

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



“EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN ÓPTIMA DE *Diglyphus isaea* W. PARA EL CONTROL DE *Liriomyza huidobrensis* B. BAJO INVERNADERO TUMBABIRO, IMBABURA”

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

AUTOR/A:

Diana Evelyn Carlosama Tambi

DIRECTOR/A:

Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc

Ibarra, 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN ÓPTIMA DE *Diglyphus isaea* W. PARA EL CONTROL DE *Liriomyza huidobrensis* B. BAJO INVERNADERO TUMBABIRO, IMBABURA”

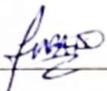
Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:
INGENIEROA AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc
DIRECTOR


FIRMA

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD
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: | 1750375659 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Carlosama Tambi Diana Evelyn | | |
| DIRECCIÓN: | Quito-Calderón | | |
| EMAIL: | decarlosamat@unt.edu.ec/ decarlosamat98@gmail.com | | |
| TELÉFONO FIJO: | ----- | TELÉFONO MÓVIL: | 0993435916 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|-------------------------|--|
| TÍTULO: | "Evaluación de la población óptima de <i>Diglyphus isaea</i> W. para el control de (<i>Liriomyza huidobrensis</i> B.) bajo invernadero, Tumbabiro, Imbabura". |
| AUTORA: | Carlosama Tambi Diana Evelyn |
| FECHA DE APROBACIÓN: | 17/11/2023 |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniera Agropecuaria |
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc. |

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 17 días del mes de noviembre de 2023

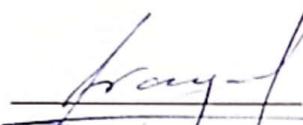
EL AUTOR:

Diana Evelyn Carlosama Tambi

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Srta. Diana Evelyn Carlosama Tambi, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 17 días del mes de noviembre de 2023



Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 17 días del mes de noviembre del 2023

Diana Evelyn Carlosama Tambi: "EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN ÓPTIMA DE *Diglyphus isaea* W. PARA EL CONTROL DE (*Liriomyza huidobrensis* B.) BAJO INVERNADERO, TUMBABIRO, IMBABURA"

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario".

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 17 días del mes de noviembre del 2023. 73 páginas.

DIRECTOR: Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la población óptima de *Diglyphus isaea* W. para el control de (*Liriomyza huidobrensis* B.) bajo invernadero, Tumbabiro, Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran: 1. Comparar el nivel de parasitismo en minador *Liriomyza huidobrensis* B. bajo la liberación de *Diglyphus isaea* W. 2. Evaluar la dinámica poblacional de *Diglyphus isaea* W. en los tratamientos en estudio.


.....
Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc.

Director de Trabajo de Grado


.....
Diana Evelyn Carlosama Tambi

Autor

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por brindarme la sabiduría y la fuerza durante toda mi carrera y en el desarrollo de mi tesis de investigación. A mis padres por ser mi apoyo incondicional en toda mi vida y preparación académica, agradezco por siempre guiarme en el camino del bien y así culminar con este importante objetivo de mi vida. A mi hermana Ruth Carlosama que ha sido siempre mi principal ejemplo a seguir, y por siempre motivarme a seguir adelante en mis estudios.

A mi director de tesis, Ing. Juan Pablo MSc. Aragón quien me guio de la mejor manera para el desarrollo de esta investigación, juntamente con la Ing. Julia Prado PhD. Quien me brindo su apoyo necesario e incondicional para el desarrollo de la elaboración y redacción de este trabajo de investigación.

A mi novio, por su cariño incondicional, por su amor, paciencia y poder caminar juntos durante todo este maravilloso camino universitario. A mis amigos/as por todas las travesías vividas durante todo este largo viaje de nuestra vida universitaria.

A la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales en especial a mi carrera Ingeniería Agropecuaria por abrirme sus puertas aportando conocimientos y enseñanzas, junto a sus docentes, administrativos y trabajadores.

A la empresa Florícola “Flores de Tumbabiro” por abrirme sus puertas y brindarme una oportunidad para desarrollar mi proyecto de investigación.

Diana Carlosama T.

DEDICATORIA

*La presente investigación se la dedico a mi padre Segundo Carlosama y mi madre Hilda
Tambi por brindarme sus consejos y cariño constante, durante todos los días de su vida y
darme lo mejor para culminar con éxito este objetivo.*

*A mi novio Miguel Catota te agradezco por tenerme tanto amor, cariño y paciencia, así
también por tantos aportes para el desarrollo de esta investigación y mi carrera.*

A mi hermana Ruth Carlosama por su cariño y ser mi principal ejemplo a seguir.

*Y a toda mi familia que de una u otra forma me han brindado un granito de arena durante mi
desarrollo académico.*

Diana Carlosama T.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| ÍNDICE..... | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xii |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xiii |
| RESUMEN..... | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| CAPITULO 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..... | 4 |
| 1.5 HIPÓTESIS..... | 4 |
| CAPITULO II..... | 5 |
| MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 2.1. Minador de la hoja (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)..... | 5 |
| 2.1.1 Importancia de <i>Liriomyza huidobrensis</i> | 5 |
| 2.1.2 Plantas hospederas..... | 5 |
| 2.1.3 Clasificación taxonómica..... | 6 |
| 2.1.4 Ciclo de vida <i>Liriomyza</i> spp..... | 6 |
| 2.1.4.1 Huevo..... | 6 |
| 2.1.4.2 Larva..... | 6 |
| 2.1.4.3 Pupa..... | 6 |
| 2.1.4.4 Adulto..... | 7 |
| 2.1.5 Daños realizados por minador..... | 7 |
| 2.1.5.1 Minas o Galerías..... | 8 |
| 2.2 Manejo integrado de plagas..... | 9 |
| 2.2.1 Control Biológico..... | 9 |
| 2.2.1.1 Clásica..... | 9 |
| 2.2.1.2 Conservación..... | 10 |

| | |
|---|----|
| 2.2.1.3 Aumentativa..... | 10 |
| 2.3 Aspectos generales de <i>Diglyphus isaea</i> | 10 |
| 2.3.1 Origen y Distribución | 10 |
| 2.3.2 Taxonomía de <i>Diglyphus isaea</i> | 11 |
| 2.3.3 Ciclo de vida de <i>Diglyphus isaea</i> | 11 |
| 2.3.3.1 Huevo..... | 11 |
| 2.3.3.2 Larva | 12 |
| 2.3.3.3 Pupa..... | 12 |
| 2.3.3.4 Adulto | 12 |
| 2.3.4 Reproducción de <i>Diglyphus isaea</i> W..... | 13 |
| 2.3.5 Métodos de cría de <i>Diglyphus isaea</i> W. | 13 |
| 2.4 Marco Legal..... | 14 |
| CAPÍTULO III..... | 15 |
| MARCO METODOLÓGICO..... | 15 |
| 3.1. Descripción del área de estudio | 15 |
| 3.1.1 Características de la Parroquia Tumbabiro | 15 |
| 3.2 Materiales, Equipos y Herramientas | 16 |
| 3.3 Métodos..... | 17 |
| 3.3.1 Factores en estudio..... | 17 |
| 3.3.2 Tratamientos | 17 |
| 3.3.3 Diseño experimental | 17 |
| 3.3.4 Características del experimento | 18 |
| 3.3.5 Características de la unidad experimental..... | 18 |
| 3.3.6 Análisis estadístico..... | 19 |
| 3.3.7 Variables a evaluarse | 19 |
| 3.3.7.1 Parasitismo de <i>D. isaea</i> frente a <i>L. huidobrensis</i> por día..... | 19 |
| 3.3.7.2 Porcentaje de larvas no parasitas <i>D. isaea</i> frente a <i>L. huidobrensis</i> | 20 |
| 3.3.7.3 Número de larvas | 20 |
| 3.3.7.4 Número de pupas | 20 |
| 3.3.7.5 Emergencia | 20 |
| 3.3.7.6 Porcentaje de sobrevivencia de <i>Diglyphus isaea</i> | 21 |
| 3.3.7.7 Porcentaje de eclosión de <i>Liriomyza huidobrensis</i> de huevo a adulto..... | 21 |
| 3.4 Manejo del experimento | 21 |

| | |
|--|----|
| 3.4.1 Lavado y desinfección de mallas anti trips | 21 |
| 3.4.2 Elaboración de las cámaras de crías..... | 22 |
| 3.4.3 Limpieza y desinfección del invernadero | 23 |
| 3.4.4 Siembra de fréjol como planta hospedera | 23 |
| 3.4.5 Trasplante de fréjol como planta hospedera | 24 |
| 3.4.6 Adaptación del invernadero para el ensayo | 24 |
| 3.4.7 Recolección y liberación de minador <i>L. huidobrensis</i> | 25 |
| 3.4.8 Recolección y liberación de minador <i>D. isaea</i> | 26 |
| RESULTADO Y DISCUSIÓN..... | 27 |
| 4.1 Parasitismo de <i>Diglyphus isaea</i> frente a <i>Liriomyza huidobrensis</i> | 27 |
| 4.1.1 Porcentaje de parasitismo por día de <i>Diglyphus isaea</i> | 27 |
| 4.1.2 Porcentaje de parasitismo total de <i>Diglyphus isaea</i> | 29 |
| 4.2 Variable dinámica poblacional de <i>Diglyphus isaea</i> y <i>Liriomyza huidobrensis</i> | 31 |
| 4.2.1 Porcentaje de larvas totales de <i>Diglyphus isaea</i> | 31 |
| 4.2.2 Porcentaje de larvas por día de <i>Diglyphus isaea</i> | 31 |
| 4.2.3 Porcentaje de pupas totales de <i>Diglyphus isaea</i> | 33 |
| 4.2.4 Porcentaje de pupas por día de <i>Diglyphus isaea</i> | 34 |
| 4.2.5 Porcentaje de emergencia de <i>Diglyphus isaea</i> | 36 |
| 4.2.6 Porcentaje de sobrevivencia de <i>Diglyphus isaea</i> | 37 |
| 4.2.7 Porcentaje de larvas no parasitadas por <i>Diglyphus isaea</i> | 38 |
| 4.2.8 Porcentaje de pupas por día de <i>Liriomyza huidobrensis</i> | 39 |
| 4.2.9 Porcentaje de pupas totales de <i>Liriomyza huidobrensis</i> | 40 |
| 4.2.10 Porcentaje de emergencia de <i>Liriomyza huidobrensis</i> | 41 |
| 4.2.11 Porcentaje total de eclosión a partir de puntos de oviposición de <i>Liriomyza</i> <i>huidobrensis</i> | 42 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 44 |
| 5.1 CONCLUSIONES | 44 |
| 5.2 RECOMENDACIONES | 44 |
| REFERENCIAS..... | 45 |
| ANEXOS | 51 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1 | <i>Ciclo de desarrollo de Liriomyza huidobrensis</i> | 8 |
| Figura 2 | <i>Larvas de minador de la hoja</i> | 8 |
| Figura 3 | <i>Avispa Diglyphus isaea</i> | 9 |
| Figura 4 | <i>Ciclo de desarrollo de Diglyphus isaea</i> | 13 |
| Figura 5 | <i>Ubicación de lugares en los que se realizará el ensayo</i> | 15 |
| Figura 6 | <i>Esquema del ensayo Diseño Completamente al Azar (DCA)</i> | 18 |
| Figura 7 | <i>Desinfección de las mallas anti-trips</i> | 22 |
| Figura 8 | <i>Elaboración de las cámaras de crías entomológicas</i> | 23 |
| Figura 9 | <i>Desinfección del invernadero para elaborar el ensayo</i> | 23 |
| Figura 10 | <i>Siembra de la planta hospedera frejol</i> | 24 |
| Figura 11 | <i>Trasplante del frejol</i> | 24 |
| Figura 12 | <i>Adaptación del invernadero para la investigación</i> | 25 |
| Figura 13 | <i>Recolección del minador de la hoja en plantas de Lisianthus</i> | 25 |
| Figura 14 | <i>Recolección y liberación del parasitoide Diglyphus isaea</i> | 26 |
| Figura 15 | <i>Porcentaje de parasitismo por día después de la liberación de Diglyphus isaea</i> ...28 | |
| Figura 16 | <i>Porcentaje de parasitismo total después de la liberación de Diglyphus isaea</i> | 29 |
| Figura 17 | <i>Porcentaje de larvas eclosionadas totales de Diglyphus isaea de cada nivel</i> | 31 |
| Figura 18 | <i>Porcentaje de larvas eclosionadas por día de Diglyphus isaea</i> | 33 |
| Figura 19 | <i>Porcentaje de pupas totales de Diglyphus isaea frente a Liriomyza huidobrensis</i> ..34 | |
| Figura 20 | <i>Porcentaje de pupas por días de Diglyphus isaea de cada nivel</i> | 35 |
| Figura 21 | <i>Porcentaje de emergencia después de la aplicación de Diglyphus isaea</i> | 36 |
| Figura 22 | <i>Porcentaje de sobrevivencia Diglyphus isaea obtenidas al final del estudio</i> | 37 |
| Figura 23 | <i>Porcentaje de larvas no parasitadas por Diglyphus isaea</i> | 38 |
| Figura 24 | <i>Porcentaje de pupas por días de Liriomyza huidobrensis de cada nivel</i> | 40 |
| Figura 25 | <i>Porcentaje de pupas totales de Liriomyza huidobrensis de cada nivel</i> | 41 |
| Figura 26 | <i>Porcentaje de emergencia después de la aplicación de Liriomyza huidobrensis</i> ..42 | |
| Figura 27 | <i>Porcentaje de eclosión de huevos a partir de la oviposición de Liriomyza huidobrensis</i> | 43 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|----------|--|----|
| Tabla 1 | <i>Taxonomía Liriomyza spp.</i> | 6 |
| Tabla 2 | <i>Clasificación taxonómica Diglyphus isaea</i> | 11 |
| Tabla 3 | <i>Características del área de estudio parroquia Tumbabiro aporte (GAD, 2023)</i> | 16 |
| Tabla 4 | <i>Implementación de materiales y equipos para la liberación de Diglyphus isaea</i> | 16 |
| Tabla 5 | <i>Liberaciones de Diglyphus isaea W. que fueron utilizadas frente al minador</i> | 17 |
| Tabla 6 | <i>Características de la unidad experimental del ensayo</i> | 18 |
| Tabla 7 | <i>Análisis de varianza (ADEVA) del Diseño Completamente al Azar</i> | 19 |
| Tabla 8 | <i>Análisis de variación para la variable porcentaje de parasitismo por día</i> | 27 |
| Tabla 9 | <i>ADEVA porcentaje de parasitismo con la aplicación de diferentes cantidades de Diglyphus isaea</i> | 29 |
| Tabla 10 | <i>Análisis de variación para la variable total de larvas eclosionadas Diglyphus isaea</i> | 31 |
| Tabla 11 | <i>Análisis de variación para la variable larvas eclosionadas por día</i> | 32 |
| Tabla 12 | <i>Análisis de variación para la variable total de pupas de Diglyphus isaea</i> | 33 |
| Tabla 13 | <i>Análisis de variación para la variable pupas por día Diglyphus isaea</i> | 34 |
| Tabla 14 | <i>Análisis de variación para la variable porcentaje de emergencia de Diglyphus isaea</i> | 36 |
| Tabla 15 | <i>Análisis de variación para la variable sobrevivencia de Diglyphus isaea</i> | 37 |
| Tabla 16 | <i>Análisis de variación para la variable larvas no parasitadas</i> | 38 |
| Tabla 17 | <i>Análisis de variación para la variable pupas por día de L. huidobrensis</i> | 39 |
| Tabla 18 | <i>Análisis de variación para la variable total de pupas de L. huidobrensis</i> | 40 |
| Tabla 19 | <i>Análisis de variación para la variable porcentaje de emergencia de L. huidobrensis</i> | 41 |
| Tabla 20 | <i>Análisis de variación para la variable de oviposición de L. huidobrensis</i> | 42 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1 <i>Área de estudio de la investigación</i> | 51 |
| Anexo 2. <i>Siembra de la planta hospedera</i> | 51 |
| Anexo 3. <i>Desarrollo de las plantas hospederas de Phaseolus vulgaris</i> | 52 |
| Anexo 4. <i>Construcción de las cámaras entomológicas para el ensayo</i> | 52 |
| Anexo 5. <i>Minador de la hoja (Liriomyza huidobrensis)</i> | 53 |
| Anexo 6. <i>Recolección del minador con la ayuda de la red entomológica</i> | 53 |
| Anexo 7. <i>Recolección de Diglyphus isaea con la ayuda de frascos de vidrio</i> | 54 |
| Anexo 8. <i>Toma de datos con la ayuda de un microscopio portátil</i> | 54 |
| Anexo 9. <i>Evaluación de parasitación de Diglyphus isaea</i> | 55 |
| Anexo 10. <i>Larva de minador con excremento alrededor de la galería</i> | 55 |
| Anexo 11. <i>Evaluación de diaria de la planta hospedera</i> | 56 |
| Anexo 12. <i>Planta hospedera de frejol con una infestación severa de minador</i> | 56 |

EVALUATION OF THE OPTIMAL POPULATION OF *Diglyphus isaea* W. FOR THE CONTROL OF *Liriomyza huidobrensis* B. UNDER GREENHOUSE TUMBABIRO, IMBABURA.

Autores: Carlosama Diana; Aragón Juan Pablo MSc; Prado Julia PhD

Universidad Técnica del Norte

Correo: decarlosamat@utn.edu.ec

RESUMEN

Diglyphus isaea es uno de los ectoparasitoide con mayor potencial como agente de control biológico de *Liriomyza huidobrensis* B. El objetivo de la presente investigación se enfoca en determinar el nivel de parasitismo en la mosca minadora y su dinámica poblacional. Para lo cual se construyeron cámaras entomológicas con cuatro niveles de liberación: 15 (1:1), 30 (2:1), 45 (3:1) y 60 (4:1) adultos de *Diglyphus isaea* y 15 individuos para la mosca minadora bajo condiciones de invernadero. Las variables evaluadas fueron emergencia, días de eclosión, desarrollo de larvas, pupas y adultos de la plaga y del parasitoide. Los resultados indican que la población de adultos de *D. isaea* parasita significativamente al minador ($p=0.0001$); a mayor densidad del parasitoide su eficiencia aumenta provocando la mortalidad de la plaga, con una liberación de 60 *D. isaea*/15 minadores (4:1), presentó un 83% de parasitismo, siendo superior a las otras proporciones con un 22% (3:1), 36% (2:1) y 68% (1:1). La emergencia de adultos de *D. isaea* mostró mayor porcentaje con la proporción 4:1 (87.84%), siendo superior significativamente a 3:1 con un 51.02% de emergencia de adultos. Por otro lado, el tiempo de ciclo de desarrollo de *D. isaea* fue de aproximadamente 17 y el de minador 21 días. Este estudio sugiere la importancia de liberaciones aumentativas de parasitoides, debido a que el incremento de número de *D. isaea* ocasiona un mayor porcentaje de parasitismo, lo que indica la eficiencia de control biológico en un manejo integrado de plagas.

Palabras claves: Parasitoide, huésped, control biológico aumentativo, minador.

EVALUATION OF THE OPTIMAL POPULATION OF *Diglyphus isaea* W. FOR THE CONTROL OF *Liriomyza huidobrensis* B. UNDER GREENHOUSE TUMBABIRO, IMBABURA.

Autores: Carlosama Diana; Aragón Juan Pablo MSc; Prado Julia PhD

Universidad Técnica del Norte

Correo: decarlosamat@utn.edu.ec

ABSTRACT

Diglyphus isaea is one of the ectoparasitoids with the greatest potential as a biological control agent of *Liriomyza huidobrensis* B. The objective of this research is to determine the level of parasitism in the leafminer fly and its population dynamics. For this purpose, entomological chambers were constructed with four release levels: 15 (1:1), 30 (2:1), 45 (3:1) and 60 (4:1) *Diglyphus isaea* adults and 15 individuals for the leafminer fly under greenhouse conditions. The variables evaluated were emergence, hatching days, development of larvae, pupae and adults of the pest and parasitoid. The results indicate that the adult population of *D. isaea* significantly parasitizes the leafminer ($F=360.23$; $gl=3, 66$; $p=0.0001$); the higher the density of the parasitoid, its efficiency increases causing mortality of the pest, with a release of 60 *D. isaea*/15 leafminers (4:1), it presented 83% parasitism, being superior to the other proportions with 22% (3:1), 36% (2:1) and 68% (1:1). Adult emergence of *D. isaea* showed a higher percentage with the 4:1 ratio (87.84%), being significantly higher than 3:1 with 51.02% adult emergence. On the other hand, the development cycle time of *D. isaea* was approximately 17 and that of leafminer 21 days. This study suggests the importance of increased releases of parasitoids, because the increase in the number of *D. isaea* causes a higher percentage of parasitism, which indicates the efficiency of biological control in integrated pest management.

Palabras claves: Parasitoid, host, augmentative biological control, leafminer.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El minador de la hoja *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1954), es originaria de América del Sur, y se encuentra distribuido en América, Asia, Europa y África. Esta plaga es de importancia económica a nivel mundial tanto en cultivos abiertos como en invernaderos. *Liriomyza huidobrensis* es considerada polífaga capaz de causar daño a más de 365 especies de cultivos hospederos (López et al., 2015). En Ecuador sus primeros indicios fueron a partir de 1995, donde inicia sus primeras investigaciones en el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria (INIAP) en cítricos en la provincia Manabí (Valarezo et al., 2004).

Existen alrededor de 300 especies de minadores del género *Liriomyza* spp de los cuales en Ecuador se encuentra identificado *Liriomyza huidobrensis*, también conocida como la mosca minadora del guisante (Tigrero, 2009). Esta plaga es considerada como principal en cultivos de legumbres siendo más susceptible frijol, ornamentales, hortícolas y flores de verano como gypsophila y lisianthus (Zambrano, 2018).

Desde los años 80 se han realizado varios estudios para controlar la plaga del minador mediante el uso de productos químicos, sin embargo, Parrella, (1983) menciona que esta plaga tiene la habilidad de adquirir resistencia con gran facilidad a los agroquímicos.

Cardona et al. (1991) realizó estudios para analizar cuantas aplicaciones de insecticidas colocaban para el control de minador, para lo cual, los productores mencionaron que ejecutaban un promedio de 4.6 aplicaciones por cultivo en Ecuador, mientras que Colombia y Perú ejecutaban un promedio de 8.9 y 5.2 aplicaciones por cultivo, respectivamente. Estos promedios son preocupantes debido a la habilidad que tiene la plaga de adquirir resistencia.

Sin embargo, para controlar el minador existen diversos mercados que ofrecen productos químicos que ayudan a reducir y eliminar esta plaga. Aunque lo mencionado no es recomendable, debido al poder que tiene el minador de adquirir resistencia frente a los productos químicos (Ramírez, 2009).

Actualmente las investigaciones buscan reducir a toda costa el uso de pesticidas, insecticidas y fungicidas, dando paso alternativas amigables con el medio ambiente utilizando diferentes controladores biológicos. Para el control de minador existen diferentes tipos de parasitoides: *Diglyphus isaea*, *Dacnusa sibirica*, *Opius spp*, *Anastatus bifasciatus* (Téllez et al., 2006).

Según Albasha y Elkhoully (2020) *Diglyphus isaea* es considerado como un enemigo principal en los programas de control biológico de parasitoides contra *Liriomyza spp*. Este ectoparasitoide puede llegar a desarrollarse en al menos 18 especies de Agromyzidae, garantizando eficacia como controlador.

Shaaban (2006), en su investigación menciona alrededor de 90 000 parasitoides fueron criados y liberados en cultivo de tomate y pepino bajo invernadero durante 11 semanas, calculando que *D. isaea* alcanzo una máxima tasa de parasitismo de 2.1% y 1.4% en la décima semana en pepino y tomate respectivamente, frente al minador *Liriomyza spp*.

Jeonghwan (2007), en su investigación detalla la evaluación de *D. isaea* como controlador biológico de *Liriomyza spp*, para el cultivo de tomate en tres diferentes estaciones, observo que el mejor resultado obtuvo en verano cuando libero 5.8 individuos/m² de *D. isaea* paulatinamente por seis veces, dando una mortalidad de *Liriomyza spp*. por parasitoide del 97.6% y la proporción de *D. isaea* fue del 88.9% recolectados bajo el invernadero.

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El minador *Liriomyza spp*. del género Agromyzidae, es una plaga que ocasiona grandes pérdidas económicas al ser un insecto polífago. Esta actúa como una amenaza para los principales cultivos hortícolas, leguminosas y flores de verano, en campo o bajo invernadero (Chang et al., 2020).

Liriomyza huidobrensis provoca daños severos a las hojas con su aparato ovopositor como la disminución de la actividad fotosintética y daños en el parénquima de las hojas, esto produce grandes pérdidas económicas (Alfonso et al., 2019). Esta plaga tiene la capacidad de producir lesiones tanto en estado larva como en adultos: las larvas realizan túneles (galerías) en el follaje, mientras que la hembra adulta introduce sus huevos a las hojas con su aparato ovipositor, asimismo se alimenta follaje (Figueroa y Navarro, 2004).

Según Ramírez (2009), el minador es considerada una plaga que se adapta con gran facilidad en diferentes zonas climáticas. Además, que esta plaga puede causar pérdidas de producción de hasta el 90% en cultivos de flores de verano. (López et al., 2015; Salvo y Valladares, 2007), señalan que el minador adquiere mayor resistencia a los productos químicos, tomando en cuenta que la aplicación de esto reduce la fauna nativa de enemigos naturales que ayudan en el control de las plagas.

Carreño et al. (2019), señala que el uso excesivo de agroquímicos ha generado varios problemas en el medio ambiente como: el agua, aire, suelo se encuentran contaminados, lo que provoca la desaparición de la flora y fauna. Además, ocasionan problemas perjudiciales de salud tanto para las personas que los manipulan como los consumidores de los productos (Vásquez, 2016).

1.3 JUSTIFICACIÓN

Frente a los daños generados por la aplicación de químicos para combatir el ataque del minador, se ha investigado métodos de control, que permitan replantear un enfoque más ecológico, con criterio económico beneficioso y amigable con el ambiente (Téllez et al., 2006). Dando paso al uso de controladores biológicos para mitigar los daños causados por las plagas, que afectan gravemente al cultivo y a la economía, al mismo tiempo que permita desarrollar un mejor hábitat para el crecimiento poblacional de insectos benéficos (Chirinos y Pouey, 2011).

De acuerdo con la literatura, una manera de controlar al minador (*Liriomyza huidobrensis* B.) es a través de la aplicación de métodos de control biológico, en el que se destaca al parasitoide *Diglyphus isaea* W. (Barranco, 2003). Este ectoparásito ataca al follaje de dos formas por parasitación y por depredación, provocando de esta manera la mortalidad eficaz del minador ya que los adultos no solo se alimentan de polen y de melaza, sino que las hembras adulto pican reiteradamente a la larva minador absorbiendo sus jugos y provocándole la muerte (Sarayasi, 2012; Burgos, 2013). Los jugos extraídos de la larva funcionan como proteína para este insecto benéfico, presentando de esta manera que el porcentaje de depredación que provoca es casi el mismo que el de parasitación (Téllez, 2007).

Considerando los problemas existentes con el excesivo uso de agroquímicos en cultivos de flores de verano, la presente investigación plantea el uso de *Diglyphus isaea* como

controlador biológico frente a la plaga del minador de la hoja *Liriomyza huidobrensis* que afecta al cultivo de Lisianthus y Gypsophila.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

“Evaluar la población óptima de *Diglyphus isaea* W. para el control de (*Liriomyza huidobrensis* B.) bajo invernadero, Tumbabiro, Imbabura”.

1.4.2 Objetivos específicos

- Comparar el nivel de parasitismo en minador *Liriomyza huidobrensis* B. bajo la liberación de *Diglyphus isaea* W.
- Evaluar la dinámica poblacional de *Diglyphus isaea* W. en los tratamientos en estudio.

1.5 HIPÓTESIS

Hipótesis nula

El número de individuos de *Diglyphus isaea* W. no influye en el parasitismo del minador *Liriomyza huidobrensis* B.

Hipótesis alternativa

El número de individuos de *Diglyphus isaea* W. si influye en el parasitismo del minador *Liriomyza huidobrensis* B.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*)

El género *Liriomyza huidobrensis* B. de la familia Agromyzidae es considerada como una de las plagas perjudiciales para diversos cultivos agrícolas y plantas ornamentales. De este género existen alrededor de 250 especies, 23 de ellas son consideradas las más dañinas, alcanzando poblaciones altas de plagas (Valladares, 1984). Existen más de 20 especies de *Liriomyza* spp que son catalogadas de gran importancia económica, esta plaga provoca defoliación severa en las plantas. A pesar de la importancia que tiene existen pocos estudios respecto a su fluctuación poblacional y que ayuden a un manejo oportuno (Valenzuela et al., 2010).

2.1.1 Importancia de *Liriomyza huidobrensis*

Liriomyza huidobrensis es considerada como una de las plagas más importantes para los cultivos ornamentales, hortalizas y flores de verano, esta plaga se alimenta del tejido o parénquima de la hoja (Merino & Vázquez, 1979). El minador afecta en diferentes estados de desarrollo como en adultos las hembras con su aparato ovopositor colocan los huevos dentro de la hoja y estado larva ocasionando galerías en las hojas. Una alta población de moscas puede generar pérdidas totales en los cultivos, además la presencia de enfermedades virales y fúngicas (Huang et al., 2007).

2.1.2 Plantas hospederas

Palacios et al. (2008) menciona a 45 especies y 11 familias de plantas hospederas susceptibles a *L. huidobrensis*, entre las familias están Allicaceae, Apiaceae, Asteraceae, Capparaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae, Solanaceae y Zygophyllaceae.

Etinne y Martínez (2003) menciona 12 especies de las que destacan *Cucurbita* sp., *Phaseolus* sp., *Pisum* sp., *Capsicum* sp. *Solanum nigrum*, *Gerbera jamesonii*, *Dahlia* sp., *Eupatorium* sp., *Allium porum*, *Hibiscus* sp., *Trifolium repens* y *Avena sativa*.

2.1.3 Clasificación taxonómica

Tabla 1

Taxonomía Liriomyza spp

| Taxonomía <i>Liriomyza</i> spp | |
|---------------------------------------|---------------------|
| Orden | Diptera |
| División | Cyclorrhapha |
| Serie | Schizophora |
| Superfamilia | Phytomyzinae |
| Sección | Acalyptratae |
| Género | <i>Liriomyza</i> |
| Especie | <i>huidobrensis</i> |

2.1.4 Ciclo de vida *Liriomyza* spp

El minador *Liriomyza* spp presenta una metamorfosis completa, ya que tiene cuatro estados biológicos: huevo, larva, pupa y adulto.

2.1.4.1 Huevo

Las hembras pueden llegar a poner un huevo cada cinco perforaciones. Según estudios el 87% de los huevos puestos por las hembras se desarrollan hasta el primer estadio larval (Weintraub et al., 2017). Los huevecillos recién ovopositados por el minador son blancos crema y tiene una forma oval alargada; miden 0.25 mm de largo, por lo que son muy complicados verlos a simple vista (Garza, 2001).

2.1.4.2 Larva

Las por lo general son de color amarillo brillosos a verde amarillento, cuando la larva está completamente desarrollada puede llegar a medir de 2 a 4 mm de largo y 0.5 mm de ancho, su forma es cilíndrica y tienen mandíbulas muy esclerosas por lo que se mueven como una sola unidad. Durante esta etapa la larva se alimenta del mesófilo de la hoja (Garza, 2001).

2.1.4.3 Pupa

Una vez terminada la fase de madurez de la larva, esta cae al suelo para convertirse en pupa donde completara su desarrollo durante 5 o 12 días. La pupa del minador por lo general

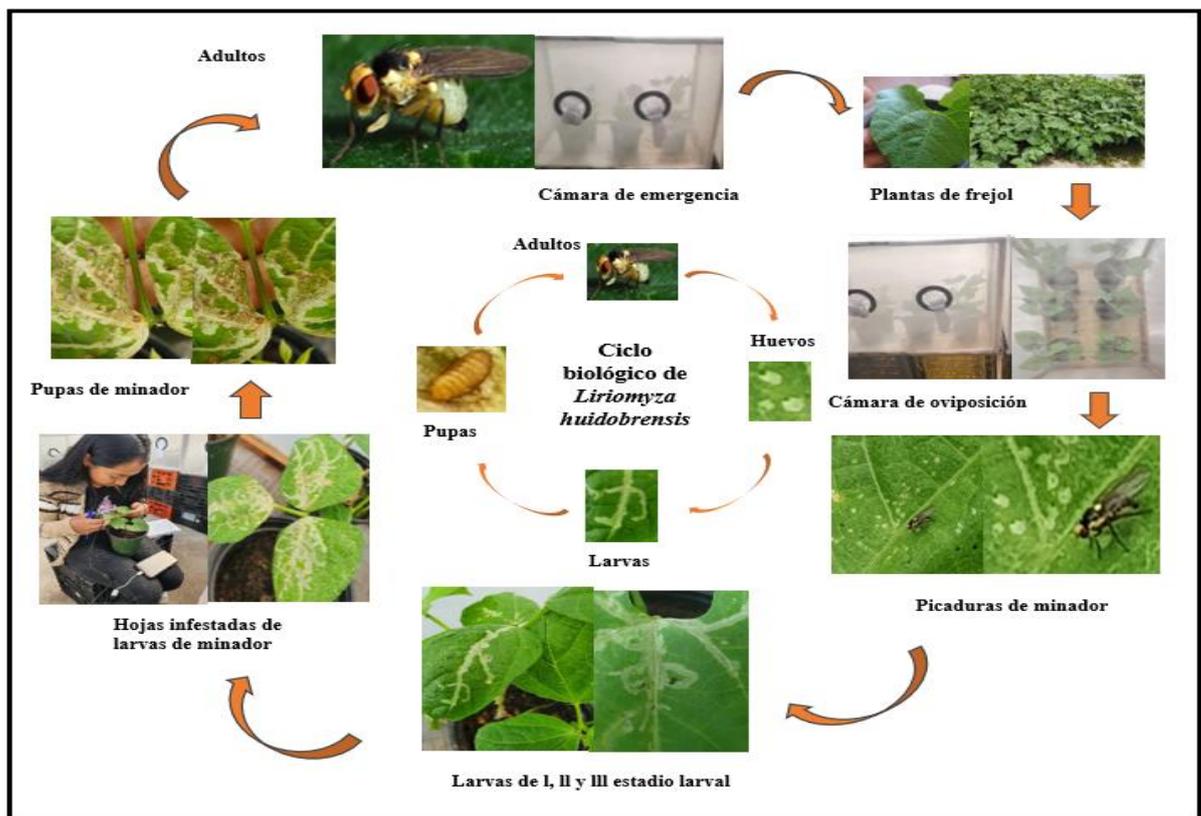
es de color café amarillento y tiene una forma ovalada, estrechándose al final y diferentemente segmentada (Garza, 2001).

2.1.4.4 Adulto

Las moscas adultas pueden llegar a medir de 2 a 3 mm de longitud, sin embargo, las hembras pueden llegar a ser más grandes que los machos, y también pueden variar en su coloración, pero por lo general tiene un color gris con manchas negras y amarillas (Weintraub et al., 2017). Estos son excelentes voladores y se desplazan con facilidad y velocidad alrededor de las plantas, el minador puede llegar a vivir entre 10 a 20 días, esto va a depender de las condiciones ambientales del lugar (Garza, 2001).

Figura 1

Ciclo de vida de Liriomyza huidobrensis



2.1.5 Daños realizados por minador

Los principales daños que causa el minador son a través de las lavas ya que están se alimentan de los mesófilos de las hojas. Las hojas que son afectadas presentan minas o

galerías de color blanco de esta manera pierden su capacidad fotosintética, y defoliándose parcialmente o total (Morales et al., 1994).

Las moscas hembra producen picaduras con su ovopositor puntiagudo en el haz de las hojas, estas se alimentan de la savia de la hoja. En cambio, los machos no tienen la capacidad de causar picaduras en las hojas, sin embargo, se alimentan de las fuentes producidas por las hembras. Estas picaduras causan un amarillamiento en las hojas, lo que ocasiona infestaciones fuertes (Garza, 2001).

2.1.5.1 Minas o Galerías

Los síntomas que causan el minador *Liriomyza* spp es producir minas continuas o serpenteantes con diferentes formas o posiciones. Dependiendo de la especie esta plaga produce sus minas, por ejemplo, el *Liriomyza huidobrensis* produce sus minas en todo el largo de las nervaduras de las hojas, y en el caso de las larvas estas dañan la parte de la superficie inferior de las hojas como en los mesófilos esponjosos y otras en el peciolo. Otra especie como el *Liriomyza sativae* diseñan sus galerías de color blanco, y en otras áreas son de color negras húmedas, el tipo de formas es como serpentinas muy enrolladas, estas aumentan las medidas de las minas conforme avanzan las larvas (Eiseman y Lonsdale, 2021).

Figura 1

Larvas de minador de la hoja



2.2 Manejo integrado de plagas

2.2.1 Control Biológico

Según los programas de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) existen varios enemigos naturales, que ayudan en el control biológico del minador de la hoja. Entre los varios parasitoides encontrados a nivel mundial están la principal familia Braconidae, Eulophidae, Chalcidie y Pteromalidae; dentro de estas familias están los parasitoides *Opius dissitus*, *Muesebeck*, *Halticoptera patella*, *Diglyphus isaea* (Figura 3.), esta última deposita sus huevos sobre la larva minadora, entre otras especies. Estos parasitoides se encargan de atacar las larvas del minador, mientras estas atacan a las hojas (Garza, 2001).

Figura 2

Avispa Diglyphus isaea



El control biológico está dividido por tres estrategias: clásica, de conservación y aumentativa.

2.2.1.1 Clásica

Esta estrategia es de mayor uso porque es más viable económicamente, este control consiste en aplicar especies exóticas en el cultivo donde se desarrollan junto a la plaga, esto tiene como objetivo formar parte del ecosistema y de ese modo lograr resultados a largo plazo (Driesche, 2007).

2.2.1.2 Conservación

Esta estrategia busca modificar las practicas que aplican como control, con el fin de proteger y ampliar la cantidad de controladores biológicos que habitan en un lugar. Esta estrategia se diferencia de las otras dos, porque no libera enemigos naturales, sino que busca proteger y aumentar la propagación mediante otras técnicas (Driesche, 2007).

2.2.1.3 Aumentativa

Esta estrategia se encarga de aumentar la propagación de enemigos naturales pueden ser en laboratorios, para luego ser liberados (Driesche, 2007).

Existen dos tipos de controles aumentativos: control por inundación que tiene la finalidad de liberar enemigos naturales en grandes cantidades y control biológico aumentativo inoculativo este método por el contrario busca liberar cantidades bajas esperando que se realice una cría múltiple de este insecto.

Para esta investigación se pretende trabajar con el control inoculativo liberando cantidades bajas para verificar el control de *Diglyphus isaea* frente a la plaga minador *Liriomyza huidobrensis* Este control se encarga de aumentar las poblaciones de enemigos naturales mediante la propagación y liberación al medio ambiente, los enemigos naturales son reproducidos en laboratorios o centros especializados. Las liberaciones se dan cuando una plaga genera daños en la producción y pérdidas económicas, debido a la falta de enemigos naturales y estos son eficaces en el control de la plaga. Este método todavía no sea investigado y comprobados satisfactoriamente, por lo que es de gran interés para la investigación (Ripa et al., 2008).

2.3 Aspectos generales de *Diglyphus isaea*

2.3.1 Origen y Distribución

Diglyphus isaea es considerado como ectoparasitoide es originaria de Neotropical, por otro lado, existen diversos lugares donde ha sido reportada esta especie fuera de las Américas, como Puerto Rico, China, Yemen, Noruega y Republica Checa. Sin embargo, su mayor registro es en América del Sur como Perú y Colombia.

2.3.2 Taxonomía de *Diglyphus isaea*

El *Diglyphus isaea* es un controlador biológico himenóptero, pertenece a la familia de los *Eulophidae* esta avispa se comporta como un ectoparasitoide, es de gran importancia para el control de los minadores como el *Liriomyza* spp, siendo el más eficiente. Este parasitoide se encuentra en el exterior y se alimentan del hospedero (Téllez et al., 2006).

Tabla 2

Clasificación taxonómica Diglyphus isaea

| Taxonomía <i>Diglyphus isaea</i> | |
|---|-------------------------------|
| Phyllum | Artrópoda |
| Subphyllum | Atelocerata |
| Clase | Insecta |
| Orden | Hymenoptera |
| Suborden | Apocrita |
| Serie | Parasitica |
| Superfamilia | Chalcidoidea |
| Familia | Eulophidae |
| Género | <i>Diglyphus</i> |
| Especie | <i>isaea</i> (Crawford, 1912) |

2.3.3 Ciclo de vida de *Diglyphus isaea*

El ciclo del *Diglyphus isaea* se desarrolla en 4 fases de vida, de huevo a adulto pueden transcurrir alrededor de 17 días aproximadamente, esto varía según la temperatura en donde se reproduzca el *Diglyphus isaea* por ejemplo en una temperatura de 25° C el ciclo de huevo a adulto puede durar entre 10 a 11 días aproximadamente (Téllez et al., 2006).

2.3.3.1 Huevo

En esta fase puede durar o mantenerse por 5 días en este estado ante de pasar al estado larval (Téllez et al., 2006).

2.3.3.2 Larva

Esta fase puede durar 9 días aproximadamente, la larva presenta colores café oscuros, con partes amarillas, mientras que las alas se encuentran en desarrollo (Téllez et al., 2006).

2.3.3.3 Pupa

El estado de pupa se va desarrollando dentro de las galerías o minas de las hojas en la que produce el minador, esta fase puede durar 8 días aproximadamente. La pupa presenta colores como verde fluorescente, conforme pasan los días el color cambia a oscuro, y presenta ojos rojos (Téllez et al., 2006).

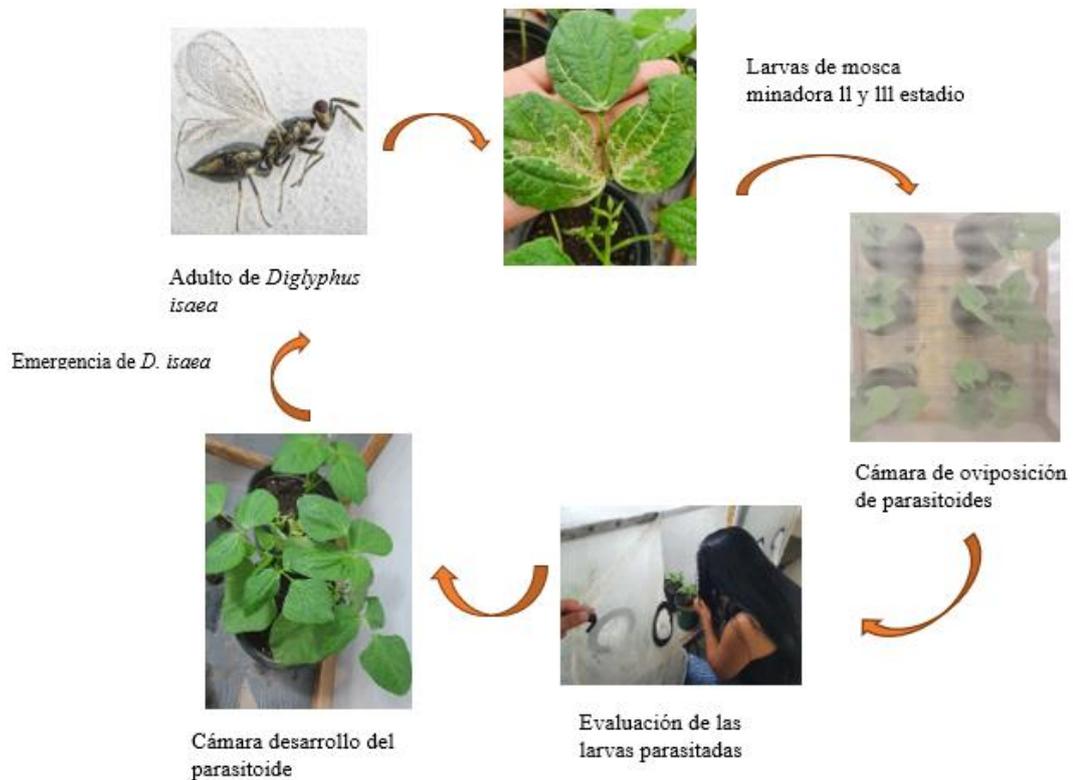
2.3.3.4 Adulto

El tamaño del *Diglyphus* spp. adulto vario conforme a las condiciones y lugar de desarrollo del parasitoide, pero si tamaño puede ser de 2-2 mm, tiene antenas reducidas, su patas son de color negro con contraste blanco. La avispa adulta lo primero que hace es examinar rápida y energéticamente las larvas que ha dejado el minado de la hoja, toma en cuenta en qué periodo esta y su tamaño, más o menos la larva minadora debería estar entre la etapa dos y tres de su estado larvario. Al encontrar la larva el *Diglyphus* spp. procede a clavar su aguijón, de ese modo paraliza al minador y a su vez detiene el daño ocasionado por el mismo (Téllez et al., 2006).

A continuación, se presenta un esquema del ciclo de desarrollo de *Diglyphus isaea* (Figura. 4)

Figura 3

Ciclo de desarrollo de *Diglyphus isaea*



2.3.4 Reproducción de *Diglyphus isaea* W.

De acuerdo con lo mencionado por Biobest (2014), la duración del desarrollo productivo tiene un total de 13 a 25°C de temperatura y hasta de 33 días a 16°C de temperatura. El adulto vive desde 10 días (a 25°C) y 32 días (a 20°C) y pone en total de 200 a 300 huevos, por lo que la población de *Diglyphus isaea* W. crece más rápido que la del minador a partir de 15°C con un 70% de humedad.

2.3.5 Métodos de cría de *Diglyphus isaea* W.

Existe un sin número de metodología que emplean para el desarrollo y cría de *Diglyphus isaea*:

Lara etc. (2005) para evaluar la mortalidad de *Liriomyza* spp provocada por el parasitoide *D. isaea*, realizo la investigación en jaulas de 50 x 50 x 50 cm con paredes de tela muselina, además se introdujeron 10 macetas de frejol. Primero liberaron el minador, transcurrido 3-4 días cuando las larvas del minador se encontraban en su segundo y tercer

estadio larval, se procedía a liberar parasitoide, así sucesivamente se cambiaban de macetas y liberaciones consecutivas con la finalidad de reproducir más parasitoides.

2.4 Marco Legal

La Constitución Nacional del Ecuador en el Título 2 Derechos, sección 2 Derechos del Buen Vivir, artículo 14, menciona sobre los derechos y principios ambientales, menciona la importancia de vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Las disposiciones del Código ayudan a regular los deberes, derechos y garantías ambientales, mientras aseguran la sostenibilidad, conservación del ambiente, sin prejuicios de lo que establece la ley (Constitución Nacional. 2017).

CAPÍTULO III

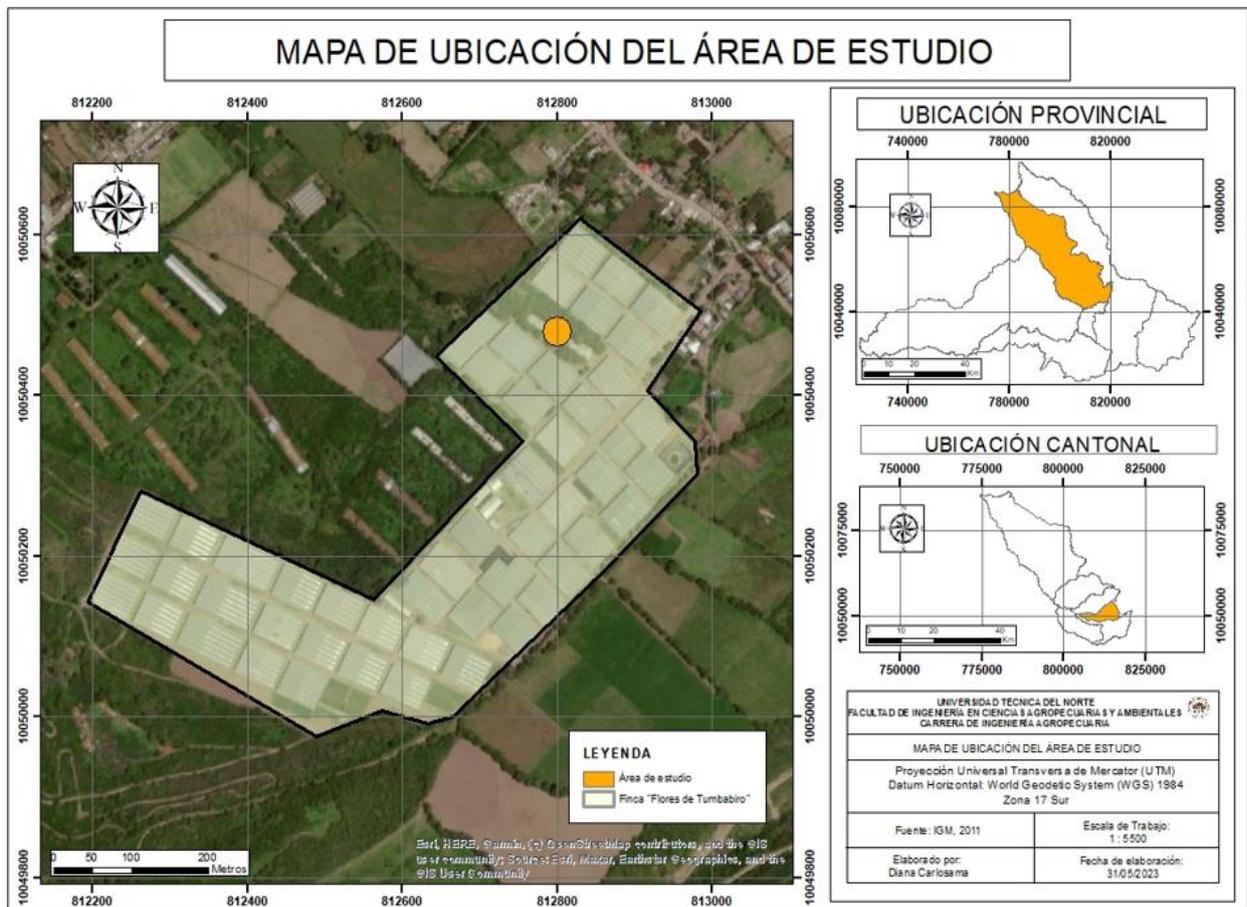
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en la Finca Florícola “Flores de Tumbabiro”, ubicada en la parroquia Tumbabiro en el cantón San Miguel de Urcuquí (Figura 5).

Figura 4

Ubicación de lugares en los que se realizará el ensayo



3.1.1 Características de la Parroquia Tumbabiro

Las características geográficas del lugar donde se realizó el estudio de investigación, según el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de San Miguel de Urcuquí, se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3*Características del área de estudio parroquia Tumbabiro aporte (GAD, 2023)*

| Provincia | Imbabura |
|----------------------|---------------------------------|
| Cantón | San Miguel de Urucuquí |
| Parroquia | Tumbabiro |
| Lugar | Florícola "Flores de Tumbabiro" |
| Altitud | 2.223 msnm |
| Latitud | 0° 21' 46" N |
| Longitud | 78° 7' 51" O |
| Temperatura | 14.1 - 17 °C |
| Precipitación | 3058 mm |

3.2 Materiales, Equipos y Herramientas

Para la siguiente investigación se utilizó los siguientes materiales, equipos, insumos y las herramientas garantizando el cumplimiento de los objetivos planteados, en la presente Tabla 4 se detalla a continuación.

Tabla 4*Implementación de materiales y equipos para la liberación de *Diglyphus isaea**

| Materiales de oficina | Materiales de campo | Insumos |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Computadora | Cámara de crecimiento | <i>Diglyphus isaea</i> |
| Cámara fotográfica | Bandeja de germinación | <i>Liriomyza huidobrensis</i> |
| Estereoscopio | Microscopio portátil | Turba |
| | Semillas de fréjol | Abono orgánico |
| | Centenario | |
| | Macetas | |
| | Libreta de campo | |
| | Bolígrafo | |
| | Melaza | |
| | Letreros | |

3.3 Métodos

3.3.1 Factores en estudio

Los factores en estudio de la investigación fueron las liberaciones de *Diglyphus isaea* W., las cuales fueron recolectadas en la florícola “Flores de Tumbabiro”, que se distribuyeron de la siguiente manera (Tabla 5).

Tabla 5

Liberaciones de Diglyphus isaea W. que fueron utilizadas frente al minador

| Niveles | Descripción | Relación |
|----------------|--|-----------------|
| N1 | 15 <i>D. isaea</i> + 15 <i>L. huidobrensis</i> | 1:1 |
| N2 | 30 <i>D. isaea</i> + 15 <i>L. huidobrensis</i> | 2:1 |
| N3 | 45 <i>D. isaea</i> + 15 <i>L. huidobrensis</i> | 3:1 |
| N4 | 60 <i>D. isaea</i> + 15 <i>L. huidobrensis</i> | 4:1 |

3.3.2 Tratamientos

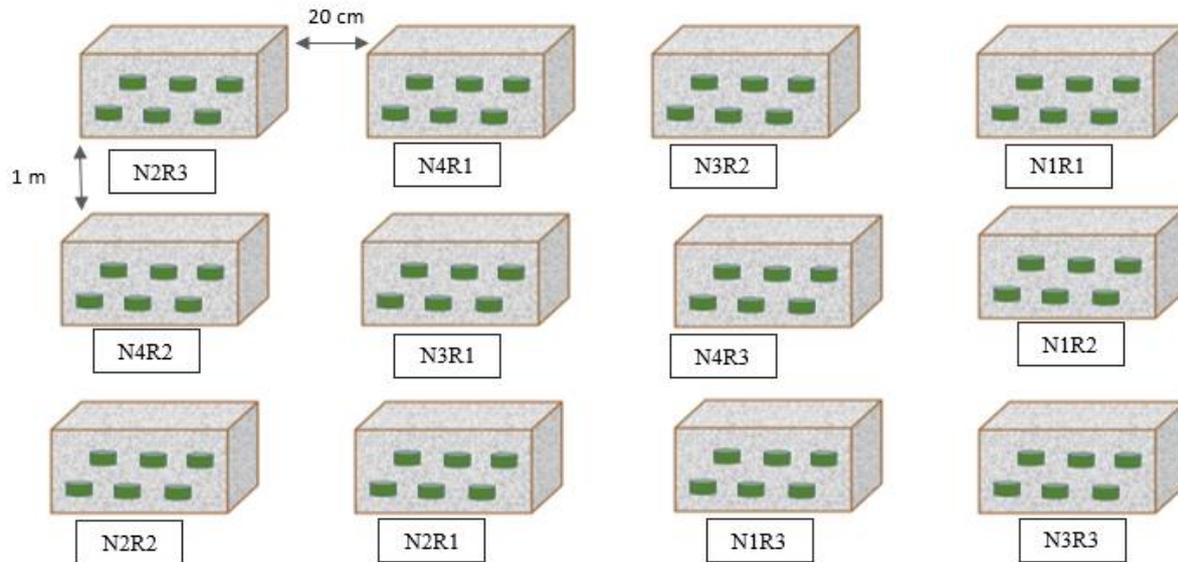
En los cuatro niveles se liberaron 15 minadores por caja, variando los tratamientos de liberación de *D. isaea* W., con el fin de evaluar el parasitismo de *D. isaea* W, con una relación de 1:1, 2:1, 3:1 y 4:1 *Diglyphus isaea*: *Liriomyza huidobrensis* respectivamente.

3.3.3 Diseño experimental

Para el estudio de la investigación se implementó un Diseño Completamente al Azar (DCA), que consistió en cuatro niveles y tres repeticiones bajo invernadero. En el invernadero se colocaron cajas entomológicas con una medida de 0.60 m de alto, 0.80 m de largo y 0.60 m de ancho cada una, entre cajas fueron separadas por una distancia de 20 cm. Además, como planta hospedera se trabajó con frejol (*Phaseolus vulgaris*) (Figura 6).

Figura 5

Esquema del ensayo Diseño Completamente al Azar (DCA)



3.3.4 Características del experimento

El experimento consistió en un diseño completamente al azar con un total de 12 cajas entomológicas distribuidas en un cuarto bajo invernadero. Las cuales fueron distribuidas cuatro niveles y tres repeticiones, con un área total del ensayo de 29.25 m² (6.5 m x 4.5 m).

3.3.5 Características de la unidad experimental

Cada caja entomológica está constituida de seis macetas con dos plantas de frejol cada una, con un total de plantas de 12 por cada unidad experimental. La planta hospedera que se utilizó fue frejol (*Phaseolus vulgaris*), Tabla 6

Tabla 6

Características de la unidad experimental del ensayo

| Datos | Características |
|---------------------------------|---|
| Unidad experimental | Cámara de ovoposición con mangas |
| Nº de insectos plaga por cámara | 15 adultos de <i>Liriomyza huidobrensis</i> . |
| Volumen de cámara entomológica | 0.29 m ³ |
| Altura | 0.60 m |
| Ancho | 0.80 m |
| Profundidad | 0.60 m |

| | |
|--------------------------|----|
| N° de macetas por cámara | 6 |
| N° de plantas por cámara | 12 |

3.3.6 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos recolectados se utilizó el programa INFOSTAT versión 2020 para cada una de las variables (Tabla 7). Se realizaron análisis de varianza con pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$), cumpliendo los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

Tabla 7

Análisis de varianza (ADEVA) del Diseño Completamente al Azar

| Fuentes de Variación | Grados de Libertad |
|----------------------|--------------------|
| Niveles | 3 |
| Error Experimental | 8 |
| Total | 11 |

3.3.7 Variables a evaluarse

Para la evaluación del parasitismo y la dinámica poblacional de *D. isaea* bajo invernadero con la aplicación de distintas liberaciones se tomaron las siguientes variables: días a la postura, días la eclosión, porcentaje de emergencia y sobrevivencia etc.

3.3.7.1 Parasitismo de *D. isaea* frente a *L. huidobrensis* por día

Una vez verificado que las larvas de *L. huidobrensis* se encontraran en el segundo y tercer estadio larvario en la planta hospedera, se procedió a liberar el *D. isaea* para luego de dos días verificar las larvas parasitadas. Para esta variable se contabilizo las 12 plantas hospederas por caja entomológica. Cada maceta se evaluó en un lapso de 6 minutos, durante seis días después de la liberación de *D. isaea*. Las hojas parasitadas se observaron con la ayuda de un microscopio portátil y se procedió a registrar los datos diarios.

Para el porcentaje de parasitismo se calculó a través de la siguiente Ecuación 1:

$$\%P = \frac{(\text{Larvas Parasitadas} \times 100)}{\text{Larvas vivas}} \quad (1)$$

3.3.7.2 Porcentaje de larvas no parasitas *D. isaea* frente a *L. huidobrensis*

Una vez contabilizada las larvas parasitadas, se procedió a evaluar el número de larvas de *L. huidobrensis* vivas que no fueron parasitadas por *D. isaea*. Para esto, se verifico que las larvas estuvieran en movimiento en cada hoja, al igual que las anteriores variables con el uso del microscopio portátil. Para el análisis se utilizó la Ecuación 2.

$$\%P = \frac{(\text{Larvas no Parasitadas} \times 100)}{\text{Larvas vivas}} \quad (2)$$

3.3.7.3 Número de larvas

a) Larvas de *Diglyphus isaea* por día

Cuando los huevos de *D. isaea* eclosionaron se esperó dos días para verificar el número de larvas del parasitoide. Se evaluó cada planta hospedera durante todos los días, recolectando los datos y registrando fechas.

b) Larvas de *Liriomyza huidobrensis* por día

Al igual que las larvas de *D. isaea* se evaluó *L. huidobrensis*, se registraron datos del número de larvas. Evaluando cada hoja de la planta hospedera, mediante el uso del microscopio portátil.

3.3.7.4 Número de pupas

a) Pupas de *Diglyphus isaea* por día

Se calculó el número de pupas de *D. isaea* en la misma maceta, verificando el color metálico que le caracteriza a la pupa de *D. isaea*, esto con la ayuda de una lupa.

b) Pupas de *Liriomyza huidobrensis* por día

Las pupas de minador fueron contabilizadas diariamente en la misma maceta. Para evaluar esta variable se verificó que las hojas estuvieran perforadas, ya que la pupa *L. huidobrensis* se encuentra en el envés de la hoja.

3.3.7.5 Emergencia

a) Porcentaje de emergencia *Diglyphus isaea*

Se procedió a contar diariamente el número de pupas de *D. isaea* que se convirtieron en adultos. Esto se observó en la misma cámara de cría que estaba previamente herméticas. Para este cálculo se utilizó la siguiente Ecuación 3:

$$\%Emergencia = \frac{(\text{Número de adultos} \times 100)}{\text{Número de Pupas}} \quad (3)$$

b) Porcentaje de emergencia *Liriomyza huidobrensis*

Al igual que *D. isaea*, se evaluó de pupas de *L. huidobrensis* que se convirtieron en adultos, diariamente. Para este cálculo se utilizó la misma Ecuación 3.

3.3.7.6 Porcentaje de sobrevivencia de *Diglyphus isaea*

Para el análisis de esta variable, se evaluó el número de huevos ovipositados por *D. isaea* que sobrevivieron hasta convertirse en adultos. Para lo cual se utilizó la siguiente Ecuación 4:

$$\%Sobrevivencia = \frac{(\text{Número de adultos} \times 100)}{\text{Total de larvas parasitadas}} \quad (4)$$

3.3.7.7 Porcentaje de eclosión de *Liriomyza huidobrensis* de huevo a adulto

Mediante la siguiente Ecuación 5 se evaluó el porcentaje de eclosión de *L. huidobrensis*, tomando datos desde la primera oviposición del minador hasta convertirse en adulto.

$$\%Pobl = \frac{(\text{Número de adultos} \times 100)}{\text{Total de puntos}} \quad (5)$$

3.4 Manejo del experimento

A continuación, se detalla la implementación del experimento para lograr el desarrollo de esta investigación:

3.4.1 Lavado y desinfección de mallas anti trips

Para desarrollar las cámaras de crías se utilizó las mallas anti-trips, para lo cual se lavó y desinfecto con anterioridad y se dejó secar durante un día.

Figura 6

Desinfección de las mallas anti-trips



3.4.2 Elaboración de las cámaras de crías

Para la elaboración de las cámaras se utilizó un marco de madera cubica, que fue entrada por la empresa donde se desarrolló la investigación con las medidas de 0.60 m de largo por 0.8 m de ancho y 0.60 m de profundidad. A partir de cuadro, se procedió a elaborar la cámara con la cubierta de malla anti-trips previamente desinfectada. Se colocó dos mangas para poder manipular las macetas y evitar la salida de los insectos. Además, la puerta estuvo hecha de una cinta velcro para el ingreso de la planta hospedera y los insectos.

Figura 7

Elaboración de las cámaras de crías entomológicas



3.4.3 Limpieza y desinfección del invernadero

Se realizó la limpieza y desinfección del invernadero durante todo el día, para poder eliminar la presencia de cualquier plaga del exterior.

Figura 8

Desinfección del invernadero para elaborar el ensayo



3.4.4 Siembra de fréjol como planta hospedera

La siembra se realizó de forma manual, en bandejas de germinación con turba. La variedad que se escogió para la realización de este ensayo fue Centenario, se eligió después de varios ensayos y siembras posteriores, ya que esta planta es arbustiva, tiene mayor porcentaje de germinación, rápida germinación y más susceptible al minador. Este paso se realizaba una vez a la semana, con la finalidad de tener plantas hospederas en todo momento.

Figura 9

Siembra de la planta hospedera frejol



3.4.5 Trasplante de fréjol como planta hospedera

En las bandejas de germinación se dejaban 7 días para luego ser trasplantadas a las macetas con el sustrato previamente elaborado. Cada semana eran trasplantadas alrededor de 72 macetas, para así tener plantas con diferencias de días. Las plantas para ingresar a las cámaras de crías debían tener 15 días a partir de la siembra, es decir, con su primer par de hojas, debido a que los minadores les gustaba las hojas jóvenes.

Figura 10

Trasplante del frejol



3.4.6 Adaptación del invernadero para el ensayo

Para adaptar el invernadero, se solicitó a la empresa jabas para construir el soporte de las cámaras. Una vez terminado los soportes, se procedió a colocar las cámaras de crías y transportar las macetas con la planta hospedera, para luego colocar seis macetas por cámaras.

Figura 11

Adaptación del invernadero para la investigación



3.4.7 Recolección y liberación de minador *L. huidobrensis*

Se realizó la recolección de minadores con la ayuda de la malla atrapa insectos, en los cultivos de bloques de *Lisianthus* de la misma empresa. Se recolectaban en bolsas alrededor de 15 minadores, esto para liberar en cada cámara de cría. La liberación en las cámaras de crías era por 24 horas, con la finalidad de obtener una oviposición homogénea. Debido a que *D. isaea* oviposita sus huevos, cuando la larva del minador está en su segundo y tercer estadio larval.

Figura 12

*Recolección del minador de la hoja en plantas de *Lisianthus**



3.4.8 Recolección y liberación de minador *D. isaea*

La recolección de *D. isaea* se realizaba en los mismos bloques de Lisianthus con la ayuda de un frasco de vidrio con cuidado de matar o que no se vaya el *D. isaea*. Se recolectaban los insectos en bolsas transparentes, cada una con cantidades de 15, 30, 45, 60 *D. isaea* por funda. Posterior a ello, se realizaba la liberación tomando en cuenta que las larvas de minador que fueron liberadas días antes se encuentren en el segundo y tercer estadio larval.

Figura 13

*Recolección y liberación del parasitoide *Diglyphus isaea**



CAPÍTULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de *Diglyphus isaea* como controlador biológico de *Liriomyza huidobrensis*, la cual fue realizada en Tumbabiro bajo invernadero.

4.1 Parasitismo de *Diglyphus isaea* frente a *Liriomyza huidobrensis*

4.1.1 Porcentaje de parasitismo por día de *Diglyphus isaea*

Los resultados del análisis de varianza indican que existe una interacción entre los días evaluados y los niveles de liberación ($F=7.55$; $gl=9,270$; $p<0.0001$) para la variable porcentaje de parasitismo de larvas (Tabla 8).

Tabla 8

Análisis de variación para la variable porcentaje de parasitismo por día

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Días | 3 | 270 | 124.58 | <0.0001 |
| Niveles | 3 | 270 | 111.43 | <0.0001 |
| Días: Niveles | 9 | 270 | 7.55 | <0.0001 |

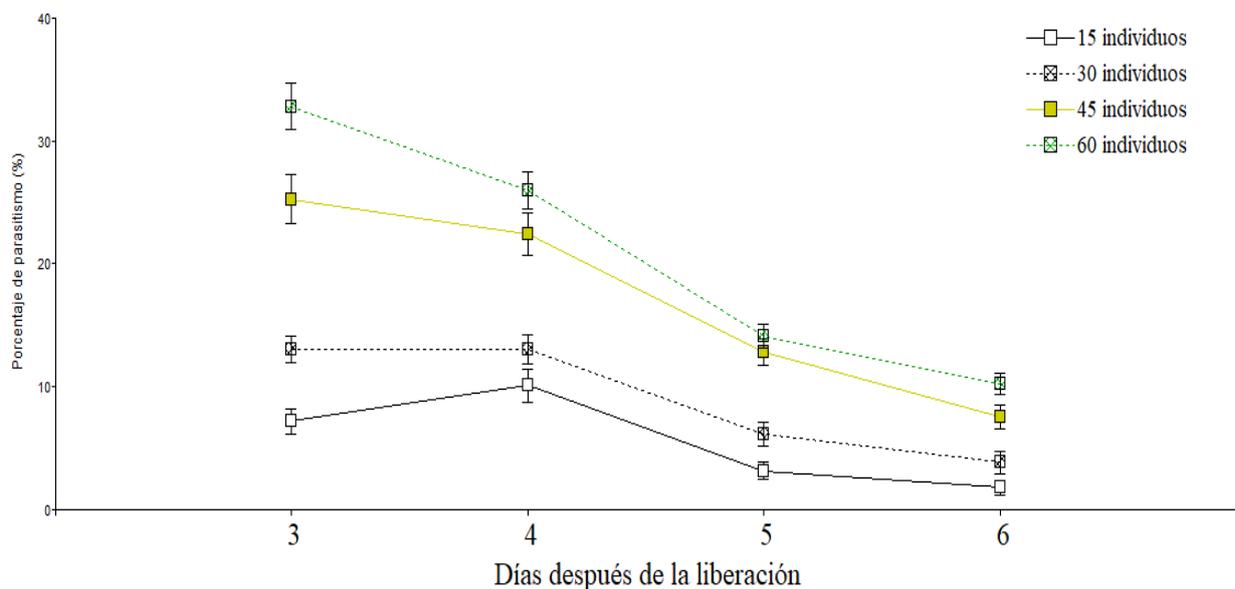
La tasa de parasitismo de *D. isaea* frente a *L. huidobrensis* fue evaluada en los días tres, cuatro, cinco y seis después de su liberación. En la Figura 15, se observa que, en el tercer día, los niveles N4 (60 *D. isaea*) alcanzaron el pico máximo de parasitación, con diferencias del 8%, 20% y 26% en comparación a los niveles N3, N2 y N1, respectivamente. Por el contrario, en el día cuarto se observa que los niveles N4 y N3 disminuyeron un 5%, sin mostrar diferencias significativas entre niveles, con un promedio del 48 %. Mientras tanto, los niveles N1 y N2 no presentaron diferencias significativas, sin embargo, el porcentaje de parasitismo aumentó en un 2% con respecto al tercer día, y se observó una diferencia de 36% con respecto a los niveles N3 y N4, que obtuvieron un mayor porcentaje de parasitismo en este día. En el quinto día, los cuatro niveles experimentaron una disminución, siendo el nivel N4 el más alto

en todos los días, con diferencias del 8% y 11% con respecto a los niveles N2 y N1, que registraron valores más bajos en los cuatro días de evaluación. Finalmente, para el sexto día, los cuatro niveles alcanzaron su punto mínimo de parasitación, los niveles N4 y N3 no mostraron diferencias significativas, con un promedio de 9 % de parasitación, asimismo los niveles N1 y N2 no presentaron diferencias significativas, con un promedio del 3% de parasitación.

Durante el desarrollo de *Diglyphus isaea* y *L. huidobrensis*, se implementó una dieta compuesta por un 80% de agua y 20% de melaza. Esta elección dietética se realizó con el objetivo de promover una mayor longevidad en ambos insectos a lo largo de su ciclo de vida.

Figura 14

Porcentaje de parasitismo por día después de la liberación de *Diglyphus isaea*



Téllez et al. (2005) señala que *Diglyphus isaea* presenta la capacidad de parasitar aproximadamente 7.3 larvas/día, considerándole como uno de los parasitoides más abundantes para controlar la población *Liriomyza huidobrensis*, para esta investigación colocaron un aproximado de 41 larvas de minador, en cajas de plásticos y liberaron 2 adultos de *Diglyphus isaea*. No obstante, en el marco de esta investigación, se observó que *Diglyphus isaea* parasita un rango de 2 a 16 larvas/día, dentro del promedio obtenido en la investigación.

4.1.2 Porcentaje de parasitismo total de *Diglyphus isaea*

Al realizar los análisis estadísticos (Tabla 9) se observa que existe diferencia significativa entre el porcentaje de parasitismo total de *D. isaea* y los niveles de liberación ($F=360.23$; $gl=3, 66$; $p=0.0001$).

Tabla 9

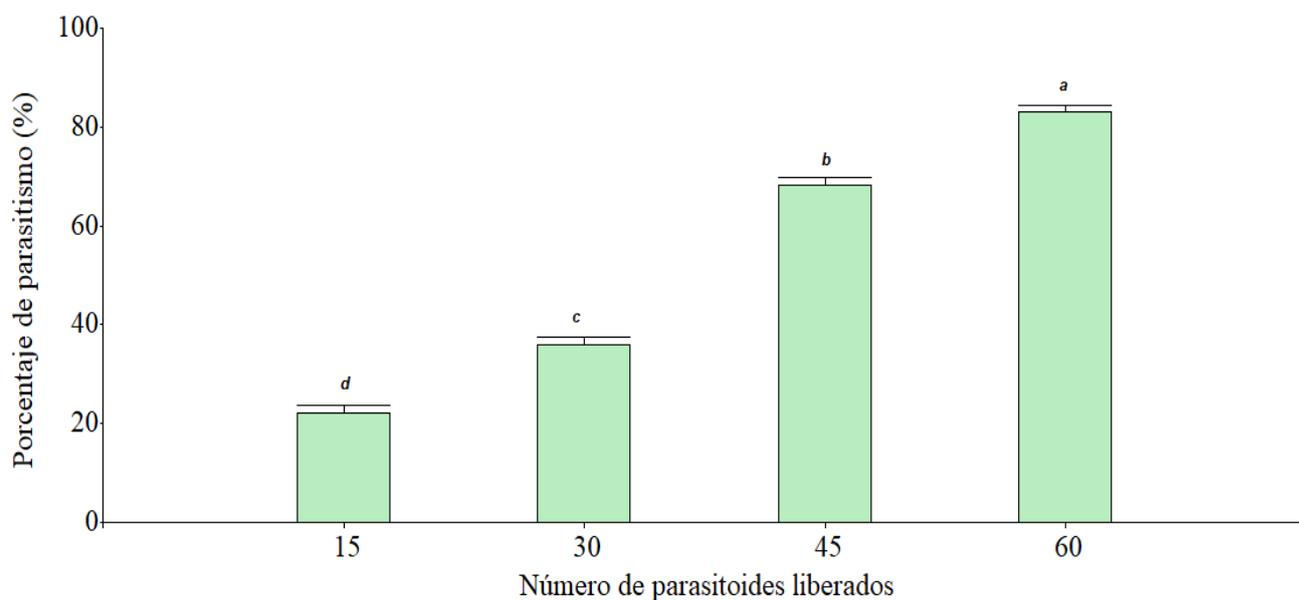
ADEVA porcentaje de parasitismo con la aplicación de diferentes cantidades de Diglyphus isaea

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Niveles | 3 | 66 | 360.23 | <0.0001 |

El porcentaje de parasitismo de *D. isaea* frente a *L. huidobrensis* se llevó a cabo tras la recopilación de datos diarios de parasitismo. En la Figura 16, se observa que el nivel N4 presentó mayor porcentaje de parasitismo del insecto, alcanzando un 83%, este valor superó significativamente al nivel N3, N2 y N1 con una diferencia de 15%, 47% y 61%, respectivamente. Cabe destacar que el nivel N1 presentó el menor porcentaje de parasitismo total entre los niveles analizados.

Figura 15

Porcentaje de parasitismo total después de la liberación de Diglyphus isaea



Según Muchemi et al., (2018), *Diglyphus* spp. logró un control del 26.33 ± 3.68 % de parasitismo contra la plaga *Liriomyza* spp, en este estudio utilizaron *V. faba* como planta

hospedera e introdujeron 176 adultos de minadores y 50 adultos de *Diglyphus* spp. En la presente investigación, se trabajó con 45 adultos del parasitoide, logrando un resultado de 68% de parasitismo. Sin embargo, es importante mencionar que la cantidad de himenópteros liberados triplica al número de adultos de minadores liberados.

Akutse et al. (2015) en su investigación sobre el parasitismo de *Diglyphus* spp. con la liberación de 50 adultos por cámara de cría, obtuvieron un resultado $30.4 \pm 10.9\%$ de parasitismo. En su estudio, trabajaron con 200 adultos de minadores. A diferencia de la presente investigación, el porcentaje de parasitismo fue más alto de un 83%, lo cual se atribuye a la diferencia de minadores y *Diglyphus isaea* liberados. Lyon (1985), sugiere que con una liberación de 2000 *Diglyphus* spp/ha durante dos meses puede lograr un 100% de parasitismo.

De acuerdo con Hincapié et al., (1993) los parasitoides pertenecientes al orden hymenoptera como *Diglyphus* spp, *Opius* spp. y *Halticoptera* spp. han sido empleados con éxito como agentes de control biológico capaz de ocasionar daño a larvas y pupas de *Liriomyza* spp. Por otro lado, los investigadores señalan que *Diglyphus* spp. y *Halticoptera* spp. mostró tasas de parasitismo del 37% y 70%, respectivamente, frente a la plaga *Liriomyza* spp. No obstante, los resultados de la presente investigación obtuvieron un 83% de parasitismo, el nivel más alto con respecto a los cuatro niveles investigados. Cabe mencionar que esta variación está directamente relacionada con la cantidad de parasitoides liberados durante el estudio.

Para Sarmiento y Acosta (1986), señalan que *Diglyphus* spp. tiene una significativa incidencia en diversos tipos de cultivos, tanto primarios como secundarios, así como malezas. No obstante, resalta que en el cultivo de *Sillene gallina*, este parasitoide muestra una tasa elevada de parasitismo entre 70 y el 80%. Los resultados de la presente investigación, se observó un nivel de parasitismo de 83%, mientras que la tasa más baja registrada fue del 22%.

Estudios iniciales sobre la aplicación de *Diglyphus isaea* contra *Liriomyza* spp. revelan una correlación significativa, a medida que aumenta la tasa de parasitismo en relación con el total de larvas de *Liriomyza* spp, se observa una elevada disminución, llegando hasta el 90% en el porcentaje de larvas que logran sobrevivir (Peña, 1988). Esta información corrobora en la presente investigación, donde se destaca que el nivel N4 logró controlar hasta un 83% de la plaga.

4.2 Variable dinámica poblacional de *Diglyphus isaea* y *Liriomyza huidobrensis*

4.2.1 Porcentaje de larvas totales de *Diglyphus isaea*

Al realizar los análisis estadísticos (Tabla 10) se observa que existe diferencia significativa entre los niveles de liberación y el porcentaje de larvas eclosionadas de *D. isaea* ($F=14.02$; $gl=3, 66$; $p=0.0001$).

Tabla 10

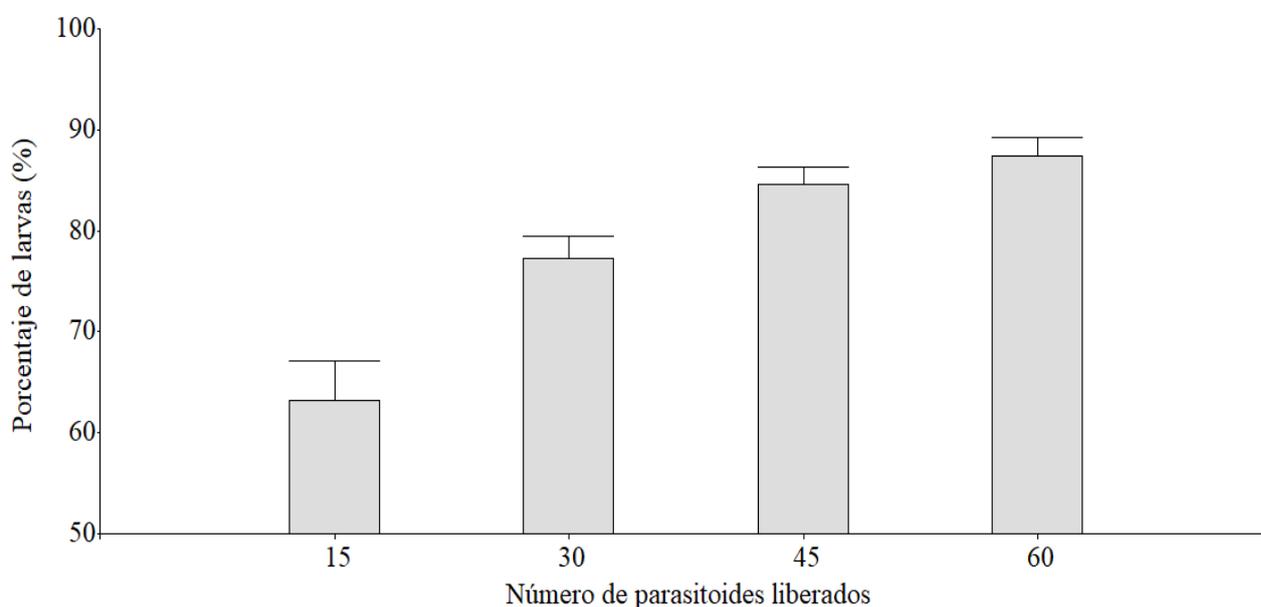
Análisis de variación para la variable total de larvas eclosionadas Diglyphus isaea

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Niveles | 3 | 66 | 14.02 | <0.0001 |

En la Figura 17, se observa que N4 presentó mayor porcentaje de larvas 87.37 %, con una diferencia de 24.16 y 10.1 de larvas para los niveles N1 y N2 respectivamente, teniendo una diferencia mayor con N1. Por su parte N4 y N3 no presentaron diferencias significativas entre niveles.

Figura 16

Porcentaje de larvas eclosionadas totales de Diglyphus isaea de cada nivel



4.2.2 Porcentaje de larvas por día de *Diglyphus isaea*

Los análisis de varianza indican que existe una interacción entre los días de larvas en desarrollo y los niveles de liberación ($F3.41$; $gl=9,209$; $p=0.0006$) para la variable porcentaje de larvas en desarrollo (Tabla 11).

Tabla 11*Análisis de variación para la variable larvas eclosionadas por día*

| Fuente de variación | GI FV | GI Exp | F-value | p-value |
|----------------------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| Días | 3 | 209 | 58.89 | <0.0001 |
| Niveles | 3 | 209 | 19.33 | <0.0001 |
| Días: Niveles | 9 | 209 | 3.41 | 0.0006 |

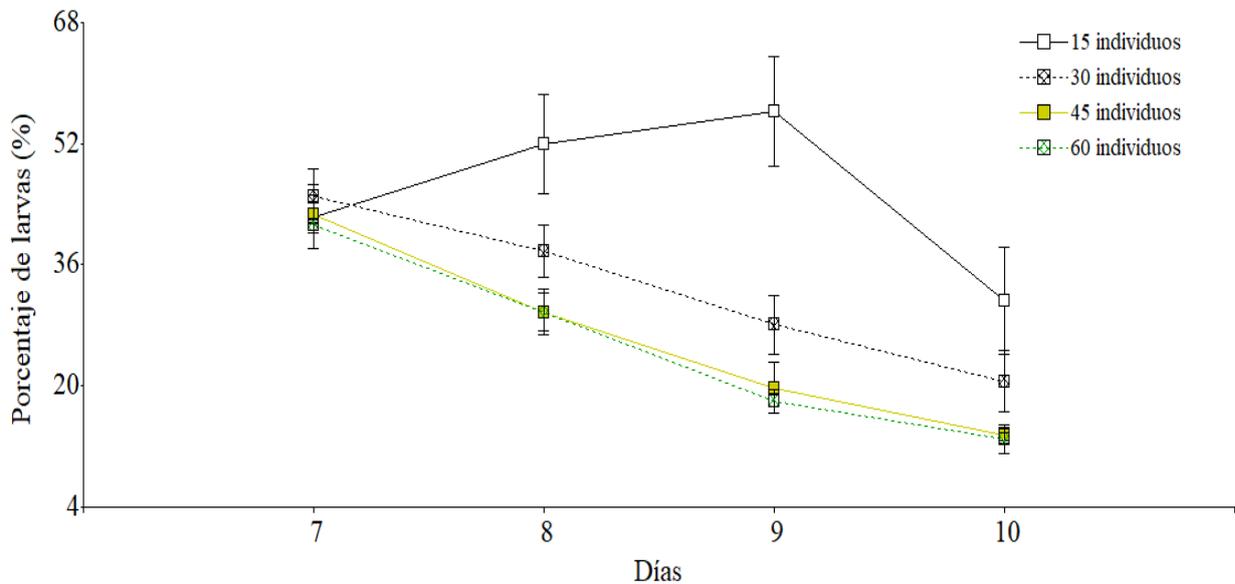
El porcentaje de larvas eclosionadas de *Diglyphus isaea* se midió a los días siete, ocho, nueve y diez después del conteo de larvas minador-parasitadas. En la Figura 18, se observa que no presentaron diferencia significativa entre niveles en el día siete con valores entre 41 y 45% de larvas eclosionadas. Para el día ocho los niveles N3 y N4 disminuyeron aproximadamente un 12.18 %, mientras que N2 se redujo un 7.25 % con respecto al día siete, sin embargo, N1 aumentó un 9.67 % con respecto al día anterior, para el mismo día N3 y N4 no presentaron diferencia significativa, siendo menor el porcentaje de larvas desarrolladas con un aproximado de 8 y 22 % con respecto a los niveles N2 y N1, respectivamente.

Para el día nueve y diez el porcentaje de larvas de N2, N3 y N4 siguió disminuyendo a comparación de los dos días anteriores, sin embargo, N1 aumentó un 4.28 % en el día nueve y para el día diez disminuyó un 25.03 % de larvas, además que los niveles N3 y N4 no presentaron diferencia significativa entre niveles. Cabe mencionar que los niveles con mayor porcentaje de eclosión de larvas fueron los que tuvieron menor porcentaje de parasitismo. Cabe mencionar que el porcentaje de larvas desarrolladas de *Diglyphus isaea*, implica el número de larvas de *L. huidobrensis* que fueron parasitadas y de esas que porcentaje se desarrollaron de huevo a larvas durante los cuatro días de evaluación. En el caso de N1 que presento menor porcentaje de desarrollo total de larvas, *Diglyphus isaea* oviposito 5 huevos en las larvas de minador, para el primer día de evaluación se observó 1 larva en desarrollo (20 %), segundo día 2 larvas se desarrollaron (40 %) y para el tercer día se desarrolló 1 larva de *Diglyphus isaea* (20 %). Mientras que, N4 presentó mayor porcentaje de larvas desarrolladas totales, *Diglyphus isaea* oviposito 32 huevos en las larvas de minador, para el primer día de evaluación se observó 10 larvas en desarrollo (31 %), segundo día se desarrollaron 12 larvas (38 %), tercer día se desarrolló 4 larvas de *D. isaea* (13 %), finalmente para el cuarto día se desarrolló 3 larvas de *D. isaea* (9 %).

El proceso de eclosión de huevo a larva en el caso de *Diglyphus isaea* tomó alrededor de cuatro días desde el día de parasitación. En el gráfico se observa que, en el décimo día, solo un pequeño porcentaje de larvas eclosionaron.

Figura 17

Porcentaje de larvas eclosionadas por día de Diglyphus isaea



Para Akutse et al., (2015) y Raven (1998) la temperatura y humedad relativa son factores importantes para el ciclo de desarrollo de *D. isaea*, a temperaturas comprendidas entre 20-25°C, el desarrollo de eclosión de huevo a larva, se completa en un lapso de aproximadamente 3-4 días. No obstante, a 30°C este periodo puede reducirse significativamente a solo 1-2 días. En esta investigación, se observa un promedio de desarrollo cercano a los 4 días, manteniendo temperaturas dentro del rango de 20-28°C.

4.2.3 Porcentaje de pupas totales de *Diglyphus isaea*

Al realizar el análisis estadístico se determinó que existe diferencia significativa entre los niveles de liberación ($F=18.33$; $gl=3, 66$; $p=0.0001$), con respecto a la variable pupas totales de *D. isaea* (Tabla 12).

Tabla 12

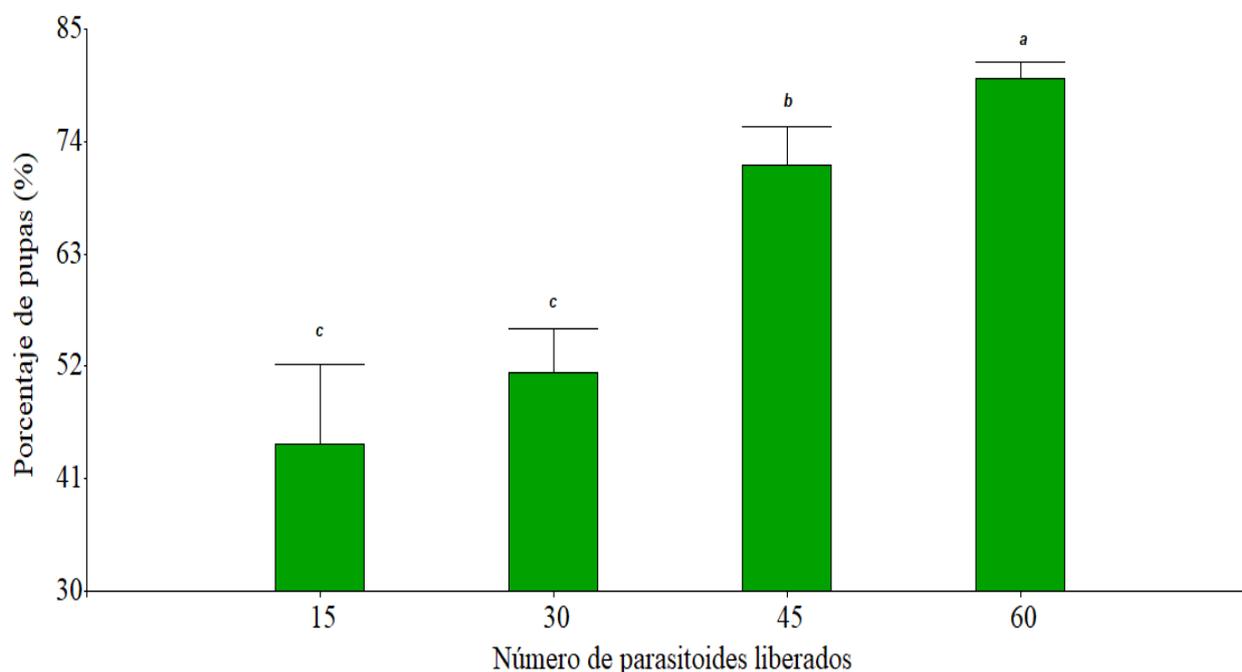
Análisis de variación para la variable total de pupas de Diglyphus isaea

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Niveles | 3 | 66 | 18.33 | <0.0001 |

En la Figura 19, se observa que el mayor porcentaje de pupas de *D. isaea* presentó el nivel N4 con valor de 80.13 %, con una diferencia de 35.78 % a comparación de N1 (44.35 %) que tuvo menor porcentaje de pupas. Por su parte N3 (71.66 %), también presentó un porcentaje alto de pupas con una diferencia de 8.47 % con respecto a N4 que fue mayor entre todos los niveles. Además, se observó que N1 y N2 no presentaron diferencias significativas entre valores.

Figura 18

Porcentaje de pupas totales de Diglyphus isaea frente a Liriomyza huidobrensis



4.2.4 Porcentaje de pupas por día de *Diglyphus isaea*

Los resultados del análisis de varianza indican que existe interacción entre días y niveles ($F=4.65$; $gl=6, 167$; $p=0.0002$) para la variable pupas por día de *D. isaea* (Tabla 13).

Tabla 13

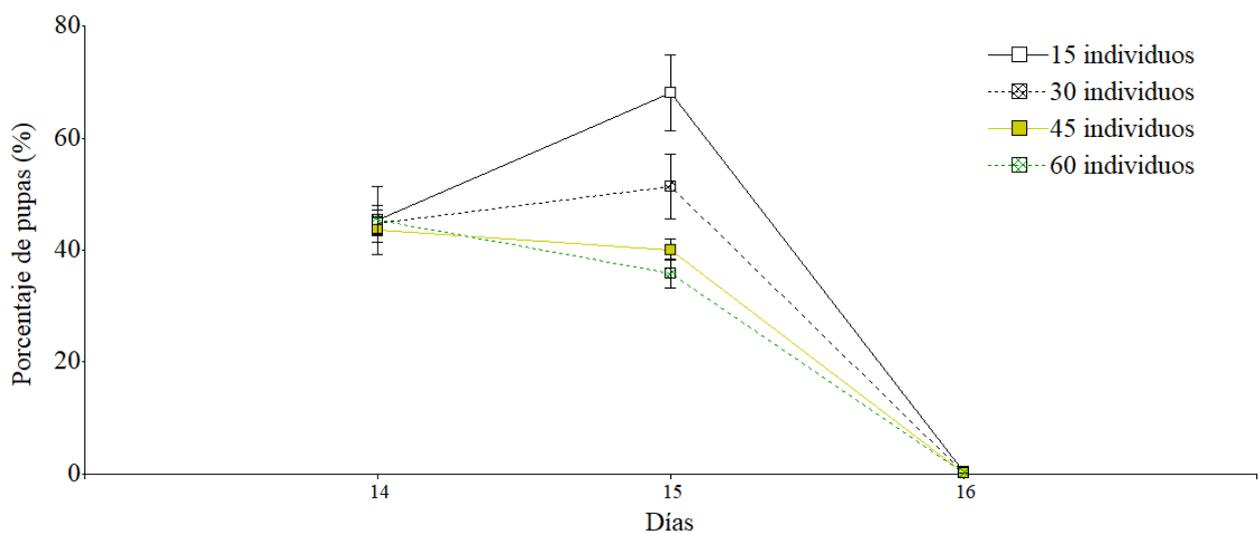
Análisis de variación para la variable pupas por día Diglyphus isaea

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Días | 2 | 167 | 611.29 | <0.0001 |
| Niveles | 3 | 167 | 4.91 | 0.0027 |
| Días: Niveles | 6 | 167 | 4.65 | 0.0002 |

El porcentaje de pupas de *D. isaea* se evaluó durante los días 14, 15 y 16 después de su liberación. En la Figura 20, se observa que las pupas del parasitoide se presentaron a partir del día 14 donde los niveles N1, N2, N3 y N4 no presentaron diferencia significativa entre niveles, con un promedio de 45 % de pupas desarrolladas en el día 14. Para el día 15 los niveles N1 y N2 aumentaron su porcentaje de pupas un 22.82 y 6.56 %, respectivamente con respecto al día anterior, además que N1 presentó mayor porcentaje de pupas con una diferencia de 32.29 % a comparación de N4. Por el contrario, N4 y N3 disminuyó un 9.56 y 3.61 % de pupas, respectivamente a comparación del día anterior. Finalmente, el día 16 el número de pupas se redujo para el nivel N1 y N2 en un 67.78 y 51.17 %, respectivamente, mientras que N3 y N4 disminuyó un 39.89 y 35.64 % de pupas, respectivamente, además de no presentar diferencia significativa entre los cuatro niveles con un promedio de 0.25 % de pupas de *D. isaea*.

Figura 19

Porcentaje de pupas por días de *Diglyphus isaea* de cada nivel



García (2014), en su investigación sobre el comportamiento de *D. begini* frente al minador de la hoja, el desarrollo de larva a pupa se llevó a cabo en aproximadamente 4-6 días bajo condiciones controladas de laboratorio. Este tiempo de desarrollo es similar con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde se observó un desarrollo de larva a pupa en un rango de 4-7 días bajo condiciones de invernadero.

4.2.5 Porcentaje de emergencia de *Diglyphus isaea*

Al realizar el análisis estadístico se determinó que existe diferencia significativa entre los niveles de liberación ($F=10.42$; $gl=3, 66$; $p=0.0001$), con respecto a la variable porcentaje de emergencia de *D. isaea* (Tabla 14).

Tabla 14

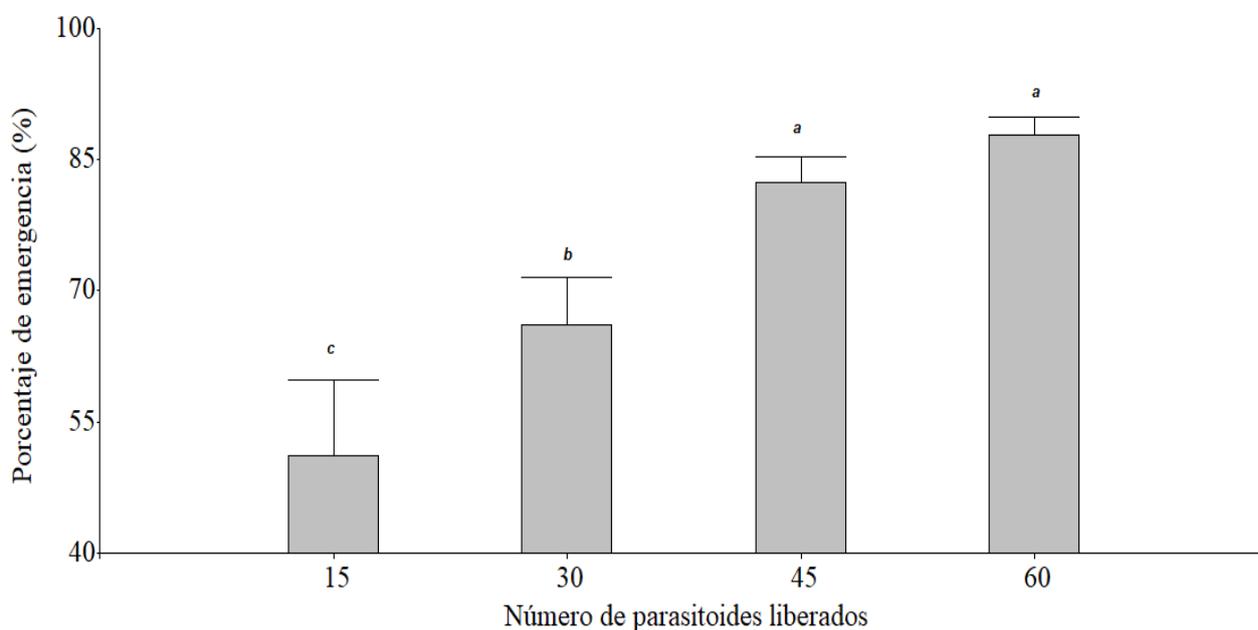
Análisis de variación para la variable porcentaje de emergencia de Diglyphus isaea

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Niveles | 3 | 66 | 10.42 | <0.0001 |

En la Figura 21, se observa que el mayor porcentaje de emergencia de *D. isaea* presentaron los niveles N4 y N3 con un promedio de 85% entre los dos, y una diferencia de 19 % y 34 % a comparación de los N2 y N1, respectivamente, además no presentaron diferencias significativas entre los niveles N3 y N4.

Figura 20

Porcentaje de emergencia después de la aplicación de Diglyphus isaea



En su investigación proporcionaron datos sobre la tasa de emergencia *Trichogramma achaeae*, que reveló un 95%, tomando en cuenta que en este estudio realizaron crías masivas de *T. achaeae* en huevos hospederos de lepidópteros (*Ephestia kuehniella*). Los resultados obtenidos muestran datos cercanos, ya que la proporción 4:1 presentó una tasa de emergencia del 88% de *D. isaea*.

4.2.6 Porcentaje de sobrevivencia de *Diglyphus isaea*

Al realizar el análisis estadístico se determinó que existe diferencia significativa entre los niveles de liberación ($F=26.60$; $gl=3, 66$; $p=0.0001$), con respecto a la variable porcentaje de sobrevivencia de *D. isaea* (Tabla 15).

Tabla 15

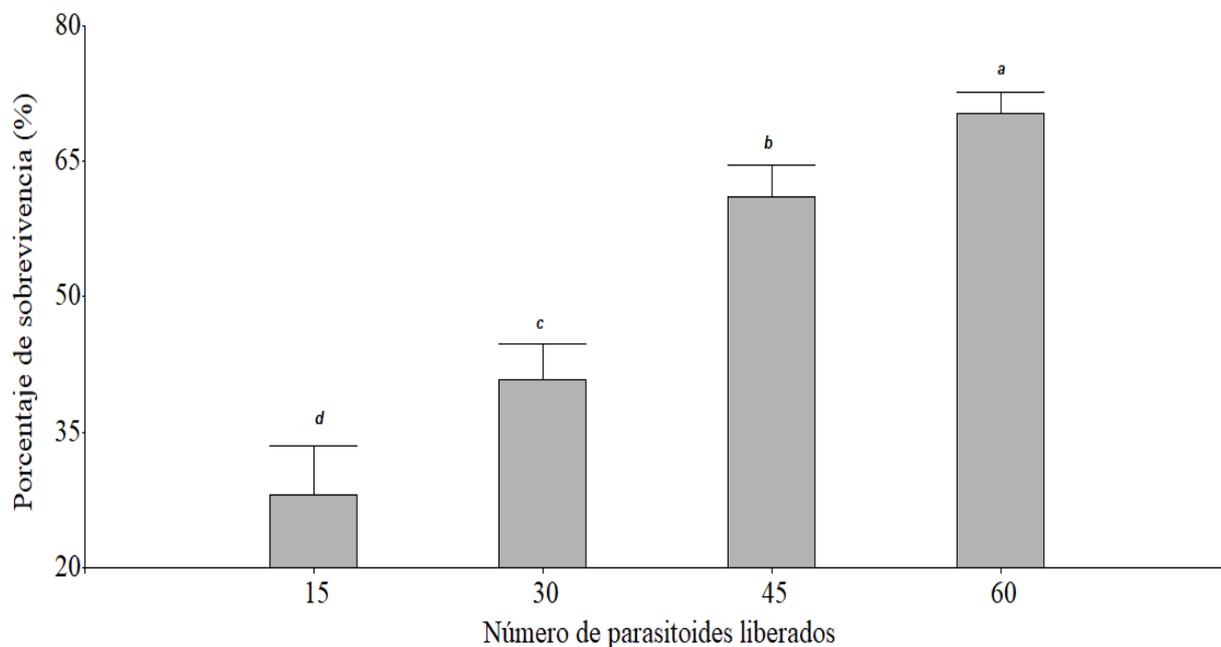
Análisis de variación para la variable sobrevivencia de Diglyphus isaea

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Niveles | 3 | 66 | 26.60 | <0.0001 |

La Figura 22 muestra que al realizarse la prueba de Fisher al 5% respecto a la variable de sobrevivencia de huevo a adulto por niveles de liberaciones, se demuestra que N4 obtuvo un mayor porcentaje de sobrevivencia con una diferencia de 9%, 30% y 42% con respecto a N3, N2 y N1, respectivamente. Por otra parte, N3 (61%) también presentó un porcentaje alto de sobrevivencia con una diferencia de 20 y 33 % con respecto a N2 y N1, respectivamente.

Figura 21

Porcentaje de sobrevivencia Diglyphus isaea obtenidas al final del estudio



García (2014), en su investigación logró una tasa de sobrevivencia de huevo a adulto para *D. isaea* del 60-80%, estos resultados presentaron similitud a los obtenidos en el nivel N4

donde se registró un porcentaje del 70% con la liberación de 60 individuos de *D. isaea* y 15 minadores.

4.2.7 Porcentaje de larvas no parasitadas por *Diglyphus isaea*

Al realizar el análisis estadístico se determinó que existe diferencia significativa entre los niveles de liberación ($F=366.02$; $gl=3, 66$; $p=0.0001$), con respecto a la variable de larvas no parasitadas (Tabla 16).

Tabla 16

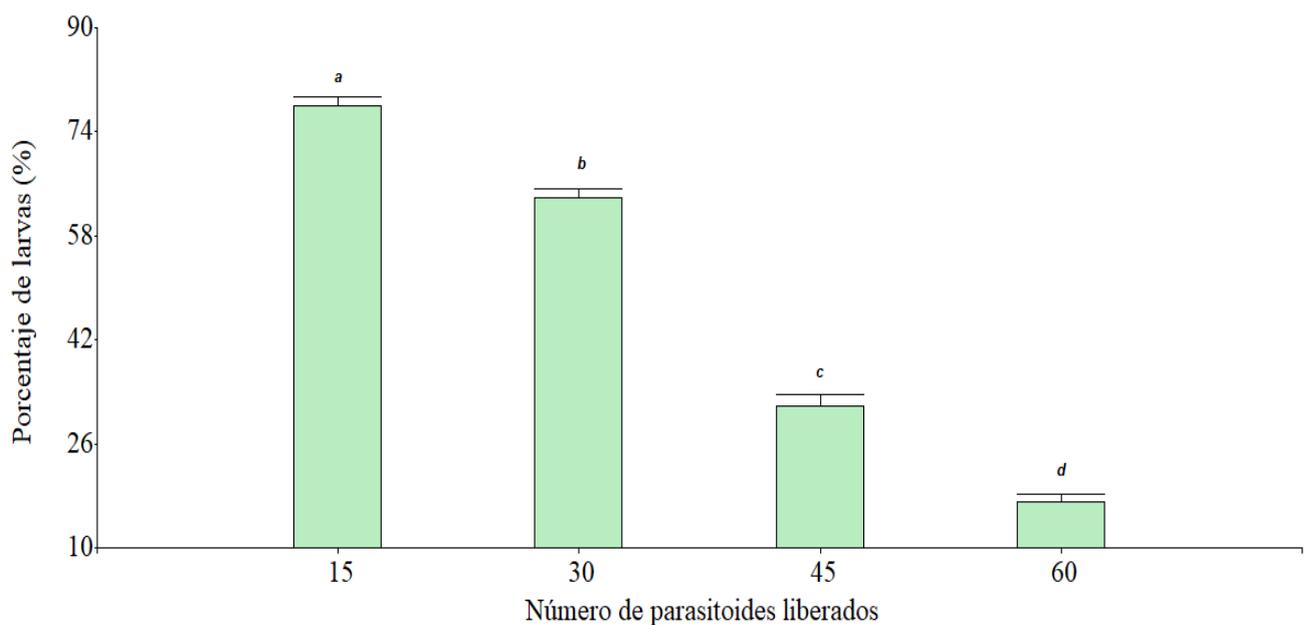
Análisis de variación para la variable larvas no parasitadas

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Niveles | 3 | 66 | 366.02 | <0.0001 |

El número de larvas no parasitadas por *D. isaea* frente a *L. huidobrensis* se evaluó al segundo día después de la liberación de *D. isaea*. En la Figura 23, se observa que el mayor porcentaje de larvas no parasitadas se presentó en el nivel N1 (78 %) con una diferencia del 46 y 61 % con respecto a N3 y N4, respectivamente, quienes presentaron valores bajos de larvas vivas de minador. Por otra parte, N2 también obtuvo un porcentaje alto de larvas vivas con una diferencia de 14% con respecto a N1.

Figura 22

*Porcentaje de larvas no parasitadas por *Diglyphus isaea**



Issa y Marcano (1994), detallaron que el porcentaje de parasitismo y el porcentaje de larvas vivas experimentan variaciones según las épocas del año, se observaron que el porcentaje de larvas no parasitadas alcanzan un $84.4 \% \pm 6.6$, mientras que el de larvas vivas era del $45\% \pm 18.9$ de larvas vivas, superando así el porcentaje parasitismo. Estos resultados presentaron similitud con los obtenidos en la presente investigación, donde se presentó un promedio del 78% de larvas no parasitadas.

4.2.8 Porcentaje de pupas por día de *Liriomyza huidobrensis*

Los resultados del análisis de varianza indican que existe interacción entre días y niveles ($F=6.66$; $gl=6, 202$; $p=0.0001$) para la variable pupas por día de *L. huidobrensis* (Tabla 17).

Tabla 17

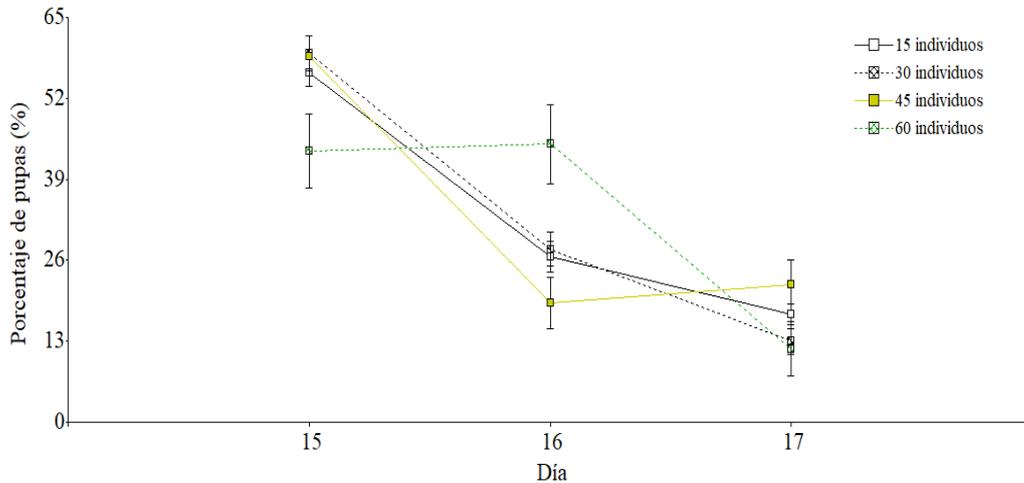
Análisis de variación para la variable pupas por día de L. huidobrensis

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Días | 2 | 202 | 105.53 | <0.0001 |
| Niveles | 3 | 202 | 0.00 | >0.9999 |
| Días: Niveles | 6 | 202 | 6.66 | <0.0001 |

El porcentaje de pupas de *L. huidobrensis* se evaluó durante los días 15, 16 y 17 después de la liberación del parasitoide. En la Figura 24, se observa que en el día 15 los niveles N1, N2 y N3 no presentaron diferencias significativas con un promedio de 58%, siendo mayor con 18% con respecto a N4 que presentó menor número de pupas. Por otra parte, el día 16 se muestra que N4 aumenta 1% con respecto al día anterior, alcanzando su punto máximo de desarrollo pupal; mientras que N1, N2 y N3 disminuyen aproximadamente 30%, 31% y 40%, respectivamente, a diferencia del día anterior. Finalmente, para el día 17 el número de larvas disminuye 9%, 15% y 33% para los niveles N1, N2 y N4, respectivamente, por el contrario, N2 aumenta un 3% con respecto al día 16, además, de no presentar diferencias significativas entre los niveles de liberación.

Figura 23

Porcentaje de pupas por días de Liriomyza huidobrensis de cada nivel



4.2.9 Porcentaje de pupas totales de *Liriomyza huidobrensis*

Al realizar el análisis estadístico se determinó que existe diferencia significativa entre los niveles de liberación ($F=242.43$; $gl=3, 66$; $p=0.0001$), con respecto a la variable de total de pupas de *L. huidobrensis* (Tabla 18).

Tabla 18

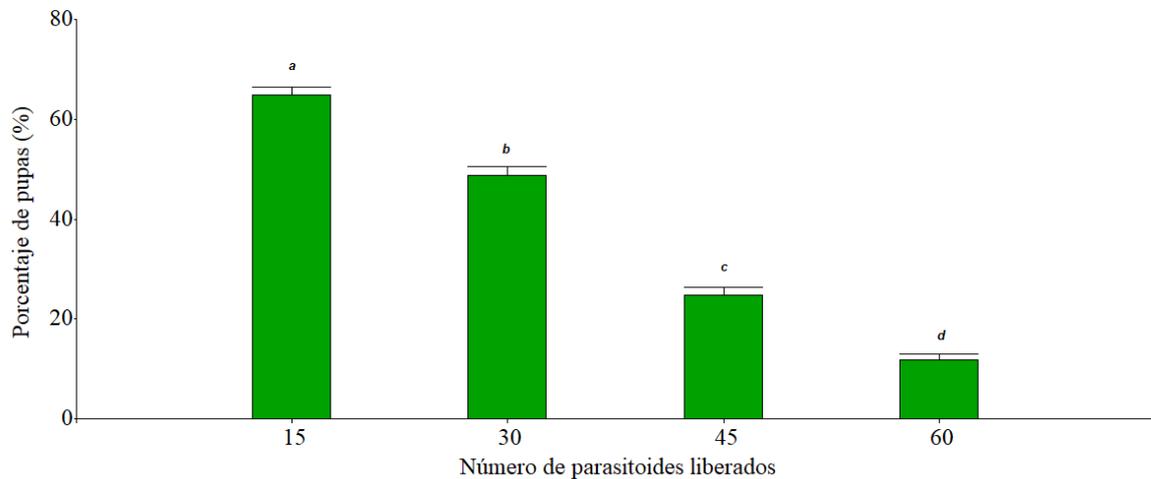
Análisis de variación para la variable total de pupas de L. huidobrensis

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Niveles | 3 | 66 | 242.43 | <0.0001 |

La Figura 25 muestra que al realizarse la prueba de Fisher al 5% respecto a la variable de número de pupas por niveles, se determinó que a menor número de parasitoides liberados mayor es el porcentaje de pupas de *L. huidobrensis*. Los resultados demuestran que el nivel N1 obtuvo 65% de pupas con una diferencia de 53% con respecto a N4 que tuvo menor número de pupas. Por otra parte, el porcentaje de pupas decrece un 16 y 40% respecto a los N2 y N3.

Figura 24

Porcentaje de pupas totales de Liriomyza huidobrensis de cada nivel



Sher y Kaya (2000), en su investigación detalla que el tiempo de desarrollo de huevo a pupa es de 17 días para *Liriomyza* spp. La presente investigación muestra datos similares, con un tiempo de desarrollo de 15-17 días de huevo a pupa de *Liriomyza* spp.

4.2.10 Porcentaje de emergencia de *Liriomyza huidobrensis*

Al realizar el análisis estadístico se determinó que existe diferencia significativa entre los niveles de liberación de *D. isaea* ($F=4.05$; $gl=3$, 66; $p=0.0105$), con respecto a la variable porcentaje de emergencia de *L. huidobrensis* (Tabla 19).

Tabla 19

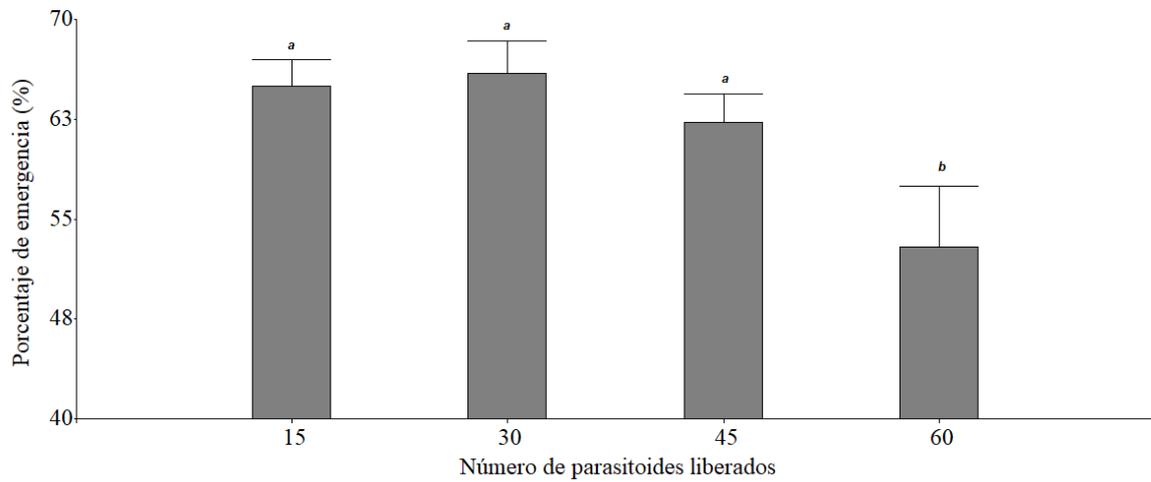
Análisis de variación para la variable porcentaje de emergencia de L. huidobrensis

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Niveles | 3 | 66 | 4.05 | 0.0105 |

El porcentaje de emergencia de *L. huidobrensis* se calculó después de los 19 días aproximadamente. En la Figura 26, se observa que N1, N2 y N3 no presentaron diferencias significativas entre niveles con un promedio del 65% de emergencia. Por otra parte, N4 fue menor con una diferencia aproximada de 13% con respecto a los primeros tres niveles.

Figura 25

Porcentaje de emergencia después de la aplicación de *Liriomyza huidobrensis*



Estudios realizados por Tryon (1981), proporcionan datos aproximados sobre la tasa de emergencia de *Liriomyza* spp, sus estudios demuestran que la tasa de emergencia de *Liriomyza* spp. varía entre un máximo del 94% y un mínimo del 65% en poblaciones de adultos no parasitados. Para la presente investigación, presento un promedio de emergencia del 65% entre los niveles N1, N2 y N3.

4.2.11 Porcentaje total de eclosión a partir de puntos de oviposición de *Liriomyza huidobrensis*

Al realizar el análisis estadístico se determinó que existe diferencia significativa entre los niveles de liberación de *D. isaea* ($F=23.27$; $gl=3, 66$; $p=0.0001$), con respecto a la variable porcentaje eclosión desde la oviposición de *L. huidobrensis* (Tabla 20).

Tabla 20

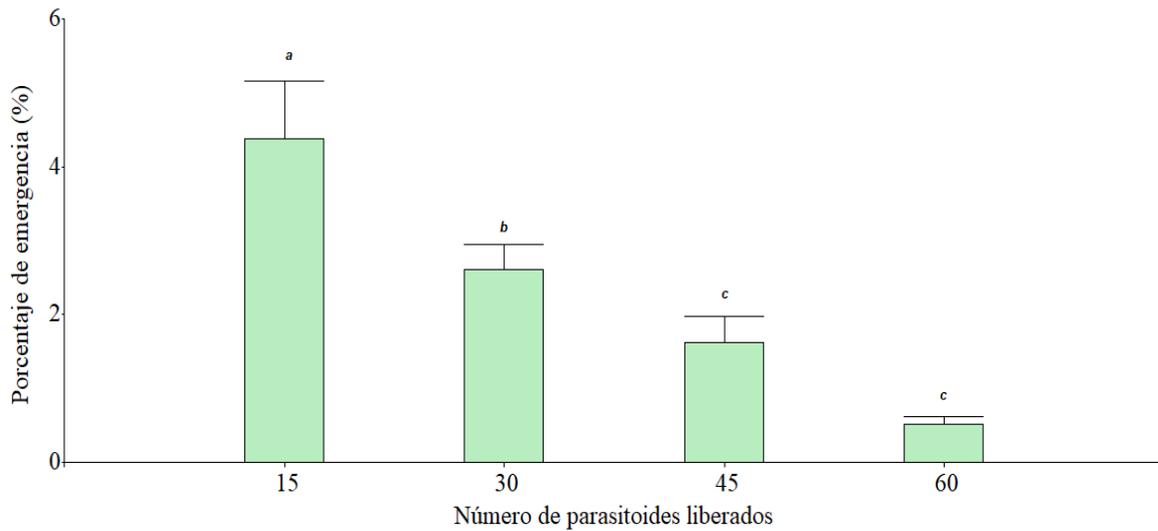
Análisis de variación para la variable de oviposición de L. huidobrensis

| Fuente de variación | Gl FV | Gl Exp | F-value | p-value |
|---------------------|-------|--------|---------|---------|
| Niveles | 3 | 66 | 23.27 | <0.0001 |

Se evaluó el número de puntos ovipositados por las hembras de minador hasta el número de adultos obtenidos después de todo su ciclo de desarrollo. En la Figura 27, se observa que el nivel N1 (4.38%) obtuvo mayor cantidad de eclosión con una diferencia de 2, 3 y 4% respecto a N2, N3 y N4, respectivamente, siendo N4 (0.52%) quien obtuvo menor porcentaje de eclosión.

Figura 26

Porcentaje de eclosión de huevos a partir de la oviposición de *Liriomyza huidobrensis*



Según Salas y Parra (1994) menciona que las hembras de *Liriomyza* spp. tienen la capacidad de ovipositar entre 5-7 huevos/hembra/día, sin tomar en cuenta los puntos de alimentación que la hembra realiza. Para esta investigación, se observó que las hembras ovipositaron un promedio de 9 huevos/hembra/día. Cabe destacar que esta cifra puede variar en función de la temperatura del entorno que se llevó a cabo la investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Diglyphus isaea ha demostrado ser efectivo en la reducción de las poblaciones de minadores de hojas, presentando el mejor resultado con la proporción 4:1 con respecto a minador controlando hasta un 83% de parasitismo.

Bajo las liberaciones de 45 y 60 individuos *D. isaea*, se encontró un elevado porcentaje de emergencia, alcanzando un 82% y 88%, respectivamente. Este resultado sugiere que existe una relación directa entre la cantidad de *D. isaea* liberados y su tasa de emergencia, destacando que, a mayores niveles de liberación, se experimenta un incremento proporcional en el porcentaje de emergencia.

En proporción de 4:1 (60 *D. isaea*) las larvas se desarrollan en un rango de 2 a 16 larvas por día de *D. isaea*, demostrando que a mayor liberación de *D. isaea* mayor es el número de larvas desarrolladas.

5.2 RECOMENDACIONES

Realizar evaluaciones de liberaciones aumentativas de *D. isaea* en campo abierto o bajo invernadero para el control de plagas en distintos cultivos.

Evaluar temperatura y humedad relativa continuas cuando se realicen las liberaciones del parasitoide.

REFERENCIAS

- Abe, Y., Takeuchi, T., Tokumaru, S., y Kamata, J. (2005). Comparison of the suitability of three pest leafminers (Diptera: Agromyzidae) as hosts for the parasitoid *Dacnusa sibirica* (Hymenoptera: Braconidae). *European Journal of Entomology*, 102(4), 805.
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro [AGROCALIDAD]. (2014). Protocolo para la exportación de Flores. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/orn9.pdf>
- Aguilar, J. M. (2012). El cultivo del lisianthus (II parte): <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=170712>
- Akutse, K. S., Van den Berg, J., Maniania, N. K., Fiaboe, K. K. M., y Ekesi, S. (2015). Interactions between *Phaenotoma scabriventris* Nixon (Hymenoptera: Braconidae) and *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoids of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). *Biological control*, 80, 8-13.
- Albasha, M. O., & Elkhoully, A. R. (2020). Studies on Supper Parasitism of the Larval Ectoparasitoid *Diglyphus isaea* on *Liriomyza bryoniae* and *Liriomyza trifolii* in Alajelat, Libya. *International Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries*, 8(2), 68-71.
- Alfonso-García, J. M., Santos-Chávez, A., Hernández-Hernández, H., Palacios-Torres, R., Ramírez-Seañez, A. R., & Cruz-Pablo, B. (2019). Daño de *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) en genotipos de chile soledad (*Capsicum annuum* L.).
- Barranco, P. (2003). Dípteros de interés agronómico: Agromicidos plaga de cultivos hortícolas intensivos. https://www.researchgate.net/publication/28069609_Dipteros_de_interes_agronomico_Agromicidos_plaga_de_cultivos_horticolos_intensivos
- Biobest. (2014). *Diglyphus* System Biobest: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14569140/diglyphus-system-biobest>
- Burgos, A. (2013). Efecto de la temperatura en la biología y comportamiento de *diglyphus websteri* (Crawford) (hymenoptera: eulophidae)[tesis de pregrado, *Universidad Nacional Agraria La Molina*] http://190.12.69.62/bitstream/20.500.12390/175/1/2013_Burgos_Efecto-de-la-temperatura.pdf
- Cardona, C., Prada, P., Rodríguez, A., Ashby, J., Quiroz, C., 1991. Bases para establecer un programa de manejo integrado de plagas de habichuela en la provincia de Sumapaz (Colombia). Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia. Documento de Trabajo No.86.78 p

- Carreño-Meléndez, F., Vásquez-González, A. Y., & González, G. V. (2019). Problemas sociales y ambientales por el uso de agroquímicos en Tenancingo, México. *Tlatemoani*, 10(31).
- Cedillo, C., y Gonzáles, C. (2021). El sector florícola del Ecuador y su aporte a la Balanza Comercial Agropecuaria: período 2009 – 2020. <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/549/510>
- Chanco, Y. (2015). *Fluctuación poblacional de la mosca minadora liriomyza huidobrensis blanchard y sus parasitoides en haba en colcabamba* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú] <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/980/Yesenia%20Chanco%20Cconovilca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chang, Y. W., Zhang, X. X., Lu, M. X., Gong, W. R., & Du, Y. Z. (2020). Transcriptome analysis of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in response to temperature stress. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics*, 34, 100677.
- Chirinos, D., y Castro, R. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Hortícola*, 21, 84-89.
- Chirinos, D., y Geraud-Pouey, F. (2011). El manejo de plagas agrícolas en Venezuela, análisis y reflexiones sobre algunos casos. *Interciencia*, 36, 192-199
- Eiseman, C. S., y Lonsdale, O. (2022). First North American Record of *Phytomyza origani* Hering (Diptera: Agromyzidae), a Leafminer of Cultivated Herbs in the Mint Family (Lamiaceae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 124(1), 177-183.
- Étienne, J., & Martinez, M. (2003). Les Agromyzidae de l'île de Saint-Christopher (Saint-Kitts) aux Antilles (Diptera). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 108(1), 89-95.
- Fernández, M. (2015). Control biológico en cultivos hortícolas: efecto de los alimentos suplementarios en depredadores y parasitoides. [tesis de pregrado, Universidad de Lleida] <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/293152/Tmfo1de1.pdf?sequence=2>
- Figueroa, M. y Navarro, M. (2004). Estudio del parasitismo natural del minador de hojas, *Liriomyza* spp. en cultivo de judía bajo invernadero plástico en la provincia de Almería. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 30(3), 563-572.
- Fischbein, D. (2012). Introducción a la teoría del control biológico de plagas. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-control_biologico_de_plagas.pdf

- GAD. (2023). GAD. *Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de San Miguel de Urucuquí*.
- García, J. R. (2014). *Efecto de la temperatura en la biología y comportamiento de Diglyphus begini (Ashmead, 1904) (Hymenoptera: Eulophidae), un ectoparásitoide de Liriomyza huidobrensis (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae)* (Doctoral dissertation, Universidad Ricardo Palma).
- Garza, U. E. (2001). El minador de la hoja *Liriomyza* spp y su manejo en la Planicie Huasteca. *INIFAP. CIRNE. Campo Experimental Ebano. Folleto técnico, 5*.
- Hincapié, C., Saavedra, E., & Tróchez, L. (1993). Ciclo de vida, hábitos y enemigos naturales de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) en cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.). *Revista Colombiana de Entomología, 19*(2), 51-57.
- Huang, L. H., Chen, B., y Kang, L. (2007). Impact of mild temperature hardening on thermotolerance, fecundity, and Hsp gene expression in *Liriomyza huidobrensis*. *Journal of Insect Physiology, 53*(12), 1199-1205.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2020). *INEC*. Obtenido de Encuesta de superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2019 : https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Boletin%20Tecnico%20ESPAC_2019.pdf
- Issa, S., & Marcano, R. (1994). Dinámica poblacional de *Liriomyza sativae* y sus parásitos en tomate. *Turrialba Volumen 44*. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9528>
- Jeonghwan Kim, Byeon, Young-Woong, Lee, Gwan-Seok y Kim, Hwang-Yong. (2007). Evaluación del Control Biológico de *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) usando *Diglyphus isaea* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae) en Tres Tipos de Cultivos Estacionales de Tomate en Invernadero. *Revista coreana de entomología aplicada* , 46 (1), 71–78. <https://doi.org/10.5656/KSAE.2007.46.1.071>
- Koppert. (2020). Miglyphus, la solución biológica de Koppert contra el minador: <https://ecomercioagrario.com/miglyphus-la-solucion-biologica-de-koppert-contra-el-minador/>
- López, R. A., Carmona, D., Trumper, E., y Huarte, M. (2015). Comportamiento de la actividad alimentaria y de oviposición de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae), en variedades de *Solanum tuberosum* L. *Revista Latinoamericana de la Papa, 19*(1), 1-17.

- Lyon, J. P. (1985). *Liriomyza trifolii* Burgess. Les problèmes posés et les possibilités de contrôle biologique. *Défense des végétaux (Paris)*, 39(234), 6-11.
- Merino, G., y Vásquez, V. (1979). El minador de la hoja de la cebada. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2542>
- Minkenberg, O y Lenteren (1986). The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *Liriomyza trifolii* (Diptera:Agromyzidae), their parasites and host plants: review. Agricultural University Wageningen Papers.
- Muchemi, S. K., Zebitz, C. P., Borgemeister, C., Akutse, K. S., Foba, C. N., Ekesi, S., & Fiaboe, K. K. (2018). Interaction between *Chrysocharis flacilla* and *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae), two parasitoids of *Liriomyza* leafminers. *Journal of economic entomology*, 111(2), 556-563.
- Mujica, N. (2016). Aproximaciones ecologicas para el manejo de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) en agroecosistemas de produccion de papa en el Peru.: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/96101>
- Nicholls, C. (2008). UDEA . Obtenido de Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico: <https://foodfirst.org/wp-content/uploads/2016/01/Control-biologico-de-insectos-un-enfoque-agroecologico.pdf>
- Palacios-Torres, R. E., Romero-Nápoles, J., Étienne, J., Carrillo-Sánchez, J. L., Valdez-Carrasco, J. M., Bravo-Mojica, H., y Terán-Vargas, A. P. (2008). Identificación, distribución y plantas hospederas de diez especies de Agromyzidae (Insecta: Diptera), de interés agronómico en México. *Acta zoológica mexicana*, 24(3), 07-32.
- Paredes, D., Campos, M., y Cayuela, L. (2013). El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte : <https://www.redalyc.org/pdf/540/54026241020.pdf>
- Parrella, M., 1983. Evaluations of selected insecticides for control of permethrin resistant *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) on chrysanthemum. *J. Econ. Entomol.* 76: 1460-1464.
- Peña, M. (1988). Primeras experiencias de lucha biológica contra *Liriomyza trifolii* (Burg.) (Dipt., Agromyzidae) con *Diglyphus isaea* (Walk.) (Hym., Eulophidae) en las Islas Canarias: <https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-14-03-439-445.pdf>
- Prefectura de Imbabura (2015). Actualización del Plan de Desarrollo de ordenamiento territorial de la Provincia de Imbabura : <http://app.sni.gob.ec/sin>

link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1060000180001_PDO T%20IMBABURA%202015-2035_SIGAD_15-08-2015_22-50-42.pdf

- Ramírez, S. (2009). Diagnóstico de plagas y enfermedades del crisantemo y otras flores de corte procedentes de la asociación de floricultores Sanjuaneros (ASOFLORSA) en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala:
- Rodríguez, M., y Sánchez, M. (2003). *Aphidius coleman* enemigo natural de pulgones. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_2003_171_50_53.pdf
- Rodríguez, N., y McLaughlin, M. (2019). La contaminación del suelo: Una realidad oculta. <https://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>
- Salas, J., & Parra, A. Biología del pasador de la hoja del tomate *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Salas-8/publication/348634704_Biologia_del_pasador_del_hoja_del_tomate_Liriomyza_sativa_e_Diptera_Agromyzidae/links/6008abea45851553a05b8199/Biologia-del-pasador-del-hoja-del-tomate-Liriomyza-sativae-Diptera-Agromyzidae.pdf
- Salvo, A., y Valladares, G. (2007). Parasitoides de minadores de hojas y manejo de plagas. *Agraria*, 34, 167-188.
- Sarayasi, S. (2012). Control biológico de plagas. Una alternativa a los insecticidas: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58764552/Tesis-Coenosia-attenuata-with-cover-pagev2.pdf?Expires=1638731313&Signature=Y2W4cVHBnIf51koOse6ZW0AJJFJPDkWon9zDfHIkp7RgD-QdRacSFDXVUWlaDXn7musz-O~OnXCzZVbSAdqi5k7~kmO-qgZ631rCT1YvMtDZZbFPcwEF4GuPmjU3hkIFqHB>
- Sarmiento, S., y Acosta, O., (1986). Biología de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) en *Gypsophila paniculata* L., bajo invernadero comercial. *Revista Colombiana de Entomología*, 12(2), 17-25.
- Shaaban, A (2006), Control biológico del minador de hojas, *Liriomyza trifolii* mediante la introducción, liberación y evaluación de los parasitoides *Diglyphus isaea* y *Dacnusa sibirica* en cultivos de hortalizas en invernaderos en Egipto, *Archives Of Phytopathology And Plant Protection*, 39:6, 439- 443. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03235400500356079>
- Shimoyama, E., y Maldonado, P. (2003). Cultivo del lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) como flor de corte para la zona de quillota. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/40171/NR30879.pdf?sequence=1>

- Téllez, M. d. (2007). Enemigos naturales para el control de minador en cultivos hortícolas : https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_SH%2FSH_2007_15_127_137.pdf
- Téllez, M., Sánchez, E., y Lara, L. (2006). Influencia de la densidad de *Liriomyza bryoniae* en la mortalidad provocada por los parasitoides *Chrysonotomyia formosa* y *Diglyphus isaea*. <https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-31-03-385-395.pdf>
- Tigero, J. (2009). Lista anotada de hospederos de moscas de la fruta presentes en Ecuador :<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-seriezoologica/article/view/1419/1009>
- Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., Guerrero, J., y Arias, B., (2004). Las moscas blancas en el Ecuador: diagnóstico de su situación, impacto y enemigos naturales. INIAPSESA-PROMSA. Portoviejo. Manual No. 57. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EC2005000019>
- Valenzuela-Escoboza, F. A., Bautista Martínez, N., Lomelí Flores, J. R., Valdez Carrasco, J. M., Cortez Mondaca, E., & Palacios Torres, R. E. (2010). Identificación y fluctuación poblacional del minador de la hoja *Liriomyza trifolii* en chile jalapeño en el norte de Sinaloa. *Acta zoológica mexicana*, 26(3), 585-601.
- Valladares, G. (1984). Sobre el género *Liriomyza*, 1984 (Diptera, Agromyzidae) en la República Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 43(1-4).
- Van Driesche, R., & Hoddle, M. (2007). El papel de la ecología de poblaciones y de los modelos de población en el control biológico. *Forest Health Technology Enterprise Team: Control de plagas y malezas por enemigos naturales*. En: www.socla.co/wp-content/uploads/2014/control-biologico-libroUCR.pdf, 153-178.
- Villacres, G. (2011). *Estudio de la exportacion de flores organicas en la variedad de calla lilies procentes de la serrania ecuatoriana hacia los estados unidos de america en el período 2001-2010* [tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador] <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3878/T-PUCE-3748.pdf;sequence=1>
- Weintraub, P. G., Scheffer, S. J., Visser, D., Valladares, G., Soares Correa, A., Shepard, B. M., & Metzler, H. B. (2017). The invasive *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): understanding its pest status and management globally. *Journal of Insect Science*, 17(1), 28.

ANEXOS

Anexo 1 *Área de estudio de la investigación.*



Anexo 2. *Siembra de la planta hospedera.*



Anexo 3. *Desarrollo de las plantas hospederas de Phaseolus vulgaris.*



Anexo 4. *Construcción de las cámaras entomológicas para el ensayo.*



Anexo 5. *Minador de la hoja (Liriomyza huidobrensis).*



Anexo 6. *Recolección del minador con la ayuda de la red entomológica.*



Anexo 7. *Recolección de Diglyphus isaea con la ayuda de frascos de vidrio.*



Anexo 8. *Toma de datos con la ayuda de un microscopio portátil.*



Anexo 9. *Evaluación de parasitación de Diglyphus isaea.*



Anexo 10. *Larva de minador con excremento alrededor de la galería.*



Anexo 11. *Evaluación de diaria de la planta hospedera.*



Anexo 12. *Planta hospedera de frejol con una infestación severa de minador.*

