura está por debajo de 7 °C,

existe afectación al huevo, por lo que, la presencia de los estadios inmaduros es nula (Martínez y Cocquempot, 2000).

El tiempo total para cumplirse la metamorfosis de *Coenosia attenuata* Stein es de 48 días (Rodríguez y Aguilera, 2002), esto depende de la temperatura donde se desarrolle. La variación de la temperatura puede incluso reducir o aumentar el tiempo en completar el ciclo de vida (Morris y Cloutier 1987).

Dicho lo anterior, un estudio realizado, sobre el ciclo de vida de *Coenosia attenuata* Stein que fue realizado por Kühne (2000) indica que, el período de tiempo para completar su ciclo a temperaturas de 20°C dura entre 40 y 43 días. Así mismo afirmó que, a una temperatura de 25 °C, tiene una duración entre 26 y 27 días, desde la postura del huevo hasta la emergencia del adulto.

2.3.5. Características de comportamiento de mosca tigre

Su participación como agente de control biológico se debe a su característica de alimentarse de distintos ordenes de insectos (depredador polífago). Se debe agregar que, desde su estadio larvario puede controlar, larvas de plagas como esciáridos (Kühne, 2000; Pérez, 2006; Rodríguez y Lirola, 2002; Salas y Larraín, 2009), así mismo, el adulto depreda a insectos plaga como: minador de la hoja *Liriomyza* spp., esciaridos: *Lycoria* spp., *Sciara* spp. y *Bradysia* spp. (Kühne, 2000; Lambert, 2006; Moreschi y Süß, 1998). También se mencionan a los cicadélideos *Eupteryx* spp. y *Empoasca* spp. y trips (Téllez y Tapia, 2005a; Pinho et al., 2007; Ugine et al., 2010) que pueden ser controlados por este depredador.

La táctica de captura empleada por esta mosca, es a través de la emboscada en pleno vuelo, así logran apresar a su víctima con sus patas (Berner, 2008; Pérez, 2006; Sanderson, Ugine, Wraight y Sensenbach, 2009). Para atrapar a su presa se posiciona en la estructura de los invernaderos, en los pambiles, sobre el tutorado, o sobre las plantas del cultivo, para estar lo más cerca posible de la presa para distinguirla (Gonzalez, Wardill y Juusola, 2011).

Una vez capturada la presa es sujeta con sus 6 patas, permitiéndole así inyectar un diente en forma de daga, para cortar y atravesar el exoesqueleto del insecto presa, para luego con su lengua y labios superiores, abrir la herida y succionar la hemolinfa del insecto (Figura 5), este la estructura de su aparato bucal, con el cual sujeta al insecto plaga durante todo el proceso de alimentación.

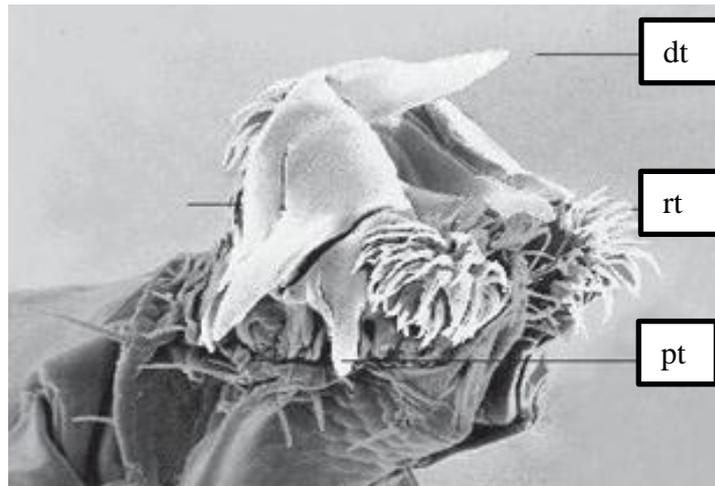


Figura 5. Aparato bucal de mosca tigre: (dt) diente en forma de daga, (rt) lengua en forma de lima, (pt) labios posteriores.
Fuente: Pérez (2006).

El tiempo de depredación está relacionado con el tamaño de la presa (Tabla 2), así lo confirma Fazenda (2011) donde establece rangos de tiempo, desde 0.16 minutos hasta los 41 minutos como máximo.

Tabla 2

Longitud (mm) y tiempos de depredación de la mosca del tigre, Coenosia attenuata para diferentes presas

Especie	Longitud (mm)	Tiempo de depredación
<i>Coenosia attenuata</i> ♀	3 – 4	25 – 30 minutos
<i>Coenosia attenuata</i> ♂	2.5-3	18 minutos
<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	1	30 – 40 segundos
<i>Liriomyza huidobrensis</i>	1.3 – 2.3	
<i>Diglyphus isaea</i>	1.5	
<i>Drosophila melanogaster</i>	2.1 – 3.1	50 – 60 segundos
<i>Bradysia difformis</i>	1.1 – 3.1	30 – 40 segundos

Fuente: Moreschi y Süß (1998).

2.3.7. Canibalismo en mosca tigre *Coenosia attenuata* Stein

Debido al comportamiento territorial que muestra la mosca tigre, bajo condiciones de laboratorio, al estar confinadas en cajas para evitar su fuga, y por otra parte, si dentro de la caja existe un pequeño número de presas (Téllez y Tapia, 2005a; Sutherland, 2005) o una alta densidad de adulto de *C. attenuata* Stein (Prieto et al., 2005) se verifican fenómenos de canibalismo.



Figura 6. Ataque de hembra a macho: a. ataque lateral, b. ataque frontal.

El canibalismo reduce la población de *C. attenuata* Stein a una cantidad proporcional a la cantidad de presas que debería estar existente en las jaulas, es decir al no tener disposición de sus presas los ataques entre su misma especie se dan con mayor frecuencia reduciendo así su población (Rodríguez, Gómez y Lirola, 2004). De acuerdo con Sutherland (2005), los ataques se llevan a cabo con frecuencia por las hembras, atacando a los machos más pequeños (Figura 6). El ataque de machos a hembras ocurre raramente (Roy, Fréchette y Lambert, 2006). Kühne (2000) agrega que, no ha observado directamente canibalismo entre larvas de mosca tigre. El canibalismo en el estado de larva no se presenta con frecuencia y no han sido registrados, pero puede darse este comportamiento, debido también a la ausencia de la dieta, para desarrollarse y alcanzar su siguiente fase de desarrollo.

2.4. Crianza de insectos en condiciones de laboratorio

Para el adecuado funcionamiento de las instalaciones, Un factor a tener en cuenta son los objetivos planteados, como lo hace notar, Knipling (1979) quien da a conocer los principales objetivos de la cría de insectos en laboratorio:

- Generar estudios relacionados con la bioecología, genética, fisiología y etología de las distintas especies de insectos.
- Desarrollo de nuevas técnicas de control con sustancias repelentes, atrayentes, esterilizantes y reguladoras del crecimiento.
- Estrategias de control genético (técnicas de esterilidad), control biológico (predadores y parasitoides) y microbianos (entomopatógenos).

Se debe añadir, que las instalaciones deben cumplir normativas o un plan de manejo. Lecuona (1996), describe una serie de normativas para el establecimiento de una colonia de laboratorio y poder sobrellevar los posibles problemas o limitantes que se presenten. Entre las cuales podemos destacar:

- Evitar problemas de endocría, para lo cual es conveniente trabajar con un tamaño inicial de individuos suficientemente alto, para así establecer una alta heterogeneidad que asegure una maximización de la eficiencia biológica.
- Compensar fenómenos de denso-dependencia es decir la dinámica población de huevos, larvas y adultos de una determinada especie insectos se ve relacionada con el número de dietas naturales utilizadas para su alimentación.
- Utilizar fluctuaciones abióticas durante el proceso de multiplicación.

2.5. Requerimientos ambientales y nutricionales para mosca tigre en laboratorio

Los insectos poseen requerimientos alimentarios que pueden, o no ser esenciales. Estas condiciones varían según la especie, sexo, estado de desarrollo y nivel nutricional de los padres (Van Driesche et al., 2007).

2.5.1. Alimentación

Para satisfacer los requerimientos nutricionales esenciales de la mosca tigre (*C. attenuata* Stein), se han usado dietas naturales, de dimensiones de menor o igual tamaño del depredador (Martins et al., 2012; Moreschi y Süss, 1998). La variación en el uso de dietas, han permitido distinguir cuales benefician al desarrollo de larvas y adultos de la mosca (Fazenda, 2011).



Figura 7. Adultos de minador de la hoja (*Liriomyza* spp.), como dieta para adultos de la mosca tigre.

Kühne (2000) menciona dietas naturales, como fungus gnat (*Sciaridae* spp.) y las moscas descomponedoras (*Scatopse transversalis* Lowe) con las que se alcanzó la supervivencia y desarrollo de los adultos de la mosca tigre, así mismo, hay aceptación por parte del adulto, al colocar mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) (Fazenda, 2011; Gilioli et al., 2005; Wardill et al., 2015) o minador de la hoja (*Liriomyza* spp) (Figura 7) (Pozo y Solano, 2018; Rodríguez y Aguilera, 2002). Mateus (2012) menciona otra dieta alimenticia, esta es la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

Para alimentar a las larvas de la mosca tigre, se pueden utilizar a los estadios inmaduros de la mosca de la fruta, minador de la hoja, mosca descomponedora y mosca blanca; sin embargo, fungus gnat es la más utilizada por su facilidad de reproducir a sus larvas en sustratos que posteriormente será el lugar donde mosca tigre colocará sus huevos (Figura 8) (Kühne, 2000).

La densidad óptima de presa fue cuatro o cinco larvas por centímetro cúbico de sustrato (Martinez y Cocquempot, 2000). Aunque esta densidad puede ser mayor por cada una o dos larvas de *C. attenuata* Stein, ya que la alimentación de la larva puede reducir el tiempo de desarrollo, por lo que establecer una densidad adecuada es recomendado por los estudios realizados por Zou et al. (2017).



Figura 8. Larvas de fungus gnat (*Sciaridae* spp.) con las que se alimentó a larvas de la mosca tigre.

2.5.2. Temperatura y humedad relativa

Moreschi y Colombo (1999) recomiendan, mantener una temperatura de 25 °C y una humedad relativa de 70 % (Figura 9), ya que son las condiciones óptimas para la mosca tigre. Sin embargo, estas pueden variar, dependiendo del manejo; pudiendo llegar entre los 16 y 25 °C y con humedad relativa mayores del 60% (Martins et al., 2012; Téllez y Tapia, 2005a).

Estos rangos fueron ratificados por Martins, Domingos, Nunes, Marcelino y Garcia (2014), quienes mantuvieron en una cámara climatizada a 25.0 ± 0.1 °C y $80 \pm 5\%$ HR. En las cámaras de cría con 24 ± 3 °C de temperatura, humedad relativa de $50 \pm 20\%$ y fotoperiodo de 16 horas luz, que son condiciones normalmente usadas en general para la crianza de varios tipos de dípteros (Bonsignore, 2016).



Figura 9. Temperatura y humedad relativa, recomendada en el criadero y en las cámaras de cría de mosca tigre.

2.5.3. Elección del sitio de oviposición

Uno de los requerimientos para la cría de la mosca tigre es el lugar de ovoposición que permita el correcto desarrollo de los estadios es decir el desarrollo del huevo hasta llegar a adulto, para ello será necesario tener el conocimiento sobre las características físicas y químicas de sustratos, lo que suma importancia teniendo en cuenta las necesidades y el tipo de investigación que se va a realizar, así como los ensayos para la cría del insectos (Burés, 2000).

Aunque no se puede determinar un sustrato ideal para ser usado, en la cría de la mosca, sin embargo, se han determinado características que debe tener un sustrato adecuado, entre las cuales se menciona: elevada capacidad de retención de la humedad, elevada aireación, baja densidad aparente, elevada porosidad, baja salinidad, materia orgánica, baja velocidad de descomposición, estabilidad estructural, reproductividad y disponibilidad, bajo costo, fácil manejo (mezclado, desinfección, etc.) (Zou et al. 2017). En este sentido, se mencionan algunos suturados empleados: fibra (bonote), suelo, humus, tierra negra, fibra de coco, polvo de coco, turba, copos de avena, arena, residuos de cosecha, estiércol (Martins et al., 2012; Martins, Mateus, Ramos y Figueiredo, 2015; Zou et al., 2017).

2.6. Marco legal

La presente investigación se la realiza bajo los lineamientos propuestos en:

Plan nacional de desarrollo 2017-2021

Se considera al “Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones”. Respecto a la política 3.4 y 3.5, las cuales proponen reducir la contaminación ambiental, mediante el uso de buenas prácticas agrícolas e industriales, y se han promocionadas en pequeñas, medianas y grandes empresas. Así también impulsar

el bioconocimiento como alternativa de producción sostenible, para reducir las afectaciones a la salud de las personas y otros seres vivos.

Este hace énfasis en que el monitoreo de las actividades agrícolas como industriales deben ser controladas, por el daño ocasionado en el entorno natural y a la salud de los empleadores, por tal motivo, la investigación ayudara en la reducción de los daños ocasionados por el uso de los agroquímicos dentro de la empresa Clarivel, al emplearse un método de control alternativo que se basa en el uso de controladores biológicos liberados a gran escala. A través de un plan de manejo ambiental, el plan de manejo ambiental incluirá entre otros un programa de monitoreo, seguimiento y capacitación en cuanto al manejo de este tipo de control biológico.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la parroquia Chavezpamba, perteneciente al cantón Quito, ubicada en la provincia de Pichincha, Barrio Alobuela, a una altitud de 2 130 msnm, una latitud de 14673.60 y una longitud de 789083.11 (coordenadas UTM) (Figura 10).

3.1.1. Condiciones climáticas

Conforme a los datos obtenidos de la finca, la temperatura promedio anual se encuentra en 24 centígrados, la precipitación promedio anual es 1222 milímetros, alcanzando una humedad relativa del 70 % (Instituto Nacional De Meteorología e Hidrológica, [INAMHI], 2018).

3.1.2. Mapa de ubicación del experimento

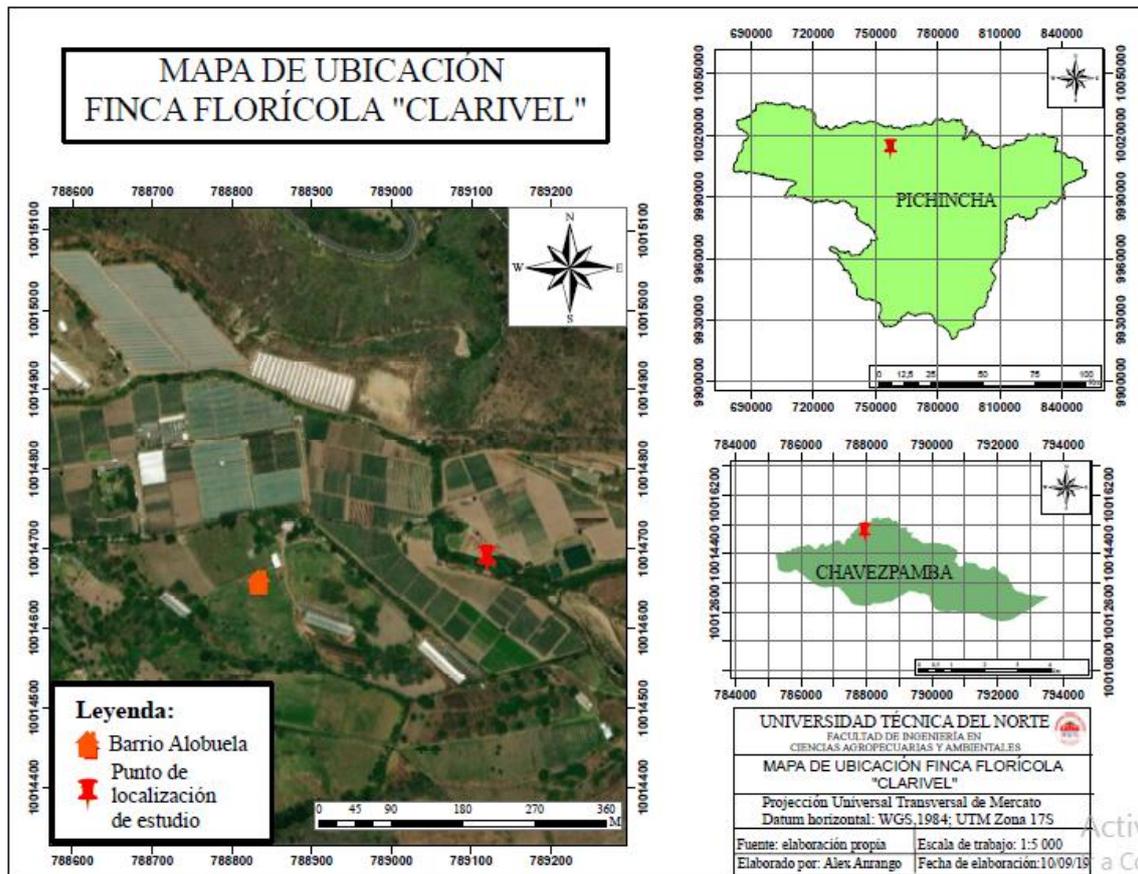


Figura 10. Ubicación del área de estudio

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

- Adultos *Coenosia attenuata*

3.2.2. Materiales de campo

- Cámaras de cría (45 unidades)
- Gavetas plásticas (100 unidades)
- Aspiradora industrial para minadores
- Trampas de tuvo PVC
- Termo higrómetro digital
- Mangueras de riego
- Aspersores
- Llaves de paso
- Estereoscopio
- Invernadero
- Plástico transparente
- Pambiles
- Libreta de campo

3.2.3. Materiales de oficina

- Computador
- Cámara fotografía
- Etiquetas
- Esferos, regla

3.2.4. Materiales de laboratorio

- Platos Petri
- Balanza digital
- estereoscopio
- Pinceles # 0 (4 unidades)
- Ligas de goma

3.2.5. Insumos

- Sustratos

3.3. Métodos

El experimento consta de dos fases, durante la primera fase del experimento, se evaluaron cinco sustratos orgánicos diferentes, con la finalidad de identificar las características fisicoquímicas de cada uno y su efecto en el desarrollo del huevo, larva, pupa y adulto de la mosca tigre, bajo ambientes controlados. La segunda fase inició, una vez que se identificó el sustrato óptimo y las condiciones adecuadas, para iniciar la cría y reproducción de la mosca tigre a gran escala.

3.3.1. Primera fase: cría en laboratorio

El factor evaluado es el tipo de sustrato con cinco niveles, se debe adecuar los sustratos en función de las necesidades del experimento.

3.3.1.1. Factor

El factor a evaluar dentro de la primera etapa es el tipo de sustrato con cinco niveles (Tabla 3).

Tabla 3

Niveles de sustrato a evaluar

Nivel	Codificación	Descripción
N1	FP	100 % de fibra de palma.
N2	FP + EV	50 % de fibra de palma + 50% de estiércol vacuno.
N3	EV	100 % estiércol vacuno.
N4	S + H	50 % de suelo + 50 % de humus.
N5	CH	100 % de champiñón.

Es necesario conocer las características físico y químicas de los sustratos, ya que, las propiedades físicas, pueden imponer tensiones que juegan un rol fundamental en el desarrollo de cada estadio de la mosca tigre, pudiendo llegar a alterar las condiciones necesarias de temperatura y humedad, mientras que, las propiedades químicas pueden no cumplir con los requerimientos, en cuanto a la disponibilidad de materia orgánica o en el pH. De igual manera pueden liberar elementos o sustancias que puedan afectar durante la cría de la mosca (Anexo1). En este sentido, se realizó el análisis físico-químico,

enfazando en el contenido de materia orgánica, humedad relativa, densidad, pH (Tabla 4).

Tabla 4

Características físico-químicas de los sustratos utilizados para la cría y reproducción de la mosca tigre

Análisis	Unidades	SUSTRATOS					
		Estiércol vacuno	Fibra de palma	Humus	Champiñón	Suelo	Estiércol + palma
Materia Seca	%	50.5	93.2	61	64.5	-	71.85
Humedad	%	49.5	6.8	39	3.0	-	28.15
Densidad	%	818	206	805	-	-	512
pH	-	7.5	5.8	7.5	7.15	6.4	7
CE	mS/cm	3.6	1.17	4.06	14.4	5.46	2.38
Materia Orgánica	%	30.2	88.2	23.9	44.5	3.9	59.2
Carbono (C)	%	17.6	51.3	13.9	-	-	34.45
(C: N)	%	13:1	64:1	12:1	25:1	-	39: 1
textura						franc a areno sa	
nitrate (NO ₃)	ppm					2860	
amonio (NH ₄)	ppm					2.1	
fosfato (PO ₄)	ppm					8.3	
potasio (k)	ppm					758	

Fuente: Consultoría y Servicios de Laboratorio [Agrarprojekt] (2018).

De los sustratos evaluados, la fibra de palma es un desecho que se obtenido de la extracción del aceite de palma, mientras que, el estiércol vacuno y champiñón provienen de un proceso de reciclaje de materia orgánica animal y vegetal respectivamente; que a diferencia del humus es un producto de la digestión de las lombrices rojas (*Eisenia fetida*) de la materia orgánica obtenida de postcosecha de flores de verano.

3.3.1.2 Diseño experimental

3.3.1.2.1 Características del experimento

El experimento durante la investigación presentó:

Niveles: 5

Bloques: 3

Total, de unidades experimentales: 45

Área total del experimento: 125 m²

3.3.1.2.2 Características de la unidad experimental

La unidad experimental comprende una cámara de cría, cubierta de una malla anti-áfidos con una gaveta en donde se encuentra el sustrato (Figura 11).

Unidad experimental: 1 cámara de cría

Dimensiones de la cámara de cría: 0.50 m x 0.80 m x 0.80 m

Área total por cámara de cría: 0.4 m²

Número de gavetas por cámara: 1

Kg de sustrato por cámara: 5 kg



Figura 11. Cámara de cría.

3.3.1.3 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un modelo lineal general mixto en el programa infostat versión 2017 (Tabla 5).

Tabla 5

Análisis de varianza (ADEVA) para el factor tipo de sustrato

Fuentes de variación	Fórmula (n-1)	G.L.
Bloques	3-1	2
Niveles	5-1	4
Error		8
Total		14

3.3.1.4 Diseño de bloques completos al azar

El diseño establecido consistió en un Diseño en Bloques completos al azar con cinco tipos de sustrato y tres bloques, con tres réplicas en tiempo (Figura 12).

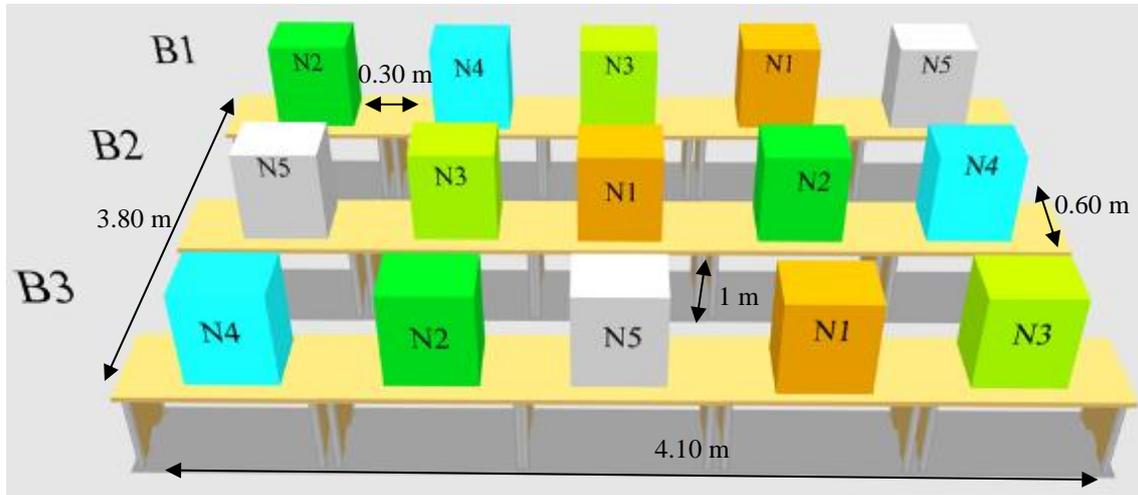


Figura 12. Distribución de los niveles para la cría de *Coenosia attenuata* Stein. Donde N1: fibra de palma, N2: fibra de palma + estiércol vacuno, N3: suelo + humus, N4: estiércol vacuno y N5: champiñón. B1: Bloque uno, B2. Bloque dos y B3. Bloque tres.

3.3.1.5 Variables a evaluarse

Las variables a evaluar en la primera fase de cría fueron tomadas de acuerdo al comportamiento reproductivo de la mosca en las cámaras de cría.

3.3.1.5.1 Ciclo de vida

Para medir el tiempo que tarda en completar su ciclo, se realizaron ensayos en cinco cámaras de cría, en su interior se dispuso de una gaveta con 5 kg de sustrato y se colocaron 30 hembras y 25 machos. Se realizaron observaciones cada 24 horas. Para evidenciar la presencia de los huevos, se realizó un barrido con un pincel # 0 por la superficie del sustrato para recoger y depositar los huevos en una caja Petri, para ser observados en el estereoscopio, este procedimiento se lo realizó hasta el avistamiento de las primeras larvas. Para el caso de la larva y pupa se colectaron al azar cinco submuestras de 200 g del sustrato hasta completar 1 kg cada 24 horas, en la muestra se observó la presencia de estos estadios. En el caso del adulto, una vez cumplido un periodo de 24 a 25 días, se realizó el registró de la presencia de los especímenes emergidos de las pupas, cada 24 horas. El tiempo que tarda en presentarse cada estadio se efectuó acorde al ciclo de vida propuesto por Kühne (2000); Esta medición se la realizó durante dos réplicas.

3.3.1.5.2 Dinámica poblacional

Para esta variable se utilizaron un total de 45 cámaras de cría, que están distribuidas en tres secciones con la finalidad de facilitar el manejo y la recopilación de los datos. Para efectuar el conteo del aumento de individuos por unidad experimental, se consideraron a los estadios de: larva, pupa y adulto, no se tomó en cuenta a los huevos, para evitar cualquier daño mecánico, que es la principal causa de pérdida de huevos durante la recolección de las muestras. Se registró el número de lavas, pupas y adultos, según el procedimiento realizado en la variable ciclo de vida. En el caso del adulto luego de ser contados y registrados, estos eran recolectados en frascos plásticos, por medio de una aspiradora bucal para ser liberados inmediatamente en el cultivo. Se realizó la suma de los datos para obtener un promedio de cada estadio general y por día. El crecimiento de la población se registró durante tres replicas.

3.3.1.5.3 Número de insectos totales

Después de realizarse el registro del crecimiento poblacional para la variable dinámica, se realizó la suma de los estadios de larvas, pupas y adultos, para obtener el total de insectos nacidos en cada unidad experimental durante las tres replicas, se deben revisar los registros diarios con sumo cuidado para evitar que la integridad de los datos se vea comprometida.

3.3.1.5.4 Porcentaje de mortalidad

Del total de insectos obtenido durante e las tres replicas, se realizó un análisis de la mortalidad que se presentó durante el paso del estadio de larva a pupa, y del paso de pupa al adulto, en cada uno de los niveles en estudio.

3.3.1.5.5 Análisis beneficio-costo

En esta investigación, se efectuó un análisis económico, donde se realizó una comparación de la utilidad neta, que se logra por los egresos restados de la compra de uno o varios productos químicos. Para el análisis beneficio costo se siguió la metodología de Briones, Pastrano y Armijos (2016), donde se obtuvo información recopilada de los costos para la aplicación del control químico y del control biológico, involucrados en el control del minador de la hoja en el cultivo. El proceso se inició con la recopilación de datos, se organizó estos en una tabla comparativa sobre el tipo de control, sobre los costos de producción y beneficio, analizando e interpretando los resultados (Tabla 19). Con la relación beneficio-costos se determinó el beneficio de cada control, se consideró como una ganancia si, el control ejercido por la mosca tigre, restó las aplicaciones en el cultivo.

3.3.1.6 Manejo específico del experimento

3.3.1.6.1 Preparativos iniciales antes de iniciar la cría

3.3.1.6.1.1 Desinfección de los sustratos

Previo a la realización del experimento, se empleó el método de solarización para disminuir las poblaciones de macro y microorganismos en los sustratos. Los insumos se obtuvieron de la finca florícola Clarivel, al igual que los materiales necesarios para su instalación. Se usó agua de riego en todo el proceso de desinfección. La instalación se realizó acorde a las recomendaciones de Otazú (2007) y Parra, Sobrero y Pece (2015). Para esto se adecuó un área de 10 m x 1m, a su vez, se realizó una zanga de 0.25 m de profundidad donde se extendió un plástico de polietileno transparente, en el cual se agregaron cinco sacos de 40 kg de cada sustrato, a una distancia de 2 m, esparcidos de forma homogénea para evitar la formación de terrones, mientras tanto, se posicionó el sistema de riego por goteo para el área de solarización (Figura 13).

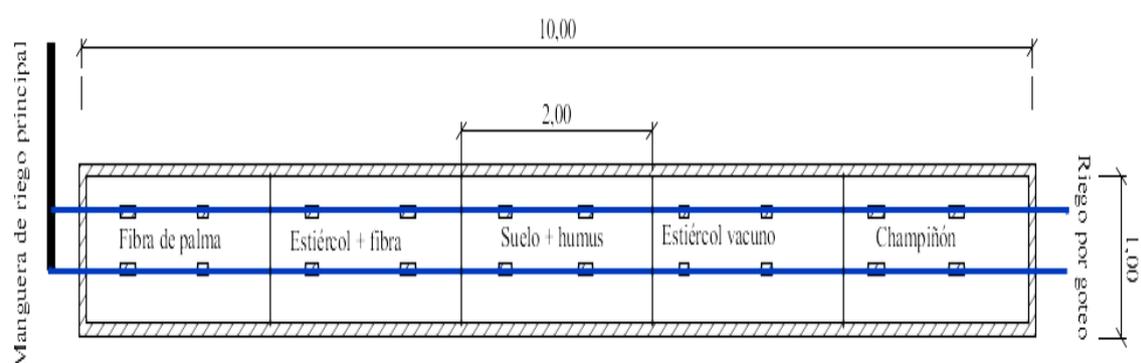


Figura 13. Área destinada para realizar la solarización de los sustratos en estudio.

Teniendo en cuenta que, la temperatura que se debe alcanzar esta entre los 30 y 50 °C, se recubrieron los sustratos con el mismo plástico hasta formar un micro túnel, que al reflejar los rayos solares y por medio de la condensación del agua de riego, elevan la temperatura internamente para reducir poblaciones de hongos, bacterias, nematodos y malas hiervas (Fig. 14). Se realizaron riegos diarios cada 30 minutos, desde las 11h 00 hasta las 14h00.



Figura 14. Adecuación del área para la solarización, donde: a. limpieza del área; b. colocación sustratos; c. distribución del riego y d. sellado.

En cuanto al análisis de los sustratos se lo realizó a las 3 semanas, que es el tiempo que dura este proceso. Se colectaron muestras de 600 g de cada sustrato para ser empaquetados, los cuales fueron enviados al laboratorio Agrar Projekt para su análisis químico (Anexo 1).

3.3.1.6.1.2 Elaboración de las cámaras de cría

Se elaboraron las cámaras de cría acorde a las recomendaciones de Martins et al. (2012). Las dimensiones fueron 0.80 m de largo, 0.50 m de ancho y 0.80 m de alto (Fig. 15), para formar una estructura de acero que, a su vez fue forrada con una malla anti áfidos para evitar la fuga de los insectos.

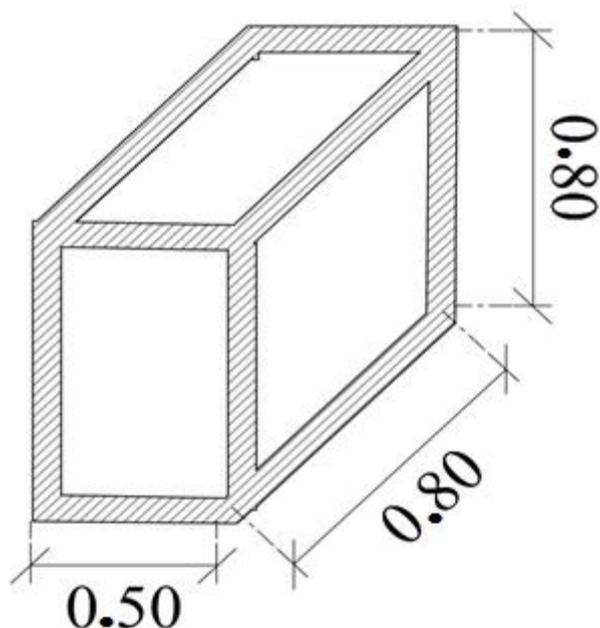


Figura 15. Dimensiones de la cámara de cría para mosca tigre

Se le colocaron dos mangas de 1.00 x 0.60 m, las cuales permitieron introducir las manos, con el fin de facilitar la revisión, el registro de la temperatura y humedad relativa de los sustratos, la recolección de muestras, realizar la limpieza tanto de arañas como el retiro de los insectos muertos y facilitar el ingreso y salida de los tubos pvc (trampas), que contienen la dieta a base de minador de la hoja.

Así mismo, se adicionó una cinta velcro en todo el contorno de un lado de la cámara, con la finalidad de permitir el ingreso de la gaveta con el sustrato y la salida del mismo una vez terminado el ciclo de cría. Así también, permitió agilizar el cambio de los vasos plásticos con las plantas de gypsophila ya infestadas por larvas de minador por plantas nuevas para proporcionar de un lugar óptimo para los reproductores y los minadores en la cámara de cría (Figura 16).

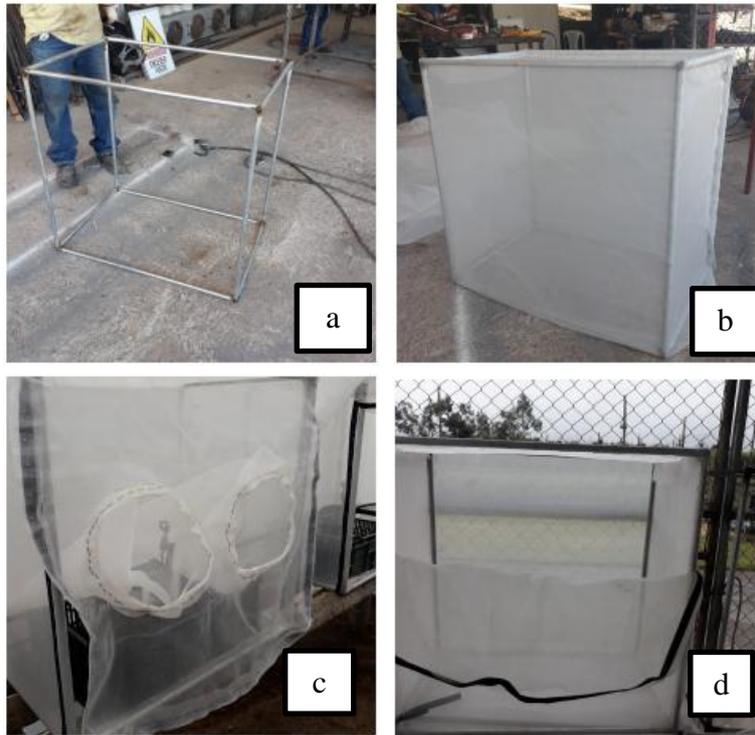


Figura 16. Procedimiento de la elaboración de las Cámaras de cría: a. base de acero, b. forrado, c. elaboración de las mangas y d. colocación de la cinta velcro.

3.3.1.6.1.3 Ensayos preliminares

Se realizó un ensayo preliminar, para determinar qué relación de machos y hembras de la mosca, deben colocarse por cámara de cría, para evitar el ataque de hembras a machos, o entre machos debido a su comportamiento territorial. A través de una aspiradora industrial, se colectaron un total de 210 parejas de insectos en frascos plásticos (Figura 17).

Los cuales fueron distribuidos en cinco cámaras de cría, para ello, se clasificaron machos y hembras del aspirado general, a través del uso de un aspirado bucal artesanal, que permitió ubicarlos en el interior de frascos de plástico, posteriormente se etiquetaron y ser transportados al invernadero, donde fueron liberados en cada cámara de cría. En una relación de 10 machos y 10 hembras; 15 machos y 15 hembras, 20 machos y 20 hembras, 25 machos y 25 hembras y 30 machos y 30 hembras. Se observó por un período de 24 días qué relación presentó menor canibalismo lo que favoreció a su reproducción.

Como resultado se encontró que la relación de 25H:25M y 30H:30M, son las densidades adecuadas para iniciar la cría de la mosca, pese a que se presentó el canibalismo la población restante podía reproducirse sin complicaciones, caso contrario lo que ocurría en las otras densidades que, se reducían en su totalidad la población de machos y las hembras no podían ser fecundadas.

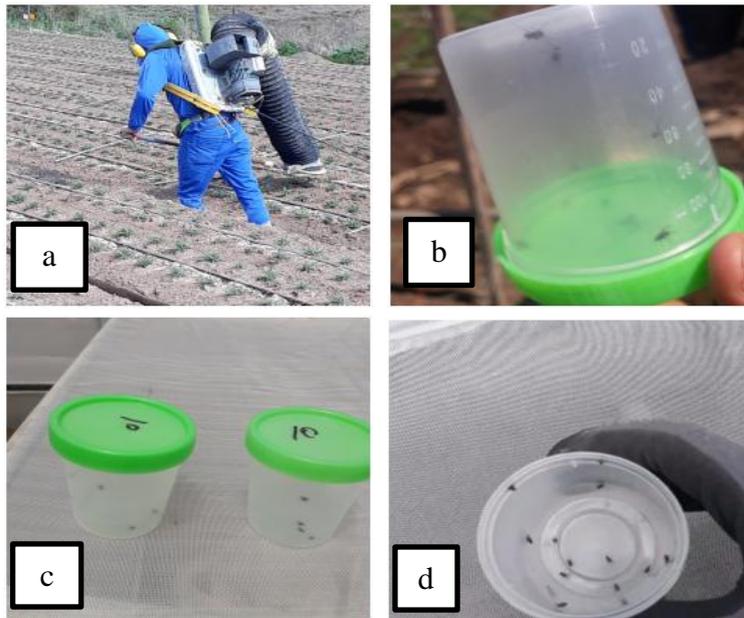


Figura 17. Actividades realizadas durante el ensayo preliminar para determinar la densidad de mosca tigre adecuada para dar inicio al estudio. a: Colecta, b: clasificación, c: etiquetado y d: liberación de mosca tigre en las cámaras de cría.

Se estableció un esquema para poder visualizar de mejor manera el proceso realizado durante los preparativos iniciales (Figura 18).

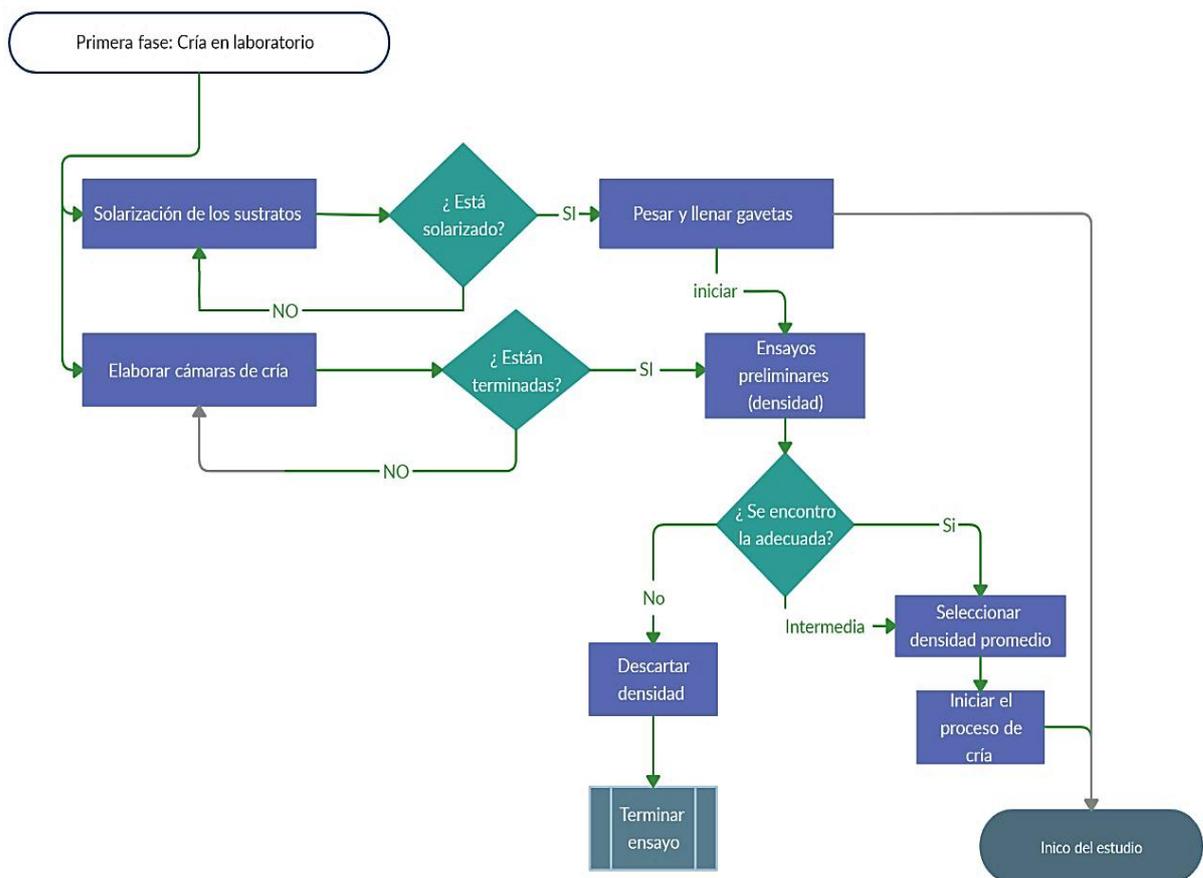


Figura 18. Esquema de procesos de las actividades realizadas antes de dar inicio al estudio.

3.3.1.6.2 Inicio de la cría y reproducción en laboratorio

3.3.1.6.2.1 Instalación del invernadero

Se instaló un invernadero acorde al recomendado por la finca. Las dimensiones fueron 18.5 m de largo, 5.2 m de ancho y 2.50 m de alto, con tres ventanas, la primera y segunda de 17 m x 2 m y la tercera de 4 m x 2 m. Para facilitar la aireación, las ventanas fueron cubiertas con malla anti áfidos. Se colocó plástico translúcido de protección UV para la cobertura del invernadero con una pendiente de 10% orientación norte sur. Dentro del invernadero se instalaron tres caballetes de pambiles. Con respecto al manejo del invernadero, la temperatura se mantuvo entre 19 a 30 °C y la humedad relativa estuvo en un rango entre 65 y 70% (Figura 19).



Figura 19. Instalación del invernadero. a) Diseño del invernadero, b) Construcción, c) Vista interna, d) Vista externa.

3.3.1.6.2.2 Montaje de las unidades experimentales

Después de instalado el invernadero, se procedió a dividirlo en tres secciones: madres reproductoras, larvas y pupas. Con la finalidad de agilizar las actividades de alimentación y recolección de muestras. Debido a que, el estadio de larva y adulto tienen presas diferentes y para evitar la fuga de los adultos, se realizó el traslado de la gaveta según el estadio que presentaron (Figura 20).

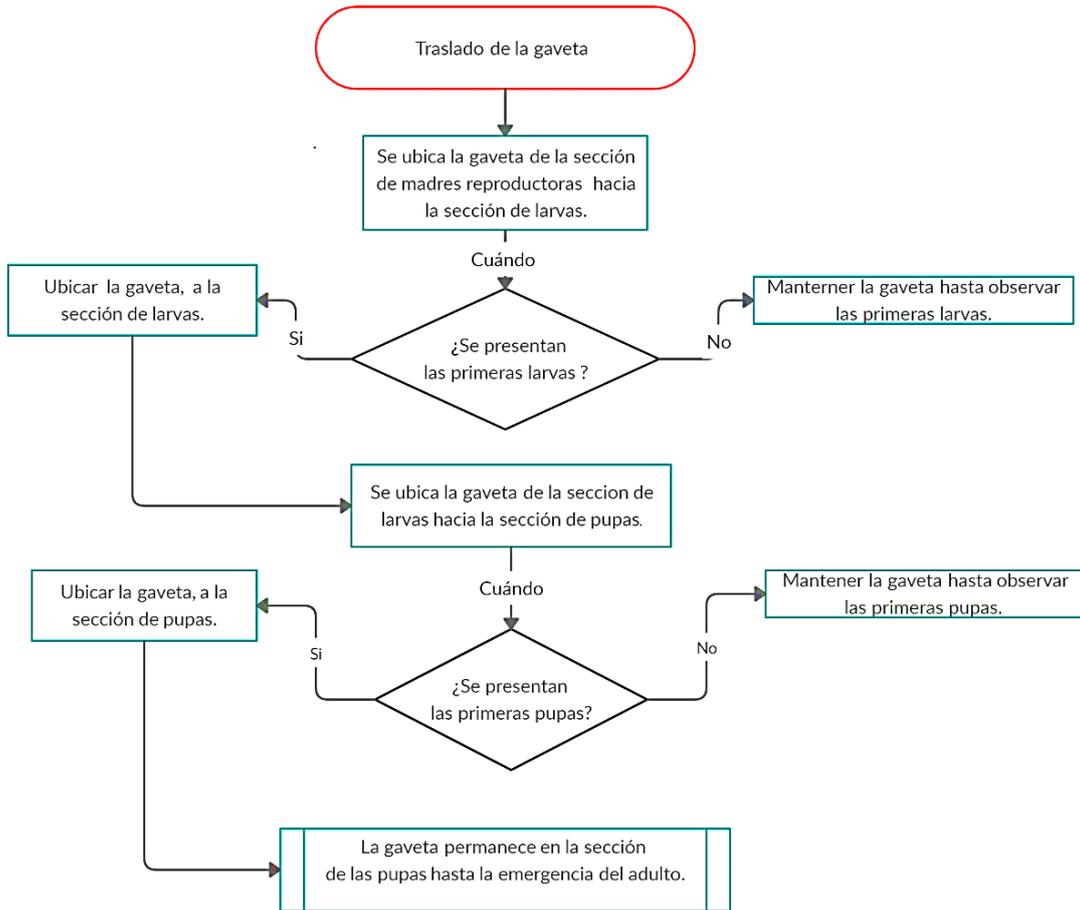


Figura 20. Diagrama de procesos durante el paso de las gavetas por las tres secciones.

Las 15 unidades experimentales se organizaron a lo largo del área del invernadero de acuerdo a las secciones establecidas en tres bloques, el total de cámaras de cría empleadas fue de 45. A su vez, se realizó la instalación del sistema de riego por aspersión.



Figura 21. Cámaras de cría adecuadas para recibir a la mosca tigre.

Dentro de las unidades experimentales se colocó en una gaveta de plástico con la cantidad de sustrato previamente solarizado de acuerdo al diseño experimental (Figura 12), para ello, se empleó una balanza digital donde se pesó cinco kilogramos de los sustratos, esta cantidad se esparció uniformemente en la gaveta. Se llenaron un total de 45 gavetas de plástico.

De igual modo, se posicionaron cuatro vasos plásticos en los cuales se encontraba la plántula de *gypsophila* con dos a tres brotes, que fueron recolectados de los semilleros, proporcionando así de un lugar para la permanecía de la mosca tigre y el minador (Figura 21).

3.3.1.6.2.3 Cría de insectos como alimento para *C. attenuata* Stein

Antes del ingreso de los reproductores a las cámaras de crías previamente adecuadas. Se debe asegurar la cantidad de individuos diarios para la alimentación durante 15 días, es así que se seleccionaron a fungus gnat y *Liriomyza* spp., como dieta para larvas y adultos respectivamente.

3.3.1.6.2.3.1 Cría de fungus gnat (*Sciaridae*)

Para llegar a obtener las larvas de este insecto, se preparó una mezcla de sustratos, que consta de fibra de palma + estiércol vacuno + tierra negra en una relación de 1:1:3. Una vez que se obtuvo la mezcla, se procedió a pesar en una balanza, un total de ocho kilogramos, que fuero esparcido en una gaveta plástica de 0.60 x 0.40 x 0.20 m, se llenaron un total de cinco gavetas (Figura 22).

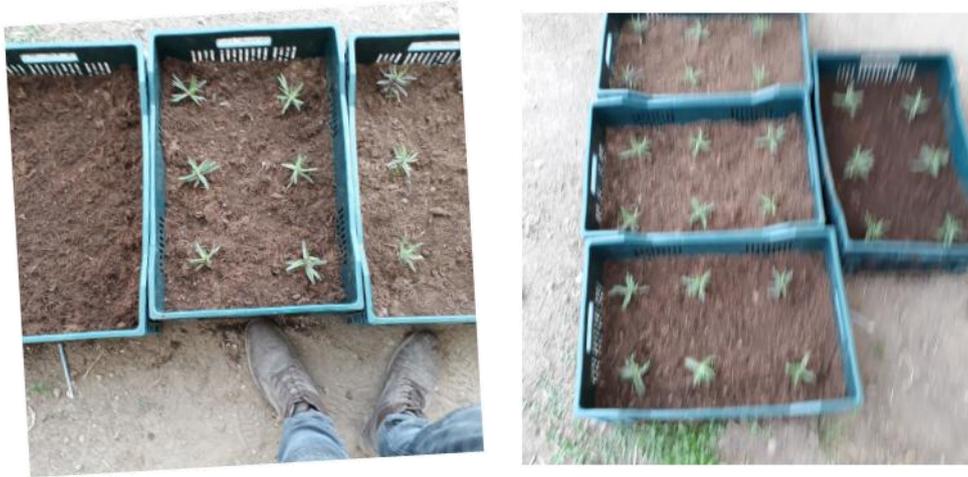


Figura 22. Colocación del sustrato y siembra de plántula de gypsophilqa para la cría de fungus gnat (*Sciaridae* spp.).

A continuación, se trasladaron las gavetas al lugar destinado para la cría, donde se encuentra poblaciones de fungus gnat en el suelo húmedo, con la finalidad de que, depositen sus huevos en las gavetas, se realizó el riego diario del sustrato hasta capacidad de campo y se trasplantaron 6 plántulas de gypsophila para retener la humedad y disponer de un lugar para la permanencia de este insecto. Después de un periodo de 12 días se encontraba con larvas el sustrato (Figura 23). Para alimentar a las larvas de *C. attenuata* Stein, se recogió un kilogramo del sustrato, donde se encontró un aproximado de 150 a 200 individuos. Una vez utilizado todo el sustrato, se colocaba otro nuevo para tener a disposición una población constante de larvas. Se realizó este procedimiento durante toda la primera fase.



Figura 23. Sustrato con larvas de fungus gnat, luego de un periodo de 12 días.

3.3.1.6.2.3.2 Cría de minador de la hoja (*Liriomyza* spp.)

Para facilitar la cría del minador se debe iniciar con la propagación de plantas de gypsophila como hospedero. Para ello se realizó la siembra en vasos plásticos de 1 litro, que fueron llenados con la mezcla del sustrato usado en la cría de fungus gnat. En cada

vaso se trasplantaron una plántula para facilitar el rebrote después de realizarse el despunte o pinch en la primera semana de ser trasplantados, este procedimiento se realizó cada 15 días, con un total de 80 vasos (Figura 24). Para que las plantas puedan ser utilizadas como hospedero, deben presentar de dos a tres rebrotes.



Figura 24. Propagación de planta de gypsophila.

Los adultos de minador de la hoja son aspirados y colocados en trampas de tubos pvc, para ser trasladados al invernadero (Figura 25). La cría se la realizó en las unidades experimentales que fueron utilizados para los ensayos. Se introducen 4 vasos con la planta de gypsophyla y se liberan aproximadamente 300 minadores adultos.



Figura 25. Aspiración en campo de minadores de la hoja adultos.

Después de un periodo de 4 días, los vasos son reemplazados, y trasladados a una cámara destinada para la emergencia de los nuevos insectos, esta consta de una base de madera para colocar los vasos. Después de 25 días nacen los adultos, que son recolectados por medio de una aspiradora artesanal, y transportados, para usarlos como alimento para la mosca tigre. Nacían en promedio un total de 150 a 200 insectos. Este procedimiento se realizó en el invernadero durante el estudio (Figura 26).



Figura 26. Cría de *Liriomyza* spp., en el invernadero.

3.6.1.6.2.4 Ingreso de reproductores de *Coenosia attenuata* Stein a las cámaras de cría

Previo al ingreso de la mosca a la cámara se revisó que no existan cortes o daños que permitan la fuga de los insectos, se verificó también que el invernadero (cortinas) y el sistema de riego (aspersores) funcionen adecuadamente. Durante los ensayos preliminares se observó que al introducir al mismo tiempo los individuos machos y hembras de *C. attenuata* Stein, el ataque a los machos fue inmediato por parte de la hembra. Teniendo en cuenta este comportamiento, se colocó a los insectos de acuerdo a un orden (Figura 27), para asegurar que el mayor número de machos sobreviva y puedan fecundar a las hembras.

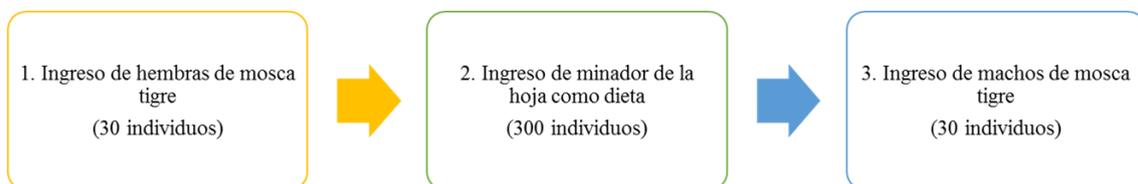


Figura 27. Orden de ingreso de los insectos a las cámaras de cría

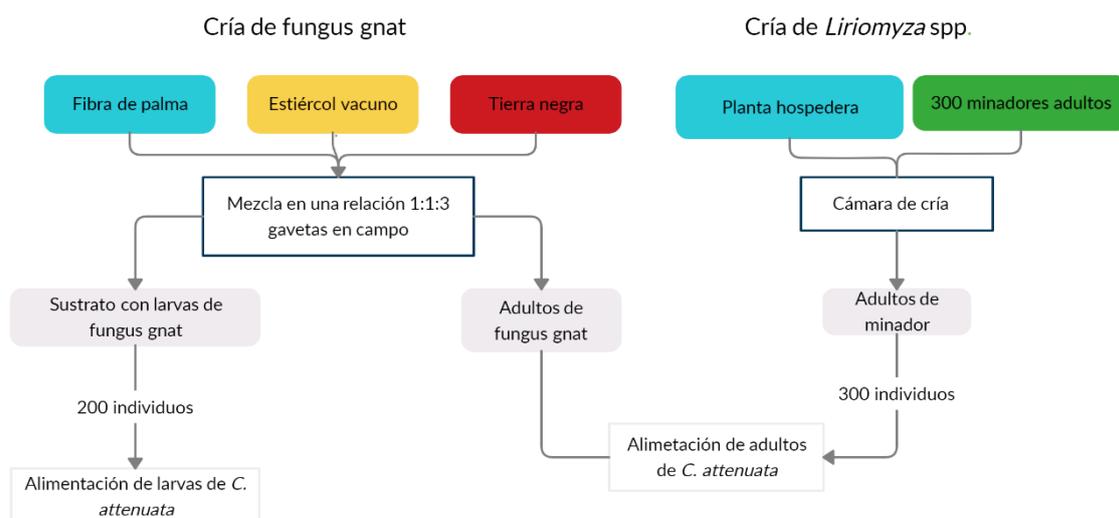
3.4.1.6.2.5 Alimentación de *Coenosia attenuata* Stein

Para asegurar la dotación de alimento diario tanto para el estadio de larva como del adulto, se realizó la cría de los insectos presa con anticipación. Se elaboró un programa de alimentación que les permita un buen desarrollo, lo cual se evidenció en el parámetro de reproducción (número de insectos nacidos). En el programa se establecieron horarios para el ingreso de las presas a las cámaras de cría, la dieta y la cantidad de individuos. Debido a la gran capacidad de depredación que presentó la mosca en las cámaras de cría, se realizó la alimentación tres veces en el día y para larvas se la realizó dos veces en el día, en vista de que, deben buscar a su presa por medio del tanteo para alimentarse (Tabla 6).

Tabla 6*Horario de alimentación para reproductores y larvas de C. attenuata Stein*

Hora	Dieta	Cantidad
Adultos:		
7:00 a 8:00 am		
11:30 a 12:30 am	Adultos de <i>Liriomyza</i> spp.	300 individuos
15:00 a 16:00 pm		
Larvas:		
9:00 a 11:00 am	Larvas de fungus gnat	200 individuos
16:30 a 17:30 pm		

Cabe mencionar que, se puede ingresar a los adultos de fungus gnat como un suplemento, el número de insectos que deben estar presentes en la cámara de cría, dependió de la disponibilidad del minador de la hoja. Es decir, de existir menor número de minadores se debe inducir más fungus gnat, hasta completar la población que debe ingresar a las cámaras, como alimento (300 insectos). Se estableció el siguiente esquema para poder visualizar de mejor manera el proceso realizado durante la cría y reproducción de los insectos presa (Figura 28):

**Figura 28.** Esquema de las actividades realizadas en la alimentación de la mosca tigre.

3.3.1.6.2.6 Manejo y mantenimiento del invernadero

3.3.1.6.2.6.1 Control diario

Con el fin de recopilar información de las condiciones ambientales, en el interior del invernadero y en las gavetas con el sustrato, se utilizó un termohigrómetro digital con sonda para medir la temperatura y la humedad relativa, se realizó la revisión cada 24 horas. Permitiendo identificar si existen alteraciones en la temperatura o humedad relativa

y las medidas necesarias para su control, con el fin de garantizar un ambiente adecuado para la mosca de 25 °C y 70 % de humedad relativa.

3.3.1.6.2.6.2 Riego

Una vez establecido el ensayo se realizó el riego en los caminos como en el interior de las cámaras de cría. La frecuencia de riego se obtuvo a través de un pre ensayo. Se realizaron de 2 riegos, el primer riego fue a las 7h00 y el segundo riego fue a las 12h00 am, antes del ingreso de la dieta.

3.3.1.6.2.6.3 Limpieza

Para evitar la aparición de malezas en el invernadero se realizó una limpieza general. Al mismo tiempo, en las cámaras de cría se retiraron las arañas que ingresaban al momento de colocar los tubos pvc en el interior o que se encontraban en el interior de los pambiles, ya que, es un depredador de los dípteros, lo que podría reducir el número de reproductores.

3.3.2 Segunda fase: cría a gran escala

Una vez obtenidos los resultados de la primera fase del estudio, se identificó que la mezcla de fibra de palma + estiércol vacuno que corresponde al nivel 2, como el cual se dio inicio a la segunda fase. Debido a que presentó menor compactación, buen drenaje del exceso del agua, alto contenido de materia orgánica, y mantuvo la temperatura y humedad relativa adecuada lo que beneficio al desarrollo de los estadios de la mosca y es el sustrato donde se presentó mayor número de adultos, los cuales son necesarios para el control del minador en el cultivo.

3.3.2.1 Croquis de la distribución de cada unidad experimental

Para efecto de esta fase de la investigación, se utilizaron un total de 45 unidades experimentales. En esta etapa no se realizó la división por secciones, ya que, el traslado de las gavetas no era necesario puesto que las gavetas eran retiradas al cumplir 25 días dentro de la cámara de cría. Se distribuyó cada cámara de cría a una distancia de 0.30 m se reutilizó la estructura establecida durante la primera fase para ubicarlas en tres bloques (Figura 29).

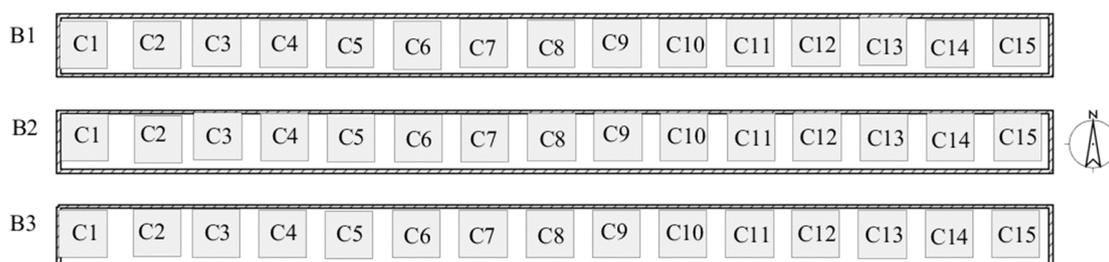


Figura 29. Distribución de las cámaras de cría.

3.3.2.2 Variables a evaluarse

Las variables a evaluar en la segunda fase de cría, fueron tomadas de acuerdo al comportamiento reproductivo a gran escala de la mosca tigre.

3.3.2.2.1 Número de insectos totales

En base a la metodología usada para determinar la dinámica poblacional se registró el número de insectos por estadio de larva y pupa de cada unidad experimental, para evidenciar el desarrollo de los estadios, se realizaron observaciones al sexto día (larvas) y 12 día (pupas). Luego de 25 días de estar en el invernadero, la gaveta sale a campo donde completara su ciclo. pasados cinco días de a ver sido colocado en campo, se realizó el conteo de las pupas eclosionadas, la unidad de medida fue 1 kg de sustrato para determinar cuántos adultos nacieron de las pupas.

3.3.2.2.2 Mortalidad

Del total de insectos obtenido por replica, se realizó un análisis de la mortalidad que se presentó durante el paso del estadio de larva a pupa y el paso del estadio de pupa a el adulto en las condiciones de campo.

3.3.2.3 Manejo específico del experimento

3.3.2.3.1 Preparativos iniciales antes de iniciar la cría

3.3.2.3.1.1 Desinfección del sustrato

Se empleó el mismo método de desinfección realizado en la primera fase. Debido a la distancia del área de la solarización con el invernadero y el requerimiento de una mayor cantidad de sustrato, se reubicó y amplió el área. Se destinó un área de 15 m², donde se colocó un plástico de polietileno transparente. Sobre el plástico se agregaron 15 sacos de 40 kg de la mezcla de fibra de palma + estiércol vacuno, los cuales fueron esparcidos

uniformemente para evitar la formación de terrones. Se prosiguió a ubicar las mangueras de riego sobre el sustrato de manera que cubra toda el área del sustrato. Finalmente se cubrió el sustrato con el mismo plástico, y se procedió con el riego hasta capacidad de campo. Se realizaron dos riegos diarios, a las 11h00 y a las 14h00. Este horario de riego se siguió durante las 3 semanas que dura la solarización (Figura 30).



Figura 30. Preparación del sustrato para la cría gran escala.

3.3.2.3.1.2 Mantenimiento y reparación de equipos

El desgaste por uso de las cámaras cría durante la primera fase ocasiono daños que permitieron la de la mosca tigre como del minador por lo que, se procedió a reparar las cámaras de cría deterioradas. De las 45 unidades experimentales, 36 fueron parchadas con silicona, las nueve cámaras restantes, presentaron cortes en la toda la malla, siendo necesario que sean forradas nuevamente (Figura 31).



Figura 31. Mantenimiento de las cámaras de cría.

Para garantizar el correcto funcionamiento de los aspersores se revisó cada línea de riego por bloque y se observó que aspersor debía ser remplazado o limpiado. De los 45

aspersores inspeccionados, 14 fueron reemplazados y 31 fueron limpiados. Se realizó un riego de prueba donde se evidenció que el riego era homogéneo en cada unidad experimental. Una vez terminadas las adecuaciones de las cámaras de cría y del sistema de riego, se puede continuar con el estudio.

3.3.2.3.2 Inicio de la cría y reproducción a gran escala

3.3.2.3.2.1. Montaje de las unidades experimentales e ingreso de reproductores

La división por secciones no se realizó, considerando que, se debe incrementar el número de reproductores, en este sentido se utilizaron todas las cámaras de cría para iniciar a la segunda fase. El montaje de las unidades se lo realizó como en la fase de cría en laboratorio, se posicionaron las cámaras de cría de acuerdo al croquis que se estableció anteriormente. Una vez que, el adecuamiento de las cámaras de cría finalizó, se realizó el ingreso de los reproductores en el mismo orden establecido durante la primera fase.

3.3.2.3.2.2 Alimentación *Coenosia attenuata* Stein

Para que la reproducción de *C. attenuata* Stein sea eficiente, se realizó un ajuste en cuanto a la cría de las dietas. Para optimizar recursos y el tiempo empleados en la cría de fungus gnat (*Sciaridae*), como alimento para las larvas de la mosca, se realizó su cría directamente en la cámara de cría con el sustrato. Para ello se colectaron de campo adultos de fungus gnat, se liberaron por cámara 25 insectos. Este procedimiento tardó 12 días, para garantizar la presencia de larvas de fungus gnat, se realizaron revisiones cada 48 horas. Se realizó la cría con anticipación previo al ingreso de los reproductores.

En el caso de minador de la hoja (*Liriomyza* spp.) su cría no abasteció para alimentar diariamente a la mosca tigre, no solo debido al tiempo que tardan en nacer los adultos (25 días), sino también por el incremento de los reproductores *C. attenuata* Stein. Por tanto, se decidió aspirar directamente a los adultos de *Liriomyza* spp. Se colectaron en total 200 a 300 minadores de los lotes de cultivo de *gypsophila*. Estos eran transportados en las trampas de tubos pvc, para luego ser liberados en las cámaras.

Para cumplir con el horario de alimentación de *C. attenuata* Stein., donde se especificó que desde las 7h00 a 8h00, se debe dotar de la dieta a base de adultos de *Liriomyza* spp. Sin embargo, por la presencia del rocío en las hojas de *gypsophila* durante las primeras horas del día, no se realizaron las aspiraciones. Por esta razón, se identificó a mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*), como dieta alterna para el cumplimiento del horario (Tabla 7).

Tabla 7

Horario de alimentación para reproductores C. attenuata Stein en la segunda fase

Hora	Dieta	Cantidad
Adultos:		
7:00 a 8:00 am	Adultos de <i>Drosophila m.</i>	300 individuos
11:30 a 12:30 am	Adultos de <i>Liriomyza spp.</i> +	
15:00 a 16:00 pm	<i>Drosophila.m.</i>	

La cría *Drosophila melanogaster*, inició una vez que se limpió y adecuó un área cercana al invernadero donde se realiza la cría de mosca tigre. Para evitar el ingreso de roedores y pájaros que puedan destruir las gavetas con la mezcla de las frutas, se elaboró un invernadero de 3 m de ancho x 3 m de largo y 3 m de alto, recubierto con plástico de polietileno. El sitio de oviposición para la mosca de la fruta se realizó al mezclar frutos maduros de guayaba, chirimoya, aguacate y nogal. Con la finalidad de mantener la humedad se colocó una capa de suelo de 5 cm, en la base de la gaveta y se realizó un riego hasta capacidad de campo cada 48 horas. La cantidad total de la mezcla que se esparció en las gavetas fue de seis kilogramos. Una vez introducidas las gavetas al invernadero a los 3 a 4 días, la mezcla se encontró infestado por adultos de *Drosophila melanogaster* que fueron utilizados como dieta (Figura 32).



Figura 32. Cría de adultos de *Drosophila melanogaster* como dieta: a. invernadero, b. gavetas con mezcla de frutas.

3.3.2.3.2.3 Manejo y mantenimiento del invernadero

Con el fin de garantizar un ambiente adecuado dentro del invernadero y en las cámaras de cría, se realizaron las mismas actividades de monitoreo, limpieza y riego, propuestas en la primera fase.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Primera fase: cría en laboratorio

Durante la primera fase del estudio se establecieron normativas de manejo y se identificaron las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de las mosca tigre, desde la eclosión del huevo hasta la emergencia del adulto. Además, se determinó la dinámica poblacional, el ciclo de vida y la eficiencia del sustrato, considerando el número de total de insectos y el porcentaje de mortalidad, al culminar esta etapa, se evidenció la factibilidad de criar y reproducir la mosca.

4.1.1. Dinámica poblacional

Para la variable dinámica poblacional de la mosca tigre, se realizaron conteos de los insectos de acuerdo a lo que se especificó en metodología, los resultados de los análisis indican que existe interacción entre replica, nivel y estadio ($F=13.31$; $gl=16, 4403$; $P=0.0001$) (Tabla 8).

Tabla 8

Análisis de varianza para dinámica poblacional de mosca tigre con diferentes niveles empleados. FP=fibra de palma, FP+EV=fibra de palma +estiércol vacuno, S+H= suelo + humus, EV= estiércol vacuno y CH=champiñón.

Fuente de variación	Grados de libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
	F.V			
Replica	2	4403	61.42	<0.0001
Nivel	4	4403	107.62	<0.0001
Estadio	2	4403	188.79	<0.0001
Replica: Nivel	8	4403	26.67	<0.0001
Replica: Estadio	4	4403	26.29	<0.0001
Nivel: Estadio	8	4403	32.22	<0.0001
Replica: Nivel: Estadio.	16	4403	13.31	<0.0001

Por lo tanto, el análisis del aumento del número de insectos por día, se realizó en periodos de 8 días, considerando los estadios de: larva, pupa y adulto, en cada nivel en estudio, de lo que se obtuvo la siguiente información:

4.1.1.1. Dinámica poblacional en fibra de palma

Una vez efectuado el análisis de varianza se indica que no existe interacción entre los días de desarrollo y el estadio (F=1.19; gl=64, 793; P=0.1493). Sin embargo, los resultados muestran un efecto individual del estadio (F=65.53; gl =2, 793; P=0.0001) y de los días de desarrollo (F=4.86; gl=32, 793; P=<0.001) (Tabla 9).

Tabla 9

Análisis de varianza para la dinámica poblacional de mosca tigre en el nivel 1: fibra de palma.

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Ddh	32	793	4.86	<0.0001
Estadio	2	793	65.53	<0.0001
Ddh:Estadio	64	793	1.19	<0.1493

La prueba de Fisher determinó que hubo diferencias significativas, en cuanto al promedio de insectos obtenidos por día, durante un ciclo reproductivo (Anexo 2). En el periodo de 0 a 8 días, se encontró un incremento de insectos a partir del día 4 hasta el día 8, con 0.22 y 1.30 insectos, respectivamente.

No se presentan durante los tres primeros días, debido a que, la eclosión de los huevos no se ha dado, pese a existir las condiciones ambientales favorables dentro de las cámaras de cría. Sin embargo, se visualizó un aumento de la población, durante el periodo de 9 a 16 días, pues, se deduce que, en el transcurso de este tiempo, la eclosión de los huevos es del 60 %, ya que, la mosca no deposita todos sus huevos en un solo día, y estos irán eclosionando eventualmente conforme vayan alcanzando su desarrollo embrionario.

Se presentó un aumento de la población mayor en comparación al periodo anterior, pero estadísticamente similares en los días 15 y 16, con 6.15 insectos, en contraste con el del día 9 con 1.30 insectos. Así mismo, en el lapso del día 17 hasta el día 24, en comparación a los días anteriores, se registró que hubo mayor número de individuos al día 23 y la menor cantidad en el día 18, con 9.04 y 5.74 insectos, respectivamente. Finalmente, para el periodo del día 25 al 32, se observó el mayor aumento de insectos siendo estadísticamente superiores en comparación a los periodos anteriores, para el día 28 se contabilizaron 15.80 insectos y para el día 25 un promedio de 15 insectos (Figura 33).

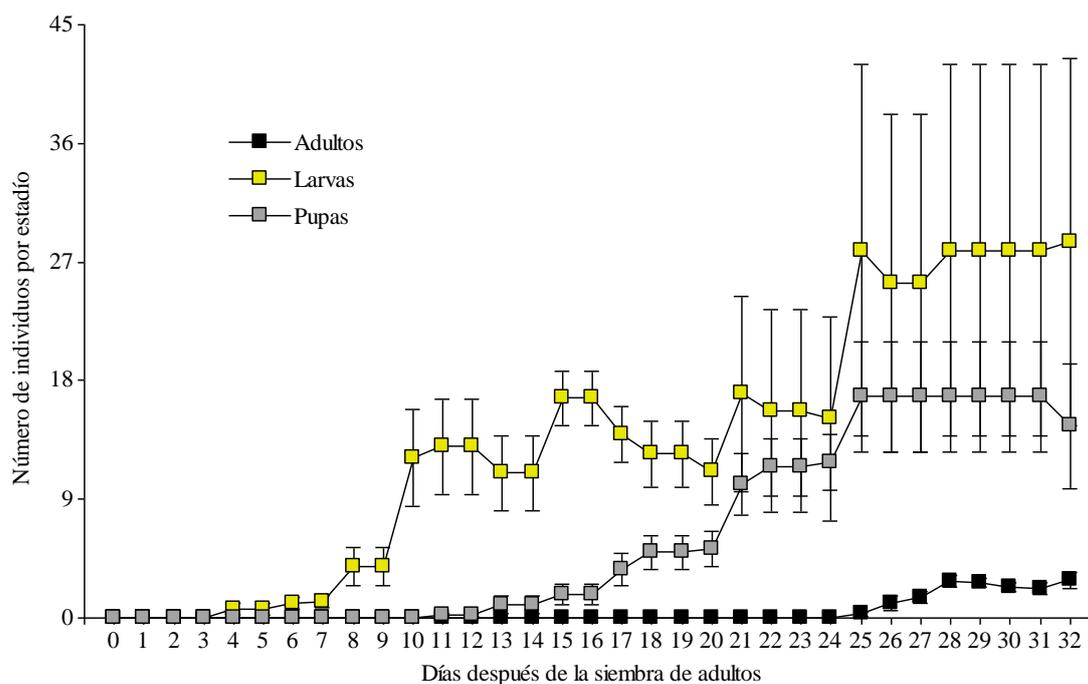


Figura 33. Dinámica poblacional del número de insectos por estadio de mosca tigre, en el nivel 1: fibra de palma, durante un ciclo de reproducción de 32 días.

Adicionalmente el análisis de datos, muestra que, al finalizar el ciclo reproductivo el promedio de individuos del total de larvas, pupas y adultos, por separado difieren significativamente entre si (Anexo 3), mostrando valores para larvas con 13.24, en pupas con 6.11 y para los adultos con de 0.48 individuos. Observando mayor población de larvas en este sustrato.

4.1.1.2. Dinámica poblacional en fibra de palma más estiércol vacuno

Los resultados de los análisis, indican que, existe interacción entre días de desarrollo y el estadio ($F=2.27$; $gl=64, 790$; $P=0.0001$) (Tabla 10).

Tabla 10

Análisis de varianza para la dinámica poblacional de mosca tigre en el nivel 2: fibra de palma con estiércol vacuno.

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Ddh	32	790	8.33	<0.0001
Estadio	2	790	64.02	<0.0001
Ddh:Estadio	64	790	2.27	<0.0001

La prueba de Fisher determinó que, el incremento de la población de larvas, pupas y adultos, durante un ciclo reproductivo, por día difieren significativamente entre sí (Figura 34). En el caso de larvas, durante el periodo de 0 a 8 días, su presencia más notable en el sustrato inicia a partir del día 8, con 3.44 individuos. Siendo una población muy reducida pese a que, existen las condiciones favorables en las cámaras de cría. Sin embargo, para el periodo del día 9 hasta el 16, el número es estadísticamente similares con 8.89 hasta el día 12, se observó que el aumento poblacional más evidente fue a partir del día 16, con 12.89.

Posteriormente, durante el día 17 hasta el día 24, la población comenzó a disminuir por día, esta reducción se debe a que, inicia el cambio a la fase de pupa. Es por esto que, para el día 24 se presentaron 6.33 individuos, es decir se redujo en un 50 % la población inicial. En contraste con lo anterior, a partir del día 25 hasta el día 31, hay un aumento significativamente mayor y equilibrado en comparación a los días anteriores. Para terminar con 18.44 individuos en el día 32, si bien el desarrollo larval debió finalizar al día 12, se evidenció que se mantiene hasta finalizar el ciclo, es probable que, los huevos colocados en el sustrato, sean de distintos días de postura, esto hace que la población se mantenga, ya que no todos los huevos eclosionarían en el mismo tiempo.

En cuanto a pupas, como era de esperarse durante el periodo de 0 a 8 días, su presencia es nula, porque en este tiempo el desarrollo larval es más evidente. Sin embargo, a lo largo del día 9 hasta el día 16, la aparición de las primeras se da en el día 11 y 12, con 0.78 y 0.89, respectivamente. Acorde con la reducción de larvas suscitado durante el periodo del día 17 hasta el día 24, se registró un aumento de la población que, no presentaron diferencias significativas por día. Sin embargo, para el día 24 se registró un aumento con un total 12.67. A partir del día 25 hasta el día 31, el aumento de la población fue equilibrado al igual que en larvas, para terminar con 23.44 pupas en el día 32.

Finalmente, en los adultos el incremento de la población comenzando una vez el desarrollo larval y pupal hayan culminado, en nuestro caso el inicio del nacimiento de los primeros adultos de las pupas fue desde el día 25 hasta el día 32, siendo el aumento similar estadísticamente entre cada día, teniendo para el día 29 un total de 3.67 ejemplares de la mosca (Anexo 4).

Al considerar los picos en cuanto al aumento de la población se tiene que, para el estadio de larva, en el día 32 alcanzó mayor incremento, con un total de 18 larvas, siendo superior a los días 24, 16 y 8, con 6.33, 12.89 y 3.44 individuos. En pupas, el día 27 obtuvo una población superior con un total de 24.11 pupas, diferenciándose de los días 24, 16 y 12, con 12.67, 1.44 y 0.89. En los adultos, el día 29 estuvo por encima de los demás con 3.67 adultos, superando a los días 32, 27 y 25, con 2.78, 2 y 0.67, respectivamente.

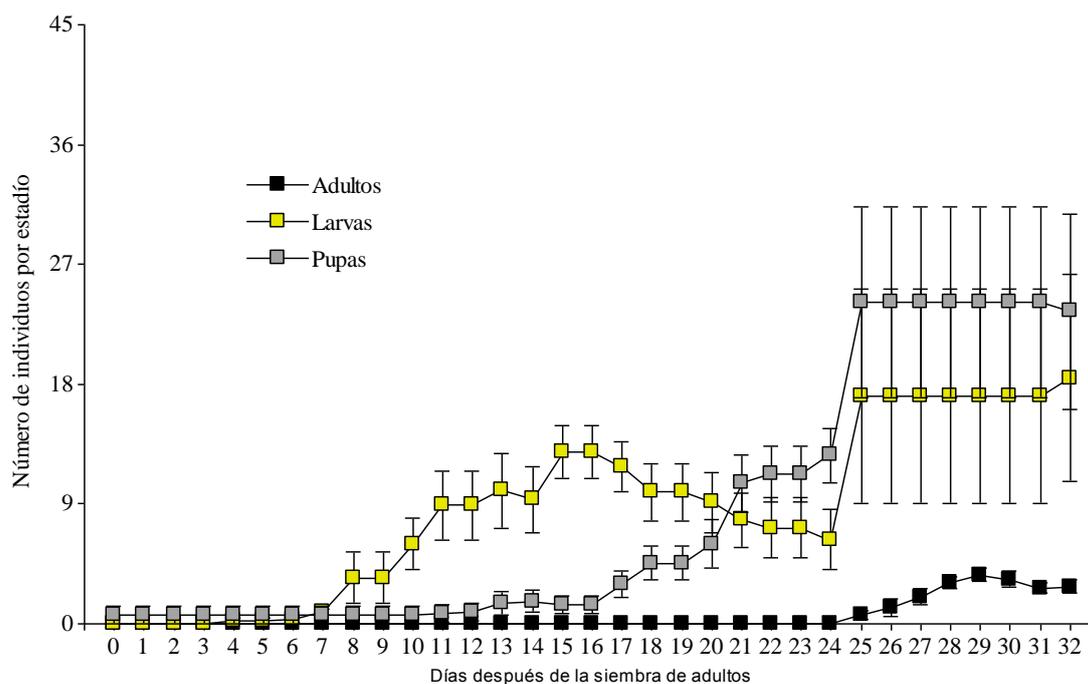


Figura 34. Dinámica poblacional del número de insectos por estadío de mosca tigre, en el nivel 2: fibra de palma más estiércol vacuno, durante un ciclo de reproducción de 32 días.

4.1.1.3. Dinámica poblacional en suelo con humus

Los resultados de los análisis, indican que, no existe interacción entre día de desarrollo y estadio ($F=1.28$; $gl=64$, 794; $p=0.0760$); sin embargo, los análisis muestran que existe efecto individual del estadio ($F=38.47$; $gl=2$, 794; $p=0.0001$) y días de desarrollo ($F=2.24$; $gl=32$, 794; $p=0.0001$) (Tabla 11).

Tabla 11

Análisis de varianza para la dinámica poblacional de mosca tigre en el nivel 3: suelo más humus.

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Ddh	32	794	2.24	<0.0001
Estadio	2	794	38.47	<0.0001
Ddh:Estadio	64	794	1.28	0.0760

La prueba de Fisher determinó que hubo diferencias significativas, en cuanto al prometido de insectos obtenidos por día, durante un ciclo reproductivo (Anexo 5). En el periodo de 0 a 8 días, se encontró un incremento de insectos a partir del día 6 hasta el día 8, con 0.07 y 0.70 insectos, respectivamente.

No se presentan durante los tres primeros días, debido a que, la eclosión de los huevos no se ha dado, pese a existir las condiciones ambientales favorables dentro de las cámaras de cría. Sin embargo, se visualizó un aumento de la población, durante el periodo de 9 a 16 días, pues, se deduce que, en el transcurso de este tiempo, la eclosión de los huevos es del 60 %, ya que, la mosca no deposita todos sus huevos en un solo día, y estos irán eclosionando eventualmente, conforme vayan alcanzando su desarrollo embrionario, aunque, la compactación de este sustrato durante el estudio por el exceso de humedad puede ocasionar un índice de mortalidad en huevos, de ahí que, el número de insectos sea menor.

Se presentó un aumento de la población en comparación al periodo anterior, pero estadísticamente similares en los días 15 y 16, con 1.22 y 1,15 insectos, respectivamente, en contraste con el del día 9 con 0.70 insectos. Así mismo, en el lapso del día 17 hasta el día 24, en comparación a los días anteriores, se registró que hubo mayor número de individuos al día 24 y la menor cantidad en el día 18, con 1.30 y 1.13 insectos, correspondientemente. Finalmente, para el periodo del día 25 al 32, se observó el mayor aumento de insectos siendo estadísticamente superiores en comparación a los periodos anteriores, para el día 28 se contabilizó 15.80 insectos y para el día 25 un promedio de 15 insectos (Figura 35).

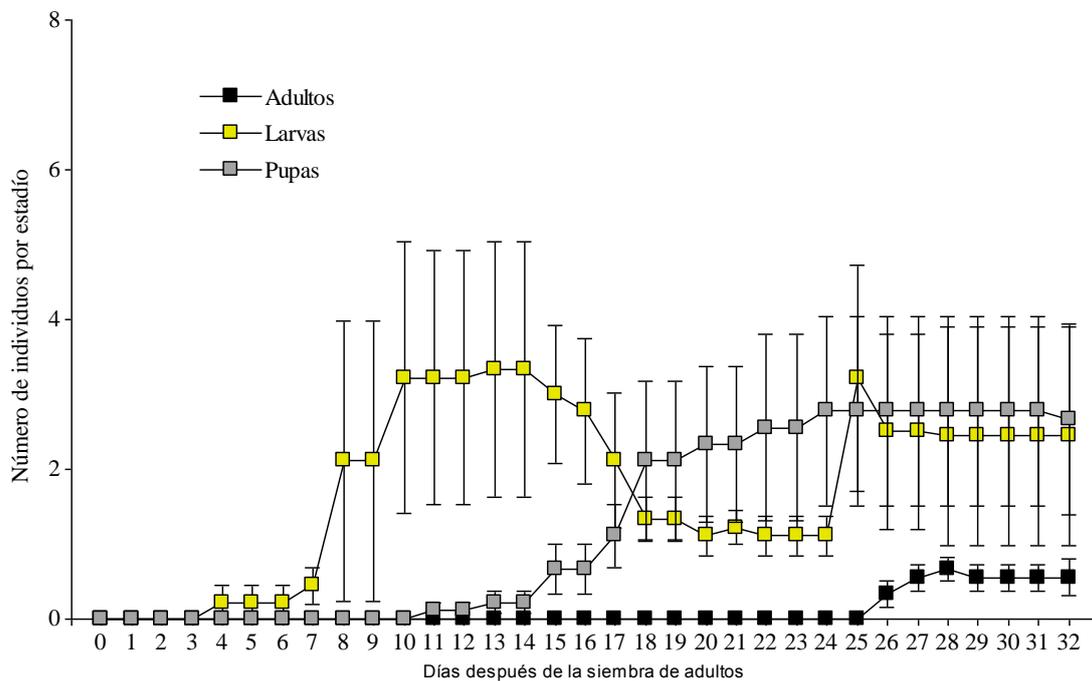


Figura 35. Dinámica poblacional del número de insectos por estadio de mosca tigre, en el nivel 3: suelo más humus, durante un ciclo de reproducción de 32 días.

Adicionalmente, el promedio de individuos del total de larvas, pupas y adultos durante el ciclo de cría de 32 días, por separado difieren significativamente entre sí (Anexo 6), mostrando valores para las larvas con 1.77, en pupas con 1.27 y para los adultos con 0.11 individuos promedio. Observando menor población de larvas en este sustrato.

4.1.1.4. Dinámica poblacional en estiércol vacuno

Los resultados de los análisis, indican que, existe interacción entre días de desarrollo y el estadio (F=2.27; gl=64, 790; P=0.0001) (Tabla 12).

Tabla 12

Análisis de varianza para la dinámica poblacional de mosca tigre en el nivel 4: estiércol vacuno.

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Ddh	32	794	8.62	<0.0001
Estadio	2	794	141.53	<0.0001
Ddh:Estadio	64	794	7.69	<0.0001

Por otro lado, el análisis estadístico indico un incremento de la población de cada estado que, por día difieren significativamente entre sí, durante un ciclo reproductivo. En el caso de larvas, se observó un aumento inicial del número de individuos el día 8, con 4.44, siendo una población muy reducida pese a que, existen las condiciones ambientales favorables en las cámaras de cría. Posteriormente, en el día 12, 16 y 19 su presencia en el sustrato es más notable, con un total de 13.33, 15.44 y 12.33, respectivamente. A partir del día 17 hasta el día 24 se notó que, el número de larvas se reduce por día, esta disminución se debe a que el desarrollo larval está completándose, es decir empieza el cambio a la fase de pupa. Es por esto que, para el día 24 se presentaron 3.11 individuos, es decir se redujo en un 70 % la población por este cambio. Manteniéndose así, durante el día 25 hasta el día 32, donde la población es menor en comparación a los días anteriores, con 5.78 larvas, si bien el desarrollo larval debió finalizar al día 12, se evidenció que la población restante se mantuvo hasta finalizar el ciclo, es probable que, los huevos en el sustrato, sean de distintos días de postura, esto hace que la población se mantenga, ya que, no todos los huevos eclosionarían al mismo día.

En cuanto a pupas, como era de esperarse durante el periodo de 0 a 8 días, su presencia es nula, porque en este tiempo el desarrollo larval es más evidente. Sin embargo, a lo largo del día 9 hasta el día 16, la aparición de las primeras se da en el día 13 y 14, con 1.33 y 1.56 individuos, respectivamente. Acorde con la reducción de larvas ocurrido durante el periodo del día 17 hasta el día 24, se observó un aumento de la población de pupas, a partir del día 24 con un total de 8.11. Posteriormente, en el día 26, 29 y 31 su presencia en el sustrato es más notable y constante, con un total de 14.44, respectivamente. Para terminar, con 13.67 pupas en el día 32.

Finalmente, en los adultos el incremento de la población comenzando una vez el desarrollo larval y pupal hayan culminado, en nuestro caso el inicio del nacimiento de los

primeros adultos de las pupas fue desde el día 26 hasta el día 32, siendo el aumento de los adultos similar estadísticamente entre cada día, teniendo para el día 28 un total de 2.56 ejemplares de la mosca (Anexo 7).

Al considerar los picos en cuanto al aumento de la población se tiene que, para el estadio de larva, en el día 16 alcanzó mayor incremento, con un total de 15.44 larvas, siendo superior a los días 32, 24 y 7, con 5.78, 3.11 y 1 individuos. En pupas, el día 25 obtuvo una población superior con un total de 14.44 pupas, diferenciándose de los días 32, 16 y 13, con 13.67, 2 y 1.33. En los adultos, el día 28 estuvo por encima de los demás con 2.56 adultos, superando a los días 32, 27 y 25, con 2.2, 1.67 y 0.33, respectivamente (Figura 36).

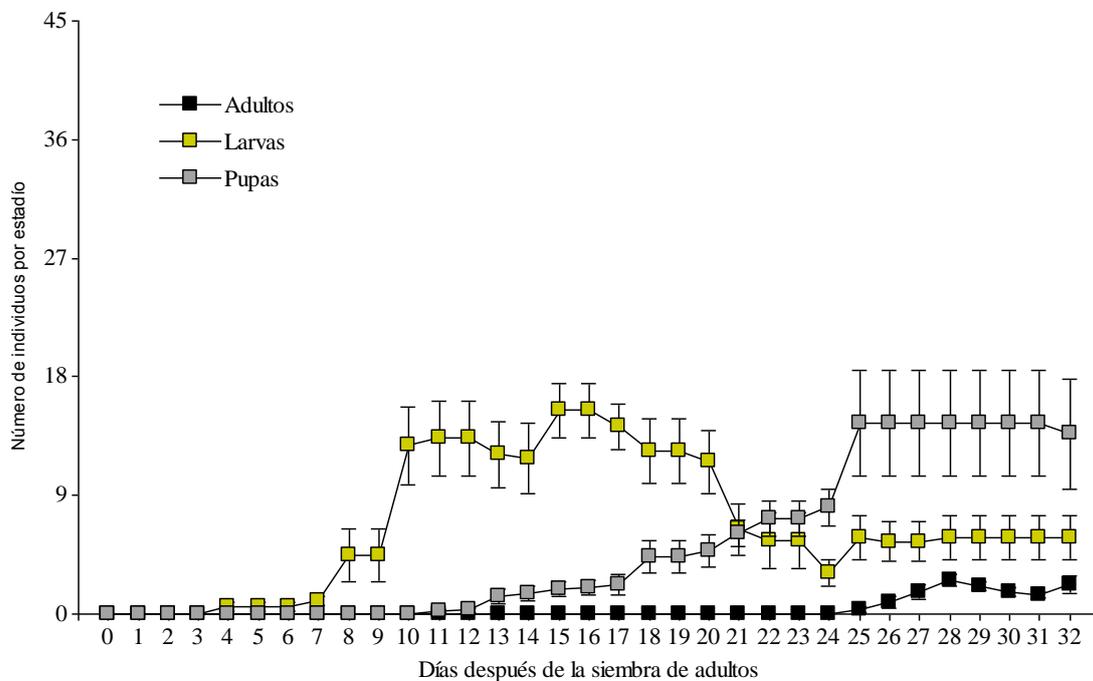


Figura 36. Dinámica poblacional del número de insectos por estadio de mosca tigre, en el nivel 4: estiércol vacuno, durante un ciclo de reproducción de 32 días.

4.1.1.5. Dinámica poblacional en champiñón

Una vez efectuado el análisis de varianza se indica que no existe interacción interacción entre día de desarrollo y estadio ($F=1.31$; $gl=64$, 794; $p=0.0579$); ni un efecto individual de los días de desarrollo, Sin embargo, los análisis muestran que existe efecto del estadio ($F=47.41$; $gl=2$, 794; $p=0.0001$) (Tabla 13).

Tabla 13

Análisis de varianza para la dinámica poblacional de mosca tigre en el nivel 5: champiñón

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Ddh	32	794	1.36	0.0878
Estadio	2	794	47.41	<0.0001
Ddh:Estadio	64	794	1.31	0.0579

Los resultados con respecto al aumento poblacional de mosca tigre en el nivel 5 que corresponde al sustrato de champiñón muestra que, el inicio del aumento de la población de larvas fue al día 15 con 0.44, mantenido valores estadísticamente similares hasta finalizar el ciclo, pese a que, en el día 27 al día 28, se observó un ligero incremento de 0.71 (Figura 37), al finalizar el ciclo presentó un promedio total de 0.26 larvas.

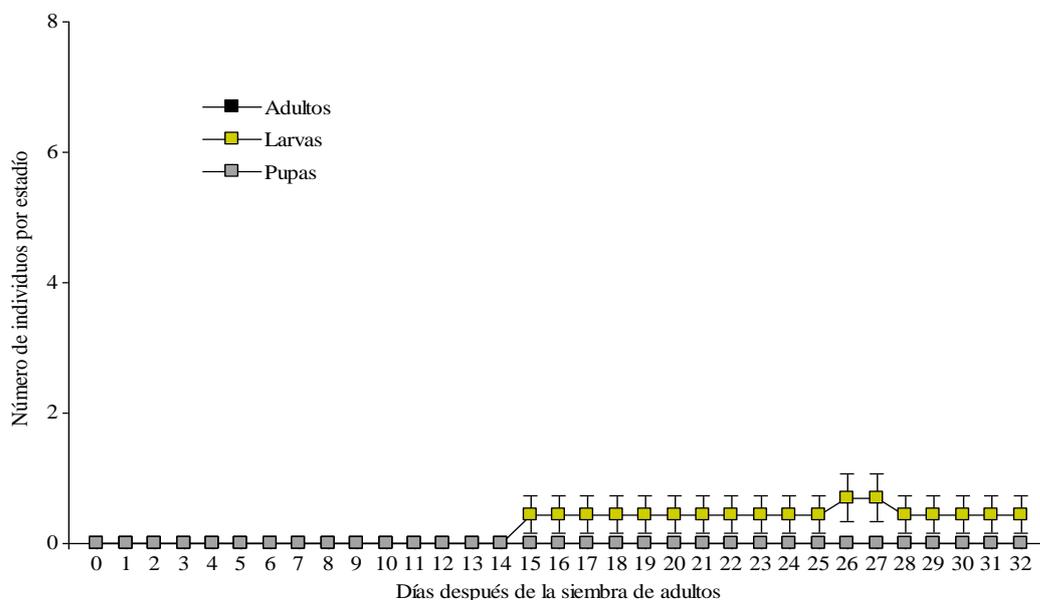


Figura 37. Dinámica poblacional del número de insectos por estadio de mosca tigre, en el nivel 5: Champiñón durante un ciclo de reproducción de 32 días.

Durante el estudio solo cuatro de los cinco niveles estudiados (fibra de palma, fibra de palma + estiércol, estiércol vacuno y suelo + humus) fueron compatibles con los tres estadios de *Coenosia attenuata* Stein. El nivel 5 (Champiñón) mostró efectos deletéreos en uno o en varios estadios del depredador. En cuanto al grado de desarrollo de larvas, pupas y en la emergencia del adulto, si consideramos al nivel 1: fibra de palma, este se destacó al mantener las condiciones ambientales probadas, así mismo, sus características físico-químicas (Tabla 4) no afectaron negativamente a los estadios, aumentando significativamente el número de individuos por día, al respecto Zou et al. (2017) utilizaron fibra de coco, en dicho estudio y en contraste con nuestros resultados, se observó que,

fibra de coco presentó: 75 ± 5 %HR y C.E de 0.5 mS/mc; permitiendo el desarrollo desde la eclosión del huevo hasta el final de la última etapa larval; y en conformidad con los resultados obtenidos Uguine et al. (2010) mostraron que el uso de bonote o fibras, permitió mejor el desarrollo de las etapas juveniles de la mosca, ya que mantiene la humedad y temperatura más o menos constante.

Con respecto al nivel 2: fibra de palma más estiércol vacuno, al ser una mezcla, mejora las características físicas: buen drenaje, disponibilidad de materia orgánica y mejor ventilación, así como, las químicas: pH de 7 y C.E de 2.6 mS/mc, resultando un sitio adecuado para la oviposición según el estudio. Martins et al. (2012) corroboraron la efectividad de mezclar sustratos, al combinar fibra de coco más suelo (simple y mixto), en distintas proporciones. Igualmente, en el estudio realizado por Martins et al. (2014) obtuvieron éxito al mezclar más de dos sustratos, mezclando fibra con suelo rico en materia orgánica y copos de roble, beneficiando no solo a los estadios de la mosca tigre, sino también a larvas usadas como dieta, por su contenido rico en materia orgánica y al no presentar alteraciones en su composición química.

El sustrato en base a estiércol vacuno (N4) y la mezcla de suelo más humus (N3), permiten el desarrollo de los estadios de la mosca tigre, sin embargo, el número presente es inferior con respecto a los sustratos de fibra de palma (N1) y fibra de palma más estiércol. (N2). debido a que, su porcentaje de densidad es de 818 % y 805%, respectivamente, lo que los hace más compactos, reteniendo mayor cantidad de agua de riego y el drenaje del exceso es lento, registrando porcentajes de humedad de 75 a 80 %. El alto contenido de humedad relativa resulta perjudicial. Así lo hacen notar Martins et al. (2015) que si el porcentaje humedad relativa de 75 %, es sobrepasado en un sustrato, no es recomendable usarlo. De no disponer de otro sustrato, como sitio para el desarrollo, Uguine et al (2010) proponen dentro del manejo del criadero, suspender el riego para no saturarlo, días antes de ocurrir la emergencia del adulto, para garantizar la supervivencia de los estadios, y no alterar el pH. Sin embargo, el pH, que presentaron los sustratos fue de 7.5, está entre los rangos encontrados en los anteriores sustratos, donde se registra mayor cantidad de insectos, mientras que, si consideramos la conductividad se observó, que para estiércol vacuno fue de 3.6 mS/cm, y para suelo más humus con 4.06 mS/cm, son valores más altos que los anteriores, es decir se presenta una leve salinidad que afectó a los estadios inmaduros de la mosca, lo que impidió que la población se igual o superior que en fibra y en la mezcla de fibra más estiércol.

Finalmente, el nivel 5: residuos de champiñón, produjo efectos deletéreos en huevos y larvas, debido a su elevada conductividad eléctrica de 14.4, es decir el sustrato tenía elevadas concentraciones de sales, en relación a estos resultados, Zou et al. (2017) menciona que al bajar las concentraciones de sales en la fibra, para emplearlo como medio para el desarrollo y supervivencia no solo de las estadios juveniles de la mosca, sino también de las larvas usadas como dieta.

4.1.2. Ciclo de vida de *Coenosia attenuata* Stein

El sustrato empleado en el estudio fue compatible con los estados de desarrollo de *C. attenuata* Stein. Sin embargo, la variación de temperatura y humedad relativa fueron las condiciones que presentaron cierta afectación sobre el estado de huevo, produjeron una reducción significativa en la eclosión (60 %) y un incremento de días (de uno a dos días) a su ciclo de vida (Tabla 14), corroborando nuestros resultados, Kuhne (1998) y Martínez y Cocquempot (2000) observaron este mismo efecto ovicida al presentarse variaciones de temperatura y en temperaturas inferiores de 7 °C, siendo lo óptimo a 25 °C, al igual que, con una humedad de más del 80 % (Ugine et al., 2010). Estos mismos autores comprobaron que el tiempo de postura y la eclosión del huevo fue de 1 día y 6 días, respectivamente. Dicha variación de temperatura, puede explicar los resultados obtenidos en el estudio, ya que el tiempo de postura y eclosión de huevos fue de 0 a 2 días para la postura y de 4 a 6 días en la eclosión, en la primera evaluación con 19 ± 5 °C., mientras que, para la segunda fue de 0 a 1 día – postura y 5 a 6 días – eclosión. De modo que, teniendo en cuenta estos resultados, podemos concluir que mantener condiciones ambientales constantes reduce el daño a este estadio que es más sensible, así también reduciendo el tiempo de desarrollo, siendo acorde a lo encontrado por Morris y Cloutier (1987) al reducir de 15 días a 5 días con 25 °C, en línea con estos resultados, Zou et al. (2017) en ensayos de laboratorio observaron que, la eclosión sucedió a los 5.8 días a 25 °C.

El desarrollo larval y pupal como era de esperar, tras la exposición a las mismas variaciones de temperatura y humedad, aumentó el tiempo para su desarrollo. Basándonos en los resultados obtenidos la duración de la etapa larval fue de 9 a 11 días – primera y 9 a 10 días - segunda evaluación. Por otra parte, en pupas tuvo una duración de 11 a 12 días para las dos evaluaciones. Nuestros hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Zou et al. (2017) quienes observaron que el tiempo que tardo el paso de larva a pupa, fue de 8.81 a 10.52 días y de 10.27 a 11.32 días, respectivamente. Así como, en los resultados expuestos por Kühne, (2000) que mostró que el desarrollo larval y pupal a 25 °C duró 10 días para los dos estadios, lo que nos indica que, en la zona de la parroquia de Chavezpamba existen las condiciones óptimas para la cría, con una duración de 29 días entre la postura del huevo hasta la emergencia del adulto.

Tabla 14

Duración en días que tarda en completar su ciclo de vida la mosca tigre, bajo la temperatura y humedad relativa, registrados en el interior de las cámaras de cría.

Evaluación	°T	%HR	Postura	Eclosión huevo	Desarrollo larval	Desarrollo pupal	Final ciclo
1 ^{era} evaluación	19 ± 5	75 ± 5	0 a 2 d	4 a 6 d	9 a 11	11 a 12 d	31 días
2 ^{da} evaluación	30 ± 5	70 ± 5	0 a 1 d	5 a 6 d	9 a 10 d	11 a 12 d	29 días

4.1.3. Eficiencia del sustrato

4.1.3.1. Insectos totales

Para determinar la eficiencia de los sustratos, se realizó un conteo de los insectos presentes de cada nivel de acuerdo a lo que se especificó en la metodología. Una vez realizado el análisis de varianza se indica que, si existe interacción entre la réplica, nivel y estadio ($F= 0,8$; $gl=16, 88$; $p=0.0022$). Debido a la significancia existente, es el valor que se considera para el análisis (Tabla 15).

Tabla 15

*Análisis de varianza para el número total de insectos por cada nivel en estudio, registrados durante tres replicas en la cría y reproducción de mosca tigre *Coenosia attenuata* Stein.*

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Replica	2	88	10.89	0.0001
Nivel	4	88	35.28	<0.0001
Estadio	2	88	74.70	<0.0001
Replica: Nivel	8	88	4.84	0.0001
Replica: Estadio	4	88	6.05	0.0001
Nivel: Estadio	8	88	8.12	0.0001
Replica: Nivel: Estadio.	16	88	2.62	0.0022

Los resultados referentes al número de larvas, pupas y adultos de *C. attenuata* Stein, presentes en cada nivel, se resumen en la Figura 38. Como se puede observar, existen diferencias estadísticamente significativas entre las tres réplicas, en los parámetros mencionados. Se debe agregar que, el número de insectos vario dependientemente de la disponibilidad del alimento y del ambiente al que fueron expuestos.

En fibra de palma el número larvas fue superior con 899 individuos, en la primera replica (R1), existiendo diferencias significativas para la segunda replica (R2) y tercera replica (R3), con 267.67 y 159.33 individuos, respectivamente. En lo referente al número de pupas y adultos, se detectaron diferencias en ambos estadios, el mayor número de pupas fue detectado en la R1 con 296 pupas, el cual fue significativamente mayor en la R2 y R3, donde el número de pupas fue menor. en cuanto a los adultos, se encontró más ejemplares en la R3 (17.67), el cual fue significativamente igual al de las R2 y R1.

En fibra de palma más estiércol vacuno el número larvas fue superior con 539.67 individuos, en la primera replica (R1), existiendo diferencias significativas frente a la

segunda (R2) y tercera replica (R3), con 195.33 y 117.67 individuos, respectivamente. En lo referente al número de pupas y adultos, se detectaron diferencias para el estadio de pupa. El mayor número de pupas fue detectado en la R1 con 452 pupas, presentando diferencias significativas con respecto a la R2 y R3, donde el número de pupas fue menor. En cuanto a los adultos, el mayor número de ejemplares fue observado en la R3 (21 adultos), el cual fue significativamente igual en la R2 y R1. En suelo más humus el número larvas fue estadísticamente similar durante las tres replicas, encontrado para la R1, R2 y R3, un total de 47.33, 51.33 y 76 larvas, respectivamente. En cuanto al número de pupas y de adultos se puede observar que no difieren significativamente entre sí. Tal es el caso para la R1, R2 y R3, para el estadio de pupas se encontró un total de 0 pupas, 42.67 pupas y 83.33 pupas, en adultos se encontró para la R1 un total de 0, este valor aumenta para la R2 con 4 y finalmente para la R3 con 5.

En estiércol vacuno como se puede observar el número larvas fue superior en R2 con 285.67 individuos, existiendo diferencias significativas al compararlos con la R1 y R3, con 229.67 y 163 individuos, respectivamente. En lo referente al número de pupas y adultos, se detectaron diferencias en ambos estadios por replica. El mayor número de pupas fue detectado en la R1 con 206.33 pupas, el cual fue significativamente mayor en la R2 y R3, donde el número de pupas fue menor. En cuanto a los adultos, el mayor número de ejemplares fue observado en la R3 con 17 ejemplares, el cual fue significativamente igual al de las R2 y R1. Finalmente, en champiñón, no se encontraron diferencias significativas por replica, donde el número de larvas para la R3 y R2 fue de 12. con respecto a pupas y adultos se puede observar que no existe presencia de estos estadios durante las réplicas debido a los efectos deletéreos del sustrato (Anexo 8).

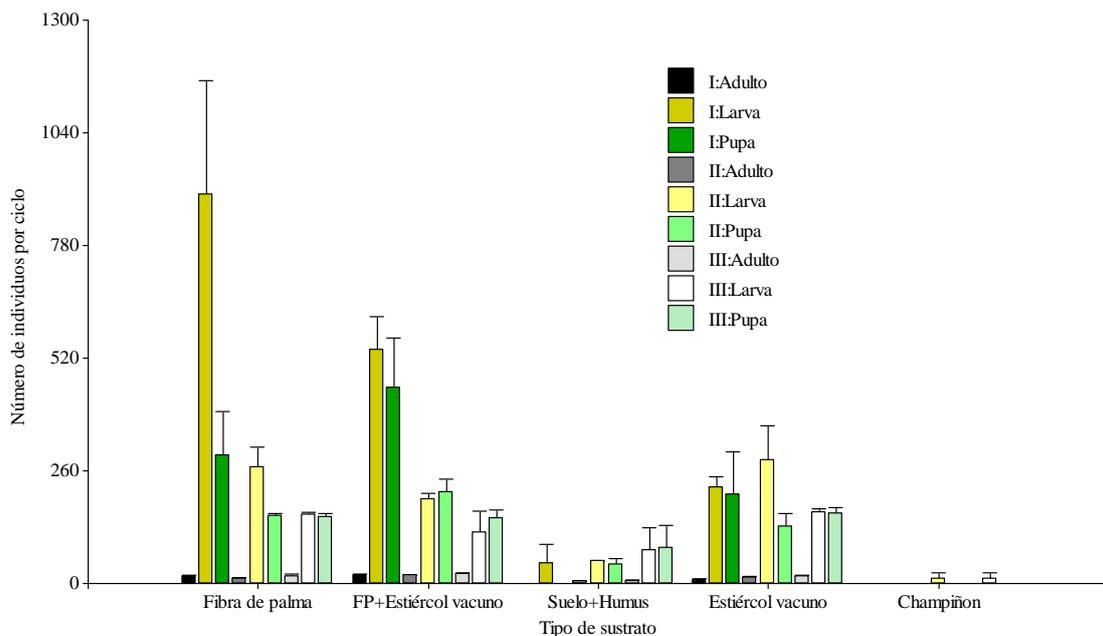


Figura 38. Número de insectos totales por ciclo, presentes en los cinco niveles usados en el estudio.

La temperatura juega un papel esencial en la supervivencia de la mosca tigre, de modo que los cambios en los niveles de temperatura pueden influir en la reproducción y capacidad de depredación de los mismo hacia sus presas. En el transcurso de la primera, segunda y tercera replica, el estudio permaneció a temperaturas entre los 19 ± 5 °C y 30 ± 5 °C. El registro de los datos del conteo realizado diariamente en las gavetas, al recolectar las submuestras aleatoriamente, lo que provoca daños en los estadios de la mosca, por esta actividad, reduciéndose la tasa de la emergencia y desarrollo de las pupas.

Resultados análogos a los encontrados en el presente trabajo, han sido descritos por Morris y Cloutier (1987) tras evaluar la adaptabilidad de la mosca a 15, 20 y 25 °C, siendo la temperatura de 25 °C, lo que permitió un mejor desarrollo y reproducción. Nuestros resultados coinciden también con los de Gilioli et al. (2005) que observaron que *C.attenuata* Stein frente a un estímulo de aumento de temperatura (30 a 42 °C) aumenta su capacidad de depredación, por lo que disponer de la dieta es recomendable para evitar el canibalismo, es por esto que Fazenda (2011) y Téllez y Tapia (2005b) recomiendan mantener las condiciones ambientales estables. De ahí que los ambientes fluctuantes no favorezcan la reproducción de dicho depredador.

Por otro lado, se constató, que la dieta empelada de minador (300 minadores) y larvas de fungus gnat (150 a 200 larvas), para evaluar el número total de insectos de mosca tigre fue la adecuada. Nuestros resultados coinciden con los hallazgos realizados por Téllez et al. (2009) identificando a *Liriomyza trifolii*, como un suplemente en la dieta para esta, pero esto dependió del cultivo (*Citrullus lanatus*) y las actividades culturales. Además y conforme a nuestros resultados Pozo y Solano (2018) comprobaron el uso de minadores como dieta, obteniendo 12 pupas de las cuales 4 adultos nacieron.

En nuestro caso, se observó mayor aceptación de *Liriomyza* spp., durante las tres replicas. Sin embargo, se presentó escases de la dieta en un 50 % para el adulto, esto, no permitió una alimentación adecuada, ocasionando el canibalismo característico de la especie. Prueba de ello, fue el número de minadores que ingresaban a las cámaras de cría, entre 150 a 200 adultos de minador. Este resultado era de esperarse ya que, como comprobaron Martins et al. (2012) y Téllez y Tapia (2005a) la falta de alimento y sumando la alta densidad de la mosca en las cámaras de cría, promueve el canibalismo entre su misma especie (hembras a machos y machos a machos), lo que reduce la población de machos encargados de fecundara a las hembras y afecta su reproducción.

En la bibliografía existe información sobre esta característica que se presenta por ausencia del alimento. En ensayos llevados a cabo por Prieto et al. (2005) verifican fenómenos de canibalismo en condiciones de laboratorio. La presencia de fungus gnat es de igual importancia, pues permite el desarrollo de los estadios inmaduros de la mosca tigre (Martinez y Cocquemot, 2000). En el estudio se dispuso de 1 kilogramo de sustrato inoculado con larvas donde se encuentra la cantidad necesaria (200 larvas), esto de acuerdo con el resultado obtenido de (Zou et al., 2017) donde encontraron la densidad

óptima que era de cinco larvas/ una larva de *C. attenuata*, estos resultados concuerdan con Moreschi y Colombo (1999).

Como se ha comentado en la introducción, los ambientes variantes pueden tener una gran influencia en la supervivencia y reproducción. En términos de crecimiento, la disponibilidad tanto de la dieta para el adulto como el de la larva de esta mosca fue indispensable, además se debe agregar que el medio donde se desarrollaron los estadios de la mosca también tiene un efecto sobre el número de insectos por replica. En este sentido, durante la primera replica se encontró que fibra de palma es un medio de desarrollo óptimo para larvas y se determinó a fibra de palma más estiércol vacuno como medio selectivo para pupas y para la emergencia de los adultos.

4.1.3.2. Porcentaje de mortalidad

Este porcentaje de mortalidad se determinó a partir de los resultados obtenidos del número total de larvas, pupas y adultos, en cada sustrato evaluado.

4.1.3.2.1. Porcentaje de mortalidad de larva a pupa

Una vez realizado el análisis de varianza se indica que existe un efecto individual de los niveles aplicados, sobre el porcentaje de mortalidad ($F=7.86$; $gl=4, 18$; $P=<0.0008$) (Tabla 16).

Tabla 16

Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad durante el paso de larva a pupa en los diferentes niveles en estudio.

Fuentes de variación	F.V	Error	Valor F	Valor P
Nivel	4	18	7.86	0.0008

En la Figura 39 se recogen los datos referentes a la mortalidad de larvas, tras su desarrollo en los niveles estudiados, durante el ciclo reproductivo. Como se puede observar, el empleo de los sustratos, produjo diferencias significativas entre cada uno. En los residuos de champiñón y suelo más humus son similares, mostrando porcentajes de mortalidad de 100 % y 93.87 %.

Por otra parte, estos son superiores al estiércol vacuno y fibra de palma (Anexo 9), mismos que presentan similitudes, con porcentajes de mortalidad de 52.90 % y 36.86 %. En la fibra de palma más estiércol vacuno, se presentó el porcentaje de mortalidad más bajo, en comparación a los demás, con un 16.64 %.

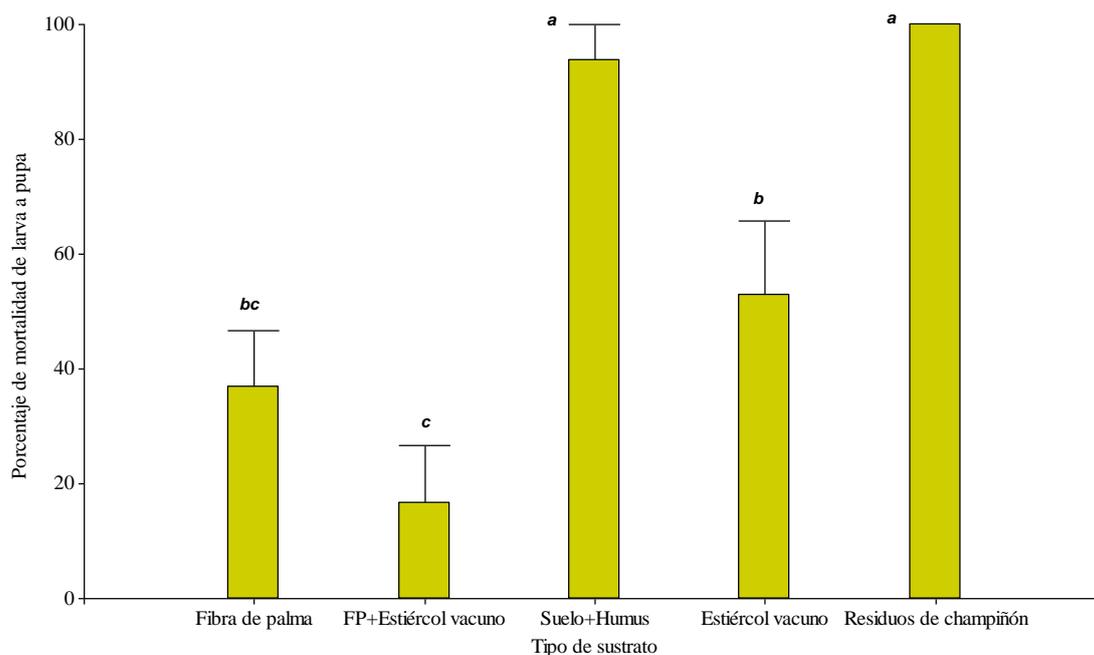


Figura 39. Mortalidad (%) del paso de larva a pupa en cada nivel de estudio

4.1.3.2.2. Porcentaje de mortalidad de pupa a adulto

Una vez realizado el análisis de varianza se indica que existe un efecto individual de los niveles aplicados, sobre el porcentaje de mortalidad ($F=2.23$; $gl=3, 27$; $P<0.1080$) (Tabla 17).

Tabla 17

Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad durante el paso de pupa a adulto en los diferentes niveles en estudio.

Fuentes de variación	F.V	Error	Valor F	Valor P
Nivel	3	27	2.23	0.1080

En la Figura 40 se recogen los datos referentes a la mortalidad de pupas, tras su desarrollo en los niveles estudiados, durante el ciclo reproductivo. Como se puede observar, el empleo de los sustratos, produjo diferencias significativas entre cada uno. En los residuos de champiñón no se presentó un porcentaje, debido a que la tasa de mortalidad en larvas fue del 100 %, por lo mencionado con anterioridad, que presenta un alto contenido de sales, lo que afecta al desarrollo de las etapas juveniles de la mosca. En estiércol vacuno y fibra de palma son similares mostrando porcentajes de 91.48 % y 91.40 %, esto se debe principalmente, por el deficiente manejo, en cuanto al riego. Por otra parte, estos son superiores al estiércol vacuno más fibra de palma (Anexo 10), mismo que presentan similitudes, con porcentaje de mortalidad de 90.47 %, ya que, al ser sustratos compactos, el alto contenido de humedad, ocasiona la muerte de larvas y pupas. En el suelo más

humus, se presentó el porcentaje de mortalidad más bajo, en comparación a los demás, con un 84.88 %, es decir el bajo número de larvas que llegaron a pupar, consiguieron desarrollarse hasta el adulto, ya que, el cuidado de los riegos en ese sustrato era suspendido, por el bajo número de larvas.

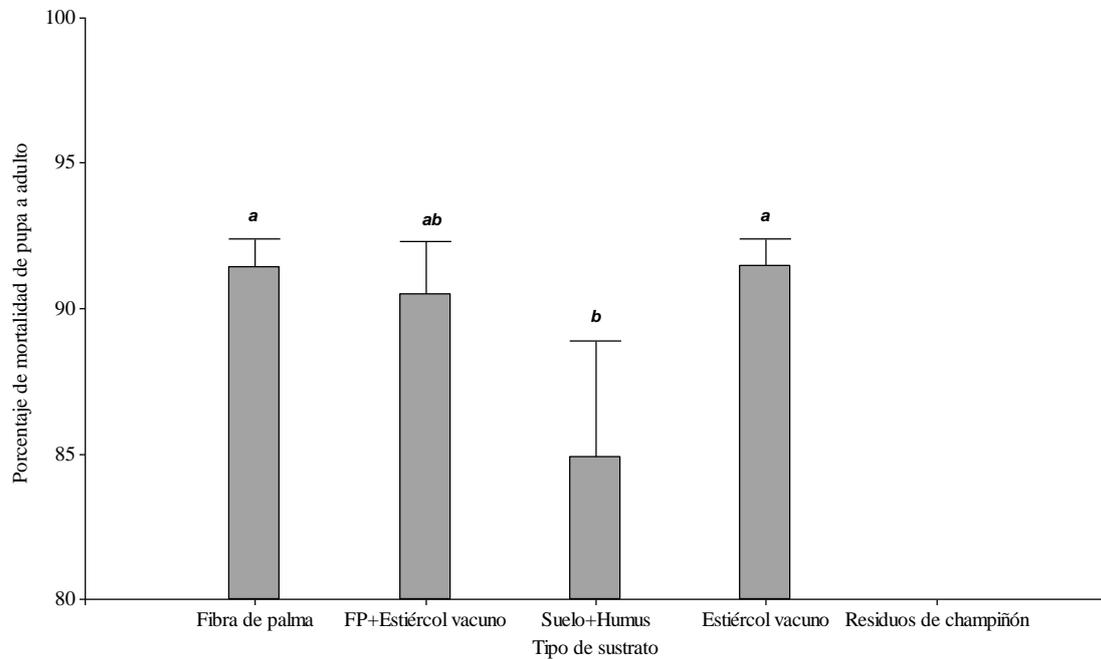


Figura 40. Mortalidad (%) del paso de larva a pupa en cada nivel de estudio

La salinidad y la humedad relativa pudieron ser los factores que ocasiono efectos deletéreos en larvas y pupas, ya que acorde a lo mencionado por Zou et al. (2017) se debe disponer de un medio desalinizado para iniciar la cría y los resultados antes obtenidos, indican altos niveles de sales en el nivel 5: residuos de champiñón donde el porcentaje de mortalidad es del 100 % en ambos casos. Y en el nivel 3 y 4, con humedades relativas de más del 80 % por ciento, donde el porcentaje de mortalidad también es elevado. Estos resultados concuerda con el estudio realizado por Martins et al. (2015) que si el porcentaje humedad relativa de 75 %, es sobrepasado en un sustrato, no es recomendable usarlo. De no disponer de otro sustrato, como sitio para el desarrollo, Ugine et al (2010) proponen dentro del manejo del criadero, suspender el riego para no saturarlo, días antes de ocurrir la emergencia del adulto, para garantizar la supervivencia de los estadios, y no alterar el pH, pero esto depende del sustrato usado, tal es el caso de fibra de palma que ocurre lo contrario que la falta de humedad provoca el desecamiento inmediato, reduciendo así la humedad mínima requerida.

4.2. Segunda fase: cría a gran escala

En la segunda fase del estudio, se realizó la cría a masiva del agente de control biológico, utilizando al nivel 2 como sitio para la oviposición, este nivel consiste de la mezcla de fibra de palma más estiércol vacuno. Resulto ser el sustrato con menor nivel de contaminación, menor nivel de salinidad, alto contenido de materia orgánica, un pH neutro, mayor capacidad de mantener las condiciones óptimas para la mosca. Afirmando que, es posible la cría de mosca tigre a gran escala, bajo las condiciones climáticas de la zona. En este sentido, los resultados mostraron un efecto de las réplicas (Tabla 18).

4.2.1. Número de insectos totales

La fecundidad de los adultos de mosca tigre, bajo la dieta de minador + mosca de la fruta, con la dieta estándar (solo minador) mostró que el número de individuos por réplica presentaron diferencias significativas ($F=31.24$; $gl=2, 726$; $P=0.0001$) (Anexo11).

Tabla 18

Análisis de varianza para la cría y reproducción masiva de mosca tigre, en el nivel 2: fibra de palma más estiércol vacuno.

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Replica	2	726	31.24	<0.0001
Estadio	1	726	0.84	0.3588
Replica: Estadio	2	726	1.30	0.2726

En donde la primera réplica presentó menos individuos en comparación a la segunda y tercera, con 13.97, 23.50 y 23.42 individuos, respectivamente (Figura 41). Observando en el experimento la importancia de la disponibilidad del alimento, ya que, se encontró que las dietas influyeron significativamente en el desarrollo larvario, de pupa, emergencia del adulto y fecundidad. Además, el manejo realizado del controlador biológico dentro de las cámaras de cría puede reducir la sobrevivencia de los reproductores. Por ende, minador de la hoja y mosca de la fruta, serian un buen complemento nutricional, obteniéndose así una dieta, la cual permite una mayor capacidad de oviposición (Martins et al., 2012). se presentó la reducción del número de individuos en la primera replica mostró la deficiencia de alimentación, en esta temporada, la cantidad de minadores colectados fue del 50%. En efecto Bonsignore (2016); Gilioli et al. (2005); Kühne (2000); Martínez y Cocquempot (2000) y Pinho et al. (2009) concuerdan que se debe disponer de una variedad de dietas, para usar durante temporadas de ausencia, por lo cual se identificó a *D. melanogaster* como un suplemento alimenticio, mas no como un remplazo de la dieta principal ya que, de igual forma se ha encontrado en *C. attenuata* Stein valores menores

de poblaciones al alimentarlos solo con mosca de la fruta (Fazenda, 2011). Es por eso que se utilizaron estas dos dietas, consiguiendo así que se incremente la reproducción al diversificar el alimento en las otras replicas.

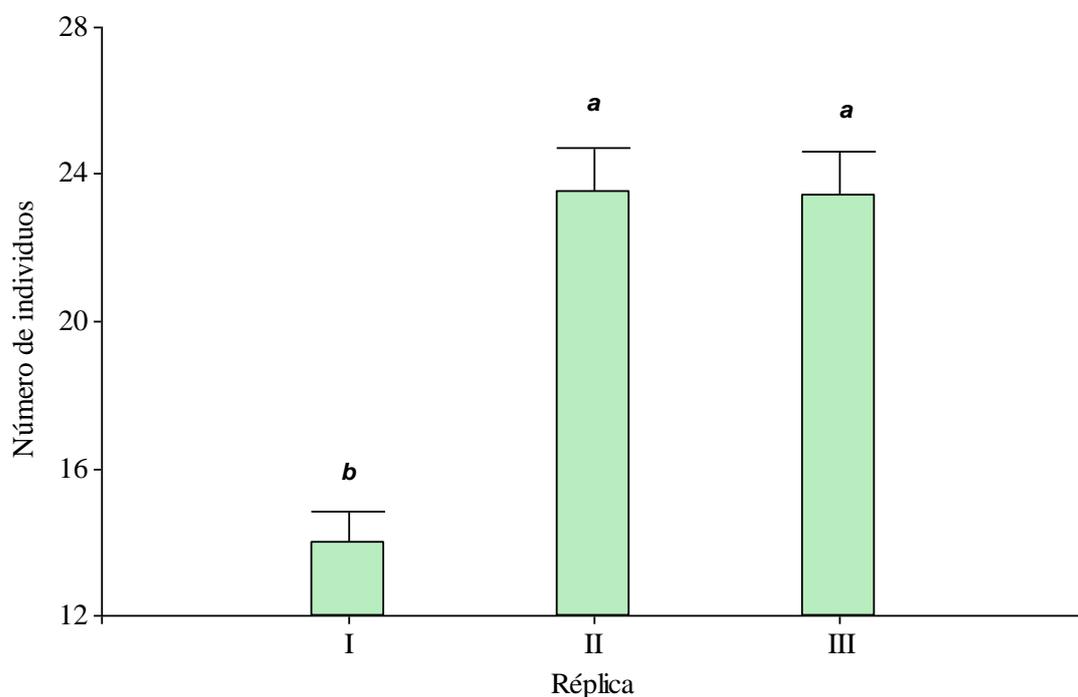


Figura 41. Número de insectos por replica durante la cría a gran escala de las moscas tigre *C. attenuata* Stein.

4.2.1. Porcentaje de mortalidad

Una vez realizado el análisis de varianza se indica que existe un efecto individual de la réplica ($F=15.12$; $gl=2, 24$; $P<0.0001$) (Tabla 19).

Tabla 19

Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad de mosca tigre, en el nivel 2: fibra de palma más estiércol vacuno

Fuente de variación	Grados de libertad	Grados de libertad	Valor F	Valor P
	F.V	Error		
Replica	2	24	15.12	<0.0001

Los resultados indican que el porcentaje de mortalidad en la primera replica, es la mayor, con un 32 % de mortalidad. Para la segunda y tercera replica, el porcentaje de mortalidad es menor en comparación a la primera, mostrando valor de 11 % y 12 % de mortalidad

respectivamente (Anexo 12) (Figura 42), en este caso se realizaron los ajustes de temperatura y humedad, así como las condiciones de riego.

La muerte de los reproductores y la muerte embrionaria de huevos, al igual que, de larvas y pupas se debe a la temperatura y la humedad relativa (Martinez y Cocquempot, 2000). En la primera generación los ritmos de oviposición se ven influenciados por las altas temperaturas de los meses de agosto y septiembre, en este sentido el manejo realizado en el invernadero (apertura de cortinas y riegos) permitió el manejo de la cría entre 10 a 45°C. sin embargo, esto ocasiona, la muerte de las dietas, que se encuentran en el interior de la cama de crea y de las gavetas con el sustrato, lo que aviva el ataque de hembras a machos, así como, el del canibalismo que se presenta en larvas Gilioli et al. (2005) y Kühne (2000) debido principalmente a la falta de alimento. Es por esto que, para la primera replica el elevo el porcentaje de mortalidad.

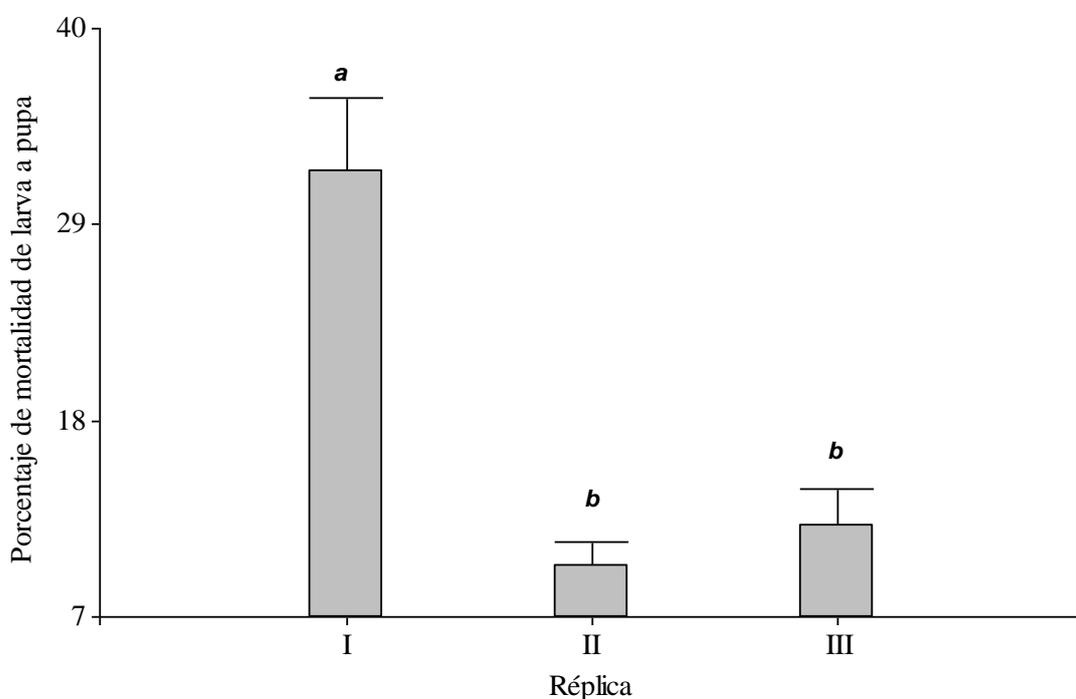


Figura 42. Mortalidad (%) de larvas a pupas en la cría a gran escala

Estudios realizados por Téllez y Tapia (2005a), indican que, es de vital importancia las condiciones ambientales ($^{\circ}$ T y %HR), para el adecuado desarrollo de todos los estadios de mosca tigre. La eclosión de los huevos se inhibe si las temperaturas son menores a los 10 $^{\circ}$ C (Kühne, 1998) y la actividad de alimentarse se reduce a temperaturas superiores a los 40 $^{\circ}$ C (Bonsignore, 2016; Kühne, 1998). estos datos coinciden con las temperaturas que se registraron durante la primera replica. Por lo que bajo las condiciones climáticas probadas en el experimento y respaldada por los autores mencionados, el éxito de criar y reproducir mosca tigre a gran escala, se reduce al no mantener un adecuado manejo durante el ciclo de producción.

4.3. Rentabilidad económica

En la variable beneficio-costos, se realizó una comparación de los costos de producción del manejo químico, frente al manejo biológico, donde se contabilizaron todos los gastos incurridos en la aplicación de aduictidas para pupas y adultos de minador de la hoja *Liriomyza* spp., en el cultivo de gypsophila, y los gastos al liberar la mosca tigre, información que fue facilitada por la empresa CLARIVEL. Los costos de producción en este ensayo se expresaron en dólares por unidad de producción (1000 m²). De la base de datos se extrajo una tabla resumen (Tabla 19).

Tabla 20

Costos incurridos en el manejo químico y biológico para el control de Liryomiza spp.

Control	Químico	Biológico
	USD	USD
1. Mano de obra		
aplicadores	394.00	394.00
2. Insumos		
aductidas	18.80	0
3. Costos Fijos		
Costo aplicación/semana	650.00	105.00
Costo de aplicación / mes	2600.00	420.00
Total, gastos (USD)	3662.80	919.00
Imprevistos (3%)	109.90	27.57
Costo de producción	3772.70	946.57

En la Tabla 14, se observa que, el manejo químico como el biológico, la mano de obra en referencia al total de gasto representa el 10.44 % para ambos casos. La semejanza entre los controles, se debe a remuneración establecida por el ministerio del trabajo, para los empleados dentro de una empresa florícola. El manejo químico obtiene un valor superior debido a la compra y aplicación de los agroquímicos, se necesita más producto y personal para realizar esta actividad, si la severidad es de grado 3 (70 % de incidencia). Con respecto a los insumos, estos representan el 89.2 % y 55.9 %, de gastos en el manejo químico y biológico, correspondientemente.

En cuanto a los gastos al comparar los dos sistemas de manejo. Se obtiene un gasto total de \$ 3662.8, para el manejo químico de minador en los estadios de larva, pupa y adulto. Por lo contrario, el manejo biológico tuvo un gasto total de \$ 946.57, para el mismo control. La diferencia de gastos se debe básicamente a la forma de empleo de cada sistema de manejo en los lotes de cultivo, teniendo un ahorro de \$ 2 716.23, si se opta en usar a la mosca tigre como un agente de control biológico.

Al implementar el manejo químico se debe considerar la severidad de la plaga y la frecuencia de aplicación de los pesticidas, ya que influyen al total de los costos. Esto es reportado Guerrero (2018) que, si la severidad llega al 60 %, las aplicaciones necesarias para el control efectivo del minador deben ser de dos hasta tres aplicaciones por semana. De ahí que, el costo de \$650 del manejo químico, sea tan elevado antes del ingreso de la mosca a los lotes de cultivo. Por otra parte, el manejo biológico con mosca tigre *Coenosia attenuata* Stein redujo el uso de productos para el control de pupas de minador y para el adulto se aplica como medida preventiva, cada dos veces por semana.

Morris y Cloutier (1987) demostraron que liberar más de una descendencia de esta mosca, permite controlar la plaga en el cultivo, y además que puedan ser capaces de reproducirse en campo naturalmente, en este sentido es que, constante se libera a la mosca tigre, para garantizar que esta pueda reproducirse durante el estudio. Concretamente, corroborando nuestros resultados, según nuestro conocimiento en la empresa se realizan liberaciones de otro controlador biológico, y trata de evitar dañar a estos insectos, por tal motivo, la empresa opta por usar productos selectivos. Estudio llevados a cabo por Pohl et al. (2012) en ensayos selectivos de productos que no afecten a la mosca, recomiendan usar los productos químicos por ingestión, y no por efecto al contacto. De esta manera asegurar que el 50 % del controlador sobreviva y pueda permanecer al presentarse nuevos rebrotes de la plaga en campo. Por lo que mantener las poblaciones de esta mosca en campo, suponen una beneficio tanto económico y ambiental (Téllez y Tapia, 2007).

Esto se evidenció en un estudio realizado por Martínez y Cocquempot (2000) quienes recalcan que, la aparición de mosca tigre en Alemania resulto beneficioso porque se redujeron casi en su totalidad mosca blanca y esciaridos, sin el uso de pesticidas en el cultivo de *Euphorbia pulcherrima* L. un tipo de flor de verano. Lo mismo ocurrió, en los lotes de cosechas y de trasplante, se mejoró el ambiente laboral. La mosca tigre tiende a adaptarse a condiciones climáticas, por lo que, su empleo en otro tipo de cultivos agrícolas tiene igual impacto. Se reportó la acción de control de mosca tigre, en el cultivo de frejol, reduciendo el tratamiento químico para el control mosca blanca, áfidos y minador de la hoja (Martins et al., 2012; Prieto et al., 2005). En nuestro país, no se han realizado estudios en otro tipo de cultivo, pero como menciona Kühne (1988) al colocar 20 mil pupas de mosca tigre, en cultivos de tomate y pepino (20 ha), se observó el control de las plagas sin la aplicación de productos químicos, por lo que sería apropiado realizar este tipo de investigaciones.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los sustratos resultaron ser específicos para cada estadio de la mosca tigre, en el caso de larva se obtiene mayor población en fibra de palma, para pupas y adultos fue en la mezcla de fibra de palma más estiércol vacuno, que permitió el desarrollo de las pupas y facilitó la emergencia de los adultos.
- El sustrato que influyó negativamente en la dinámica poblacional, y en el número total de insectos, fue el nivel 5: residuos de champiñón, por su efecto deletéreo al presentar una alta conductividad eléctrica (14.4 mS/cm).
- El ciclo de vida de mosca tigre bajo las condiciones ambientales de la localidad, se completó en 29 a 31 días hasta observar la emergencia del último adulto, con una variación de temperaturas desde los 19 ± 5 °C y 30 ± 5 °C entre las 8h00-18h00 horas.

5.2. Recomendaciones

- Evidenciar la eficiencia de mosca tigre *Coenosia attenuata* Stein como agente de control biológico de plagas en otros cultivos, bajo las condiciones climáticas de otra localidad, para mejorar el manejo sanitario de los cultivos.
- Realizar investigaciones sobre manejo y métodos de liberación de *Coenosia attenuata* Stein que permita determinar el estado en el cual debe ser distribuido en campo, para asegurar su permanencia en el cultivo. Utilizar nuevos sustratos para la evaluación de su efecto en cada estadio de la mosca tigre.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de regulación y control fitosanitario y zoonosanitario [AGROCALIDAD]. (2014). Protocolo para la exportación de flores cortadas de crisantemo (*Chrysanthemum* sp.) desde Ecuador a Chile, procedentes de lugares y/o sitios de producción bajo control obligatorio de minadores para producir envíos libres de *Liriomyza trifolii*. Quito: ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca de Ecuador.
- Briones, K., Pastrano, E., y Armijos, V. (2016). Relación beneficio – costo por tratamiento en la producción orgánica de las hortalizas (Cilantro, Lechuga, Cebolla Roja, Cebolla de Rama) en el cantón Santo Domingo de Los Colorados. *Revista Publicando*, 3(7), 503–528.
- Badii, M., y Abreu, J. (2006). control biologico una forma sustentable de control de plagas. *International Journal of Good Conscience*, 1(1), 82–89.
- Bautista, N., Illescas, C. P., y García, C. D. J. (2017). First report of “hunter-fly” *Coenosia attenuata* (Diptera : Muscidae) in Mexico. *Florida Entomological Society*, 100(1), 174–175.
- Berner, M. (2008). Culture Notes: A new friend: the hunter fly. *Growers Talk*, 1-2.
- Bonsignore, C. P. (2016). Environmental factors affecting the behavior of *Coenosia attenuata*, a predator of *Trialeurodes vaporariorum* in tomato greenhouses. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 158(1), 87–96.
- Burés, S. (2000). *Avances en xerojardinería*. Compendios de Horticultura, España.
- Carballo, M. (2002). Manejo de insectos mediante parasitoides. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 66(66), 118–122.
- Carvalho, C., Couri, M., Pont, A., Pamplona, D., y Lopes, S. (2005). A catalogue of the Muscidae (Diptera) of the neotropical region. *Zootaxa*, 860, 1–282.
- Casares, B. (2015). *Buenas Prácticas Agrícolas Para Ornamentales*. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de La Calidad Del Agro - AGROCALIDAD. Editorial Universitaria de Guayaqui.
- Cisneros, F. (1995). Control biológico. UNALM, *Control de Plagas Agrícolas (pp 102-142)*. Lima.
- Consultoría y Servicios de Laboratorio [Agrarprojekt]. (2018). *INFORME : ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO (Contenido Total de Nutrientes)*. Quito.
- Couri, M., y Salas, C. (2010). First record of *Coenosia attenuata* Stein (Diptera, Muscidae) from Chile, with biological notes. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(1), 144–145.
- Cure, J. y Cantor, F. (2003). Atividade predadora e parasítica de *Diglyphus begini* (Ashm.) (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *Liriomyza huidobrensis* (Blanch.) (Diptera: Agromyzidae) em cultivos de *Gypsophila paniculata* L. *Neotropical*

Entomology, 32(1), 85–89.

- Day, W., Tropp, J., Eaton, A., Romig, R., Van Driesche, R., y Chianese, R. (1998). Geographic distributions of *Peristenus conradi* and *P. digoneutis* (Hymenoptera: Braconidae), parasites of the alfalfa plant bug and the tarnished plant bug (Hemiptera: Miridae) in the northeastern United States. *Journal of the New York Entomological Society*, 106(2–3), 69–75.
- Del Puerto, A., Suárez, S., y Palacio, D. (2014). Effects of pesticides on health and the environment. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372–387.
- Dreistadt, S. H. (2007). Integrated pest management for home gardeners and landscape professionals biological. *Universidad de California 74140, Control and natural enemies*, 7p, California.
- Ezziyyani, M., Sid Ahmed, A., Perez, M., Requena, M., y Candela, M. (2006). Control biológico por microorganismos antagonistas, *Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola*, 191, 8-15.
- Fazenda, R. M. (2011). *Predação por mosca tigre, Coenosia attenuata Stein (Diptera: Muscidae): estudos etológicos* (Tesis de Maestría). Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.
- Gilioli, G., Baumgartner, J., y Vacante, V. (2005). Temperature influences on functional response of *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) individuals. *Entomological Society of America, Economic Entomology*, 98(5), 1524–1530.
- Gómez, M. (2014). Ecuador descubre dos insectos controladores naturales de plagas en cítricos. MAGAP, departamento de protección vegetal, 1p.
- Gonzalez, P., Wardill, T., y Juusola, M. (2011). Compound eyes and retinal information processing in miniature dipteran species match their specific ecological demands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(10), 4224-4229.
- Hassan, S. A. (1994). Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control, pp. 55-71. In: Wajnberg, E. and S. A. Hassan (eds.). *Biological Control with Egg Parasitoids*. Commonwealth agricultural bureaux, Wallingford, United Kingdom.
- Hoebeke, E., Sensenbach, E., Sanderson, J., y Wraight, S. (2003). First report of *Coenosia attenuata* Stein (Diptera : Muscidae), an Old World “hunter fly” in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 105(3), 769-775.
- Holmes, L., y Mandjiny, S. (2016). Biological control of agriculture insect pests. *European Scientific Journal*, 7881, 1857–7881.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, *ESPAC 2017*, 19, p. 15.
- Instituto de promoción de exportaciones e inversiones [PRO ECUADOR]. (2015).

- Análisis Sectorial de Flores de Verano. Recuperado 8 junio del 2019, de <https://issuu.com/pro-ecuador/docs/floresdeverano>.
- Instituto Nacional De Meteorología e Hidrológica [INAMHI] (2018). Datos meteorológicos, Chavezpamba, Quito, Pichincha.
- King, E., Hopper, K., y Powell, J. (1985). Analysis of systems for biological control of crop arthropod pests in the U.S. by augmentation of predators and parasites, pp. 201-227. In: Hoy, M. A. and D. C. Herzog (eds.). *Biological Control in Agricultural IPM Systems*. Academic Press, Orlando, Florida, USA.
- Knipling, E. (1979). The basic principles of insect population suppression and management. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agriculture : For sale by U.S. Supt. of Docs., U.S. G.P.O., 659p.
- Kühne, S. (1998). Open rearing of generalist predators: A strategy for improvement of biological pest control in greenhouses. *Phytoparasitica*, 26(4), 277–281.
- Kühne, S. (2000). *Räuberische Fliegen der Gattung Coenosia MEIGEN, 1826 (Diptera: Muscidae) und die Möglichkeit ihres Einsatzes bei der biologischen Schädlingsbekämpfung*. Germany, Halle (Saale), Ampyx-Verlag.
- Lambert, L. (2006). A good find! A fly that devours black flies. *Sting*, 29, 8–14.
- Lecuona, R. E. (1996). *Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga*. Argentina, editor Roberto Eduardo Lecuona.
- López, I., Cortez, E., y Arredondo, H. (2007). Uso de Depredadores para el Control Biológico de Plagas en México. Rodríguez, L. y H. C. Arredondo(eds.). *Teoría y aplicación del control biológico* (pp.90-105). Mexico: Sociedad Mexicana de Control Biológico.
- Mahr, D., Whitaker, P., y Ridgway, N. (2008). *Biological control of insects and mites: an introduction to beneficial natural enemies and their use in pest management. North central regional publication (USA)*.
- Martin, N., y Arenas, N. (2018). Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola. *Entramado*, 14(1), 232–240.
- Martínez, M., y Cocquempot, C. (2000). La mouche *Coenosia attenuata*, nouvel auxiliaire prometteur en culture protégée. *P.H.M. Revue Horticole*, 414, 50-52.
- Martins, J., Domingos, C., Nunes, R., Garcia, A., Ramos, C., Mateus, C., y Figueiredo, E. (2012). *Coenosia attenuata* (diptera: muscidae): um predador em estudo para utilização em culturas protegidas. *Revista de ciências agrárias de portugal*, 35 (23), 229-235.
- Martins, J., Domingos, C., Nunes, R., Marcelino, J., y Garcia, A. (2014). *Circadian rhythm of adult emergence in the tiger-fly Coenosia attenuata (Diptera : Muscidae)*, *Ecologi@*, 7, 77-82.
- Martins, J., Mateus, C., Ramos, A. C., y Figueiredo, E. (2015). An optimized method for

- mass rearing the tiger-fly, *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae). *European Journal of Entomology*, 112(3), 470–476.
- Mateus, C. (2012). Bioecology and behaviour of *Coenosia attenuata* in greenhouse vegetable crops in the Oeste region, Portugal. *Bulletin of Insectology*, 65(2), 257–263.
- Miret, J., y Avilla, J. (2005). *El control biológico de plagas y enfermedades*. (J. Avilla, Ed.). Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions.
- Moreschi, I., y Süß, L. (1998). Osservazioni biologiche ed etologiche su *Coenosia attenuata* Stein e *Coenosia strigipes* Stein (Diptera Muscidae). *Boll. Zool. Agraria Bachicoltura*, 30, 185–197.
- Moreschi, L., y Colombo, M. (1999). Una metodica per l'allevamento dei Ditteri predatori *Coenosia attenuata* e *C. strigipes*. *Informatore Fitopatologico*, 49, 61–64.
- Morris, D. E., y Cloutier, C. (1987). Biology of the predatory fly *Coenosia tigrina* (fab.)(diptera: Anthomyiidae): Reproduction, development, and larval feeding on earthworms in the laboratory. *The Canadian Entomologist*, 119(4), 381–393.
- Navarro, D. (2010). Manejo Integrado de Plagas. *University of Kentucky College of Agriculture, food and environment cooperative extension service, Lexington, 1881, 1-19*.
- Nicholls, C. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. (C. I. Nicholls, Ed.), *Ciencia y Tecnología Universidad de Antioquia*. Universidad de Antioquia.
- Otazú, V. (2007). Esterilización de sustratos de invernadero por vapor. *Alternativas Al Uso Del Bromuro de Metilo En La Producción de Semilla de Papa de Calidad*. Lima (Perú) CIP. Documento de Trabajo, 2, 15–25.
- Paredes, D., Campos, M., y Cayuela, L. (2013). El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte, 22(1), 56–61.
- Parra, M. V., Sobrero, M. T., & Pece, M. G. (2015). Solarización: Una alternativa de control de malezas para viveristas. *Foresta Veracruzana*, 17(1), 9–16.
- Pérez, M. (2006). Estudio de la morfología externa de los adultos de la moca cazadora *Coenosia attenuata* Stein, 193 (diptera: muscidae), y primer reporte para colombia. *revista facultad de ciencias básicas*, 2, 67–87.
- Pinho, V., Mateus, C., Rebelo, M. T., y Kühne, S. (2007). Estudo da eficácia de *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) como agente de luta biológica relativamente a *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) em hortícolas de estufa. *Boletim de sanidad vegetal, plagas*, 35(2), 1-9.
- Pinho, V., Mateus, C., Rebelo, M. T., y Kühne, S. (2009). Distribuição espacial de *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) e das suas presas em estufas de hortícolas na região Oeste, Portugal. *Bol. San. Veg. Plagas*, 35, 231-238.

- Pohl, D., Kühne, S., Karaca, I., y Moll, E. (2012). Review of *Coenosia attenuata* Stein and its first record as a predator of important greenhouse pests in Turkey. *Phytoparasitica*, 40(1), 63–68.
- Pozo, J., y Solano, C. (2018). *Identificación, caracterización morfológica y evaluación de un depredador para el control biológico de minador (Liriomyza spp) en el cultivo de gypsophila (Gypsophila paniculata)*(Tesis de grado).Universidad de las fuerzas armadas, Sangolquí, Ecuador.
- Prieto, R., Figueiredo, E., Miranda, C., y Mexia, A. (2005). *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae): prospecção e actividade em culturas protegidas em Portugal. *Bol. San. Veg. Plagas*, 31(1), 39–45.
- Quevedo, A., y Bernaola, A. (2014). La Floricultura y sus riesgos. *Seguridad y Salud En El Trabajo*, 84, 39.
- Rivera, W. (2016). Control microbiológico como experiencia de sostenibilidad local en la agricultura centroamericana, *Tecnología en Marcha*, 30 (4), 31- 40.
- Rodríguez, M. y Lirola, A. (2002a). *Coenosia attenuata*, una nueva mosca a considerar en el control biológico de las plagas hortícolas. *Phytoma España: La Revista Profesional de Sanidad Vegetal*, 141, 27-34.
- Rodríguez, M. y Lirola, A. (2002b). La mosca tigre: gran depredador de plagas en hortícolas. *Vida Rural*, (159), 45.
- Rodríguez, M., Gómez, M., y Lirola, A. (2004). Resultados preliminares en el estudio de conservación y mantenimiento de la mosca tigre *Coenosia attenuata* Stein en los cultivos hortícolas protegidos almerienses. *Phytoma España: La Revista Profesional de Sanidad Vegetal*, (163), 40–44.
- Roy, M., Fréchette, M., y Lambert, L. (2006). Première mention de *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) dans les serres au Québec. *Laboratoire de Diagnostic En Phytoprotection, Ministère de l'agriculture, Des Pêcheries et de l'alimentation Du Québec (MAPAQ). Agri réseau*, 1, 1- 4.
- Salas, C., y Larraín, P. (2009). Género *Coenosia* (Díptera: Muscidae), las moscas cazadoras de plagas. *INIA*, 87, 59–60.
- Salvo, A., y Valladares, G. (2007). Parasitoides de minadores de hojas y manejo de plagas. *Ciencia e Investigación Agraria*, 34(3), 167–185.
- Sanderson, J., Ugine, T., Wraight, S., y Sensenbach, E. (2009). Pest Management: something for nothing. *Growertalks*, 1, 3p.
- Sarayasi, S. R. (2012). Control biológico de plagas: Una alternativa a los insecticidas. *LEISA Revista de Agroecología*, 28(1), 16–18.
- Sorokina, V. S. (2014). On the taxonomy of the genus *Coenosia* Meigen, 1826 (Diptera, Muscidae) in the Russian Fauna, with a description of *Coenosia tschernovi* sp. n. *Entomological Review*, 94(4), 630–638.

- Sutherland, A. (2005). Old world predatory flies may help control various adult insect pests for the California gerbera industry. *Gerbera Pest Management Alliance*, 5, 3p.
- Suv, M. (2008). Drobníčka *Coenosia attenuata* – vítaný lovec ve sklenících V posledních letech se z různých míst světa objevují zprávy o šíření malé dra, *Živa*, LVI (XCIV), 3, 128–130.
- Téllez, M., y Tapia, G. (2005a). La mosca tigre un depredador en los Invernaderos de Almería. *Revista Horticultura*, 183, 42–45.
- Téllez, M., y Tapia, G. (2005b). Presencia y distribución de *Coenosia attenuata* (Diptera : Muscidae) en las principales zonas invernadas de la Provincia de Almería, *Sanidad vegetal y plagas*, 31(1), 335–341.
- Téllez, M., & Tapia, G. (2007). Compatibilidad *Coenosia attenuata* con diversas materias activas y otros enemigos naturales. *Seminario de especialistas en Horticultura*, 15, 931–938.
- Téllez, M., Gamez, M., Cabello, T., y Van Emden, H. (2009). Predation of *Bradysia* sp. (Diptera: Sciaridae), *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) by *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) in greenhouse crops. *Eur. J. Entomol*, 106, 199- 204.
- Ugine, T., Sensenbach, E., Sanderson, J., y Wraight, S. (2010). Biology and feeding requirements of larval hunter flies *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) reared on larvae of the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Journal of Economic Entomology*, 103(4), 1149–1158.
- Urbaneja, A., Ripollés, J. L., Abad, R., y Calvo, J. (2005). Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España. *Bol. San. Veg. Plagas*, 31, 209–223.
- Van Driesche, R., y Bellows, T. (1996). Introduction of New Natural Enemies: Principles. In *Biological Control* (pp. 128–157). Boston.
- Van Driesche, R., Hoddle, M. S., y Center, T. D. (2007). Sección IV. introducción de enemigos naturales: teoría y práctica. USDA, *Control de plagas y malezas por enemigos naturales* (pp. 143–514). Washington, D.C: FHTET.
- Van Lenteren, J., Bolckmans, K., Köhl, J., Ravensberg, W., y Urbaneja, A. (2018). Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl*, 63(1), 39–59.
- Van Lenteren, J. C. e, & Woets, J. van. (1988). Biological and integrated pest control in greenhouses. *Annual Review of Entomology*, 33(1), 239–269.
- Vargas R., y Ubillo A. (2001). Toxicidad de pesticidas sobre enemigos naturales de plagas agrícolas. *Agricultura Técnica*, 61(1), 35–41.
- Vázquez, L. (2015). *Experiencia de Cuba en la inserción del control biológico al manejo. En manejo integrado de plagas en una agricultura sostenible. Intercambio de experiencias entre Cuba y Perú*. Editores: A. Lizárraga, M. Castellón., y D. Mallqui.

- RAAA. Lima, Perú. Mayo de 2004. pp. 167-187.
- Vázquez, L., Matienzo, Y., Veitía, M., y Alfonso, J. (2008). Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. In Instituto de investigaciones de Sanidad Vegetal (CIDISAC), Cuba.
- Viñuela, E., y Jacas, J. (1993). Los enemigos naturales de las plagas y los plaguicidas. *Hojas Divulgadoras*, 2/93, 24.
- Wardill, T., Knowles, K., Barlow, L., Tapia, G., Nordström, K., Olberg, R., y Gonzalez, P. (2015). The killer fly hunger games: Target size and speed predict decision to pursuit. *Brain, Behavior and Evolution*, 86(1), 28-37.
- Yahnke, W. E., y George, J. A. (1972). Earthworms as prey for larvae of *Coenosia tigrina*. *Journal of Economic Entomology*, 65(5), 1478–1479.
- Zou, D., Coudron, T. A., Xu, W. et al., (2017). Development of immature tiger-fly *Coenosia attenuata* Stein reared on larvae of the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Johannsen) in coir substrate. *Phytoparasitica*, 45(1), 75–84.

7. Anexos

Anexo 1. Análisis químico de los sustratos usado en este estudio

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: CLA-31-08-18

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA (S) MUESTRA(S)	
Tipo de Muestra:	Suelo
Cultivo:	no identificado
Número de Muestra:	# 1
Identificación de la Muestra:	Muestra de Suelo

Contenido de macro- y micronutrientes en mg / litro (respectivamente ppm) en la solución del extracto Volumen 1:2

Análisis	Unidades	*Niveles recomendados de Holanda "Gypsophila - Grupo 2"			Resultado
		Mín.	Ópt.	Máx.	
Materia Orgánica	%	-	-	-	3.9
Textura	-	-	-	-	franca arenosa
Fracción de Partícula	%	-	-	-	Arena: 62 % - Limo: 30 % - Arcilla: 8 %
pH	-	-	6.5	-	6.4
Conductividad (CE)	mS/cm	-	0.75	-	5.46
Nitrato (NO ₃)	ppm	55	109	217	2860
Amonio (NH ₄)	ppm	-	-	< 1.8	2.1
Fosfato (PO ₄)	ppm	7	10	14	8.3
Potasio (K)	ppm	26	39	64	758
Magnesio (Mg)	ppm	12	19	32	128
Calcio (Ca)	ppm	30	60	120	405
Sulfato (SO ₄)	ppm	67	144	384	130
Sodio (Na)	ppm	-	-	< 92	203
Cloruro (Cl ⁻)	ppm	-	-	< 142	267
Hierro (Fe)	ppm	0.280	0.447	0.559	0.178
Manganeso (Mn)	ppm	0.055	0.110	0.165	0.138
Cobre (Cu)	ppm	0.013	0.045	0.057	0.042
Zinc (Zn)	ppm	0.098	0.131	0.164	0.148
Boro (B)	ppm	0.108	0.162	0.270	0.361

* Fuente: C. Sonneveld & W. Voogt. 2009. Plant nutrition of greenhouse crops. Heidelberg, London & New York. 431 pp.

- = No Aplica

Nota : Los métodos de ensayo utilizados, estan a disposición del cliente cuando lo requiera.

El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.

Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.



Agrarprojekt S.A.
Dr. Karl Sponagel
Director del Laboratorio

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: CLA-31-08-18

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA (S) MUESTRA(S)	
Tipo de Muestra:	Abono Orgánico Sólido
Número de Muestra:	# 1
Identificación de la Muestra:	Fibra de Palma

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg)

Análisis	Unidades	*Valores de Orientación: Niveles Adecuadas para un Compost de Buena Calidad	Resultado
Materia Seca	%	50 - 70	93.2
Humedad	%	30 - 50	6.8
Densidad (materia fresca, presión 0.1 kg/cm ²)	%	-	206
Densidad Aparente (0% Humedad)	g/litro	> 200	192
pH (Volumen 1:1 1/2)	-	7.0 - 8.5	5.8
Conductividad - CE (Volumen 1:1 1/2)	mS/cm	> 4	1.17
Materia Orgánica	%	> 65	88.2
Carbono (C)	%	> 38	51.3
Relación Carbono-Nitrogeno (C:N)	%	10:1 hasta 20:1	64 : 1
Nitrógeno Total (N)	%	> 2.0	0.83
Fósforo (P)	%	> 0.2	0.10
Potasio (K)	%	> 1.5	0.16
Magnesio (Mg)	%	> 0.2	0.08
Calcio (Ca)	%	> 1.5	0.22
Azufre (S)	%	-	0.10
Sodio (Na)	%	< 0.2	0.02
Hierro (Fe)	ppm	-	312
Manganeso (Mn)	ppm	-	19.7
Cobre (Cu)	ppm	-	8.3
Zinc (Zn)	ppm	-	16.0
Boro (B)	ppm	-	20.8

* Fuente: R. Gottschall. Kompostierung ("Compostaje"). Verlag C.F. Mueller, Karlsruhe, Alemania. 295 pp.

- = No Aplica

Nota : Los métodos de ensayo utilizados, están a disposición del cliente cuando lo requiera.
El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.



Agrarprojekt S.A.
Dr. Karl Sponagel
Director del Laboratorio

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: CLA-31-08-18

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA (S) MUESTRA(S)	
Tipo de Muestra:	Abono Orgánico
Número de Muestra:	# 1
Identificación de la Muestra:	Estiércol Vacuno

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg)

Análisis	Unidades	*Valores de Orientación: Niveles Adecuadas para un Compost de Buena Calidad	Resultado
Materia Seca	%	50 - 70	50.5
Humedad	%	30 - 50	49.5
Densidad (materia fresca, presion 0.1 kg/cm ²)	%	-	818
Densidad Aparente (0% Humedad)	g/litro	> 200	413
pH (Volumen 1:1 1/2)	-	7.0 - 8.5	7.5
Conductividad - CE (Volumen 1:1 1/2)	mS/cm	> 4	3.6
Materia Orgánica	%	> 65	30.2
Carbono (C)	%	> 38	17.6
Relación Carbono- Nitrogeno (C:N)	%	10:1 hasta 20:1	13 : 1
Nitrógeno Total (N)	%	> 2.0	1.36
Fósforo (P)	%	> 0.2	0.45
Potasio (K)	%	> 1.5	0.91
Magnesio (Mg)	%	> 0.2	0.37
Calcio (Ca)	%	> 1.5	1.09
Azufre (S)	%	-	0.27
Sodio (Na)	%	< 0.2	0.12
Hierro (Fe)	ppm	-	2780
Manganeso (Mn)	ppm	-	185
Cobre (Cu)	ppm	-	12.5
Zinc (Zn)	ppm	-	71.2
Boro (B)	ppm	-	42.4

* Fuente: R. Gottschall. Kompostierung ("Compostaje"). Verlag C.F. Mueller, Karlsruhe, Alemania. 295 pp.

- = No Aplica

Nota : Los métodos de ensayo utilizados, estan a disposición del cliente cuando lo requiera.
El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.



Agrarprojekt S.A.

Dr. Karl Sponagel Director del Laboratorio

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: CLA-31-08-18

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA (S) MUESTRA(S)	
Tipo de Muestra:	Abono Orgánico Sólido
Número de Muestra:	# 1
Identificación de la Muestra:	Muestra de Humus

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg)

Análisis	Unidades	*Valores de Orientación: Niveles Adecuadas para un Compost de Buena Calidad	Resultado
Materia Seca	%	50 - 70	61.0
Humedad	%	30 - 50	39.0
Densidad (materia fresca, presion 0.1 kg/cm ²)	%	-	805
Densidad Aparente (0% Humedad)	g/litro	> 200	491
pH (Volumen 1:1 1/2)	-	7.0 - 8.5	7.5
Conductividad - CE (Volumen 1:1 1/2)	mS/cm	> 4	4.06
Materia Orgánica	%	> 65	23.9
Carbono (C)	%	> 38	13.9
Relación Carbono- Nitrogeno (C:N)	%	10:1 hasta 20:1	12 : 1
Nitrógeno Total (N)	%	> 2.0	1.16
Fósforo (P)	%	> 0.2	0.58
Potasio (K)	%	> 1.5	0.34
Magnesio (Mg)	%	> 0.2	0.60
Calcio (Ca)	%	> 1.5	3.06
Azufre (S)	%	-	0.30
Sodio (Na)	%	< 0.2	0.12
Hierro (Fe)	ppm	-	3360
Manganeso (Mn)	ppm	-	500
Cobre (Cu)	ppm	-	55.4
Zinc (Zn)	ppm	-	322
Boro (B)	ppm	-	103

* Fuente: R. Gottschall. Kompostierung ("Compostaje"). Verlag C.F. Mueller, Karlsruhe, Alemania. 295 pp.

- = No Aplica

Nota : Los métodos de ensayo utilizados, estan a disposición del cliente cuando lo requiera.
El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.



Agrarprojekt S.A.

Dr. Karl Sponagel Director del Laboratorio

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: CLA-31-08-18

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA (S) MUESTRA(S)	
Tipo de Muestra:	Abono Orgánico Sólido
Número de Muestra:	# 1
Identificación de la Muestra:	Muestra de Champiñón

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg)

Análisis	Unidades	*Valores de Orientación: Niveles Adecuadas para un Compost de Buena Calidad	Resultado
Materia Seca	%	50 - 70	64.5
Humedad	%	30 - 50	3.0
Densidad (materia fresca, presión 0.1 kg/cm ²)	%	-	805
Densidad Aparente (0% Humedad)	g/litro	> 200	491
pH (Volumen 1:1 1/2)	-	7.0 - 8.5	6.0
Conductividad - CE (Volumen 1:1 1/2)	mS/cm	> 4	14.40
Materia Orgánica	%	> 65	44.5
Carbono (C)	%	> 38	13.9
Relación Carbono-Nitrogeno (C:N)	%	10:1 hasta 20:1	25 : 1
Nitrógeno Total (N)	%	> 2.0	1.16
Fósforo (P)	%	> 0.2	0.12
Potasio (K)	%	> 1.5	0.33
Magnesio (Mg)	%	> 0.2	0.64
Calcio (Ca)	%	> 1.5	3.05
Azufre (S)	%	-	0.3
Sodio (Na)	%	< 0.2	0.1
Hierro (Fe)	ppm	-	3444
Manganeso (Mn)	ppm	-	150
Cobre (Cu)	ppm	-	55.4
Zinc (Zn)	ppm	-	321
Boro (B)	ppm	-	100

* Fuente: R. Gottschall. Kompostierung ("Compostaje"). Verlag C.F. Mueller, Karlsruhe, Alemania. 295 pp.

- = No Aplica

Nota : Los métodos de ensayo utilizados, estan a disposición del cliente cuando lo requiera.
El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.



Agrarprojekt S.A.
Dr. Karl Sponagel
Director del Laboratorio

Anexo 2. Medias del aumento poblacional de mosca tigre por día en el nivel 1: fibra de palma

ddh	Medias	E.E.			
28	15.81	2.91	A		
29	15.78	2.91	A		
30	15.67	2.91	A		
31	15.63	2.91	A		
32	15.42	2.95	A		
25	15.00	2.91	A		
27	14.60	2.87	A		
26	14.45	2.87	A		
21	9.04	2.91	A	B	
23	9.04	2.91	A	B	
22	9.04	2.91	A	B	
24	8.96	2.91	A	B	
16	6.15	2.91		B	C
15	6.15	2.91		B	C
17	5.85	2.91		B	C
18	5.74	2.87		B	C
19	5.74	2.87		B	C
20	5.44	2.91		B	C
12	4.41	2.91		B	C
11	4.41	2.91		B	C
10	4.04	2.91		B	C
14	4.00	2.91		B	C
13	4.00	2.91		B	C
9	1.30	2.91			C
8	1.30	2.91			C
7	0.41	2.91			C
6	0.37	2.91			C
4	0.22	2.91			C
5	0.22	2.91			C
0	0.00	2.91			C
3	0.00	2.91			C
2	0.00	2.91			C
1	0.00	2.91			C

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

Anexo 3. Medias del aumento poblacional de mosca tigre del total por estadio en el nivel 1: fibra de palma

Estadio	Medias	E.E.			
larva	13.25	1.47	A		
pupa	6.11	1.47		B	
adulto	0.48	1.47			C

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

Anexo 4. Medias del aumento poblacional de mosca tigre por estadio/días de desarrollo en el nivel 2: fibra de palma más estiércol vacuno

ddh	Estadio	Medias	E.E.	
30	pupa	24.11	3.28	A
28	pupa	24.11	3.28	A
31	pupa	24.11	3.28	A
29	pupa	24.11	3.28	A
25	pupa	24.11	3.28	A
26	pupa	24.11	3.28	A
27	pupa	24.11	3.28	A
32	pupa	23.44	3.28	A
32	larva	18.44	3.28	A B
31	larva	17.11	3.28	A B C
26	larva	17.11	3.28	A B C
30	larva	17.11	3.28	A B C
29	larva	17.11	3.28	A B C
27	larva	17.11	3.28	A B C
25	larva	17.11	3.28	A B C
28	larva	17.11	3.28	A B C
16	larva	12.89	3.28	B C D
15	larva	12.89	3.28	B C D
24	pupa	12.67	3.28	B C D E
17	larva	11.78	3.28	B C D E F
23	pupa	11.22	3.28	B C D E F G
22	pupa	11.22	3.28	B C D E F G
21	pupa	10.56	3.28	B C D E F G H
13	larva	10.00	3.28	B C D E F G H I
18	larva	9.89	3.28	B C D E F G H I J
19	larva	9.89	3.28	B C D E F G H I J
14	larva	9.33	3.28	C D E F G H I J K
20	larva	9.11	3.28	C D E F G H I J K L
11	larva	8.89	3.28	C D E F G H I J K L M
12	larva	8.89	3.28	C D E F G H I J K L M
21	larva	7.78	3.28	D E F G H I J K L M
23	larva	7.22	3.28	D E F G H I J K L M

22 larva	7.22	3.28	D E F G H I J K L M
24 larva	6.33	3.28	D E F G H I J K L M
20 pupa	6.00	3.28	D E F G H I J K L M
10 larva	6.00	3.28	D E F G H I J K L M
19 pupa	4.56	3.28	D E F G H I J K L M
18 pupa	4.56	3.28	D E F G H I J K L M
29 adulto	3.67	3.28	E F G H I J K L M
8 larva	3.44	3.28	F G H I J K L M
9 larva	3.44	3.28	F G H I J K L M
30 adulto	3.33	3.28	F G H I J K L M
28 adulto	3.11	3.28	F G H I J K L M
17 pupa	3.00	3.28	F G H I J K L M
32 adulto	2.78	3.28	F G H I J K L M
31 adulto	2.67	3.28	G H I J K L M
27 adulto	2.00	3.28	H I J K L M
14 pupa	1.67	3.28	H I J K L M
13 pupa	1.56	3.28	H I J K L M
16 pupa	1.44	3.28	I J K L M
15 pupa	1.44	3.28	I J K L M
26 adulto	1.22	3.28	I J K L M
7 larva	0.89	3.28	J K L M
12 pupa	0.89	3.28	J K L M
11 pupa	0.78	3.28	K L M
0 pupa	0.67	3.28	K L M
1 pupa	0.67	3.28	K L M
10 pupa	0.67	3.28	K L M
7 pupa	0.67	3.28	K L M
3 pupa	0.67	3.28	K L M
2 pupa	0.67	3.28	K L M
4 pupa	0.67	3.28	K L M
9 pupa	0.67	3.28	K L M
8 pupa	0.67	3.28	K L M
6 pupa	0.67	3.28	K L M
25 adulto	0.67	3.28	K L M
5 pupa	0.67	3.28	K L M
6 larva	0.33	3.28	K L M
4 larva	0.22	3.28	L M
5 larva	0.22	3.28	L M
5 adulto	0.00	3.28	M
6 adulto	0.00	3.28	M
8 adulto	0.00	3.28	M
9 adulto	0.00	3.28	M
2 adulto	0.00	3.28	M
0 larva	0.00	3.28	M
3 adulto	0.00	3.28	M
2 larva	0.00	3.28	M

1 adulto	0.00	3.28	M
22 adulto	0.00	3.28	M
10 adulto	0.00	3.28	M
12 adulto	0.00	3.28	M
13 adulto	0.00	3.28	M
21 adulto	0.00	3.28	M
14 adulto	0.00	3.28	M
17 adulto	0.00	3.28	M
1 larva	0.00	3.28	M
15 adulto	0.00	3.28	M
3 larva	0.00	3.28	M
24 adulto	0.00	3.28	M
16 adulto	0.00	3.28	M
11 adulto	0.00	3.28	M
23 adulto	0.00	3.28	M
18 adulto	0.00	3.28	M
20 adulto	0.00	3.28	M
19 adulto	0.00	3.28	M
7 adulto	0.00	3.28	M
4 adulto	0.00	3.28	M
0 adulto	0.00	3.28	M

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

Anexo 5. Medias del aumento poblacional por día en mosca tigre en el nivel 3: suelo más humus

ddh	Medias	E.E.	
25	2.00	0.56	A
28	1.96	0.56	A B
27	1.96	0.56	A B
31	1.93	0.56	A B C
30	1.93	0.56	A B C
29	1.93	0.56	A B C
32	1.89	0.56	A B C
26	1.89	0.56	A B C
24	1.30	0.56	A B C D
22	1.22	0.56	A B C D E
23	1.22	0.56	A B C D E
15	1.22	0.56	A B C D E
13	1.19	0.56	A B C D E
21	1.19	0.56	A B C D E
14	1.19	0.56	A B C D E
16	1.15	0.56	A B C D E
20	1.15	0.56	A B C D E
18	1.13	0.56	A B C D E
19	1.13	0.56	A B C D E
12	1.11	0.56	A B C D E

11	1.11	0.56	A B C D E
17	1.07	0.56	A B C D E
10	1.07	0.56	A B C D E
9	0.70	0.56	B C D E
8	0.70	0.56	B C D E
7	0.15	0.56	D E
4	0.07	0.56	D E
6	0.07	0.56	D E
5	0.07	0.56	D E
0	0.00	0.56	E
3	0.00	0.56	E
1	0.00	0.56	E
2	0.00	0.56	E

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

Anexo 6. Medias del aumento poblacional total de mosca tigre por estadio en el nivel 3: suelo más humus

Estadio	Medias	E.E.	
larva	1.77	0.35	A
pupa	1.27	0.35	B
adulto	0.11	0.35	C

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

Anexo 7. Medias del aumento poblacional de mosca tigre en la interacción estadio/días de desarrollo, en el nivel 4: estiércol vacuno

ddh	Estadio	Medias	E.E.	
16	larva	15.44	1.64	A
15	larva	15.44	1.64	A
27	pupa	14.44	1.64	A
29	pupa	14.44	1.64	A
30	pupa	14.44	1.64	A
31	pupa	14.44	1.64	A
25	pupa	14.44	1.64	A
26	pupa	14.44	1.64	A
28	pupa	14.44	1.64	A
17	larva	14.22	1.64	A
32	pupa	13.67	1.64	A
11	larva	13.33	1.64	A
12	larva	13.33	1.64	A
10	larva	12.78	1.64	A
18	larva	12.33	1.64	A B
19	larva	12.33	1.64	A B
13	larva	12.11	1.64	A B

14 larva	11.78	1.64	A B
20 larva	11.56	1.64	A B C
24 pupa	8.11	1.64	B C D
22 pupa	7.22	1.64	C D E
23 pupa	7.22	1.64	C D E
21 larva	6.44	1.64	D E F
21 pupa	6.11	1.64	D E F G
30 larva	5.78	1.64	D E F G H
32 larva	5.78	1.64	D E F G H
31 larva	5.78	1.64	D E F G H
28 larva	5.78	1.64	D E F G H
25 larva	5.78	1.64	D E F G H
29 larva	5.78	1.64	D E F G H
26 larva	5.57	1.56	D E F G H I
27 larva	5.57	1.56	D E F G H I
22 larva	5.56	1.64	D E F G H I
23 larva	5.56	1.64	D E F G H I
20 pupa	4.78	1.64	D E F G H I J
9 larva	4.44	1.64	D E F G H I J K
8 larva	4.44	1.64	D E F G H I J K
19 pupa	4.33	1.64	D E F G H I J K L
18 pupa	4.33	1.64	D E F G H I J K L
24 larva	3.11	1.64	E F G H I J K L M
28 adulto	2.56	1.64	F G H I J K L M
32 adulto	2.22	1.64	F G H I J K L M
17 pupa	2.22	1.64	F G H I J K L M
29 adulto	2.11	1.64	F G H I J K L M
16 pupa	2.00	1.64	G H I J K L M
15 pupa	1.89	1.64	G H I J K L M
30 adulto	1.67	1.64	H I J K L M
27 adulto	1.67	1.64	H I J K L M
14 pupa	1.56	1.64	H I J K L M
31 adulto	1.44	1.64	H I J K L M
13 pupa	1.33	1.64	I J K L M
7 larva	1.00	1.64	J K L M
26 adulto	0.89	1.64	J K L M
6 larva	0.56	1.64	J K L M
5 larva	0.56	1.64	J K L M
4 larva	0.56	1.64	J K L M
25 adulto	0.33	1.64	K L M
12 pupa	0.33	1.64	K L M
11 pupa	0.22	1.64	K L M
2 larva	0.00	1.64	L M
0 pupa	0.00	1.64	L M
1 larva	0.00	1.64	L M
1 pupa	0.00	1.64	L M

3 larva	0.00	1.64	L M
11 adulto	0.00	1.64	L M
20 adulto	0.00	1.64	L M
7 adulto	0.00	1.64	L M
2 adulto	0.00	1.64	L M
6 pupa	0.00	1.64	L M
8 pupa	0.00	1.64	L M
2 pupa	0.00	1.64	L M
0 larva	0.00	1.64	L M
15 adulto	0.00	1.64	L M
5 pupa	0.00	1.64	L M
4 pupa	0.00	1.64	L M
9 pupa	0.00	1.64	L M
1 adulto	0.00	1.64	L M
23 adulto	0.00	1.64	L M
10 pupa	0.00	1.64	L M
16 adulto	0.00	1.64	L M
13 adulto	0.00	1.64	L M
7 pupa	0.00	1.64	L M
3 adulto	0.00	1.64	L M
22 adulto	0.00	1.64	L M
3 pupa	0.00	1.64	L M
14 adulto	0.00	1.64	L M
4 adulto	0.00	1.64	L M
24 adulto	0.00	1.64	L M
9 adulto	0.00	1.64	L M
12 adulto	0.00	1.64	L M
5 adulto	0.00	1.64	L M
17 adulto	0.00	1.64	L M
21 adulto	0.00	1.64	L M
10 adulto	0.00	1.64	L M
8 adulto	0.00	1.64	L M
6 adulto	0.00	1.64	L M
0 adulto	0.00	1.64	L M
18 adulto	-0.05	1.56	M
19 adulto	-0.05	1.56	M

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

Anexo 8. Medias del número de individuos durante tres replicas, en los niveles en estudio

Replica	nivel	Estadio	Medias	E.E.	
I	1	larva	899.00	85.57	A
I	2	larva	539.67	85.57	B
I	2	pupa	452.00	85.57	B C
I	1	pupa	296.00	85.57	C D
II	4	larva	285.67	27.00	C D

II	1 larva	267.67	27.00	C D E
I	4 larva	220.67	85.57	C D E F
II	2 pupa	210.00	27.00	D E F
I	4 pupa	206.33	85.57	D E F
II	2 larva	195.33	27.00	D E F
III	4 larva	163.00	23.82	D F
III	4 pupa	162.67	23.82	D F
III	1 larva	159.33	23.82	D F
II	1 pupa	155.00	27.00	D F
III	1 pupa	154.00	23.82	D F
III	2 pupa	151.33	23.82	D F
II	4 pupa	130.33	27.00	D F
III	2 larva	117.67	23.82	F
III	3 pupa	83.33	23.82	F
III	3 larva	76.00	23.82	F
II	3 larva	51.33	27.00	F
I	3 larva	47.33	85.57	F
II	3 pupa	42.67	27.00	F
III	2 adulto	21.00	23.82	F
II	2 adulto	19.00	27.00	F
I	2 adulto	18.33	85.57	F
III	1 adulto	17.67	23.82	F
III	4 adulto	17.00	23.82	F
I	1 adulto	17.00	85.57	F
II	4 adulto	13.00	27.00	F
II	1 adulto	12.00	27.00	F
III	5 larva	12.00	23.82	F
II	5 larva	12.00	27.00	F
I	4 adulto	8.67	85.57	F
III	3 adulto	6.33	23.82	F
II	3 adulto	5.00	27.00	F
I	5 larva	0.00	85.57	F
I	3 adulto	0.00	85.57	F
II	5 pupa	0.00	27.00	F
I	5 pupa	0.00	85.57	F
II	5 adulto	0.00	27.00	F
III	5 adulto	0.00	23.82	F
III	5 pupa	0.00	23.82	F
I	5 adulto	0.00	85.57	F
I	3 pupa	0.00	85.57	F

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

Anexo 9. Medias del porcentaje de mortalidad de larva a pupa

Nivel	Medias	E.E.	
5	100.00	17.77	A
3	93.87	12.57	A
4	52.90	11.24	B
1	36.86	8.38	B C
2	16.64	11.24	C

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

Anexo 10. Medias del porcentaje de mortalidad de pupa a adulto

Nivel	Medias	E.E.	
4	91.48	1.81	A
1	91.40	1.81	A
2	90.47	1.81	A B
3	84.88	2.21	B

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

Anexo 11. Medias del número de insectos durante las tres replicas

Replica	Medias	E.E.	
II	23.50	1.20	A
III	23.42	1.18	A
I	13.97	0.85	B

Anexo 12. Medias del porcentaje de mortalidad en la cría a gran escala

Replica	Medias	E.E.	
I	31.98	2.92	A
III	12.47	3.76	B
II	10.61	3.56	B