



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES INGENIERÍA AGROPECUARIA**

### **“CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE COCCINÉLIDOS CON LA UTILIZACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA”**

**Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria**

**AUTORA:**

**Enma Tatiana Mendoza Pozo**

**DIRECTORA:**

**Dra. Julia Karina Prado Beltrán PhD.**

**Ibarra, Marzo 2020**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

## “CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE COCCINÉLIDOS CON LA UTILIZACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA”

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

**INGENIERA AGROPECUARIA**

APROBADO:

Ing. Julia Prado, PhD.

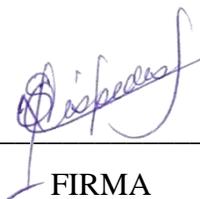
**DIRECTORA**



FIRMA

Lic. Ima Sánchez, MSc.

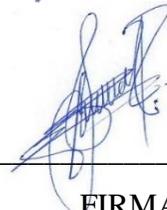
**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA

Ing. Franklin Sánchez, MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA

Ing. Jefferson Andrade, MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	<b>DE</b>	1003644943-3	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	<b>Y</b>	Mendoza Pozo Enma Tatiana	
<b>DIRECCIÓN:</b>		Cotacachi, Comunidad Anrabí-Talchigacho	
<b>EMAIL:</b>		<a href="mailto:etmendozap@utn.edu.ec">etmendozap@utn.edu.ec</a>	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0988432367

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE COCCINÉLIDOS CON LA UTILIZACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA
<b>AUTOR:</b>	Enma Tatiana Mendoza Pozo
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	30 de marzo del 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Agropecuaria
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Julia Prado, PhD.

## 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 30 días del mes de marzo de 2020

LA AUTORA



.....  
Enma Tatiana Mendoza Pozo

C.I.: 100364494-3

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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

Ibarra, a los 30 días del mes de marzo de 2020



Firma

Enma Tatiana Mendoza Pozo

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Enma Tatiana Mendoza Pozo, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 30 días del mes de marzo de 2020

A handwritten signature in blue ink that reads "J. PRADO". The signature is stylized, with a large initial "J" and the name "PRADO" written in a cursive-like font. Below the signature is a horizontal line.

Ing. Julia Prado, PhD.

DIRECTORA DE TESIS

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

Yo, Enma Tatiana Mendoza Pozo, con cédula de identidad Nro 1003644943, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominado: **CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE COCCINÉLIDOS CON LA UTILIZACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Agropecuaria en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 24 días del mes de marzo de 2020



Firma

Enma Tatiana Mendoza Pozo

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 30 días del mes de marzo del 2020

**Enma Tatiana Mendoza Pozo:** “CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE COCCINÉLIDOS CON LA UTILIZACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA” /Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 30. días del mes de marzo del 2020, 75 páginas.

**DIRECTORA:** Ing. Julia Prado, PhD.

- El objetivo principal de la presente investigación fue Evaluar eficiencia de reproducción de coccinélidos bajo condiciones de invernadero, en la Granja Experimental “La Pradera”.
- Entre los objetivos específicos se encuentran: Identificar las especies de coccinélidos adaptadas a condiciones de cautiverio en la Granja La Pradera. Determinar el ciclo de vida de las especies adaptadas de coccinélidos en laboratorio y Analizar la dinámica poblacional de coccinélidos en los diferentes **estadios** utilizando diferentes fuentes de alimento.

## AGRADECIMIENTO

*Durante el camino nunca es seguro el éxito, encontraremos problemas o inconvenientes y no todo estará bien. Lo que sí es seguro es que tropezaremos con situaciones, procesos y actitudes nuevas, que suelen desanimarnos, lo que representa una nueva enseñanza, por cada una de ellas y cada momento vivido mi agradecimiento a Dios.*

*A mi madre Matilde por todo el esfuerzo, dedicación y apoyo que me brindo hasta el último día en este mundo y desde el cielo me siguió dando la fuerza para poder llegar a la meta.*

*A mis padres José por darme la vida y a Tarquino por criarme, educarme y todo el apoyo siempre brindado. A mis hermanas Janeth y Jocelyn por brindarme su cariño y alegría.*

*Mi agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte a la facultad “FICAYA”, a la carrera de Ingeniería Agropecuaria y cada uno de los docentes que durante mis estudios compartieron sus conocimientos y nos prepararon para una vida con ideales y ética profesional, de manera muy particular a mi directora Ing. Julia Prado, PhD., mis asesores, quienes fueron los que permitieron la realización de este estudio.*

*Finalmente agradezco a todos y cada uno de mis amigos que se han convertido en una familia, gracias por todos esos momentos y anécdotas compartidas.*

## DEDICATORIA

*El presente trabajo de investigación lo dedico a lo mejor que Dios me pudo regalar en esta vida mi madre Matilde Pozo, quien a pesar de todas dificultades que se le presentaron a lo largo del camino supo cómo guiarme y salir adelante.*

*Por toda tu valentía y fuerza gracias, porque cuando quise dejar a medio camino de mi carrera tuviste las palabras correctas y me enseñaste a luchar hasta el último, que nada en la vida es fácil pero que todo tiene su recompensa. Y fuiste el ejemplo de eso cuando te vi como luchaste por tu vida hasta el último momento que Dios nos permitió compartir.*

*Porque te prometí que, aunque ya no estés con nosotros terminare mis estudios, y por qué todo tu esfuerzo se lo merece.*

*En tu memoria mamita de mi vida, esto va por ti y para ti, te amo.*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE ANEXOS .....	v
RESUMEN.....	vi
CAPITULO I.....	8
1.1 Antecedentes.....	8
1.2. Problema de investigación.....	9
1.3. Justificación .....	10
1.4. Objetivos.....	12
1.4.1. Objetivo general .....	12
1.4.2 Objetivos específicos.....	12
1.5 Hipótesis o preguntas directrices .....	12
1.5.1 Hipótesis .....	12
CAPITULO II.....	13
MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Control biológico .....	13
2.1.1. Ejemplos de enemigos naturales.....	13
2.2 Estrategias o técnicas de control biológico.....	15
2.2.1 Control biológico clásico .....	15
2.2.2 Control biológico por conservación.....	15
2.2.3 Control biológico aumentativo .....	15
2.2.3.1 Control biológico inundativo .....	16
2.2.3.2 Control biológico inoculativo .....	16
2.3 Coccinélidos.....	17
2.3.1 Ciclo de vida y morfología.....	17
2.3.2 Alimentación .....	19
2.3.3 Cría de coccinélidos en laboratorio .....	20
2.3.4 Áfidos de los cítricos .....	20
2.3.5 Polen .....	22
2.4 Marco legal .....	23

CAPITULO III .....	24
MARCO METODOLÓGICO .....	24
3.1. Descripción del área de estudio .....	24
3.1.1. Ubicación geográfica .....	24
3.1.2. Características climáticas .....	25
3.2. Materiales y métodos.....	25
3.2.1 Materiales .....	25
3.2.2 Equipos.....	25
3.2.3 Insumos .....	25
3.2.4 Herramientas.....	26
3.3 Métodos .....	26
3.3.1 Estudios de adaptabilidad.....	26
3.3.2 Factores en estudio.....	27
3.3.3 Características del experimento.....	27
3.3.4 Características de la unidad experimental.....	27
3.3.5 Diseño experimental .....	28
3.3.6 Análisis estadístico .....	28
3.3.7 Variables a evaluarse .....	28
3.3 Manejo del experimento .....	33
3.3.1. Adaptabilidad de especies a condiciones de laboratorio.....	33
3.3.2. Selección de especies. ....	34
3.3.3. Cría de presas .....	34
3.3.4. Instalación del ensayo .....	35
3.3.5 Alimentación .....	37
3.3.6 Toma de datos.....	37
CAPÍTULO IV .....	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
4.1. Variable acondicionamiento al cautiverio .....	38
4.2. Variable ciclo de vida.....	40
4.2.1. Días de larva a pupa de <i>Hippodamia convergens</i> .....	40
4.2.2. Días de huevo a adulto .....	42
4.3. Variable dinámica poblacional de <i>H. convergens</i> .....	44

4.3.1.	Postura de huevos .....	44
4.3.2.	Porcentaje de huevos eclosionadas (larvas) .....	48
4.3.3.	Supervivencia en el estado de pupa .....	49
4.3.4.	Porcentaje de adultos a partir de huevos .....	51
CAPÍTULO V .....		53
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	53
5.1.	Conclusiones .....	53
5.2.	Recomendaciones.....	54
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	55
7.	ANEXOS .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de los coccinélidos.....	18
Figura 2. Ciclo de vida de los áfidos, con la respectiva estación.....	21
Figura 3. Ubicación del área de estudio.....	24
Figura 4. Diversidad de coccinélidos en la Granja "La Pradera".....	26
Figura 5. Esquema del ensayo.....	28
Figura 6. Cría de las especies de coccinélidos recolectados en cultivos de cítricos.....	29
Figura 7. Recipiente con huevos de <i>H. convergens</i> capturados en campo.....	30
Figura 8. Larva de dos días después de la eclosión.....	30
Figura 9. Larva empezando hacerse pupa.....	31
Figura 10. Coccinélido adulto recién eclosionado de la pupa.....	32
Figura 11. Eclosión de huevos y larva de tercer instar de <i>H. convergens</i> .....	33
Figura 12. Adaptabilidad de especies a condiciones de laboratorio.....	34
Figura 12a. Bebedero.....	34
Figura 12b. Rama de limón infestada de pulgones.....	34
Figura 12c. Revisión, limpieza de las mariquitas capturadas en campo.....	34
Figura 13. Especímenes de la primera generación de <i>H. convergens</i> .....	35
Figura 14. Planta de limón infestada con pulgón para la alimentación de las mariquitas.....	36
Figura 15. Instalación del ensayo dentro del laboratorio.....	37
Figura 16. Flor de cucarda.....	38
Figura 17. Porcentaje de mortalidad de las especies de coccinélidos en la Granja Experimental "La Pradera".....	40
Figura 18. Espécimen de <i>H. convergens</i> especie adaptada a condiciones de laboratorio.....	40
Figura 19. Días de cada estadio de <i>H. convergens</i> .....	44
Figura 20. Número de huevos totales de coccinélidos ( <i>H. convergens</i> ) según el tipo de alimentación.....	47
Figura 21. Número de huevos por postura de <i>H. convergens</i> con el uso de distintas fuentes de alimentación.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales órdenes y familias de insectos depredadores .....	14
Tabla 2 Clasificación taxonomica de los coccinélidos .....	27
Tabla 3 Clasificación taxonómica de los áfidos.....	21
Tabla 4 Características del experimento.....	27
Tabla 5 Análisis de varianza (ADEVA).....	28
Tabla 6 ADEVA Días de larva a pupa de <i>Hippodamia convergens</i> con el uso de distintas fuentes de alimentación.....	41
Tabla 7 Días de larva a pupa de <i>H. convergens</i> .....	42
Tabla 8 ADEVA diferencia en días de estadio de la cría y reproducción de <i>H. convergens</i> con el uso de distintas fuentes de alimentación.....	43
Tabla 9 ADEVA Postura de huevos de <i>H. convergens</i> con el uso de diferentes fuentes de alimentación.....	45
Tabla 10 ADEVA porcentaje de eclosión de huevos de <i>H. convergens</i> con el uso de distintas fuentes de alimentación.....	49
Tabla 11 Porcentaje de eclosión de <i>H. convergens</i> con el uso de distintas fuentes de alimentación.....	49
Tabla 12 ADEVA porcentaje de pupa a adulto de <i>H. convergens</i> con el uso de distintas fuentes de alimentación.....	50
Tabla 13 Porcentaje de pupa a adulto de <i>H. convergens</i> con el uso de distintas fuentes de alimentación.....	51
Tabla 14 ADEVA porcentaje de adultos a partir de huevos de <i>H. convergens</i> .....	52
Tabla 15 Porcentaje de adultos a partir de huevos de <i>H. convergens</i> con el uso de distintas fuentes de alimentación.....	52

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Temperatura mínima y máxima diaria de la cría y reproducción de <i>H. convergens</i> bajo condiciones de laboratorio.....	64
Anexo 2. Porcentajes mínimos y máximos de Humedad Relativa dentro del laboratorio de la cría y reproducción de <i>H. convergens</i> .....	65

# CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE COCCINÉLIDOS CON LA UTILIZACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”.

Autor: Enma Tatiana Mendoza Pozo

Universidad Técnica del Norte

Correo: [etmendozap@utn.edu.ec](mailto:etmendozap@utn.edu.ec)

## RESUMEN

El control biológico es una alternativa muy utilizada en la agricultura y consiste en el uso de enemigos naturales que puedan ayudar a reducir el uso de productos químicos, para el control de plagas. Uno de los enemigos naturales importantes son los Coccinélidos o comúnmente llamados mariquitas los cuales se alimentan de plagas como; áfidos, mosca blanca, trips, chinches, entre otros. La presente investigación se realizó en la Granja Experimental La Pradera, siendo el objetivo principal evaluar la eficiencia de reproducción de coccinélidos bajo condiciones de invernadero, con el uso de un diseño de bloques completamente al azar, que se distribuye en tres bloques con cuatro tipos de alimentación para los coccinélidos. Teniendo como resultado que *Hippodamia convergens* es la especie que se adaptó, a las condiciones sin encontrar diferencias significativas se llegó a obtener un ciclo de vida de 7.43 días de huevo a larva, 26 días de larva a pupa y 7.06 días de pupa adulto independientemente de la alimentación proporcionada, completando así un ciclo de huevo a larva de 41.7 días con un rango de temperatura ambiente de 14°C a 22°C, y una humedad relativa de 54 a 75%. Con respecto a la dinámica poblacional la alimentación influye en la ovoposición siendo la dieta a base de ninfas de áfidos más polen, la mejor con 22 posturas en 40 días y 315 huevos.

**Palabras clave:** control biológico, enemigos naturales, coccinélidos, áfidos.

## SUMMARY

Biological control is a widely used alternative in agriculture and consists of the use of natural enemies that can help reduce the use of chemicals, for pest control. One of the important natural enemies are the Coccinelidos or commonly called ladybugs who feed on pests such as: aphids, white fly, trips, bedbugs, among others. The present research was carried out at Experimental Farm “La Pradera”, the main objective being to evaluate the reproduction efficiency of coccinelides under greenhouse conditions, using a completely random block design, which is distributed in three blocks with four types of feed for the coccinelides. Having as a result that *Hippodamia convergens* is the species that adapted, to the conditions without finding significant differences was reached to obtain a life cycle of 7.43 days from egg to larva, 26 days of pupa larva and 7.06 days of adult pupa independently of the feeding provided, thus completing an egg-to-larval cycle of 41.7 days with an ambient temperature range of 14 C to 22 C, and a relative humidity of 54 to 75%. With respect to population dynamics, the feeding influences the egg position being the diet based on aphid nymphs plus pollen, the best with 22 postures in 40 days and 315 eggs.

**Keywords:** biological control, natural enemies, coccinelides, aphids.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El manejo de plagas y enfermedades en los sistemas convencionales de los diferentes cultivos, se basan en un alto uso de agroquímicos para garantizar la producción, afectando los recursos naturales (aire, suelo y agua), la salud humana y la entomo-fauna (Vázquez, Matienzo, Veitía y Simonetti, 2008). Sin embargo, el disturbio al equilibrio en los agroecosistemas ha ocasionado la reducción de enemigos naturales, y como consecuencia el exceso de plagas de importancia económica como; ácaros (Acari), áfidos (Aphidoidea), mosca blanca (Aleyrodidae) y enfermedades de los cultivos (Reyes-García y Martí-Sanz, 2008). Por otro lado, el cambio en las tendencias del mercado por productos ecológicos ha conllevado a los agricultores a buscar alternativas de producción que sean amigables con el medio ambiente.

Desde finales del siglo XIX se han venido empleando alternativas como el control biológico en el manejo de plagas dentro de los cultivos de cítricos, cereales, hortalizas, maíz, alfalfa y sorgo (López, Cardona, García, Rendón y Hernández, 2001). En el control biológico existen agentes como; patógenos, parasitoides y depredadores, siendo este último el más utilizado donde se encuentran insectos del orden Coleoptera y Neuroptera (Cabello, 2006; Agurto y González, 2015).

En América Latina los primeros estudios sobre el uso de enemigos naturales fueron iniciados a mediados del siglo XX (Vázquez, 2004). Chile fue el primer país con un estudio realizado para controlar la escama *Quadraspidiotus perniciosus* (Hemiptera: Diaspididae), con el uso de depredadores de la familia Coccinellidae (chinitas), *Coccidophilus citricola* (Coleoptera: Coccinellidae) (Vargas, 1987). Perú inicia los estudios para controlar la escama negra *Saissetia oleae* (Hemiptera: Coccidae) en algodón, usando *Aspidiotiphagus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) como enemigo natural (Altieri, Trujillo y Campos, 1989).

Siendo los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) o comúnmente llamados mariquitas los más destacados (Vázquez, Fernández, y Alonso-Simonetti, 2007), pues existen en forma natural en el campo y son capaces de eliminar poblaciones de pulgones hasta en un 90% (Milán et al., 2006). Esto se debe a su alta capacidad depredadora, desde su estado larvario hasta llegar a adulto, consumiendo una tasa proximal de 20 a 40 pulgones por día, llegando aproximadamente 5 mil pulgones a lo largo de su desarrollo biológico (Valenzuela, 2016).

Estudios realizados sobre la cría y reproducción de coccinélidos bajo condiciones de laboratorio muestran resultados positivos en cuanto al uso de pulgones como fuente de alimento, llegando a obtenerse un incremento en la población de 15 a 287 individuos (López, Lórgia, Saíz y Domínguez, 2008; Funichello, Costa, Aguirre y Busoli, 2012). Siendo el método de liberación aumentativo inoculativo el más usado dentro del control biológico.

Las dietas para la crianza de coccinélidos pueden ser sintéticas o naturales (insectos presa) (Marco, 2007). Las dietas naturales, se refieren a la producción del alimento, a través de la cría de insectos plaga que se caracterizan por ser de cuerpo blando (Morón y Terrón, 1998). De esta manera se mantiene una alimentación a disposición de los coccinélidos, se asegura la multiplicación masiva y futura aplicación en campo, también conocida como aumento en la población de controladores biológicos (Dreistadt, 2014).

## **1.2. Problema de investigación**

Los sistemas agrícolas de producción convencional se basan en el uso irracional de agroquímicos, esto ha ocasionado una resistencia en las plagas y una pérdida de biodiversidad en cuanto a enemigos naturales (Gordillo, 2004). Razón por la cual se buscan alternativas, como el control biológico, el que es amigable con el medio ambiente, puesto que de una forma natural existen insectos que controlan poblaciones de plagas. Solís (2015) menciona que para cada plaga existe un depredador, pero la conservación o preservación de los insectos benéficos que cohabitan con las plagas es desconocida por la mayoría de agricultores (Vásquez, 2000).

De la misma manera la escasa información de estrategias relacionadas con métodos de cría y liberación de insectos benéficos, es un gran impedimento para aplicarlo en campo

(Valdivieso, 2017). Debido a que la aplicación de esta técnica implica contar con una población adecuada de depredadores que pueda ser suficiente, es necesario realizar una cría masiva de la especie a emplear y así generar una adaptabilidad a su hábitat de desarrollo. Pero el desconocimiento del comportamiento, la especificidad, mala sincronización entre hospedador y el enemigo natural y la preferencia de un hábitat han provocado el fracaso de muchas liberaciones en campo (Van Driesche, Hoddle y Center, 2007).

Los programas de control biológico en el Ecuador están siendo empleados únicamente en grandes florícolas, donde su producto va a exportación, pero no en los pequeños y medianos productores por el costo que representa la implementación de los mismos. El desconocimiento científico de la cría y reproducción de enemigos naturales, como las mariquitas limita que, en nuestro medio ambiente, se aproveche la diversidad de la fauna existente, y más bien se cause daños irreversibles.

### **1.3. Justificación**

Nicholls (2008) afirmó que los enemigos naturales, debido a su gran capacidad depredadora, regulan cerca del 90% de las especies que pueden convertirse en plagas en los sistemas agrarios. Uno de los enemigos naturales de mayor importancia son los coccinélidos, ya que son capaces de controlar altas poblaciones de diferentes plagas, pues son depredadores polípagos, es decir, no se alimentan de una presa específica (Flores-Mejía y Salas-Araiza, 2004). Existen diversas investigaciones sobre cría y reproducción de coccinélidos, alimentados con insectos presa, dentro de los cuales tenemos; áfidos, mosca blanca, trips, minador, *Diaporina citri*, entre otros, en sus estados juveniles y adultos (Milán et al., 2006; Guédez, Castillo y Olivar, 2008). También se encuentran estudios donde usan el polen como un complemento alimenticio en la reproducción y desarrollo de las mariquitas (Bertolaccini, Núñez-Pérez y Tizado, 2008).

Esto ha llevado a numerosos investigadores a analizar su comportamiento poniendo énfasis en metodologías que faciliten la reproducción masiva en conjunto con una dieta que permita la supervivencia, el desarrollo óptimo, y reduzca el tiempo para ser aplicadas o liberados en

los campos (Pérez, Alonso-Rodríguez, Chico y Rodríguez, 2014). Preservando así el entorno y la salud humana, al disminuir la aplicación de sustancias tóxicas y la consecuente reducción de los costos por aplicación, generando un control eficiente de la plaga la que, al no tener una especificidad en su dieta, pueden llegar a controlar una diversidad de insectos dañinos en porcentajes diferentes (Mahr, Whitaker y Ridgway, 2008).

Dentro de los métodos de cría de gran importancia está el control aumentativo inoculativo, para poder mantener una población de enemigos naturales constante en los predios de los cultivos, disminuyendo costos, puesto que al realizar la primera liberación se pretende conservar los especímenes, los que pueden desarrollarse y reproducirse de una manera natural, teniendo en cuenta que la alimentación debe estar disponible para evitar la sobre población y que estas se conviertan en un problema (Salas y Salazar, 2003). El implementar una cría de coccinélidos dentro de un sistema de producción agrícola conlleva beneficios directos para el agricultor y su entorno, para lo cual es indispensable que el campesino conozca las técnicas y el manejo que conlleva realizar un programa de cría y reproducción de coccinélidos (Duarte y Zenner, 2009)

Los párrafos anteriores manifiestan la importancia de implementar la cría y reproducción de enemigos naturales, lo que conllevará a reducir el uso de insecticidas y propiciar una producción amigable con el medio ambiente. Lo cual justifica la realización de esta investigación, que busca un método eficiente para la reproducción de coccinélidos.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1. Objetivo general

- Evaluar eficiencia de reproducción de coccinélidos bajo condiciones de invernadero, en la Granja Experimental “La Pradera”.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las especies de coccinélidos adaptadas a condiciones de cautiverio en la Granja La Pradera.
- Determinar el ciclo de vida de las especies adaptadas de coccinélidos en laboratorio.
- Analizar la dinámica poblacional de coccinélidos en los diferentes estadios utilizando diferentes fuentes de alimento.

## 1.5 Hipótesis o preguntas directrices

### 1.5.1 Hipótesis

- **Ho:** La adición de fuentes complementarias (polen) en las dietas de coccinélidos no alteran el desarrollo, cría y reproducción de las especies adaptadas a condiciones de laboratorio en la Granja La Pradera.
- **Ha:** La adición de fuentes complementarias (polen) en las dietas de coccinélidos alteran el desarrollo, cría y reproducción de las especies adaptadas a condiciones de laboratorio en la Granja La Pradera.

# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO

### 2.1 Control biológico

El control biológico, o el uso dirigido de parasitoides, predadores y patógenos para combatir los insectos plagas, enfermedades y malas hierbas, es un arma de gran utilidad en los programas de manejo integrado con el fin de minimizar el desequilibrio biológico en un ecosistema (Bennett, 1990; Cate, 1994).

El control biológico puede ser auto sostenido y se diferencia de otras formas porque su actuación depende de la densidad de la población plaga, así los enemigos naturales aumentan en intensidad y destruyen la mayor parte de la población plaga en la medida que ésta aumenta en densidad y viceversa (Debach y Rosen, 1991).

Existen diferentes agentes biológicos que se dividen en tres grandes grupos; parasitoides, patógenos y depredadores (Cabello, 2006). Los depredadores (entomófagos) son el grupo más importante en el cual se encuentran ácaros e insectos de diferentes familias, siendo las más nombradas la familia Anthocoridae, Nabidae, Reduviidae (Orden: Hemiptera), Asilidae, Syrphidae (Orden: Diptera), Chrysopidae (Orden: Neuroptera), y Coccinellidae (Orden: Coleoptera) (Agurto y González, 2015).

#### 2.1.1. Ejemplos de enemigos naturales

Nájera y Souza (2010) afirman que los insectos predadores se caracterizan porque matan a sus presas al alimentarse de ellas, en algunos casos los digieren completamente y en otros les succionan su contenido interno y a la vez inyectan toxinas y enzimas digestivas. Cabe recalcar que los enemigos naturales se alimentan de todos los estados de desarrollo de sus presas (Flores-Mejía y Salas-Araiza, 2004). Los insectos predadores introducidos se usan para el control de plagas exóticas, mientras que los nativos son de importancia en la eliminación de plagas nativas y exóticas (Nicholls, 2008).

Existe una gran diversidad de enemigos naturales, de distinto orden y familia que tienen presas o alimentación diferente como se observa en la Tabla 1.

**Tabla 1**  
*Principales órdenes y familias de insectos depredadores.*

Orden	Familia	Principales presas
Coleoptera	Coccinellidae	Pulgones, escamas, cochinillas y moscas blancas
	Cleridae	Larvas de mariposas, picudos y chicharritas
	Melyridae	Huevos, larvas, pupas, adultos de tamaño pequeño y cuerpo blando de diversos insectos
	Carabidae	Larvas y pupas de mariposas y avispa
Hemiptera	Anthocoridae	Trips, ninfas de mosquita blanca, pequeñas larvas de mariposas, ácaros y pulgones.
	Geocoridae	Pequeños insectos de diferentes grupos
	Nabidae	Pulgones y larvas de mariposas
	Reduviidae	Pulgones, larvas de mariposas, escarabajos y chicharritas.
	Pentatomidae	Escarabajos y catarinas plaga
Diptera	Phymatidae	Abejas, moscas, mariposas y otras chinches.
	Asilidae	Chapulines, escarabajos, avispas, abejas, huevecillos de chapulines, y otras moscas.
Neuroptera	Syrphidae	Las larvas son depredadores de pulgones y pequeñas larvas de mariposas
	Chrysopidae	Sus larvas se alimentan de pulgones, escamas, mosquitas blancas, ácaros, huevos, larvas de mariposas, escarabajos y trips
Himenoptera	Hemerobiidae	Adultos y larvas son depredadores de pulgones, larvas de mariposas y otros insectos de cuerpo blando
	Formicidae	La mayoría son depredadores generalistas
Dermaptera	Vespidae	Depredadores generalistas
	Forficulidae	Pulgones, huevos y larvas de mariposas y palomillas
Mantodea	Mantidae	Depredadores generalistas
Odonata	Calopterygidae	Moscas, mosquitos y otros insectos pequeños
	Coenagrionidae	Moscas, mosquitos y otros insectos pequeños

**Fuente:** Nájera y Souza (2010)

## **2.2 Estrategias o técnicas de control biológico**

Dentro del control biológico existen tres estrategias que se detallan a continuación.

### **2.2.1 Control biológico clásico**

Consiste en la introducción de un enemigo natural a cierto ambiente, con el fin de que el mismo se establezca y regule la plaga a la cual queremos controlar, se utiliza en ambientes estables como bosques, áreas naturales, cultivos frutales o forestales; donde la vegetación no se modifica constantemente (Holmes y Mandjiny, 2016).

Un ejemplo es la introducción en el año 1889 de *Rodolia cardinalis* (Vedalia), un escarabajo de la familia Coccinellidae originario de Australia, depredador de la cochinilla acanalada y que actualmente todavía controla a esta especie en los distintos cultivos de cítricos del mundo (Adán, 2013).

### **2.2.2 Control biológico por conservación**

Esta estrategia pretende modificar el entorno y manipular el hábitat para favorecer y potenciar la actividad de los enemigos naturales que ya están presentes en la zona, sean autóctonos o introducidos (Bustillo, 1998). Referente a los autóctonos como controladores biológicos, no es muy utilizada pues necesita basarse en largos y costosos estudios sobre la eficiencia de las especies dentro del agro ecosistema existente (Adán, 2013).

Se puede potenciar la actividad de los enemigos naturales, mediante las prácticas culturales que se realizan dentro de los diferentes cultivos (Paredes, Campos y Cayuela, 2013). Un claro ejemplo son los cultivos con mayor diversidad vegetal que sufren menos ataques de plagas, a diferencia de un monocultivo cuyos ataques son mayores, es por ello que la agricultura tradicional ha sido sustentable sin el empleo de agroquímicos (Trujillo, 2014).

### **2.2.3 Control biológico aumentativo**

Consiste en la cría masiva de enemigos naturales dentro de insectarios particularmente se la realiza sobre plantas de hortalizas, para una futura liberación de estos depredadores,

permitiendo un control constante de la plaga por medio de un ataque inmediato y la capacidad de continuar su desarrollo y reproducción en los campos liberados, donde las futuras generaciones continúan alimentándose del insecto dañino (Landis, Wratten y Gurr, 2000).

Para la implementación de este tipo de control biológico se debe disponer de una población suficiente, permitiendo que esta y su descendencia lleguen a regular la población de la plaga de interés, tomando en cuenta una sincronización de fenologías de las poblaciones de entomófagos y fitófagos, para evitar que las liberaciones se realicen en épocas donde están presentes los parasitoides (Salas y Salazar, 2003).

Este control biológico puede ser utilizado para plagas nativas e invasoras, encontrándose limitado por la disponibilidad y calidad del agente biológico y por la efectividad en campo de los organismos criados (Van Driesche et al., 2007)

Un ejemplo de esta estrategia de control son los microorganismos entomopatógenos: entre ellos encontramos bacterias, hongos, virus y nematodos, el uso de controladores biológicos es igual al de un insecticida químico, aunque el momento de aplicación sea, por lo general, más crítico (Koppert, 2016).

#### **2.2.3.1 Control biológico inundativo**

Se refiere a la cría masiva de enemigos naturales en laboratorio, que luego son liberados para poder realizar un control como un insecticida biológico, lo que permite tener resultados inmediatos (Gerding, 2011). Este se encuentra basado en la cría masiva y liberación periódica de una gran cantidad de enemigos naturales que permiten suprimir la plaga únicamente con los organismos liberados y más no con su descendencia (Eilenberg, Hajek y Lomer, 2001).

#### **2.2.3.2 Control biológico inoculativo**

Consiste en la recolección, cría masiva y liberación periódica de un agente benéfico en pequeñas cantidades para el control temporal de una plaga, con el fin de que el depredador se adapte llegando a reproducirse y que sus generaciones lleguen a controlar la plaga de interés (Eilenberg et al., 2001).

## 2.3 Coccinélidos

Los coccinélidos tienen un tamaño que va de 1 a 10 mm dependiendo de la especie, se encuentran distribuidos por todo el mundo, con más de 4 500 especies descritas: su nombre común o vulgar varía de acuerdo al país, así, indistintamente se llaman mariquita, cochinilla, sarantontón o vaquita de San Antón, aunque, siendo el más común mariquita (Zúñiga, 2011). Son una familia de insectos del orden Coleóptera como se detalla su clasificación a continuación (Tabla 2) (Cottrell 2007).

**Tabla 2**

*Clasificación taxonómica de los coccinélidos*

Reino	Animalia
Filo	Artropoda
Clase	Insecta
Orden	Coleoptera
Suborden	Polyphaga
Infraorden	Cucujoidea
Superfamilia	Cucujuidea
Familia	Coccinellidae

### 2.3.1 Ciclo de vida y morfología

El ciclo de vida de un coccinélido es relativamente corto, dura entre 28-37 días aproximadamente, varía dependiendo de la especie y las condiciones climáticas (temperatura y humedad relativa) de la zona en que se desarrolla, pasando por diferentes estadios (Figura 1) su tasa de reproducción es alta, pero depende del tamaño de la hembra, tipo de alimentación y época del año: la hembra deposita racimos de 10 a 50 huevecillos, con una capacidad de ovoposición de hasta 1 500 huevos durante su vida, siendo muy buenos entomófagos lo que les ayuda a sobrevivir de una manera más fácil (Jacas, Caballero y Avila, 2007; Nájera, 2010).



**Figura 1.** Ciclo de vida de un coccinélido

Las larvas son de color oscuro, en forma de lagarto, con tres pares de patas prominentes. Según las especies y la disponibilidad de presas, las larvas crecen de menos de 1 mm a más de 1 cm de longitud, típicamente a través de cuatro estadios larvales, en un periodo de nueve a dieciséis días (Ascencio, Gálvez y Lara, 2018)

- **El huevo**

Los huevos de los Coccinellidae son ovalados (elipsoidales), miden entre 0.25 mm. (*Stethorus* sp.) hasta 2.5mm de largo (*Neda* sp.), siendo la mayoría de alrededor de 1 mm, su superficie es lisa y brillante y carecen de estrías, abultamientos u otros elementos comunes en otros insectos. Su color puede ser anaranjado, amarillo o crema, habiendo unas pocas especies con colores verdosos o grisáceos, cuando maduran se van volviendo oscuros y al salir la larva se ponen blancos y es el primer alimento de ellas (Martínez, Díaz y Salas, 2014).

- **Larva**

La larva pasa por cuatro estadios (I-IV), pero en algunas especies esto puede variar entre 3 y 5 estadios larvales, en general los dos últimos estadios son los más extensos. El periodo larvario dura generalmente entre 9 a 20 días, extendiéndose en algunas especies hasta más de un mes, estudios muestran que la temperatura tiene una gran influencia, encontrándose que a temperaturas muy bajas pueden llegar a extenderse hasta 4 meses su periodo larval (Zúñiga, 2011).

- **Pupa**

Es fusiforme de una longitud entre 4.5 a 5 mm dependiendo de la especie, este estadio tiene una duración de 4 hasta 12 días (Neimeyer y Martos, 1990).

- **Adulto**

El ciclo de vida completo tiene una duración de aproximadamente 30 días desde el huevo hasta adulto. Se los encuentra durante todo el año, pero en mayor cantidad en verano en la mayoría de las especies, puesto que ahí realizan la copula mayormente lo cual les ayuda a mantenerse ovopositando por un tiempo extendido. Las hembras son más grandes que los machos, poseen tres pares de patas cortas con su parte ventral plana las cuales las usan como receptores olfatorios, cuentan con élitros que protegen a las alas posteriores, los que presentan un tegumento brillante con una coloración amarilla, naranja o roja con manchas negras: sus patas, cabeza y antenas son de color negro, también existen especies de color negro o marrón completamente (Fonseca, 2016).

### **2.3.2 Alimentación**

Los coccinélidos en su mayoría son insectos benéficos, siendo considerados uno de los mejores enemigos naturales, adultos y larvas se alimentan de ácaros, áfidos, mosca blanca, escamas, trips y pseudococcidae: algunos prefieren ciertas especies de áfidos, mientras otras son generalistas, en caso de tener escases de presas consumen huevos de polilla, escarabajos y ácaros, así como también polen y néctar (De Moraes, McMurtry, Denmark y Campos, 2004; Montoya, Rodríguez, Miranda y Ramos, 2008). Diariamente las larvas llegan a

consumir su propio peso y los adultos más de 50 áfidos, logrando un mejor control cuando existen altas densidades de presas, en Ecuador la mayor población de pulgones se encuentra en verano (Estrada, 2008).

Dentro de la agricultura se destaca la Catarina roja (*Hyperaspis convergens*), la cual ha realizado un control importante de áfidos en los cereales de Bajío y *Chilocorus cacti* para mantener bajo control las escamas de los agaves; sin embargo, las investigaciones de diferentes especies de coccinélidos en el control de plagas de cultivos son muy escasas (Flores-Mejía y Salas-Araiza, 2004).

### **2.3.3 Cría de coccinélidos en laboratorio**

La cría de coccinélidos bajo condiciones de laboratorio se la realiza con el uso de insectos presas si es a base de alimentación natural, siendo los más utilizados áfidos, mosca blanca, trips, también con diferentes dietas artificiales formuladas a base de miel de abeja, hígado de res y polen (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2009).

Además de tener en cuenta otros aspectos como mencionan López et al. (2008) que recomiendan realizarlo en grupos de 10 insectos; con una temperatura de 26°C, 16:8 horas de luz: oscuridad, donde cada caja contenga dos plantas de limón, con brotes vegetativos tiernos para que los adultos de insectos presa se alimenten y reproduzcan, los cuales servirán de alimentación para los coccinélidos.

Manteniendo condiciones óptimas de temperatura de 20 a 25°C, y una humedad relativa del 70% – 90%, lo cual ayuda a mantener una eficiente reproducción (Tarango, 1999). Para la cría es más factible el uso de recipientes plásticos transparentes los cuales permiten un control de la población y alimentación con mayor facilidad (Milán et al., 2006).

### **2.3.4 Áfidos de los cítricos**

Se caracterizan por tener aparato bucal picador-chupador, se alimentan de la savia de las plantas y por tanto son fitoparásitos: son de color negro, amarillo, verde, naranja, marrón, gris, entre otros, con un tamaño de 1 a 6 mm, su mayor población se la encuentra en verano

(Carballo, 2002). Los áfidos o pulgones pertenecen a la familia Aphididae como se detalla a continuación (Tabla 3) (González, 2009).

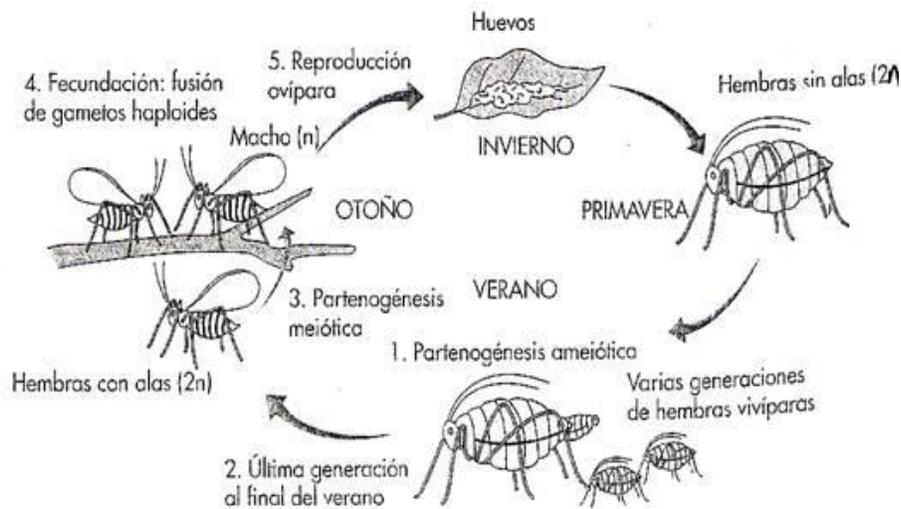
**Tabla 3**

*Clasificación taxonómica de los áfidos.*

Reino	Animalia
Filo	Artropoda
Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Suborden	Sternorrhyncha
Superfamilia	Aphidoidea
Familia	Aphididae

### 2.3.4.1 Ciclo de vida

Los áfidos son más abundantes en regiones templadas y han desarrollado ciclos de vida complejos (Figura 2), con el motivo de asegurar su supervivencia en invierno, y mantener una disponibilidad de plantas hospederas durante todo el año: es por eso que en el trópico disponen de plantas verdes siempre y su ciclo de vida es simple, consistiendo en una reproducción vivípara continua, sin llegar a desarrollar una reproducción sexual (partenogénesis) (Voegtlin, Villalobos, Sánchez, Saborío y Rivera, 2003).



**Figura 2** Ciclo de vida de los áfidos, con la respectiva estación

**Fuente:** González (2009)

En las zonas templadas, los áfidos sobreviven en reposo durante el invierno, en estado de huevos sobre plantas hospederas, hasta el verano donde ya tienen condiciones adecuadas para eclosionar y seguir su desarrollo (Voegtlin et al., 2003).

- **Daños**

Los “áfidos o pulgones” (*Hemiptera: Aphididae*) conforman una de las plagas que causan daños directos e indirectos (vectores de virus fito-patógenos) y contribuyen al desarrollo de fumaginas sobre excreciones azucaradas afectando principalmente a cítricos y cereales, y en varios cultivos maíz, hortalizas, frutales, leguminosas y alfalfa (Valenciano y Paravano, 2002; Delfino, Monelos, Peri y Buffa, 2007; Ricci, Padin, Enning, Hinguelet y Kahan, 2010). Según Jankowska y Wiech (2004) en condiciones de alta infestación en el cultivo de cereales existe un 30% de hojas atacadas y en 2 meses sin control, puede llegar a un 42%, provocando en un 54% la disminución en la producción final por hectárea.

Las hembras de la especie *Toxoptera aurantii* son ápteras y aladas, cada hembra áptera produce unas 60 ninfas que va depositando en las hojas de brotes tiernos y las aladas un número menor: en condiciones de alta temperatura y presencia de tejidos nuevos, la reproducción de los áfidos es muy rápida formando colonias densas en pocas semanas, aumentando con el desarrollo de los brotes, los cuales crecen deformes, y disminuye la población de pulgones, cuando la brotación se detiene (González, 2009).

### **2.3.5 Polen**

Como un suplemento alimentario en la dieta de los coccinélidos, se encuentra el polen, el que es encontrado en campo por las mariquitas, pues al ser rico en carbohidratos y contar con un alto contenido de vitaminas del grupo B, aminoácidos esenciales y proteínas vegetales, ayuda en la nutrición, desarrollo y reproducción (Lorenzo, Sancho, Luciano y Huidobro, 1993)

## **2.4 Marco legal**

La presente investigación es una alternativa para disminuir el uso de agroquímicos en los cultivos, ya que estos afectan directamente el medio ambiente, lo cual está opuesto a lo que menciona la Constitución de la República del Ecuador en los diferentes artículos que se ven estrechamente relacionados a la agricultura orgánica, responsable y a la agroecología.

Velando por el cumplimiento de ciertos artículos de la constitución de la República del Ecuador, donde garantizar la conservación del ecosistema, y la reducción de la contaminación ambiental es el principal objetivo, como lo muestra en el artículo 14, donde reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

De la misma manera el Artículo 66 numeral 27, menciona que se reconoce y garantizará a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza

# CAPÍTULO III

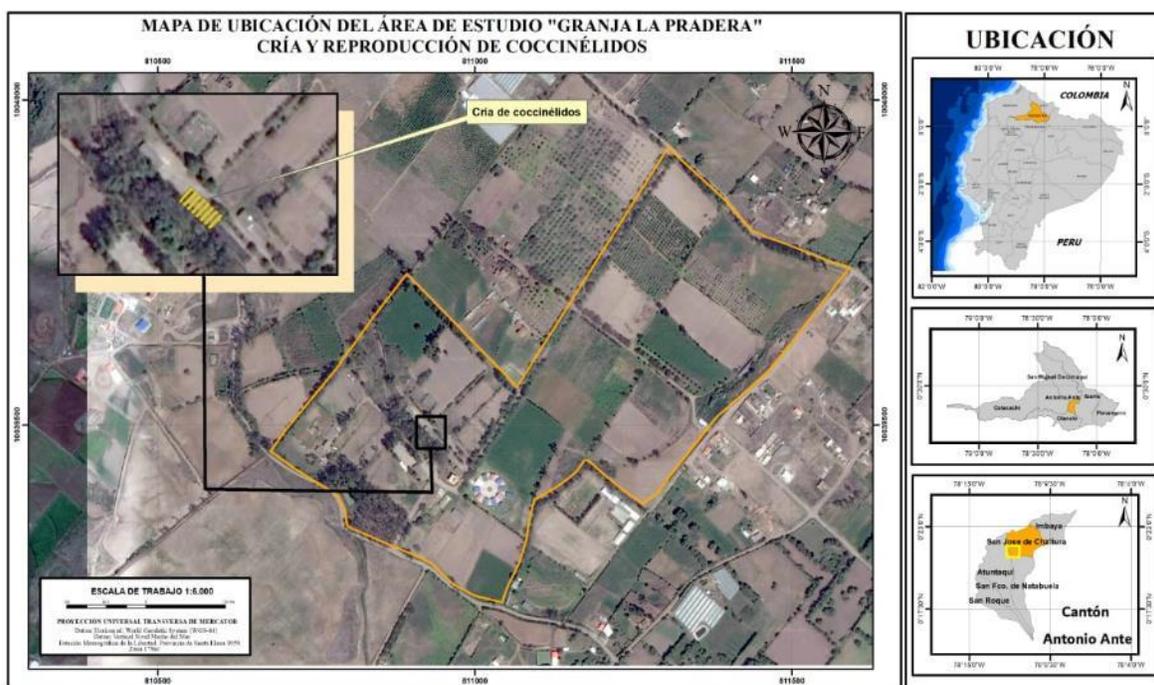
## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se la realizó en la Granja Experimental “La Pradera” (Figura 3), propiedad de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la parroquia San José de Chaltura en el cantón Antonio Ante provincia de Imbabura.

#### 3.1.1. Ubicación geográfica

Provincia: Imbabura  
Cantón: Antonio Ante  
Parroquia: San José de Chaltura  
Lugar: Granja Experimental “La Pradera”  
Altitud: 2163 m.s.n.m.  
Latitud: 0° 21' 19" Norte  
Longitud: 78° 11' 32" Oeste



### **3.1.2. Características climáticas**

La parroquia de San José de Chaltura presenta un clima templado con las siguientes características climáticas,

Temperatura baja:	9.5 °C
Temperatura media:	16 °C
Temperatura máxima:	24 °C
Precipitación media anual:	750 mm/año
Humedad relativa:	72%.

### **3.2. Materiales y métodos**

#### **3.2.1 Materiales**

- Madera
- Plástico
- Macetas
- Tarrinas
- Etiquetas
- Rótulo
- Velo
- Papel toalla
- Silicona
- Tela fina nylon
- Algodón

#### **3.2.2 Equipos**

- Estereoscopio
- Higrometro

#### **3.2.3 Insumos**

- Plantas de limón
- Sustrato

### 3.2.4 Herramientas

- Pinzas
- Tijeras
- Ajujas de disección
- Pincel
- Portaobjetos
- Rociador

### 3.3 Métodos

#### 3.3.1 Estudios de adaptabilidad

El experimento se realizó a partir de estudios preliminares donde se identificaron cinco especies de coccinélidos en la Granja Experimental La Pradera<sup>1</sup> (figura 4), de las cuales se efectuó un ensayo previo de adaptabilidad a cautiverio, en el cual se realizaron capturas semanales de coccinélidos y se los colocó en recipientes separados para cada especie encontrada, se obtuvo como resultado la adaptabilidad de la especie *Hippodamia convergens* con la cual se procedió hacer la investigación de cría y reproducción con distinta alimentación.



*Hippodamia  
convergens*

*Cycloneda  
emarginata*

*Musaltina  
mexicana*

*Neda* sp.

*Harmonia* sp.

**Figura 4.** Diversidad de coccinélidos en la Granja “La Pradera”

Una vez identificados los coccinélidos adaptados a condiciones de laboratorio, se tomó una especie para el presente estudio, la cría de esta especie se realizó en un laboratorio con un área de 25 m<sup>2</sup>, donde se colocaron en tarrinas a los coccinélidos con su respectiva

---

<sup>1</sup> Dato extraído por comunicación personal del señor tesista Alex Collahuazo quien realizó la identificación de las cinco especies de coccinélidos existentes en la Granja “La Pradera”.

alimentación. Mientras que la cría de presas se la realizó en un invernadero con un área de 16.5 m<sup>2</sup>. Donde se ubicaron cámaras de cría de presas. Y se controlaron la temperatura (T°) y la humedad relativa (HR).

### 3.3.2 Factores en estudio

La investigación se basa en identificar una mejor alimentación, para lo cual se tiene cuatro factores, los cuales se detallan a continuación:

#### Factor: Tipo de alimentación

A1: Adulto de áfidos + Polen (0.5g/día)

A2: Adultos de áfidos

A3: Ninfas de áfidos + Polen (0.5g/día)

A4: Ninfas de áfidos

### 3.3.3 Características del experimento

El experimento durante la investigación presentó las siguientes características (Tabla 4):

**Tabla 4**

*Características del experimento.*

Descripción	Unidad
Niveles de alimentación	4
Número de bloques	3
Número de unidades experimentales	12
Área total experimental	25 m <sup>2</sup>

### 3.3.4 Características de la unidad experimental

Cada unidad experimental estaba conformada por una tarrina de plástico de 6cm de diámetro con una tapa de la misma medida y dos cortes en los laterales, los que se cubrieron con tela nylon para permitir el ingreso del oxígeno. Se colocaron hojas de limón infestadas de pulgones un algodón húmedo para la disposición de agua y el polen (0.50g) de las flores de cucardas (*Hibiscus rosa-sinensis*).

### 3.3.5 Diseño experimental

Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (Tabla 5), el experimento presentó tres bloques (Figura 5).

<b>Bloque 1</b>	T2	T1	T3	T4
<b>Bloque 2</b>	T1	T4	T2	T3
<b>Bloque 3</b>	T4	T2	T1	T3

*Figura 5.* Esquema del ensayo.

### 3.3.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa Infostat a través de modelos generales lineales mixtos.

### Tabla 5

*Análisis de varianza (ADEVA)*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G. L.</b>
Nivel de alimentación	3
Bloque	2
Error experimental	6
Total	11

### 3.3.7 Variables a evaluarse

Para evaluar una metodología de cría y reproducción de coccinélidos bajo condiciones controladas, con la utilización de distintas fuentes de alimento se tomaron las siguientes variables en dos fases:

En la fase I se realizaron estudios de adaptabilidad de las diferentes especies encontradas, para lo cual se evaluaron las siguientes variables;

### ***3.3.7.1 Variable acondicionamiento al cautiverio de las cinco especies.***

- Supervivencia de coccinélidos en cautiverio

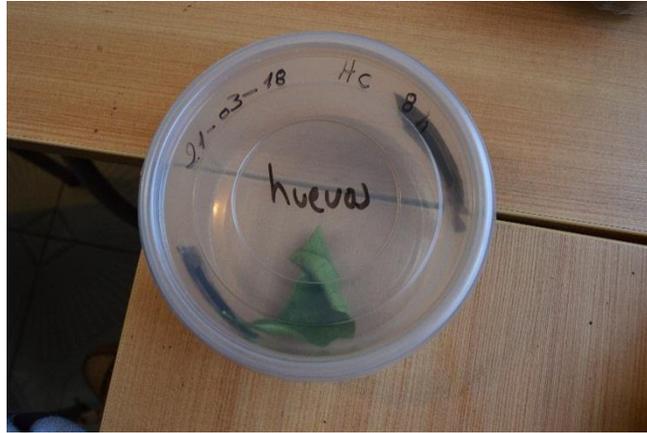
Una vez realizada la colecta en campo de los individuos de las especies, se procedió a colocarles en tarrinas diferentes de 20 cm de diámetro de aluminio (Figura 6) recubiertas con papel film, donde se colocaron ramas con tres o cinco hojas de cítricos con áfidos, un bebedero y un recipiente para el alimento seco (polen), en el cual se seleccionaron grupos de hasta 10 individuos (machos y hembras) y se contaron cada 24 horas el número de individuos vivos por un tiempo de 30 días.



**Figura 6.** Cría de las especies de coccinélidos recolectados en cultivos de cítricos.

- Porcentaje de fecundidad de coccinélidos

Se contó el número de huevos puestos al día por recipiente, los cuales se colocaron en un nuevo recipiente (Figura 7), estos se contabilizaron en cada una de sus etapas de desarrollo hasta que lleguen a realizar metamorfosis completa (huevo, larva, pupa y adulto).



**Figura 7.** Recipiente con huevos de *H. convergens* capturada en campo

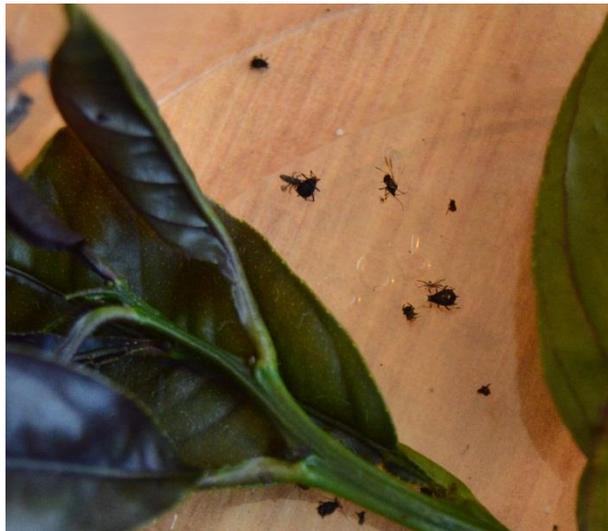
Con la especie adaptada en la Fase II tenemos las siguientes variables:

### **3.3.7.2 Variable ciclo de vida de *Hippodamia convergens***

Una vez colocados tres coccinélidos (dos hembras y un macho) en cada una de las tarrinas de 10.5 cm de diámetro, se registraron los datos del tiempo en que las mariquitas pasaron de un estadio a otro.

- Días de huevo a larva

Una vez la hembra realice la ovoposición se registrará la fecha y se contará el número de días a la eclosión (Figura 8).



**Figura 8.** Larvas de dos días después de la eclosión

- Días de larva a pupa

Cuando los huevos eclosionaron y salieron las larvas se registró la fecha, y se contó el número de días en que se demoran las larvas en transformarse en pupa (Figura 9).



*Figura 9.* Larva empezando hacerse pupa

- Días de pupa a adulto

Después de la larva se forma en pupa se registró la fecha y se contarán los días a la eclosión del adulto en condiciones del laboratorio (Figura 10).



*Figura 10.* *Coccinélido* adulto recién eclosionado de la pupa

### 3.3.7.3 Variable dinámica poblacional de coccinélidos

- Número de huevos de coccinélidos

Una vez colocados los tres coccinélidos (dos hembras y un macho) en cada una de las tarrinas de 10.5cm de diámetro, se registró el número de huevos colocados por hembra cada 24 horas, en horas de la tarde (12:00 horas) por 40 días, mismos que fueron retirados y trasladados a una nueva tarrina.

- Número de larvas eclosionadas

Una vez que los huevos eclosionaron en larvas, se contó y se ubicó en otros recipientes de 10.5 cm de diámetro por 6 cm de altura (Figura 11) para evaluar su desarrollo cada 24 horas por un período de 40 días.



**Figura 11.** Eclosión de huevos y larva de tercer instar de *H. convergens*.

- Número de pupas

Se contó cuantas larvas llegaron a su estado de pupa cada 24 horas, las cuales permanecieron en un recipiente hasta la eclosión de la pupa.

- Número de adultos

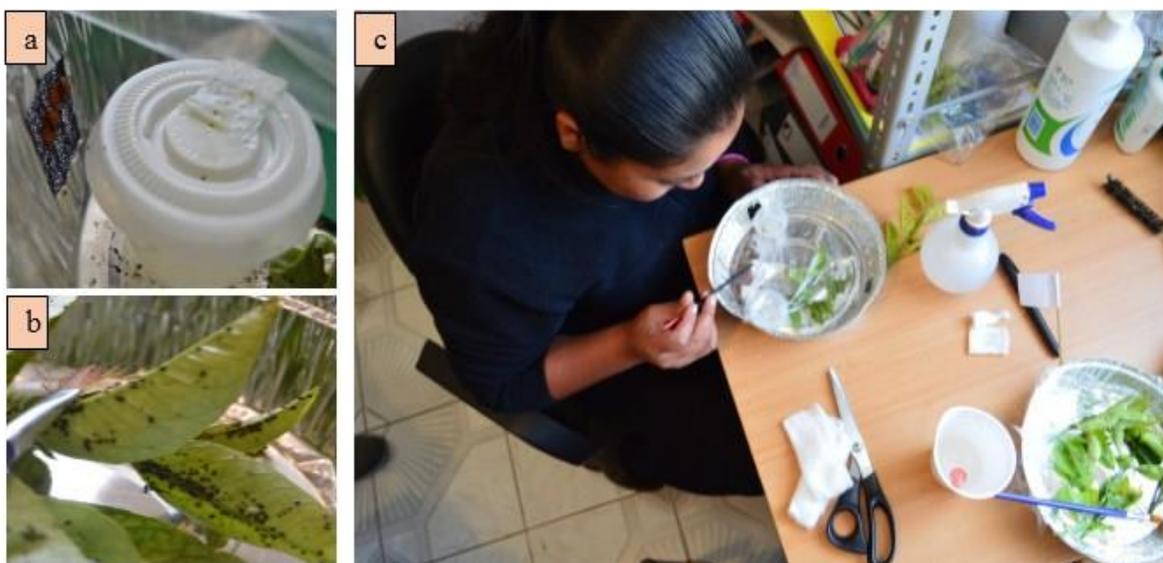
Se procedió a contar cada 24 horas el número de pupas que llegaron a adultos, a los que fueron suministrados alimento desde sus primeras horas de eclosión.

### 3.3 Manejo del experimento

Para lograr el desarrollo de esta investigación se realizaron las siguientes actividades:

#### 3.3.1. Adaptabilidad de especies a condiciones de laboratorio.

La colecta de las especies en estudio se realizó de forma semanal, en la Granja, para ser llevados al laboratorio. Los individuos se colocaron en grupos de 8-10, en tarrinas de 20 cm de diámetro donde se les suministraba el alimento. El agua se les colocó en vasos pequeños de 3cm de diámetro, con su respectiva tapa, se realizó un corte transversal y se situó un trozo de papel film de donde las mariquitas consumían el agua (Figura 12a). En otro recipiente de las mismas dimensiones se colocaba el polen recolectado de las flores de cucardas en horas de la mañana, colocando en cada uno 1 gramo de polen. Además de las ramas de cítricos con alimento (pulgones) a disposición, a las que el tallo se les envolvió en algodón húmedo para evitar de esta manera el marchitamiento, se las revisaba cada día y se las cambiaba cuando se marchitaban. La limpieza de cada una de las tarrinas se la realizó diariamente, con el uso de pinceles de cerdas suaves.



**Figura 12.** Adaptabilidad de especies a condiciones de laboratorio. a. Bebedero, b. Rama de limón infestada de pulgones y c. Revisión, limpieza de las mariquitas capturadas en campo.

Para realizar la limpieza se procedió a retirar las hojas que contenían huevos y larvas con un pincel delgado N° 00 y los adultos con un pincel N° 4 a un recipiente nuevo (Figura 12c). Con algodón humedecido y un pincel N° 8 se retiró la comida sobrante, luego con papel absorbente se secó el recipiente y se cambió de ramas de ser necesario (Figura 12b). De esta manera se observó el desarrollo de los especímenes y su normal desarrollo en cautiverio.

### 3.3.2. Selección de especies.

Una vez culminado el estudio de acondicionamiento de las 5 especies, se eligió aquella que presentó una mejor adaptación al cautiverio y mayor población disponible durante el tiempo del trabajo de campo (Figura 13), con la cual se realizó la presente investigación.



*Figura 13.* Especímenes de la primera generación de *Hippodamia convergens*

### 3.3.3. Cría de presas

Para realizar la cría de presas (áfidos) se procedió a construir un invernadero de 6.50m x 5.5m con una altura de 2.50m. Donde se colocaron veinte y cuatro plantas de limón (Figura 14) sembradas en macetas, mismas que estaban dentro de una cámara de cría de 0.50m x 0.50m x 0.70m, la cual se recubrió con un velo, además contaban con una puerta con cierre para evitar la salida de los áfidos y poder realizar las diferentes actividades. Este invernadero tuvo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa, para lo cual se contó con ventanas para la ventilación en la parte posterior y laterales del invernadero.



*Figura 14.* Planta de limón infestada con pulgón para la alimentación de las mariquitas.

El rango óptimo de temperatura para la cría de áfidos es de 23 a 32°C y una humedad relativa de 60% a 70% (Sánchez, Scotta y Arregui, 2005; Morales y Fereres, 2008), por lo que es necesario controlar estos parámetros, con el uso de un higrómetro mismo que debe estar ubicado en un punto central del lugar.

Mantener una producción constante de áfidos para la alimentación de coccinélidos en todas sus etapas de desarrollo es indispensable, por lo que se realizó la inoculación de pulgones cada semana en dos plantas de limón y se procedió a sembrar alfalfa alrededor de la plata de limón, con el fin de cubrir toda el área con follaje para el desarrollo de los áfidos. De esta manera los áfidos pasan de los limones a la alfalfa y así mantener la producción permanente de presas, puesto que diariamente se usaron un aproximado de 1000 pulgones entre ninfas y adultos para la alimentación de los coccinélidos.

#### **3.3.4. Instalación del ensayo**

Se inició con la adecuación del laboratorio realizando una limpieza y ubicación de mesas, la elaboración de las cámaras de cría que consistían en un recipiente de 10cm de diámetro el cual se le cortó los laterales haciendo hoyos de 2cm x 1cm los cuales fueron cubiertos por tala nylon para permitir el ingreso de oxígeno, una vez adecuadas las tarrinas se procedió a

colocar las mariquitas, las ramas de limón que tengan áfidos, el polen y un trozo de algodón húmedo (Figura 15).



**Figura 15.** Instalación del ensayo dentro del laboratorio.

Dentro del laboratorio se colocó un higrómetro en un lugar central de los diferentes bloques, para medir temperatura y humedad relativa misma que se tomó el dato de los valores máximos y mínimos cada día a las 10:00 am, regulando a través de la ventilación cuando aumentaba la temperatura o con el uso de lámparas en caso de bajar la temperatura.

Cada cámara de cría contó con tres coccinélidos (dos hembras y un macho) que fueron seleccionados al azar de los individuos de la primera generación hijos de los especímenes capturados en campo, se realizó la revisión cuidadosa de cada una de las hojas, realizando la limpieza para la cual se cambiaron las mariquitas a tarrinas nuevas para evitarles el estrés, luego se aisló las hojas marchitas con un pincel de cerdas suaves se procedió a barrer la tarrina y eliminar los restos de las alimentación sobrante (áfidos muertos) y las heces de los coccinélidos, para realizar una limpieza más profunda se humedeció algodón y se lo paso por todo el recipiente retirando todo y quitando las manchas por último con una franela se procedió a secar las mismas.

### 3.3.5 Alimentación

La alimentación diaria se la realizó en horas de la mañana suministrando hojas de limón o alfalfa infestadas de pulgones, se colocaron un promedio de 50 pulgones por cada tarrina de coccinélidos en sus diferentes estadios y también en los niveles de alimentación con suplemento de polen, se colocaba 0.50gramos colectados de las flores de cucardas semi maduras (Figura 16), que fueron colectadas de los jardines de la granja, en caso de coleccionar flores muy jóvenes el polen no estaba apto para ser consumido de la misma manera si eran flores viejas el polen era escaso y en el traslado y manipulación se perdía.



*Figura 16.* Flor de cucarda

### 3.3.6 Toma de datos

Para la toma de datos se realizó una observación cada 24 horas de cada una de las tarrinas donde se encontraban los coccinélidos en sus diferentes estadios, iniciando con los adultos reproductores, para facilitar la toma de datos y el manejo, se trasladaba las hojas con los huevos a una nueva tarrina, hasta que eclosionen, una vez eclosionados se colocó las larvas en otro recipiente ubicándoles en grupos de 10 larvas por tarrina hasta llegar a formar la pupa, una vez ya formada la pupa se retiraba las ramas y se procedió hacer una limpieza, pues al estar estadio de pupa no se puso alimento hasta el día siete, al llegar a este día se suministraba alimento para que al momento de la eclosión del adulto encuentre comida disponible.

## CAPÍTULO IV

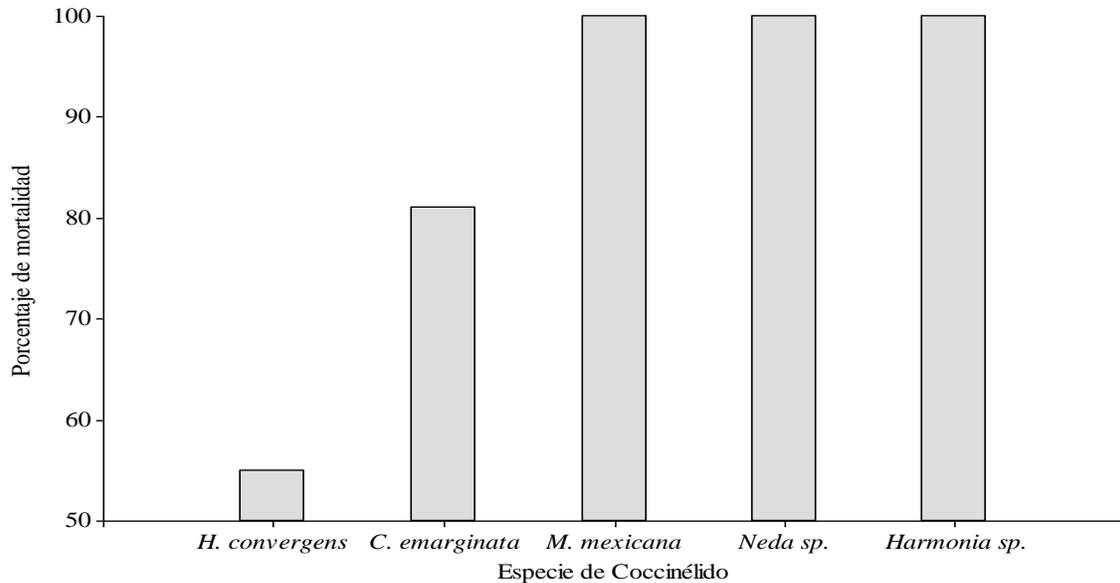
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Granja Experimental “La Pradera” cuenta con una gran diversidad biológica en la cual se incluyen los enemigos naturales en sus diferentes cultivos, dentro de los cuales se encuentran los coccinélidos con cinco especies existentes, las que fueron capturadas y llevadas al laboratorio, donde se manejó condiciones ambientales de una temperatura de 14°C a 22°C y una humedad relativa de 54% y 75%, condiciones que se continuaron manejando en la cría y reproducción de *Hippodamia convergens* que fue la especie que se desarrolla y reproduce de una manera adecuada en las condiciones mencionadas en cautiverio, con un ciclo de vida de huevo a adulto de 41.7 días indistintamente de la alimentación suministrada.

Con la dieta de áfidos más polen se obtuvo un promedio de 315 huevos, en 22 posturas en 40 días. Con respecto al estadio larvario presenta mucha susceptibilidad a cambios bruscos de las condiciones ambientales y al canibalismo, así mismo presenta el mayor tiempo de desarrollo puesto que pasa por cuatro instares larvarios y al realizar las respectivas mudas se produce una alta mortalidad alterando así la dinámica poblacional en la cría y reproducción de coccinélidos.

#### **4.1.Variable acondicionamiento al cautiverio**

Para las pruebas de acondicionamiento de las cinco especies (Figura 3) que se encontraron en la Granja Experimental “La Pradera”, se colectaron especímenes en cultivos de lima (*Citrus aurantifolia*), limón (*Citrus limon*), mandarina (*Citrus reticulata*), alfalfa (*Medicago sativa*) y maíz (*Zea mays*).



**Figura 17.** Porcentaje de mortalidad de las especies de coccinélidos encontrados en la Granja Experimental “La Pradera”.

La figura 17 nos muestra el porcentaje de mortalidad de las cinco especies colectadas, donde *Musaltina mexicana*, *Neda sp.* y *Harmonia sp.* alcanzaron un 100% de mortalidad, seguidas por *Cycloneda emarginata* con un 85% y la especie que se adaptó y se desarrolló en condiciones de laboratorio con un 55% de mortalidad es *Hippodamia convergens* (Figura 18).



**Figura 18.** Especímen de *Hippodamia convergens* especie adaptada a condiciones de laboratorio

Obycki y Tauber (1982) realizaron una investigación con *H. convergens* donde se determinaron requerimientos térmicos, para lo cual usó cinco hembras que fueron alimentadas con agua, proteína de trigo y *Acyrthosiphon pisum*, obteniendo como resultado un  $68 \pm 7$  % de mortalidad a  $15.6$  °C y  $14 \pm 8$  % a  $21.1$  °C considerando que manejó el experimento con temperatura constante, estos datos son inferiores a los encontrados en la

presente investigación pues al manejar una cría con una temperatura cambiante dentro de un rango de 14°C a 22°C, se obtuvo una mortalidad promedio de  $82.57 \pm 2.20$  % como total de las muertes en los diferentes estadios.

Mientras que Rodríguez-Saona y Miller (1999) en su investigación de los efectos de la temperatura en el desarrollo y mortalidad de *H. convergens*, obtuvieron una mortalidad de 46.4 % a 18°C y 19.3% a 22°C, la alimentación diaria suministrada fue pulgón del guisante *Acyrtosipho pisum*.

La disponibilidad de alimento es muy importante, como lo demuestran Vargas, Michaud y Nechols (2012) en un estudio realizado en larvas de *H. convergens* con una alimentación a base de huevos congelados de la polilla *Ephestia kuehniella* Zeller, donde se evaluó la mortalidad de las larvas con una disponibilidad de alimento de 30 minutos, seis horas y *ad libitum*, obteniendo como resultado de un 40%, 6% y 12% de mortalidad respectivamente. Datos diferentes a los encontrados pues con una alimentación *ad libitum* llegamos a tener un promedio del 72% de mortalidad con respecto a las larvas.

## 4.2. Variable ciclo de vida

### 4.2.1. Días de larva a pupa de *Hippodamia convergens*

El análisis de varianza muestra que no existe diferencia estadística significativa entre los niveles de alimentación y los días que transcurren al pasar del estadio larvario a la formación de la pupa ( $F=0.18$ ;  $gl=3,6$ ;  $p=0.9058$ ) (Tabla 6).

**Tabla 6**

*ADEVA Días de larva a pupa de Hippodamia convergens con el uso de distintas fuentes de alimentación.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad F.V</b>	<b>Grados de libertad Error Exp.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Niveles de alimentación	de 3	6	0.18	0.9058

Al realizar la prueba de Fisher al 5% se puede observar que no existe una diferencia numérica con respecto a los días que demoran los coccinélidos en pasar del estadio larvario a pupa, mismos que están dentro de una media de 27 días, pero los coccinélidos alimentados con ninfas de áfidos y adultos de áfidos con el suplemento alimenticio (polen) tienen un día aproximado de diferencia con los alimentados con adultos y ninfas de áfidos sin el polen, lo cual demuestra que al incorporar una fuente de proteína se tiene una duración de un día menos al pasar de larva a pupa.

**Tabla 7**

*Días de larva a pupa de H. convergens.*

<b>Nivel de alimentación</b>	<b>Media</b>	<b>E. E.</b>	<b>Rango</b>
Adultos de áfidos	28.77	1.56	A
Ninfas de áfidos	28.16	1.56	A
Adultos de áfidos + polen	27.41	1.56	A
Ninfas de áfidos + polen	27.39	1.56	A

En el ciclo de vida de los coccinélidos el estadio larvario tiene el mayor tiempo de desarrollo, ya que las larvas pasan por cuatro instares larvarios. En estudios realizados por Cardoso y Lázcar (2003), de la reproducción de *H. convergens* con una dieta con ninfas de pulgón *Cinara* spp., obtuvieron un periodo larvario de 41.9, 19.3 y 10.0 días a 15°C, 20°C y 25°C, respectivamente recalando que la duración de cada instar disminuyó al aumentar la temperatura, datos que se asemejan a los encontrados en la presente investigación pues con un rango de temperatura de 14 a 22°C se obtuvo un periodo larvario de  $27 \pm 3$  días. A diferencia de Oliveira, Wilcken y De Matos (2004), en donde obtuvieron un tiempo de desarrollo de  $10.78 \pm 0.07$  para el estadio larvario de *H. convergens* con dieta de ninfas de *Cinara atlantica* una temperatura de  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  y humedad relativa de  $70 \pm 10\%$ , mostrando que, con dos grados centígrados de incremento, el tiempo se podría disminuir más del 50%.

Determinando que las condiciones ambientales tienen una gran influencia directa en el ciclo de desarrollo de las larvas de *Hippodamia* sp. indistintamente de la especie pues en un estudio con *H. parenthesis*, el desarrollo larvario disminuye cuando la temperatura ambiente aumenta, dentro de un rango de 14°C y 30°C varía de 38.7 a 7 días, alimentados con pulgones

de guisante, *Acrythosiphon pisum* (Harris) (Orr y Obrycki, 1990), datos diferentes a los encontrados pues con un rango de 14°C a 22°C se llegó a obtener un desarrollo con una variación de tres días.

De la misma manera Loera-Gallardo y Kokuba (2001) reportan una duración del periodo larvario de 16 a 20 días de *H. convergens* alimentadas de ninfas de mosca blanca, con una temperatura entre 13°C a 20°C y humedad relativa de 60% a 70%, datos que difieren de la presente investigación, siendo diferentes con aproximadamente 10 días, a una temperatura de 14 a 22°C se obtuvo un tiempo de desarrollo larvario de 24 a 30 días suministrando una alimentación a base de pulgón de los cítricos.

#### 4.2.2. Días de huevo a adulto

Los resultados del análisis muestran que no existe interacción entre los niveles de alimentación y los días por cada uno de los estadios ( $F=0.51$ ;  $gl=6,556$ ;  $p=0.8022$ ) para la variable ciclo de vida (Tabla 8). Así mismo, entre los niveles de alimentación no presentó diferencias significativas ( $F=0.61$ ;  $gl=3,556$ ;  $p=0.6089$ ). Sin embargo, se observó diferencias significativas en los días que transcurren al pasar de un estadio a otro ( $F=10013.07$ ;  $gl=2,556$ ;  $p<0.0001$ ).

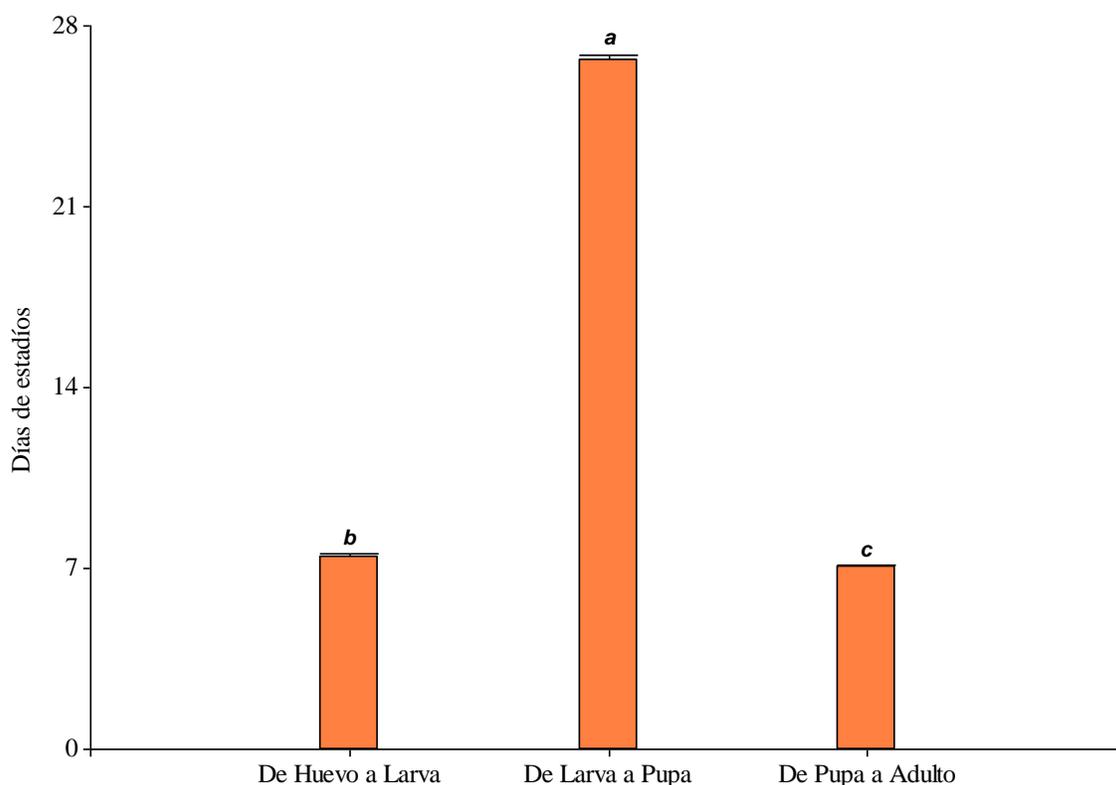
**Tabla 8**

*ADEVA. Diferencia en días de estadio de la cría y reproducción de Hippodamia convergens con el uso de distintos niveles de alimentación.*

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error Exp.	Valor F	Valor P
Niveles de alimentación	3	556	0.61	0.6089
Estadio	2	556	10013.07	<b>&lt;0.0001</b>
Nivel de alimentación: Estadio	6	556	0.51	0.8022

En la figura 19 se observan los días promedio de cada estadio de *H. convergens*, una vez que se realizó la ovoposición los huevos eclosionan en un tiempo promedio de 7.43 con un

mínimo de 6 y un máximo de 10 días, al pasar al estadio de larva y desarrollarse por sus cuatro instares larvarios se tiene una media de tiempo de 26.68 días con 24min/30max siendo este el que requiere mayor tiempo completar esta etapa, para así llegar a formar la pupa. Finalmente, para llegar a adulto las pupas tardan 7.06 días promedio en eclosionar con 6min/8máx días, estos datos se los obtiene en la cría realizada en el laboratorio donde se manejó con una temperatura de 14 a 22°C (Anexo 1) y una humedad relativa de 54% a 75% (Anexo 2).



**Figura 19.** Días de cada estadio de *Hippodamia convergens*.

Estudios muestran datos similares del tiempo de desarrollo de *H. convergens* en sus diferentes estadios como Cardoso y Lázzar (2003), quienes determinaron el desarrollo de la misma especie de coccinélido, alimentado con el áfido *Cinara* spp., a diferentes temperaturas, donde obtuvieron como resultado para el estado larvario 41.9, 19.3 y 10.9 días y para el periodo de pupa 21.8, 11.1 y 6.3 días a 15°C, 20°C y 25°C respectivamente, y el ciclo de larvas a adultos de *H. convergens* fue de 63.7 días a 15°C; 30.4 días a 20°C y 17.2 días a 25°C, datos similares a los encontrados en esta investigación con  $26.68 \pm 3$  días para

el periodo larvario y de  $7.06 \pm 1$  días para estado de pupa y un ciclo de larva a adulto de  $33.74 \pm 4$  días con una temperatura de  $14^{\circ}\text{C}$  a  $22^{\circ}\text{C}$ . Coincidiendo con los datos encontrados por Michels y Behle (1991) para *H. sinuata*, con un tiempo de desarrollo de larva a adulto de 55.4, 18 y 16.2 días a  $15^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$  respectivamente.

Datos diferentes encontraron Santos, Santos-Cividanes, Cividanes y Matos (2013), en una investigación realizada en Brasil quienes obtuvieron un tiempo de 2 días para eclosión de huevos,  $9.4 \pm 0.10$  para estado larvario y  $3.9 \pm 0.09$  días para pupas, completando así su ciclo de desarrollo de huevo a adulto en 15.3 días a una temperatura constante de  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , un fotoperiodo de 12 horas y una humedad relativa de  $70 \pm 10\%$ , con la alimentación diaria de *Schizaphis graminum*. Ya que se obtuvo un ciclo de huevo a adulto de 41.7 días dentro de rango de temperatura que se menciona en los párrafos anteriores.

### 4.3. Variable dinámica poblacional de *H. convergens*

#### 4.3.1. Postura de huevos

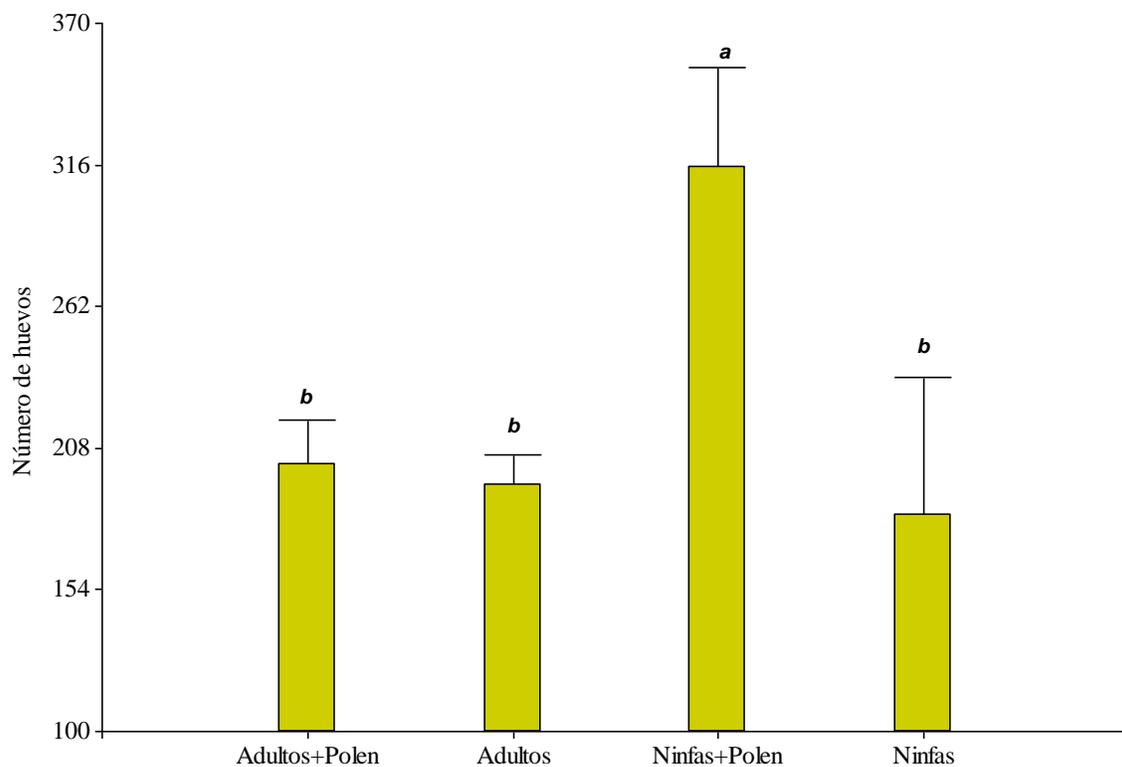
Al realizarse el análisis estadístico se determinó una diferencia estadística significativa entre los niveles de alimentación ( $F=4,60$ ;  $gl=3, 6$ ;  $p=0.0035$ ), con respecto a la variable postura de huevos (Tabla 9).

**Tabla 9**

*ADEVA. Postura de huevos de Hippodamia convergens, con el uso de diferentes fuentes de alimentación.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad F.V</b>	<b>Grados de libertad Error Exp.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Niveles de alimentación	3	6	4.60	0.0035

La figura 20 muestra que al realizarse la prueba de Fisher al 5% respecto a la variable número de huevos por nivel de alimentación, se determinó que la alimentación a base de ninfas de áfidos más polen fue la mejor en cuanto a postura de huevos con 315.33 producidos, observándose una diferencia estadística con respecto al resto de dietas, por lo que este alimento influiría en el incremento de número de huevos ovopositados. Mientras que la dieta de adultos de áfidos más polen se llegó a obtener 202 huevos, con adultos de áfidos como alimento se contaron 194 huevos y con la alimentación a base de ninfas de áfidos se obtuvo 182.67 huevos.



**Figura 20.** Número de huevos totales de coccinélidos (*Hippodamia convergens*) según el tipo de alimentación.

En estudios realizados en Brasil por Santos, Santos-Cividanes, Cividanes y Matos (2013), se obtuvieron como resultados de la reproducción de 10 hembras de *H. convergens*, una ovoposición durante 116.2 días con  $484.5 \pm 35.82$  huevos, con una dieta a base del áfidos *Schizaphis graminum* en un ambiente con una temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  y una humedad relativa de  $70 \pm 10\%$ , a diferencia de los obtenidos en la presente investigación pues con dos

hembras alimentadas con ninfas de áfidos de los cítricos más polen se obtuvo 315 huevos, mostrando que el polen como suplemento alimenticio es muy importante para la ovoposición de coccinélidos.

De igual manera Loera-Gallardo y Kokuba (2001), en una investigación realizada de cría de *H. convergens* alimentadas diariamente con pulgón (*Rhaphalosiphum maidis*) y ninfas de mosca blanca, produjeron 23849 huevos en 56 días, producto de 1172 mariquitas con una media de 20.34 huevos/mariquita, los mismos autores mencionan que cuando existe escasez de alimento producen menos huevecillos diarios, lo que justifica la diferencia en la producción de huevos comparando la investigación del autor mencionado y la presente investigación, donde se suministró alimento ad libitum que se realizaba el cambio y proporcionaba nuevo cada 24 horas.

Con respecto al número de huevos por postura se observa una diferencia entre los niveles de alimentación, la figura 20 muestra que los coccinélidos alimentados con ninfas de áfidos más polen presentaron el mayor número de posturas (22), seguido por la dieta a base de adultos de áfidos más polen (18), ninfas de áfidos (16) y finalmente adultos de áfidos (15). Por lo cual se determina que el suministro de polen influye en la ovoposición de las mariquitas (dos hembras), recalcando que es un suplemento alimenticio importante dentro de la reproducción de *H. convergens*, pues en 22 posturas realizadas en un lapso de 40 días se obtuvieron 315.33 huevos en promedio.

Escalante (1972) alimentó *H. convergens* con pulgón gigante del sauce, encontrándose que las mariquitas por cada ovoposición colocan un promedio de 13 huevos, con un total de 253 huevos durante 20 posturas, datos diferentes a los obtenidos en 22 posturas realizadas se logró una media de 315.33 huevos, teniendo en cuenta que esta fue alimentada con ninfas de áfidos más polen y las alimentadas con adultos de áfidos y polen alcanzaron 18 posturas con 208 huevos, lo que nos permite justificar que el polen si tiene una influencia positiva en la ovoposición de *H. convergens*.

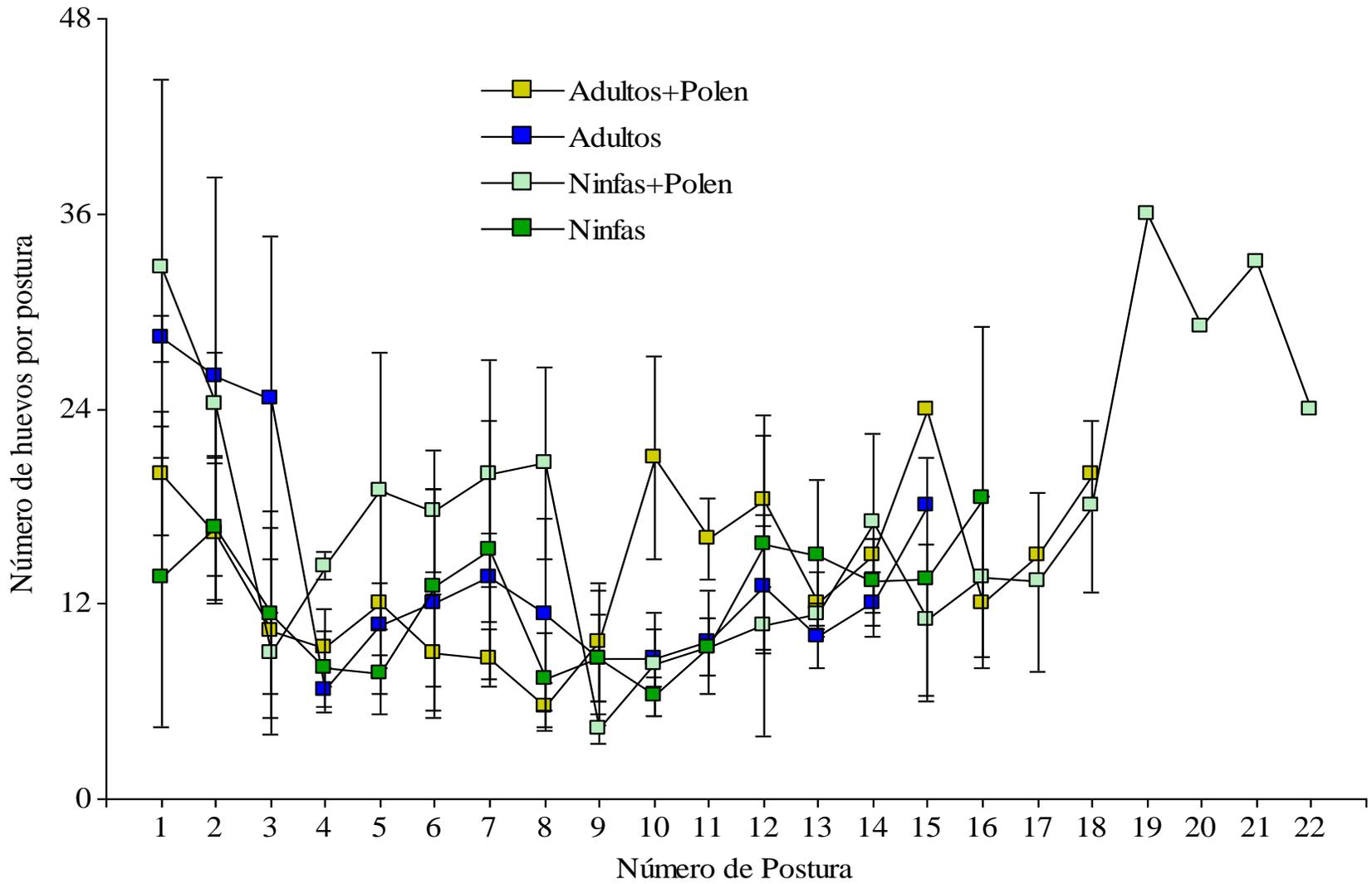


Figura 21. Número de huevos por postura de *Hippodamia convergens* con el uso de distintas fuentes de alimentación.

#### 4.3.2. Porcentaje de huevos eclosionadas (larvas)

Al realizarse el análisis estadístico (Tabla 10) se observa que no existe una diferencia significativa en el porcentaje de supervivencia de huevos eclosionados que llegan a larva y los niveles de alimentación ( $F=1.22$ ;  $gl=3,6$ ;  $p=0.3807$ ).

**Tabla 10**

*ADEVA porcentaje de eclosión de huevos de Hippodamia convergens con el uso de distintas fuentes de alimentación.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad F.V</b>	<b>Grados de libertad Error Exp.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Nivel de alimentación	3	6	1.22	0.3807

La tabla 11, muestra que los porcentajes de eclosión van de 74.12% (Ninfas de áfidos más polen) a 66.42% (Adultos de áfidos), obteniendo así una diferencia de 7 días.

**Tabla 11**

*Porcentaje de eclosión de Hippodamia convergens con el uso de distintas fuentes de alimentación.*

<b>Nivel de alimentación</b>	<b>Media</b>	<b>E.E</b>	<b>Rango</b>
Ninfas de áfidos + polen	74.12	3.77	A
Adultos de áfidos + polen	73.30	3.77	A
Ninfas de áfidos	72.42	3.77	A
Adultos de áfidos	66.42	3.77	A

Datos cercanos a esta investigación encontraron Oliveira et al. (2004), en la cría de *H. convergens* alimentada con *Cinara atlantica* obtuvieron como resultado un 83.3% de

eclosión de los huevos, de la misma manera Cardoso y Lázzar (2003) con un 83.49% de eclosión de los huevos de las mariquitas alimentadas con *C. atlantica* y Loera-Gallardo y Kokuba (2001), quienes estimaron una eclosión del 98% de huevecillos de *H. convergens*. Datos diferentes encontraron Mallama y Eraso (2015) en la eclosión de huevos de *H. convergens* usando *A. gossypii* Glover y *Macrosiphum* sp., como alimento, puesto que el 50% de los huevos no presentaron eclosión y el otro 50% presento eclosión, justificando que la posible causa de estos resultados, fueron por las variaciones extremas de temperatura. Lo que nos indica que la eclosión de huevos es igual y mayor al 50% dentro de la cría de coccinélidos y que la alimentación no tiene ninguna influencia directa, pero las condiciones ambientales del laboratorio o lugar donde se realiza la cría si influye en la eclosión de los huevos.

#### 4.3.3. Supervivencia en el estado de pupa

Al realizarse el análisis se observa (Tabla 12) que no existe diferencia significativa en la supervivencia de *H. convergens* y los niveles de alimentación ( $F=0.58$ ;  $gl=3,6$ ;  $p=0.6487$ ) para la variable supervivencia en el estado de pupa.

**Tabla 12**

*ADEVA porcentaje de pupa a adulto de Hippodamia convergens con el uso de distintas fuentes de alimentación.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad F.V</b>	<b>Grados de libertad Error Exp.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Nivel de alimentación	3	6	0.58	0.6487

La tabla 13, muestra que los porcentajes de supervivencia van de 85.99% (Adultos de áfidos más polen) a 89.32% (Ninfas de áfidos más polen). Por lo que podría decirse que la dieta no influye en el porcentaje de supervivencia de pupa a adulto, ya que la diferencia numérica es de cuatro días.

**Tabla 13**

*Porcentaje de pupa a adulto de Hippodamia convergens con el uso de distintas fuentes de alimentación.*

<b>Nivel de alimentación</b>	<b>Media</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
Ninfas de áfidos + polen	89.32	2.85	A
Ninfas de áfidos	88.69	2.85	A
Adultos de áfidos	87.28	2.85	A
Adultos de áfidos + polen	85.99	2.85	A

El estado de pupa tiene una supervivencia mayor al 85%, concordando con los resultados de la investigación de Kirby y Ehler (1977), quienes realizaron la cría de *H. convergens* alimentada con el sorgo de grano (*Sorghum bicolor* (L.)), por dos generaciones donde encontraron una viabilidad de 87.1% para las pupas de la primera generación y 90% para la segunda generación. De la misma manera Kato, Bueno, Moraes y Auad (1999) en la cría de mariquitas de la misma especie obtuvo una viabilidad de las pupas del  $95.8 \pm 10.2$  indistintamente de las dietas (*Anagasta kuehniella*, *Schizaphis graminum* y *Brachycaudus (Appelia) schwartzi*) en una temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $70\% \pm 10\%$  humedad relativa, indicando que al aumentar la temperatura en las pupas se produce un mayor porcentaje de eclosión.

Pero datos diferentes obtuvieron Cardoso y Lázzar (2003) con una viabilidad del 65% a  $15^{\circ}\text{C}$  mientras que Mallama y Eraso (2015) también obtuvieron un porcentaje de viabilidad del 75.76% del estado de pupa, en un ambiente de temperaturas muy cambiantes, demostrando que la variación y el manejo a una temperatura baja durante el estadio de pupa afecta significativamente reduciendo la supervivencia de pupas, pues en este necesita más elevadas para poder completar su metamorfosis.

#### 4.3.4. Porcentaje de adultos a partir de huevos

Como se muestra en la tabla 14 no existe diferencia significativa para el porcentaje de adultos vivos y niveles de alimentación ( $F=0.56$ ;  $gl=3,6$ ;  $p=0.6601$ ) para la variable supervivencia de huevo a adulto.

**Tabla 14**

*ADEVA porcentaje de adultos a partir de huevos de Hippodamia convergens.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad F.V</b>	<b>Grados de libertad Error Exp.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Nivel de alimentación	3	6	0.56	0.6601

En lo que respecta a la supervivencia de adultos de *H. convergens* (Tabla 15) todos los niveles de alimentación son similares por lo que se encuentran en un mismo rango (A). Pero se encontró una diferencia numérica de los coccinélidos alimentados con ninfas de áfidos más polen con un porcentaje de 18.23 y a los alimentados con adultos de áfidos con 16.63% de supervivencia, tomando en cuenta que la mayor mortalidad se dio en el estado larvario.

**Tabla 15**

*Porcentaje de adultos a partir de huevos de Hippodamia convergens con el uso de distintas fuentes de alimentación.*

<b>Nivel de alimentación</b>	<b>Media</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
Ninfas de áfidos + polen	18.23	1.23	A
Ninfas de áfidos	18.03	1.23	A
Adultos de áfidos + polen	17.16	1.23	A
Adultos de áfidos	16.63	1.23	A

En la presente investigación se obtuvieron datos mayores al 16% en la supervivencia de adultos a partir de huevos, los que son superiores a los encontrados por Kirby y Ehler (1977), quienes realizaron la cría de mariquitas de la misma especie alimentadas con *Sorghum bicolor* (L.), por dos generaciones, en las cuales obtuvieron una mortalidad del 98.5% para la primera y de 96.3% para la segunda generación. Mientras que resultados diferentes fueron encontrados por Orr y Obrycki (1990) en *H. parenthesis*, obteniendo una supervivencia del 33% con una dieta de *Acyrtosiphon pisum* (Harris).

También Kato et al. (1999) en la cría de *H. convergens*, evaluaron tres dietas con resultados de una mortalidad de larva a adulto de  $76.7 \pm 23.4\%$  para las mariquitas alimentadas con huevos del lepidóptero (*Anagasta kuehniella*),  $80.0 \pm 17.9\%$  alimentados con el pulgón de los cereales (*S. graminium*) y un  $73.3 \pm 10.3\%$  con una alimentación a base del áfido *Brachycaudus (Appelia) schwartzi*, lo que indica que en la cría de coccinélidos el uso de áfidos independientemente de la especie en la alimentación reduce el porcentaje de supervivencia.

De la misma manera la investigación de Mallama y Eraso (2015), con la cría *H. convergens* alimentada con *Macrosiphum* sp., tiene como resultado una viabilidad del 37.6% y en el estudio realizado de un 18%, pero con la dieta de *Aphis gossyii* Glover se llegó a una mortalidad del 100%, mencionando que en las dos dietas utilizadas la mortalidad es más presente en el estadio larval I y IV y en el periodo de pupa, siendo esto similar en la presente investigación pues la mayor mortalidad se da en el estado larvario, puesto que deben pasar por sus cuatro instares y al realizar las diferentes mudas se da la mortalidad, aumentando esta si se produce un cambio drástico de la temperatura y la humedad relativa del ambiente donde se encuentran las mismas.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- La Granja Experimental "La Pradera" en las parcelas de sus diferentes cultivos cuenta con una gran diversidad de coccinélidos *Hippodamia convergens*, *Cycloneda emarginata*, *Musaltina mexicana*, *Armonia axyridis* y *Neda* sp., considerados enemigos naturales.
- En condiciones de cautiverio las especies de coccinélidos presentaron una mortalidad mayor al 50%, siendo *Hippodamia convergens* la especie que se desarrolló con normalidad en condiciones de cautiverio sin alterar sus características propias de la especie lo que nos lleva a poder realizar su cría dentro de laboratorio sin problema a pesar de presentar una mortalidad del 55%. Mientras *Neda* sp., *Musaltina mexicana*, *Armonia axyridis*, en condiciones de cautiverio presentan una mortalidad de un 100% en un tiempo de 30 días, indicando que necesita de condiciones más semejantes a campo como temperatura y humedad relativa para poder realizar la cría de estas especies en laboratorio.
- El ciclo de vida de *H. convergens* no se ve influenciado por el tipo de alimentación, independientemente de las dietas el ciclo de vida de huevo a adulto fue de 41.17 días dentro de un ambiente con un rango de temperatura de 14°C a 24°C y una humedad relativa de 54% a 75%, estos factores ambientales tienen una influencia directa con el ciclo de vida, puesto que si existe una temperatura elevada el tiempo del ciclo de vida es menor, pero si la temperatura es menor el tiempo es mayor por lo que se debe mantener una adecuada temperatura constante durante todo el tiempo de desarrollo de los coccinélidos, tomando en cuenta que los estadios de huevo y larva son los más delicados.
- Se evidenció una abundante ovoposición con una alimentación a base de ninfas de pulgón más el suplemento alimenticio (polen) obteniendo 315 huevos en 22 posturas por un lapso de 40 días. Existe una mortalidad más elevada durante el estado de larva, puesto que las larvas deben pasar por cuatro instares larvarios, y se desarrollan individualmente, pues no todas las larvas tienen la misma voracidad

y se desarrollan unas más rápido que otras provocando el canibalismo de las larvas más pequeñas.

## **5.2. Recomendaciones**

- Mejorar las estrategias de cría y reproducción para aplicar en las especies encontradas en la Granja Experimental “La Pradera”.
- Realizar investigaciones de *H. convergens* y *Cycloneda emarginata*, en cuanto a la cría masiva, para así poder implementar la liberación y el control biológico dentro de los cultivos existentes en la Granja Experimental “La Pradera”.
- Realizar estudios sobre el uso de distintos pólenes y la dosis de los mismos para la cría de diferentes enemigos naturales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adán, Á. (2013). Organismos autóctonos, alóctonos y exóticos en el control biológico de plagas. *Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes (AEFA)*. Control biológico de plagas. Valencia, España. Universidad Politécnica de Madrid.
- Agurto, J., y González, G. (2015). Primer listado de las especies de coccinélidos del departamento de Madre de Dios, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 50(2), 39 - 44.
- Altieri, M., Trujillo, J., y Campos, L. (1989). El control biológico clásico en América Latina en su contexto histórico. Costa Rica. *Manejo integrado de plagas*, (12), 82-107.
- Ascencio, D., Gálvez, R., y Lara, J. (2018). Identificación de coccinélidos nativos de San Luis Potosí, para el control biológico de *Dactylopius* spp. México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrarias*, 9 (6), 1283 - 1287.
- Bennett, F. (1990). Classical biological control in the Southern United States. Southern Cooperative Series Bulletin N° 355: 197 págs.
- Berta, D. C., Colomo, M. V., y Ovruski, N. E. (2002). Interrelaciones entre los áfidos colonizadores del tomate y sus himenopteros parasitoides en Tucuman (Argentina). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 28(1); 67-77.
- Bertolaccini, I., Núñez-Pérez, E., & Tizado, E. (2008). Efecto de las flores silvestres en la ovoposición de *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) en el laboratorio. *Entomología Económica*, 101(6), 1792 - 1797.
- Bustillo, A. (1998). Control biológico de plagas. *Revistas del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación*, 14(37), 34-35.
- Cabello, T. (2006). Control biológico de la polilla del tomate, *Tuta absoluta*, en cultivos en invernadero. *Entomología Aplicada*, 1(214), 1-22.
- Carballo, M. (2002). Manejo de insectos mediante parasitoides. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 66, 118-122.
- Cardoso, J., y Lázzar, S. (2003). Biología comparativa de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) y *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842 (Coleoptera, Coccinellidae) centrada en el control de *Cinara* spp. (Hemiptera, Aphididae). *Revista Brasileira de Entomología*, 47(3), 443-446.

- Cate, J. (1994). *Integrated pest management: the path of a paradigm*. National Audubon Society.
- Cottrell, T. E. (2007). Predation by adult and larval lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) on initial contact with lady beetle eggs. *Environmental Entomology*, 36, 390-401.
- Debach, P., y Rosen, D. (1991). *Biological control by natural enemies*. (2da Edición. ed.). Londres, Cambridge University. Press.
- Delfino, M. A., Monelos, H. L., Peri, P. L., y Buffa, L. M. (2007). Áfidos (Hemiptera, Aphididae) de interés económico en la provincia de Santa Cruz. *Ria*, 36(1), 147–154.
- De Moraes, G., McMurtry, J., Denmark, H., y Campos, C. (2004). Arevised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa* (434), 1-494.
- Dreistadt, S. (2014). *Biological control and natural enemies of invertebrates: integrated pest management for home gardeners and landscape professionals*. California: University of California, Agriculture and Natural Resources.
- Duarte, W., y Zenner, I. (2009). Tabla de vida de cucarrón depredador *Eriopis connexa* connexa (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica.*, 12(2), 147 - 155.
- Eilenberg, J., Hajek, A., y Lomer, C. (2001). Sugerencias para unificar la terminología en el control biológico. *BioControl*, 46(4), 387-400.
- Escalante, J. (1972). Datos sobre la biología de *Hippodamia convergens* Guerin en la localidad del Cusco. *Revista Peruana de Entomología*, 15(2), 237-239.
- Estrada, C. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico* (Primera ed., Vol. 1). Colombia: Ciencia y tecnología.
- Flores-Mejía, S. y Salas-Araiza, M. (2004). Coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) del Estado de Guanajuato en la Colección Leopoldo Tinoco Corona de la Universidad de Guanajuato. *Acta Universitaria*, 14 (2), 8-16.
- Fonseca, J. (2016). *Mariquitas, insectos de la familia Coccinellidae*. Animales invertebrados paradais sphynx.
- Funichello, M., Costa, L. L., Aguirre, O. J., y Busoli, A. C. (2012). Aspectos biológicos de *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas con pulgones

- criados en algodón transgénico Bollgard I®. *Revista Colombiana de Entomología*, 38 (1), 156-161.
- Gerding, M. (2011). Control biológico. *INIA Quilamapu*.
- German Vargas, Michaud JP y Nechols R. (2012) El suministro de alimentos larvales restringe los horarios reproductivos femeninos en *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Anales de la Sociedad Entomológica de América*, 105(6); 832-839.
- Giorgi, J., Vanderberg, N., McHugh, J., Forrester, J., Slipinski, A., Miller, K., . . . Whiting, M. (2009). The evolution de foof preferences in Coccinellidae. *Biological contro*, 51(2), 215-131.
- González, G. (2009). Nuevas especies de *Nephaspis casey* (Coleoptera: Coccinellidae) de Perú, Ecuador y Brasil. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonosa*. 45: 84-101.
- Gordillo, G. (2004). Seguridad alimentaría y agricultura agroecológica. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 2* (84), 71-84.
- Guédez, C., Castillo, C., y Olivar, R. (2008). Control biológico: una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. *ACADEMIA*, 7 (13), 50-74.
- Gyenge, J., Edelstein, J., y Salto, C. (1998). Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27(3), 345-356.
- Holmes, L., y Mandjiny, S. (2016). Biological control of agriculture insect pests. *European Scientific Journal*, 1881, 1857–7881.
- Jacas, J., Caballero, P., y Avila, J. (2007). *El control biológico de plagas y enfermedades*. Reino Unido. Universidad de Jaume I.
- Jankowska, B., y Wiech, K. (2004). The comparison of the occurrence of the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*, L.) on the cabbage vegetables. *Veg. Crops Res. Bull.*, 60; 71-80.
- Kato, C., Bueno, V., Moraes, J., y Auad, A. (1999). Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Ansies Sociedad Entomológica Brasil*, 28(3), 455-459.

- Kirby, R., y Ehler, L. (1977). Supervivencia de *Hippodamia convergens* en Grain Sorghum. *Entomología ambiental*, 6(6), 777-780.
- Koppert, (2016). *Biological Systems*. Primeros pasos en control biológico: <https://www.koppert.ec/noticias/primeros-pasos-en-control-biologico/>
- Landis, D., Wratten, S., y Gurr, G. (2000). Manejo del hábitat para conservar enemigos naturales de plagas de artrópodos en la agricultura. *Revisión annual de entomología*, 45(1), 175 - 201.
- Loera-Gallardo, J., y Kokuba, H. (2001). Cría masiva y capacidad depredadora de *Hippodamia convergens* Guerin (Coleoptera: Coccinellidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 40(2), 155-168.
- Lombert, E., Guillemaud, T., Lundgren, J., Koch, R., Facon, B., Grez, A., . . . Estoup, A. (2014). Complementarity of statistical treatments to reconstruct worldwide routes of invasion: the case of the Asian ladybird *Harmonia axyridis*. *Molecular ecology*, 23(24), 5979-97.
- López, Y., Lórgia, E., Saíz, Y., y Domínguez, Y. (2008). Sistema para la cría de coccinélidos en condiciones de laboratorio. *AGRIS (International Information System for the Agricultural Science and Technology)*, 12(4), 261.
- López, A., Cardona, C., García, J., Rendón, F., y Hernández, P. (2001). Reconocimiento e identificación de enemigos naturales de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 27(3-4), 137-141.
- Lorca, R. (2005). Toxicidad de insecticidas sobre *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: coccinélidae). Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Lorenzo, S., Sancho, M., Luciano, A., y Huidobro, J. (1993). Composición del Polen. *Vida Apícola*, 59, 44-48.
- Mahr, D., Whitaker, P., y Ridgway, N. (2008). Biological control of insects and mites: an introduction to beneficial natural enemies and their use in pest management. *North Central Regional Publication (USA)*, 120.
- Mallama, A., y Eraso, R. (2015). *Determinación del ciclo biológico de Hippodamia convergens Guerin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) y su capacidad predatora de áfidos (Aphis sp.) en condiciones de laboratorio* (Tesis de Mestría). Universidad de Manizales, Colombia.

- Marco, M., (2007). *Evaluación de tres dietas artificiales para la crianza de Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
- Martínez , O., Díaz , J., y Salas , M. (2014). Curvas de crecimiento poblacional de adultos de *Hippodamia convergens* y *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae). *Colombiana de Entomología*, 40(2), 259-264.
- Michels, G., y Behle, R. (1991). Efectos de dos especies de presa en el desarrollo de larvas de *Hippodamia sinuate* (Coleóptera: Coccinellidae) a temperaturas constantes. *Revista de Entomología Económica*, 84(5), 1480-1484.
- Milán, O., Cueto, N., Larrinaga, J., Massó, E., Hernández, N., y Al., E. (2006). Los coccinélidos: insectos benéficos para combatir fitófagos de interés para el agricultor. *Resúmenes 5ta Jornada Científico Técnica de Sanidad Vegetal*, Ministerio de la Agricultura. Cuba, 39.
- Montoya, A., Rodríguez, H., Miranda, I., y Ramos, M. (2008). Evaluación de la reproducción masiva de *Amblyseius largoensis* (Muma) en casas de malla. *Protección vegetal*, 23(3), 168-175.
- Morales, I., y Fereres, A. (2008). Umbral de temperatura para el inicio del vuelo de los pulgones de la lechuga, *Nasonovia ribisnigri* y *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae). *Bilología Sanitaria Vegetal*, 34, 275-285.
- Morón, M., y Terrón, R. (1998). *Entomología Práctica* (Primera ed.). México, D.F.: Instituto de Ecología.
- Nájera, M. (2010). Insectos benéficos. Guía para su identificación. Instituto Nacional de forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) México.
- Nájera, M., y Souza, B. (2010). Insectos benéficos. *Guía para su identificación*. México. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Michoacán (COECyT). 14 - 19.
- Neimeyer, H., y Martos, A. (1990). Dos especies de crianza masal del coccinélido *Eriopsis connexa* Germar. *Peruana Entomológica* (32), 48-52.
- Nicholls, C. I. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Universidad de Antioquia. *Ciencia y tecnología*, 1, 282.
- Obrycki, J., y Tauber. M., (1982). Requisitos térmicos para el desarrollo de *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Anales de la Sociedad Entomológica de*

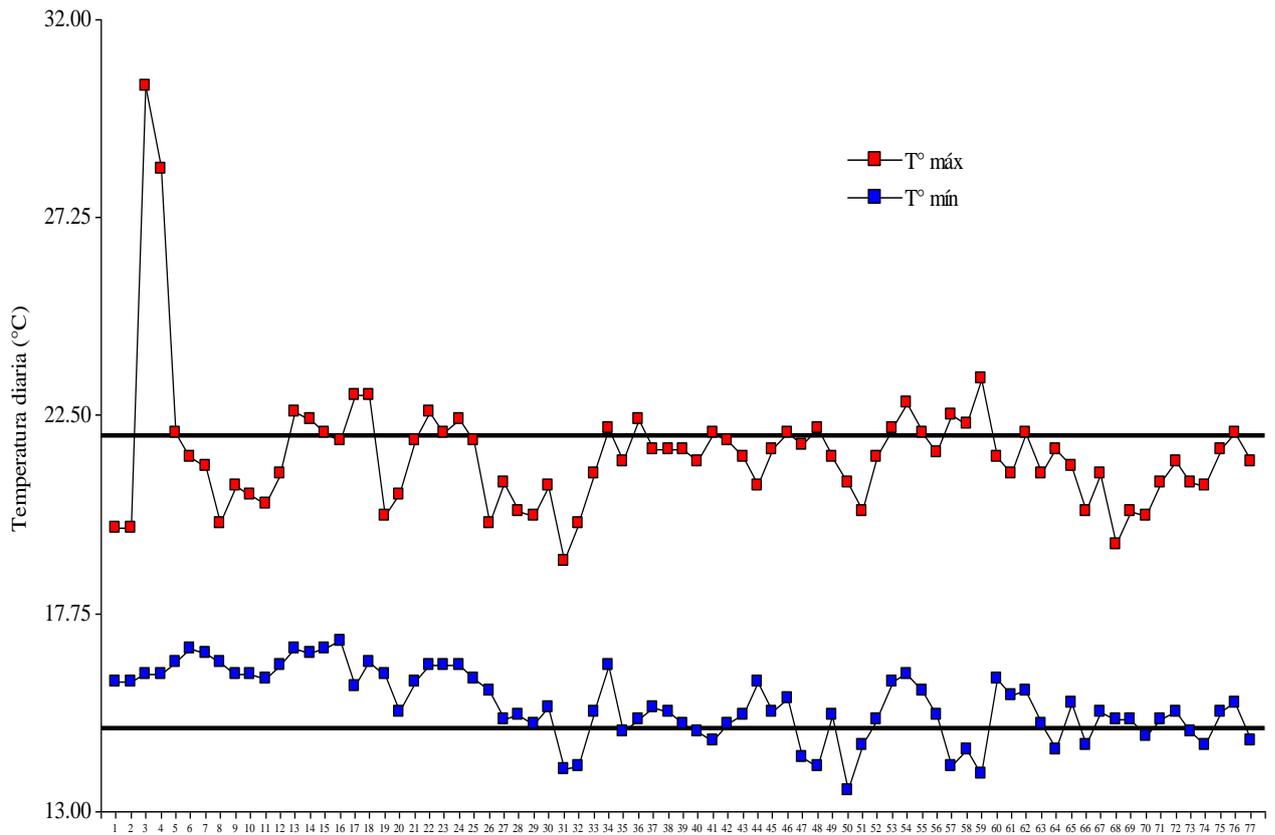
*América*, 75(6), 678-683.

- Oliveira, N., Wilcken, C., y O. De Matos, C. (2004). Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera, Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-dopinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 48(4), 529-533.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2009). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. (Y. López, E. Lóriga, Y. Saíz, y Y. Domínguez, Edits.) Obtenido de Sistemas para cría de coccinélidos en condiciones de laboratorio: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2009100357>
- Orr, C., y Obrycki, J. (1990). Requisitos térmicos y dietéticos para el desarrollo de *Hippodamia parenthesis* (Coleoptera:Coccinellidae). *Entomología ambiental*, 19(5), 1523-1527.
- Paredes, D., Campos, M., y Cayuela, L. (2013). El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte. *Ecosistemas*, 22(1), 56–61.
- Pérez, Y., Alonso-Rodríguez, D., Chico, R., & Rodríguez, H. (2014). Biología y conducta alimentaria de *Neoseiulus longispinosus* (Evans) sobre *Tetranychus tumidus* Banks. *Protección Vegetal*, 27(3), 174-180.
- Ramírez, S., Santana, N., y Solís, J. (2013). Biology of *Hyperaspis trifurcata* Shaeffer (Coleoptera: Coccinellidae) in laboratory conditions. *Dugesiana*, 20(2), 99-103. doi:<http://dx.doi.org/10.32870/dugesiana.v20i2.4103>
- Reyes-García, V., y Martí-Sanz, N. (2008). Etnoecología: punto de encuentro entre naturaleza y cultura. *Ecosistemas*, 16(3), 16-30.
- Ricci, M., Padin, S., Enning, C., Hinguelet, J., y Kahan, A. (2010). Cineol para el manejo integrado de *Myzus persicae* y *Brevicoryne brassicae* en repollo. *Sanidad Vegetal. Plagas*, 36(1), 37–43.
- Rodríguez-Saona, C., y Miller, J. (1999) Efectos dependientes de la temperatura en el desarrollo, la mortalidad y el crecimiento de *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Entomología ambiental*, 28(3), 518-522.
- Salas, M., y Salazar, E. (2003). Importancia del uso adecuado de agentes de control biológico. *Acta Universitaria*, 13(1), 29-35.

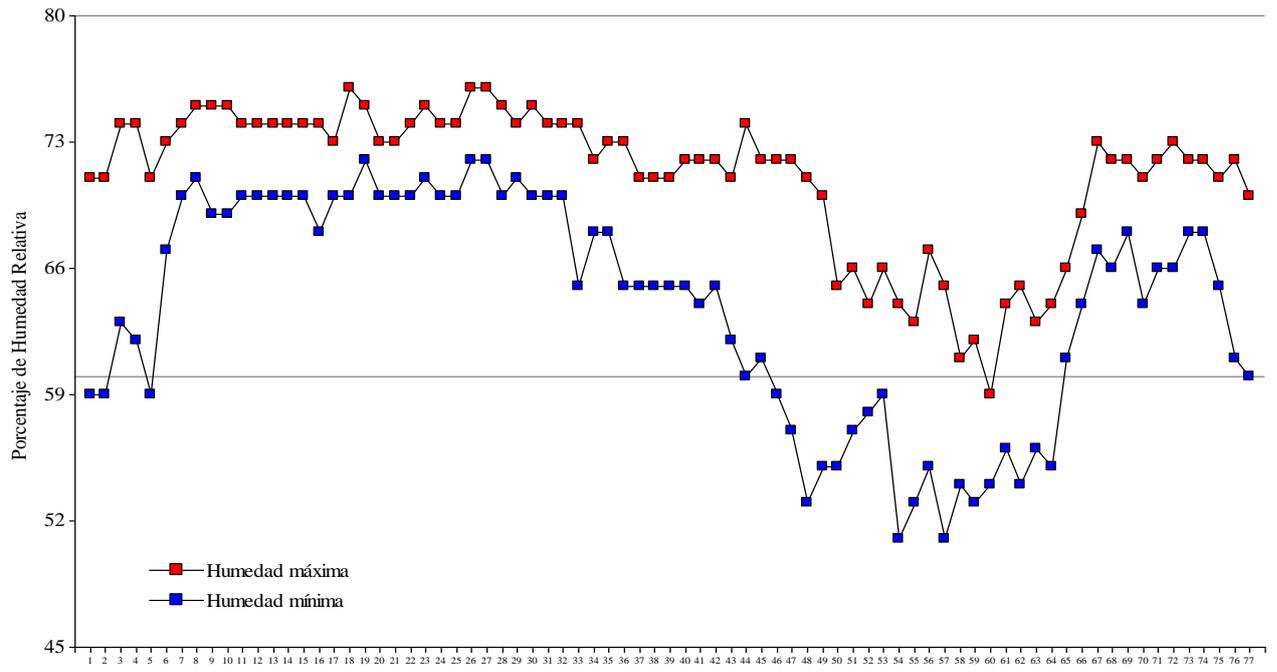
- Sánchez, D., Scotta, R., y Arregui, C. (2005). Población de mosca blanca en tomate cultivado a campo con pantallas de sombreamiento. *Pesquisa agropecuaria brasileira*, 40(2), 183-185.
- Santos, L., Santos-Cividanes, T., Cividanes, F., y Matos, S. (2013). Aspectos biológicos de *Harmonia axyridis* en comparación con *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 48(11), 1419-1425.
- Smith, H., y Maltby, H. (1964). Biological control of the citrus blackfly in Mexico. *USDA Tech*, 13(11), 153-168.
- Solís, J. C. (2015). *Control biológico, tendencia contra plagas*. Obtenido de Productor Agropecuario: <https://revistaproagro.com/control-biologico-tendencia-contra-plagas/>
- Tarango, H. (1999). Variación en la historia de vida de dos colonias de *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinélidae) con diferente tipo de cría en laboratorio. *Entomología Mexicana*, 107, 51-60.
- Trujillo, J. (2014). Control biológico por conservación: enfoque relegado perspectiva de su desarrollo en Latino América. *CEIBA*, 33(1), 17-26.
- Valdivieso, M. (2017). *Manejo agroecológico de plagas*. (Primera ed.). Quito, Ecuador: Medios Públicos del Ecuador.
- Valenciano, J. B., y Paravano, A. S. (2002). Población de sírfidos (Diptera: Syrphidae) depredadores de pulgones y presencia de áfidos parasitados sobre alfalfa en la provincia de Santa Fe (Argentina). *Revista FAVE - Ciencias Agrarias*, 1 (2) 47-55.
- Valenzuela, D. (2016). Liberación de coccinélidos en Sinaloa. *Cesavesin*, (5), 8-9.
- Van Driesche, R., Hoddle, M., y Center, T. (2007). *Control de plagas y malezas por enemigos naturales*. (E. Ruiz, J. Coronada, & J. Alvarez, Edits.) Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team (FHTET). Washington, D.C., 13 (1), 39 - 40.
- Vanegas-Rico, J., Lomeli-Flores, R., Rodríguez-Leyva, E., Pérez-Panduro, A., González-Hernández, H., Y Marín-Jarillo, A. (2015). *Hyperaspis trifurcata* (Coleoptera: Coccinellidae) y sus parasitoides en el centro de México. *Colombiana Entomológica*, 41(2), 194-199.

- Vargas, G., Michaud, J., y Nechols, J. (2012). Larval food supply constrains female reproductive schedules in *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Entomological Society of America*, 105(6), 832 - 839.
- Vargas, R. (1987). Control integrado de escama de San José. *La Platina* (44), 44-48.
- Vásquez, L. (2000). Regulación natural de plagas en agroecosistemas: mito o realidad. *Agroenfoque*, 112, 25-27.
- Vázquez, L. (2012). Los insectos, los agricultores y el manejo de la finca. *Agroecología*, 28(1), 4-5.
- Vázquez, L. (2004). Experiencia de Cuba en la inserción del control biológico al Manejo Integrado de Plagas. En A. Lizzarraga, M. Castellón, y D. Mallqui (Edits.), *Manejo Integrado de Plagas en una Agricultura Sostenible* (págs. 167-187). Lima, Perú: RAAA.
- Vázquez, L. L., Fernández, E., y Alfonso-Simonetti, J. (2007). Manejo de reservorios de entomófagos por agricultores urbanos en ciudad de La Habana. *International Information System for the Agricultural Science and Technology*, 11(2), 130.
- Vázquez, L., Matienzo, Y., Veitía, M., y Alfonso-Simonetti, J. (2008). *Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba*. CIDISAV.
- Voegtlin, D., Villalobos, W., Sánchez, M., Saborío, G., y Rivera, C. (2003). Guía de los áfidos alados (Homoptera) de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 51(2), 01-214.
- Zúñiga, A. (2011). Los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) de la región de Magallanes: nuevos registrados y distribución regional. *Anales Instituto Patagonia*, 39(1), 59-71.

## ANEXOS



**ANEXO 1** Temperatura mínima y máxima diaria de la cría y reproducción de coccinélidos (*H. convergens*) bajo condiciones de laboratorio.



**ANEXO 2** Porcentajes mínimos y máximos de Humedad Relativa en la cría y reproducción de *H. convergens* en condiciones de laboratorio.