

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSERVACION



EVALUACIÓN DE LA REPRODUCCIÓN DE LOS DEPREDADORES *Chrysoperla externa* Y *Coccinella septempunctata*, ALIMENTADOS CON HUEVOS DE *Ephestia kuehniella*.

PROYECTO DE TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PREVIO A LA REALIZACIÓN DEL
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

POR:

TANIA NOELIA BARRIENTOS HERNANDEZ

CATACAMAS, OLANCHO

NOVIEMBRE 2023

EVALUACIÓN DE LA REPRODUCCIÓN DE LOS DEPREDAADORES *Chrysoperla*
Externa Y *Coccinella septempunctata*, ALIMENTADOS CON HUEVOS DE *Ephesia*
kuehniella.

POR:

TANIA NOELIA BARRIENTOS HERNANDEZ

MARIO EDGARDO TALAVERA SEVILLA, PhD.

Director de tesis

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN
GESTION INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES

CATACAMAS, OLANCHO

NOVIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
Catacamas, Olancho

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los suscritos miembros de la comisión evaluadora del Informe de Tesis certificamos que:

La estudiante TANIA NOELIA BARRIENTOS HERNANDEZ del IV Año de Ingeniería en Gestión Integral de los Recursos Naturales presentó su informe intitulado:

EVALUACIÓN DE LA REPRODUCCIÓN DE LOS DEPRDADORES *Chrysoperla externa* Y *Coccinella septempunctata*, ALIMENTADOS CON HUEVOS DE *Ephestia kuehniella*.

El cual, a criterio de los evaluadores, _____ el presente Informe Final de Tesis como requisito previo para optar al título de Ingeniero en Gestión Integral de los Recursos Naturales.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los _____ días del mes de noviembre de dos mil veintitrés.

PhD. Mario Edgardo Talavera Sevilla
Director de tesis

PhD. Santiago Maradiaga
Jurado de tesis

M.Sc. José Adolfo Pineda
Jurado de tesis

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación principalmente a Dios, por darme la fuerza y sabiduría necesaria para culminar este proyecto.

A mis padres, Antonio Barrientos y Elva Hernández, por todo su amor, apoyo incondicional y motivación para seguir adelante siempre.

A mis hermanos, Jorge Enrique Hernández y Javier Edgardo Hernández por ser mi mayor ejemplo de superación y demostrarme que siempre podremos cumplir nuestros sueños.

A mi mejor amigo Ramiro Castellanos, por demostrarme siempre su cariño, apoyo y estar presente en mi vida en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Mi mayor agradecimiento principalmente a Dios todopoderoso por darme bienestar y sabiduría para culminar este proyecto y guiarme siempre por el buen camino.

A mis amados padres Antonio Barrientos y Elva Hernández, por estar presentes en cada paso importante de mi formación profesional, por darme todo lo que he necesitado desde amor, rigor, comprensión y todas aquellas cosas valorables e invaluable en esta vida.

A mis tíos (as) Miguel Ángel Hernández, Leonardo Castellón, Bernarda Hernández por darme los ánimos necesarios siempre.

Expreso infinito agradecimiento a mis asesores de tesis Mario Edgardo Talavera PhD, Santiago Maradiaga PhD, y Adolfo Pineda M. Sc, por su valioso apoyo durante este proceso, su comprensión, paciencia y sus conocimientos contribuyeron grandemente en mi proyecto de investigación.

A mi asesor externo Erick David Gutiérrez M. Sc, por guiarme durante todo este proyecto, sin su apoyo esto no hubiese sido posible.

De igual forma mi más profundo agradecimiento a mi Alma Mater UNAG, por darme la grandiosa oportunidad de formarme profesionalmente y darme la maravillosa experiencia del aprender haciendo.

Mi más sincero agradecimiento a la abogada Carmen Paz, por su valioso apoyo durante todo mi proceso de formación universitaria, por haber confiado en mí siempre.

A mis amigas y compañeras Xiomara Rivera, Anabela Maldonado por estar conmigo en esta pequeña etapa.

A mis amigos Ramiro Castellanos y Víctor Ortega por brindarme siempre el apoyo que he necesitado.

A cada una de las personas que de una u otra forma me han demostrado su amor, cariño y apoyo en esta etapa de mi vida.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1. Las plagas en la agricultura	4
3.2. Las plagas en la agricultura hondureña	4
3.3. Problemática del uso irracional de plaguicidas sintéticos	5
3.3.1. Daños a la salud humana	5
3.3.2. Reducción de la biodiversidad.....	6
3.3.3. Efectos ambientales de los plaguicidas	6
3.3.4. Necesidad de los procesos de producción sostenible	7
3.4. Manejo integrado de plagas (MIP)	8
3.4.1. Control biológico	8
3.4.2. Tipos de enemigos naturales.....	9
3.5. <i>Chrysoperla externa</i> Crisopa verde	10
3.5.1. Taxonomía.....	11
3.5.2. Características del depredador	11
3.5.3. Ciclo de vida.....	11
3.6. <i>Coccinella septempunctata</i> Mariquita de siete puntos	12
3.6.1. Taxonomía.....	12

3.6.2.	Características del depredador	12
3.6.3.	Ciclo de vida.....	13
3.7.	<i>Ephestia kuehniella</i> Polilla de la harina.....	13
3.7.1.	Taxonomía.....	13
3.7.2.	Descripción del insecto.....	13
3.7.3.	Ciclo biológico.....	14
3.7.4.	Contenido nutricional de los huevos de <i>Ephestia kuehniella</i>	14
IV.	MATERIALES Y METODOS	15
4.1.	Ubicación del laboratorio donde se realizó el experimento	15
4.2.	Materiales y equipo	16
4.3.	Manejo del experimento en el laboratorio	16
4.4.	Reproducción de <i>Ephestia kuehniella</i>	16
4.5.	Procedimiento de captura y reproducción de los depredadores	17
4.5.1.	Captura de insectos depredadores.....	17
4.5.2.	Reproducción de áfidos para alimentación de <i>Coccinella septempunctata</i> adultas	18
4.5.3.	Preparación de alimento para <i>Chrysoperla externa</i> adulta.....	18
4.5.4.	Reproducción de los depredadores.....	19
4.6.	Tratamientos evaluados.....	20
4.7.	Diseño del experimento.....	20
4.8.	Variables evaluadas.....	20
4.8.1.	Tasa de reproducción de los depredadores.....	20
4.8.2.	Fertilidad de los huevos de los depredadores.....	21
4.8.3.	Tiempo de cría, crecimiento de los depredadores y potencial de los huevos de la polilla como alimento para los depredadores	21
4.9.	Análisis estadístico.....	21
V.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
5.1.	Descripción del trabajo realizado en laboratorio	22
5.2.	Identificación de temperatura y humedad relativa para la cría eficiente de los depredadores	22
5.3.	Potencial de los huevos de la polilla de la harina como alimento para los depredadores.	24
5.4.	Evaluación de las tasas de reproducción, tiempo de cría y porcentaje de fertilidad de los huevos de los depredadores	25
5.4.1.	Tasa de reproducción de los depredadores.....	25

5.4.2. Tiempo de cría de los depredadores	26
5.4.3. Fertilidad de los huevos de los depredadores.....	28
VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	33
ANEXOS.....	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tratamientos establecidos para ambos depredadores.....	20
Tabla 2 Número promedio de días necesarios para alcanzar el estado adulto de <i>C. externa</i> , según el tratamiento evaluado.	26
Tabla 3 Número promedio de días necesarios para alcanzar el estado adulto de <i>C. septeimpunctata</i> , según el tratamiento evaluado	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación de laboratorio SCITA.	15
Figura 2 Temperatura y Humedad Relativa prevalecientes durante el desarrollo del experimento.....	23
Figura 3 Ciclo en días de <i>C. externa</i>	27
Figura 4 Ciclo en días <i>C. septempunctata</i>	28
Figura 5 Fertilidad de los huevos de <i>Chrysoperla externa</i>	28
Figura 6 Fertilidad de los huevos de <i>Coccinella septempunctata</i>	29

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Crecimiento promedio (mm) del depredador <i>C. externa</i>	38
Anexo 2	Crecimiento promedio (mm) del depredador <i>C. septempunctata</i>	39
Anexo 3	Análisis de varianza para crecimiento de <i>Chrysoperla externa</i>	40
Anexo 4	Análisis de varianza para crecimiento de <i>Coccinella septempunctata</i>	40
Anexo 5	Análisis de varianza para el tiempo de cría de <i>C. externa</i>	41
Anexo 6	Análisis de varianza para el tiempo de cría de <i>C. septempunctata</i>	41
Anexo 7	Imágenes del desarrollo de la investigación	42

Barrientos Hernández, TN. 2023. Evaluación de la reproducción de los depredadores *Chrysoperla externa* y *Coccinella septempunctata*, alimentados con huevos de *Ephestia kuehniella* (SCITA, El Taladro Comayagua, Honduras) Informe Final de Investigación Catacamas Honduras. Universidad Nacional de Agricultura.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Sistema de Centros de Innovación Tecnológica Agrícola SCITA, donde se evaluó la reproducción de los depredadores *Chrysoperla externa* y *Coccinella septempunctata* bajo condiciones de laboratorio. Se establecieron diferentes tratamientos, proporcionando huevos de *Ephestia kuehniella* como fuente de alimento, en proporciones alta (80 huevos), media (40 huevos), y baja (20 huevos). El propósito fue identificar cuál de las dietas proporcionadas presentaba mayor eficiencia en la reproducción de los depredadores. El establecimiento de los tratamientos consto con cinco repeticiones cada uno haciendo un total de cuarenta y cinco unidades experimentales por cada depredador, los cuales fueron monitoreados diariamente para tomar datos sobre crecimiento y comportamiento de los depredadores, haciendo uso de un estereoscopio y regla milimétrica para la medición de las larvas. Se evaluó el potencial de los huevos de la polilla como alimento para los depredadores, la tasa de reproducción de los depredadores adultos, el tiempo de cría y fertilidad de los huevos de los depredadores y también se monitoreo la temperatura y humedad relativa dentro del laboratorio. Se establecieron nueve tratamientos para cada depredador y se aplicó un análisis de varianza a los datos obtenidos del potencial de los huevos de la polilla como alimento y para el tiempo de cría de los depredadores con el fin de identificar si había o no diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Los resultados obtenidos de los análisis estadísticos, no presentaron diferencias estadísticas significativas. Se obtuvo un porcentaje de fertilidad de los huevos de un 86% para *C. externa* y 88% para *C. septempunctata*, el tiempo de cría de los depredadores varió entre 28.72 días para *C. externa* y 25.77 días para *C. septempunctata* y el crecimiento diario de los depredadores, en promedio, fue de 0.56 mm para *C. externa* y 0.56 mm para *C. septempunctata*. Los resultados que se obtuvieron para ambos depredadores, se pueden considerar que la reproducción de estos depredadores en condiciones de laboratorio a una temperatura promedio de 28.2 C°, una humedad relativa promedio de 68.3%, utilizando las dietas evaluadas en esta investigación, sí es posible. Esta sería una excelente alternativa a incorporar en programas de producción agroalimentaria sostenible.

Palabras clave: Evaluación, reproducción, condiciones de laboratorio, depredadores

I. INTRODUCCION

La evaluación realizada para la reproducción de los depredadores, resulta una temática crucial para así comprender los procesos ecológicos y biológicos que ocurren en los ecosistemas. Así mismo, los depredadores *Chrysoperla externa* y *Coccinella septempunctata* son considerados importantes controladores biológicos de plagas en diversos cultivos agrícolas por su fácil manejo. Un aspecto importante que se tiene que tomar en cuenta, para la evaluación de estos depredadores es su capacidad reproductiva, la cual puede ser afectada por diferentes factores, como la calidad de la dieta y las condiciones ambientales en las que estos se encuentren. En este contexto, el presente trabajo se enfocó en la evaluación de la reproducción de *C. externa* y *C. septempunctata*, alimentados con huevos de *Ephestia kuehniella*, conocida comúnmente como la polilla de la harina.

Poco se conoce de la reproducción de controladores biológicos, desde la aparición de los productos de origen sintético para combatir las plagas en los cultivos, los controladores biológicos se han hecho de lado, pero para el manejo integral de plagas el uso de controladores biológicos es muy eficaz. Algunos autores como (Castro-López y Martínez-Osorio 2016), mencionan que debido a la evidencia de los problemas que se han presentado en la actualidad con el uso de productos de síntesis química, surge la necesidad de optar por alternativas que los sustituyan, tal es el caso del uso de agentes biológicos.

El establecimiento de un módulo de crianza de las especies en mención, teniendo como base la información sobre aspectos básicos de los ciclos biológicos y comportamiento, facilita la disponibilidad de los predadores para su uso en campo o para su producción la gran escala, contribuyendo de este modo a la reducción del costo de producción, al reducir la aplicación de costosas campañas químicas. (Núñez 1988)

Según Sarango (2021) es posible realizar la cría y reproducción de *Chrysoperla externa* crisopas bajo condiciones controladas permitiendo así poder conocer las condiciones óptimas para su reproducción. De igual manera la *Coccinella septempunctata* se ha usado con éxito en programas para control biológico, especialmente para controlar los pulgones, trips entre otros insectos que afectan considerablemente los cultivos, por ejemplo en Asia y Europa, debido a su gran eficacia para controlar los pulgones se ha introducido en otros países como Estados Unidos (Perales y Arredondo 1999)

En resumen, en esta investigación se encontró que la reproducción de los depredadores *Chrysoperla externa* y *Coccinella septempunctata*, alimentados con huevos de *Ephestia kuehniella*, depende de varios factores, incluyendo la calidad nutricional de los huevos de *E. kuehniella*, la edad y la salud de los depredadores, y las condiciones ambientales en las que se mantienen.

Los resultados indican que la capacidad de reproducción de estos depredadores es alta, lo que los convierte en una opción viable para el control de plagas. La reproducción de los depredadores en laboratorio implicó la incubación de los huevos, el cuidado de las larvas y proporcionarles diferentes dietas de huevos de la polilla de la harina como alimento para su desarrollo. Es importante tener en cuenta que, durante el proceso de reproducción, los depredadores pueden presentar diferentes comportamientos que pueden afectar su población.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar un proceso de crianza y reproducción de los depredadores *Chrysoperla externa* y *Coccinella septempunctata* en cautiverio utilizando como fuente de alimento huevos de *Ephestia kuehniella*.

2.2. Objetivos específicos

- a. Identificar la temperatura y humedad relativa para la cría eficiente de los depredadores.
- b. Determinar el potencial de los huevos de la polilla de la harina como alimento para los depredadores.
- c. Estimar las tasas de reproducción, tiempo de cría y porcentaje de fertilidad de los huevos de los depredadores.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Las plagas en la agricultura

Algunos autores como Goula (2021) hacen mención sobre las consecuencias que tienen las actividades agrícolas en la alteración del entorno, donde una de las principales consecuencias es la reducción de la red trófica, la estabilidad baja, y se reduce la resiliencia ante los cambios. La oferta alimenticia que significan los cultivos facilita el incremento de las poblaciones de fitófagos, los cuales se calificaran como plaga si sus efectos en el cultivo conllevan un perjuicio económico, porque su densidad es superior al nivel de tolerancia. La industrialización de la actividad agrícola tiene por objetivo la maximización de la producción al mínimo coste posible, y para ello implementa transformaciones que pueden favorecer aún más la aparición de las plagas.

Indirectamente, las plagas facilitan la entrada de fitopatógenos (principalmente bacterias, virus o hongos), o son sus vectores. Determinadas acciones, como por ejemplo las tareas agrícolas, pueden tener un alto poder preventivo de las plagas, pero si estas finalmente ocurren, se pueden gestionar usando métodos físicos, químicos, biológicos, genéticos o culturales. La combinación armónica de todos ellos se denomina gestión integrada de plagas (GIP) (Goula, 2021).

La intensificación de la agricultura es el principal causante del declive de los insectos, la pérdida de hábitats, los contaminantes agroquímicos, las especies invasoras y el cambio climático son motivos adicionales. En algunos países se estiman pérdidas del 70% de las poblaciones de insectos benéficos (ONU 2019).

3.2. Las plagas en la agricultura hondureña

Según la FHIA (2020), a través del Programa de Hortalizas durante el año 2020 en el cual desarrolla diferentes ensayos de investigación para buscar soluciones a problemas de plagas y enfermedades que están afectando los cultivos de hortalizas, mediante el manejo integrado de plagas (MIP) y uso de productos amigables con el ambiente, logrando así productos más saludables, mayor productividad y rentabilidad, menciona que el uso excesivo de plaguicidas en la agricultura, específicamente en cultivos de hortalizas, ha generado resistencia en las plagas a los mismos; además debido al abuso de productos agroquímicos se ha dado la prohibición del uso de algunos de ellos, especialmente en productos hortícolas para exportación.

3.3. Problemática del uso irracional de plaguicidas sintéticos

De acuerdo con la OMS (2022) hoy en día se utilizan más de 1000 plaguicidas en todo el mundo para garantizar que las plagas no dañen ni destruyan los alimentos. Cada plaguicida tiene diferentes propiedades y efectos toxicológicos. La toxicidad de un plaguicida depende de su función y de otros factores. Ninguno de los plaguicidas actualmente autorizados para su uso en alimentos en el comercio internacional es genotóxico (perjudicial para el ADN, es decir, que pueda causar mutaciones o cáncer). Los efectos adversos de estos plaguicidas solo se producen cuando se rebasa un cierto nivel seguro de exposición.

3.3.1. Daños a la salud humana

Se sabe que el uso de plaguicidas, generalmente en la agricultura, además de traer beneficios de producción, trae consigo grandes riesgos para la salud del ser humano, tales como: efectos teratógenos, daños en el sistema nervioso central, infertilidad, cáncer, daño en ojos, piel, mucosas, sistema inmunológico, y pulmones.

Sin embargo, no solo se difunden de manera directa con el humano, ya sea por exposición directa al producto, si no que los plaguicidas contaminan tanto los ambientes terrestres como los acuáticos. Los plaguicidas en los suelos y en la biota pueden persistir desde unos días hasta años. Los efectos que producirán en el organismo dependen del mismo plaguicida, del tiempo

de exposición, de la vía de ingreso, otro factor que influye bastante en relación a los trastornos tóxicos es el período de exposición (Bustamante S et al. 2014)

3.3.2. Reducción de la biodiversidad

La FAO (2002) argumenta que los plaguicidas y herbicidas destruyen directamente muchos insectos y plantas no deseadas, y reducen la disponibilidad de alimentos para animales más grandes. Por tanto, la pérdida de biodiversidad no se limita a la fase de preparación de la tierra en el desarrollo agrícola, sino que continúa mucho después. No se reduce ni siquiera en países desarrollados donde de la naturaleza está altamente valorada y protegida.

Algunas de las formas de vida afectadas pueden ser importantes recicladores de nutrientes del suelo, polinizadores de cultivos y predadores de insectos dañinos. Otras son potencialmente una fuente importante de material genético para mejorar cultivos y ganados domesticados. Las presiones sobre la biodiversidad a lo largo de los tres próximos decenios serán el resultado de tendencias en conflicto ((FAO 2002)

3.3.3. Efectos ambientales de los plaguicidas

Los efectos indeseables de los plaguicidas sobre el ambiente se pueden agrupar de la siguiente manera:

a. Efectos adversos a corto plazo en el ambiente cercano

Los plaguicidas actúan a corto plazo sobre el ambiente cercano al lugar donde se aplican. Esto causa, por un lado, la contaminación inmediata del ambiente abiótico, suelos, aguas superficiales y subterráneas y aire. Y, por otra parte, la muerte de diversos organismos sensibles a los que no se deseaba afectar, como los insectos que son enemigos naturales de las plagas o los que el hombre considera como benéficos (Vargas 2006).

b. Efectos adversos a largo plazo en el ambiente cercano

Cuando los plaguicidas son persistentes o permanentes y se utilizan con frecuencia, el problema se complica, pues con cada aplicación, además del daño inmediato, se agregan al ambiente, nuevos contaminantes que requerirán años para degradarse. Así, aunque el producto deje de usarse en un lugar determinado, por sus características de persistencia, o las de sus productos de transformación, isómeros o impurezas, contaminan los suelos, los sedimentos y los mantos freáticos, los que permanecerán así hasta que se tomen medidas drásticas, como el dragado integral de un río o el cierre de todos los pozos de una región, lo cual no siempre es costeable o factible, sobre todo para los países en desarrollo (Vargas 2006)

c. Efectos adversos a largo plazo en el ambiente lejano

Paradójicamente, estos fueron los primeros efectos indeseables que se conocieron de los plaguicidas, puesto que los primeros plaguicidas sintéticos, o sea los organoclorados, son muy persistentes y de esto se deriva su capacidad para movilizarse en el ambiente, llegar a sitios remotos al de su uso inicial y causar alteraciones en organismos que no se intentaba afectar. Estos efectos requieren que el plaguicida, o alguno de sus productos de transformación o de sus contaminantes, sean persistentes (Vargas 2006)

3.3.4. Necesidad de los procesos de producción sostenible

Actualmente, a nivel mundial, la producción agrícola supera los 3,000 billones de dólares al año, incluso en algunos países podría suponer hasta el 40% de sus riquezas, según el Banco Mundial. Además, es responsable de más del 20% de los gases de efecto invernadero (GEI), por ello la apuesta de implementar procesos de producción sostenible (BBVA 2022).

En la actualidad la gran demanda de alimentos ha provocado un crecimiento de la producción agrícola de manera insostenible, debido a sus impactos negativos sobre los recursos naturales y

el medio ambiente. Una tercera parte de la tierra agrícola está degradada, hasta el 75 por ciento de la diversidad genética de los cultivos se ha perdido, además unos 13 millones de hectáreas de bosques al año fueron transformadas para otros usos. Los desafíos globales a los que nos enfrentamos son la creciente escasez y la degradación rápida de los recursos naturales, en un momento en que la demanda de alimentos, piensos, fibra y los bienes y servicios procedentes de la agricultura está aumentando rápidamente (FAO 2023).

Dadas las circunstancias que atraviesa la producción agrícola, en diferentes países se vienen implementando nuevas técnicas de producción sostenible con el fin de abordar dicha problemática, tomando en cuenta que los nuevos procesos de producción posibilitan la seguridad alimentaria y apuestan a una forma de vida más saludable, asegurando el bienestar para los seres humanos y la salud del planeta (Castillo 2009).

3.4. Manejo integrado de plagas (MIP)

El manejo integrado de plagas es considerado según FHIA (2020) como el conjunto de estrategias de manejo enfocadas a la prevención, monitoreo y tomas de decisiones adecuadas de acuerdo con los niveles críticos de plagas y enfermedades en los cultivos. El MIP engloba varios factores por ejemplo buena preparación de suelo, uso adecuado del agua, fertilización en base a un análisis de suelo, realizar monitoreos constantes, uso de barreras vivas y trampas, uso de plantas atrayentes de insectos benéficos depredadores, liberación de insectos depredadores, buenos manejos de malezas vecinas, destrucción de rastrojos y frutos contaminados.

3.4.1. Control biológico

El control biológico consiste en la producción y suelta en masa de enemigos naturales, como parasitoides y depredadores, para combatir a los insectos causantes de plagas de manera respetuosa con el medio ambiente. Además, brinda resultados satisfactorios para la producción agrícola, los subproductos de las instalaciones de cría en masa de insectos pueden utilizarse en

procesos de producción relacionados con programas de control biológico aumentativo (OIEA s. f.)

A mediados del siglo XX el control biológico tuvo un gran auge, a pesar de ello se ralentiza debido a la aparición de los insecticidas de origen sintético, productos de bajo coste, efectivos y con efecto rápido en las plagas. Su uso en grandes cantidades ha provocado efectos adversos para la salud del ambiente (Corporación AMA 2021)

3.4.2. Tipos de enemigos naturales

Dentro de los enemigos naturales de gran cantidad de plagas agrícolas se conocen, los parásitos, patógenos y depredadores siendo estos los grupos primarios usados en el control de insectos y ácaros. Son altamente especializados y atacan a un número limitado de especies de plagas cercanas entre sí (Universidad de California 2022).

a. Uso de parasitoides

Zelaya et al. (2022) mencionan que los parásitos son aquellos organismos que por lo general atacan a otros organismos del mismo tamaño, en el cual buscan desarrollarse en su interior, provocando en la mayoría de los casos la muerte del organismo hospedero. También (Ríos 2011) los define como insectos que durante su estado larvario se alimentan y desarrollan dentro o sobre otro animal invertebrado (llamado hospedero), al cual eventualmente matan, y durante su estado adulto son de vida libre, y solamente se alimentan de agua o néctar.

Dentro de los parasitoides más importantes en el control biológico de plagas se encuentran la avispa *Trichogramma*, y las moscas *tachinidae* (UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA 2019).

b. Uso de patógenos

El uso de patógenos en el manejo integral de plagas ha sido realmente eficiente, ya que estos atacan a otros insectos acabando con plagas dañinas para los cultivos. En la etapa actual de la agricultura, el uso de patógenos ha tenido mucho éxito y se le ha estado dando prioridad, por sus altos índices de controlar plagas en diversos cultivos, el patógeno ataca a un hospedero alterando su fisiología normal y termina acabando con estos. Para la liberación de patógenos en los cultivos requiere de producción masiva en el laboratorio y tener un estudio adecuado sobre estos y donde se realizará la liberación, para la obtención de resultados efectivos (Rubio y Ferres 2005)

Dentro de los patógenos más utilizados se conocen las bacterias como *Bacillus thuringiensis*, esta bacteria produce una toxina que acelera la muerte en los insectos, hongos *Metarhizium*, *Beauveria* y *Paecilomyces* el insecto atacado se torna duro al tacto y se recubre de una pelusilla, y los nematodos *teinernema* y *Heterorhabditis* (DFID 2004).

c. Uso de depredadores

Los depredadores naturales siempre han estado presentes, pero debido a el uso de productos de origen sintético se han visto afectados, gran cantidad de estos depredadores controlan grandes cantidades de plagas, dentro de los cuales tenemos los enemigos naturales más comunes son mariquitas o tortolitas, crisopas, avispas de agallas, hormigas, avispas parasíticas, moscas parasíticas y ácaros depredadores. La importancia relativa varía de acuerdo con cada insecto plaga, el hábitat y la estación o época del año (Smith et al. 2013).

La relevancia del uso depredadores para el manejo de plagas nace desde la necesidad de producción sostenible y la agricultura orgánica, donde se destacan algunos depredadores que se han utilizado con éxito como: las crisopas, mariquitas, chinches, mantis (Rincón 2010)

3.5. *Chrysoperla externa* Crisopa verde

3.5.1. Taxonomía

El depredador *Chrysoperla externa* (Crisopa) es una especie perteneciente a la clase insecta, a la orden neuróptera, a la familia Chrysopidae, al género *Chrysoperla* y la especie *externa* (Darwin Foundation 2023).

3.5.2. Características del depredador

De acuerdo con Cuesta y Guarín, citados por (Bastidas et al. 2010). *C. externa* es caracterizado como un insecto depredador, con alto grado de adaptabilidad al clima y a condiciones adversas, por tanto, es considerado como una alternativa en programas de control biológico, ya que consume varias de las especies plagas más limitantes en los sistemas agrícolas.

Algunos autores como Bastidas et al. (2010) describen que son insectos frágiles, de cuerpo delgado, ojos dorados brillantes, cuerpo frágil de color verde claro comúnmente llamados “Crisopas” “insectos verdes de alas de encaje” o “Green Lacewing”, presentan antenas filamentosas, no pectinadas, iguales en ambos sexos; miden aproximadamente 13 mm de longitud.

3.5.3. Ciclo de vida

El ciclo biológico de *C. externa* es de 28,2 días, sumatoria de 4,16 días de huevo; 9,91 días de larva; 9,48 días de pupa y 4,17 días de pre-oviposición, según un estudio realizado por ((Deza Álvarez 2018)

Autores como Soto y Iannacone (2008), documentaron el ciclo biológico de *C. externa* de acuerdo a un experimento realizado bajo condiciones de laboratorio no controladas con temperatura de 21 a 29°C y una humedad relativa de 47 a 65%, con una duración de 29 días, distribuidos en 4 días en huevo, 19 días en estado larval y 6 en pupa.

De igual forma, De Almeida (2020), menciona en su investigación realizada sobre los aspectos biológicos de *C. externa* que el ciclo biológico dura de 2 a 3 días en huevo, 9.31 a 16 días en estado larval y de 4 a 6 días en estado de pupa, con condiciones ambientales controladas a una temperatura de 24 a 28 °C y la humedad relativa de 65 a 75% dentro del laboratorio.

3.6. *Coccinella septempunctata* Mariquita de siete puntos

3.6.1. Taxonomía

El depredador *Coccinella septempunctata* (Mariquita de siete puntos o Catarina de siete puntos) pertenece a la clase insecta, orden coleóptera, familia Coccinélidae, genero *Coccinella* y a la especie *septempunctata* (García 2014).

3.6.2. Características del depredador

Drugmand (2022) destaca que la mariquita de siete puntos de acuerdo al periodo del año y el biotopo puede llegar a consumir de 100 a 2000 pulgones al día, pero ya en su etapa adulta este se satisface con 100-200 pulgones. Debido a estos altos índices de voracidad en varios países se cultivan en masa y son liberados en los campos especialmente en estado larvario, 80 larvas son suficientes para “limpiar” hasta 10 metros cuadrados de cultivos hortícolas y 20 larvas bastan para un rosal.

Menéndez (2014) también menciona como descripción de la mariquita de siete puntos, que tiene una longitud de 6.5-7.8 mm y su cuerpo es anchamente ovalado y convexo. La cabeza es negra, con dos puntos blancos diferenciables. El pronoto es negro y en la mitad del margen anterior aparecen unas manchas semitriangulares blancas. Los élitros son rojos y presentan las siete características manchas circulares negras que dan nombre a la especie. Los machos tienen pequeños pelos en el último segmento abdominal. Los huevos son ovalados, pequeños, de aproximadamente 1 mm.

3.6.3. Ciclo de vida

Según Perales y Arredondo (1999), el ciclo de vida de la mariquita de siete puntos puede variar de acuerdo a las condiciones en las que se encuentren como la temperatura y la humedad relativa cantidad de alimento, el tiempo de desarrollo de las mariquitas bajo temperatura de 27 °C y 57% de humedad relativa tiene duración de 19 días, distribuyéndose estos días en las siguientes etapas de desarrollo huevo (3 días), larva (10 días) y pupa (6 días).

Camacho et al. (2019), documentaron los estadios de *C. septempunctata*, determinando que el periodo de pupa fue de 5,04 días, siendo 19,98 días la etapa larvaria. Por su parte, Singh y Paliwal (2023), documentaron el ciclo de vida del depredador mencionado con 3 a 5 días en huevo, 9 a 19 días en estado larval t 5 a 9 días en estado de pupa, bajo temperatura promedio de 27 °C y humedad relativa de 66.7 a 80%.

3.7. *Ephestia kuehniella* Polilla de la harina

3.7.1. Taxonomía

Según la empresa especializada en el control integral de plagas (DESUR 2022) la taxonomía de la polilla de la harina es la siguiente: clase insecta, orden lepidóptera, familia *pyralidae*, género *Ephestia* y especie *kuehniella*.

3.7.2. Descripción del insecto

Las polillas adultas pueden llegar a medir de 18 a 25 mm de expansión alar. Las alas anteriores son de color gris plumizo, estando surcadas transversalmente por líneas oscuras en zigzag y habiendo además algunas máculas oscuras poco evidentes. Las alas posteriores son blanco grisáceo, bordeados de pelos visibles (Urretabizkaya et al. 2010).

3.7.3. Ciclo biológico

Las polillas son holometábolos lo que significa que pasan por una metamorfosis completa, su ciclo de vida pasa por cuatro etapas o fases que son su etapa huevo, oruga o larva, crisálida o pupa y adulto. (NEOPLAGAS 2020)

Su ciclo de vida inicia cuando la hembra coloca sus huevos sobre el alimento donde se desarrollarán las futuras larvas o en lugares cercanos a donde puedan alimentarse, colocan alrededor de 200 huevos, una semana después estos eclosionan y en su máximo desarrollo alcanzan a medir 15 mm, presentan color blanquecino o rosado; poseen en el protórax y en el último urómero una coloración más oscura que en el resto del cuerpo. Luego de tejer el capullo, empupan y permanecen en ese estado de 10 a 15 días. Tardan 8 a 10 semanas para alcanzar el estado adulto (Urretabizkaya et al. 2010)

3.7.4. Contenido nutricional de los huevos de *Ephestia kuehniella*

Son una excelente fuente de nutrientes, son ricos en proteínas y vitaminas. Además, contienen minerales como calcio y hierro. Por tanto, son una opción nutricionalmente completa para muchas especies de insectos. Además de ser una gran fuente de nutrientes, también son muy convenientes para la cría de insectos beneficiosos. Son fáciles de almacenar y ofrecen una fuente constante de alimento para insectos. (NEOPLAGAS 2020)

Los huevos de la polilla de la harina se pueden adquirir en tiendas especializadas de insectos, y mantenerlos en condiciones adecuadas, es importante recalcar que son muy versátiles en su uso. Además de ser utilizados en la cría de insectos beneficiosos, también se emplean en la investigación científica, (NEOPLAGAS 2020)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación del laboratorio donde se realizó el experimento

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de biología de SCITA (Sistema de Centros de Innovación Tecnológica y Agrícola) ubicado en el Km 2 desvío El Taladro, Comayagua, Comayagua Honduras. En cuanto a variables climáticas del sitio se tienen las siguientes: altitud promedio 582 metros sobre el nivel del mar (msnm), la temperatura promedio de la zona es de 33°C, la humedad relativa entre 35-85%, los meses más lluviosos junio, septiembre y octubre.

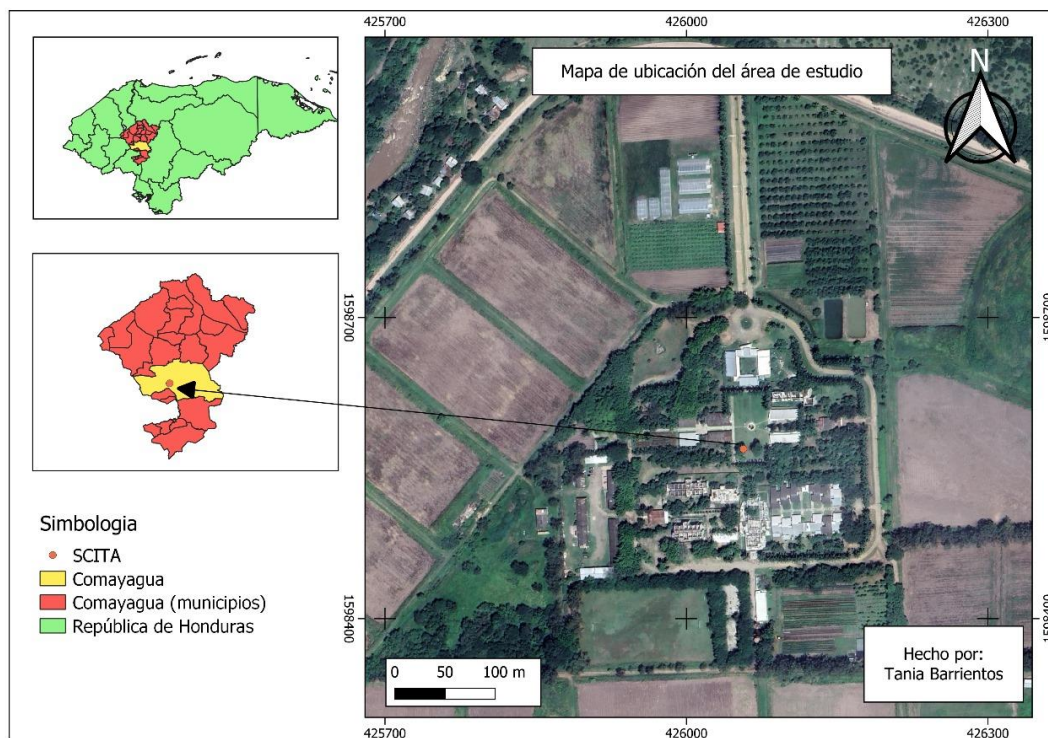


Figura 1 Mapa de ubicación de laboratorio SCITA.

4.2. Materiales y equipo

En el experimento se utilizaron los siguientes materiales y equipo:

En campo se utilizó una red entomológica, pinzas, placas de Petri, trampas para captura elaborados con tubo de PVC y botes para coleccionar los depredadores.

En laboratorio se utilizó estereoscopio, pinzas, recipientes plásticos, recipientes de termo foam, cámara de cría de *Ephestia kuehniella*, botes colectores de huevos, harina de trigo, reglas, bolsas plásticas, cinta masking tape, marcadores, libreta de apuntes, lápiz, entre otros.

4.3. Manejo del experimento en el laboratorio

Luego de realizar las actividades de campo para la captura de los especímenes silvestres y la reproducción de estos, el experimento en el laboratorio se monitoreó día a día, haciendo mediciones y toma de datos durante todo el periodo de desarrollo de los depredadores.

Para la documentación de la temperatura y humedad relativa en el laboratorio se hizo uso de un USB-2-LCD LASCAR, el cual muestra las lecturas en la pantalla LCD actuales de temperatura y humedad relativa, este aparato puede conectarse directamente a el puerto USB de la computadora, para poder descargar los datos obtenidos de las mediciones.

4.4. Reproducción de *Ephestia kuehniella*

Para la crianza del insecto se utilizó la cámara de cría de *Ephestia kuehniella*, donde se colocaron los adultos y en el recipiente una capa de harina de trigo como un medio de dieta/cultivo, siguiendo como guía el procedimiento de Bulut y Kılınçer, citado por Mamay et al. (2022), a una temperatura ambiente de 20-30 °C y humedad relativa del 50-80%, para la cosecha de huevos, posteriormente se tomó una parte de los huevos para seguir reproduciendo la polilla y otra para la alimentación de los depredadores.

Cabe mencionar que en el laboratorio de SCITA contaba con una población de la polilla, en dos cámaras de cría, con 38 cm de alto, 60 cm de largo y 38 cm de ancho, en la base cuentan con dos bandejas de aluminio donde se les coloca la harina, de la cual las polillas se alimentaban y realizaron la oviposición, en la parte superior, cuenta con una malla plástica de tramado muy fino, con el fin de evitar la salida de las polillas, como una solución de prevención fácil para permitir la ventilación y evitar el ingreso de otros insectos a la cámara.

En relación a la recolección de huevos, se extrajeron polillas de la cámara de cría con la ayuda de aspirador para capturar insectos, posteriormente fueron colocadas en recipientes de PVC de 15 cm de alto, 6 cm de diámetro, el tubo en ambos extremos cuenta con una malla plástica para evitar la salida de las polillas, dentro de dicho recipiente en el que estaban resguardadas las polillas, estas comenzaron a depositar sus huevos, estos caen al extremo inferior atravesando la malla, cayendo directamente a una bandeja de aluminio donde estaban ubicados los recipientes. Seguidamente, se recolectaron los huevos y fueron congelados en un refrigerador hasta obtener la cantidad necesaria para alimentar a los depredadores.

4.5. Procedimiento de captura y reproducción de los depredadores

4.5.1. Captura de insectos depredadores

Con el uso de una red entomológica se realizó la captura de especímenes silvestres, los cuales posteriormente fueron colocados en recipientes de postura de huevos, estos huevos fueron retirados y colocados en los recipientes para su eclosión.

*a. Captura de *Chrysoperla externa**

Como punto inicial para la recolección de crisopas se identificó el área donde había mayor presencia de estos depredadores, siendo esta la parcela donde se encuentra el cultivo de maracuyá. Para la captura se hizo uso de una red entomológica y recipientes de tubo de PVC de 6 cm de diámetro y 15 cm de alto, con malla plástica en ambos extremos. Después de su captura,

fueron llevados al laboratorio donde se colocaron en los recipientes de postura de termo foam de 15 cm del alto, con un diámetro en la parte inferior de 8.5 cm y en la parte superior 12.5 cm. A estos recipientes se les realizó una abertura de 5x8 cm, donde se les colocó una malla plástica y se les proporcionó alimento.

*b. Captura de *Coccinella septempunctata**

Para la recolección de las mariquitas se identificaron las áreas donde hay mayor presencia de coccinélidos, las cuales fueron las parcelas donde se encontraban cultivos de maíz, albahaca y eneldo. Para la captura se hizo uso de recipientes de tubo de PVC de 6 cm de diámetro y 15 cm de alto, con malla plástica en ambos extremos, luego las mariquitas fueron llevadas al laboratorio y se colocaron en los recipientes de termo foam, a dichos recipientes se les realizó una abertura de 5x8 cm, donde se les colocó una malla plástica, para que pudieran tener buena ventilación y poder observar a los depredadores dentro del mismo. A estos depredadores se les proporcionó áfidos para su alimentación.

4.5.2. Reproducción de áfidos para alimentación de *Coccinella septempunctata* adultas

Se estableció una pequeña cría de pulgones con el propósito de alimentar a los depredadores. Para esto, se utilizaron plantas de algodoncillo (*Asclepias curassavica*) como fuente de alimentación, ya que se observó que estas plantas tenían una mayor presencia del áfido (*Aphis nerii*). Se trasladaron las plantas contaminadas a un invernadero y se les proporcionó el mantenimiento adecuado, con el fin de aumentar la población de áfidos e inocular más plantas

4.5.3. Preparación de alimento para *Chrysoperla externa* adulta

El alimento fue elaborado a base de levadura y miel de abeja, su preparación consistió en agregar levadura y miel hasta obtener una consistencia gelatinosa. Con relación a la cantidad de alimento, se les colocó pequeñas porciones de 1-2 ml cada 3 días por cada 2 crisopas.

4.5.4. Reproducción de los depredadores

Luego de obtener los depredadores y colocarlos en recipientes cilíndricos con 36 mm de alto y 25 mm de diámetro, se establecieron los tratamientos donde, se les colocó las cantidades ya definidas de huevos de polilla de la harina como alimento, manteniéndolos a 12 horas luz y 12 horas oscuridad, una temperatura de 20–30°C y una humedad relativa entre el 50–80%, siendo estas las condiciones que se mantienen en el laboratorio. Además, se tomaron datos de crecimiento diariamente a las larvas, según la metodología utilizada por (Bezerra et al. 2012), donde se inspeccionaron las larvas desde su eclosión hasta que llegaron a su etapa de pupa.

A. Reproducción de crisopas verdes

Se colocaron dos depredadores en cada recipiente de postura, se les proporcionó alimento y se monitoreó diariamente para poder recolectar los huevos que estos ovipositaron. Las crisopas ovipositaron sus huevos en la parte superior del recipiente, los cuales fueron retirados de este con ayuda de pinzas, tomándolos del pedicelo y fueron colocados en recipientes plásticos de 3 cm de alto, un diámetro de 2.5 cm en la parte inferior y 4 cm en la parte superior. Se tomó nota de cuantos huevos se colocaron en cada recipiente, la coloración que presentaban y se monitoreó cuantos días tardaron en eclosionar.

B. Reproducción de mariquitas

Se colocaron dos depredadores en cada recipiente de postura, se les proporcionó áfidos como alimento y se monitoreó diariamente para poder recolectar los huevos que estos ovipositaron. Los huevos fueron retirados de este con ayuda de pinzas y agujas para posteriormente ser colocados en recipientes plásticos de 3 cm de alto, un diámetro de 2.5 cm en la parte inferior y 4 cm en la parte superior. Se tomó nota de cuantos huevos se colocaron en cada recipiente, la coloración que presentaban y se monitoreó cuantos días tardaron en eclosionar.

4.6. Tratamientos evaluados

Los siguientes tratamientos se aplicaron de igual forma para ambos depredadores (*Chrysoperla externa* y *Coccinella septempunctata*), proporcionándoles diariamente la cantidad de alimento que se especifica en cada tratamiento.

Tabla 1 Tratamientos establecidos para ambos depredadores

T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9	
No. Larvas	No. huevos	No. larvas	No. huevos	No. larvas	No. huevos	No. larvas	No. huevos	No. larvas	No. huevos	No. larvas	No. huevos	No. Larvas	No. huevos	No. larvas	No. huevos	No. larvas	No. huevos
1	80	1	40	1	20	10	80	10	40	10	20	20	80	20	40	20	20

4.7. Diseño del experimento

Se utilizó un diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (BCA), donde se evaluaron los nueve tratamientos de cada depredador (*Chrysoperla externa* y *Coccinella septempunctata*), representados como (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, y T9), con cinco repeticiones en cada tratamiento.

4.8. Variables evaluadas

Las variables evaluadas en el experimento fueron las siguientes

4.8.1. Tasa de reproducción de los depredadores

La tasa de reproducción se determinó mediante conteos de los huevos que ovipositaron los depredadores adultos en los recipientes de postura. Los conteos se realizaron a diario en horas de la mañana, durante la etapa adulta, cambiando de recipiente los huevos que ya habían sido contados. Los datos obtenidos fueron sometidos a una prueba de medias para poder obtener la tasa de reproducción de los depredadores. Luego de los conteos los huevos fueron colocados en recipientes para que estos eclosionaran.

4.8.2. Fertilidad de los huevos de los depredadores

Para obtener los porcentajes de fertilidad se documentó la eclosión de los huevos de los depredadores, realizando conteo de los huevos eclosionados y los huevos no eclosionados, para calcular el porcentaje de fertilidad de los huevos se hizo uso de la siguiente formula:

$$\% E = \frac{\text{Número de huevos eclosionados}}{\text{Número de huevos colocados en el recipiente}} * 100$$

4.8.3. Tiempo de cría, crecimiento de los depredadores y potencial de los huevos de la polilla como alimento para los depredadores

Se documentó el tiempo de cría de los depredadores desde el día de su eclosión, hasta que estos llegaron a su etapa adulta y el crecimiento de los depredadores se obtuvo tomando medidas del tamaño de estos en toda su etapa larval, con el apoyo de una regla milimetrada y un estereoscopio para tomar las mediciones.

El potencial de los huevos de la polilla de la harina como alimento para los depredadores se analizó de acuerdo a las comparaciones del desarrollo de los depredadores que se realizaron entre los tratamientos, de acuerdo al desarrollo y evolución de estos se logró identificar que tan eficiente fueron los huevos como fuente de alimento para los depredadores.

4.9. Análisis estadístico

Con los datos que se obtendrán de las variables a evaluar se realizó un análisis de varianza (ANOVA), donde se compararon los resultados de los tratamientos que fueron establecidos.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Descripción del trabajo realizado en laboratorio

Para la reproducción de los depredadores en laboratorio se realizaron una serie de actividades, desde su captura en campo, se prepararon las condiciones adecuadas en el laboratorio para su reproducción, hasta el momento de la recolección de datos para realizar los análisis estadísticos. Además, el mantenimiento de la población de *Ephestia kuehniella* para el alimento de las larvas y también se preparó el alimento para las crisopas, a base de levadura y miel. También se trabajó en la reproducción de áfidos para la alimentación de las mariquitas, con el fin de proporcionarles dietas adecuadas para su mantenimiento en laboratorio y poder obtener los huevos necesarios para el establecimiento de los tratamientos.

Se realizaron monitoreos de crecimiento y comportamiento de los depredadores *C. externa* y *C. septempunctata* durante todo su ciclo biológico dentro del laboratorio, también se monitoreó diariamente las condiciones ambientales, tomando los datos de temperatura y humedad relativa para relacionar su efecto en el proceso reproductivo.

5.2. Identificación de temperatura y humedad relativa para la cría eficiente de los depredadores

Los tratamientos establecidos fueron sometidos a condiciones de laboratorio. Se realizaron mediciones de temperatura y humedad relativa dentro del mismo con el uso de un datalogger USB-2-LCD LASCAR durante 31 días consecutivos.

En la figura 2 se puede observar la temperatura y la humedad prevalecientes, con un promedio de temperatura de 28.2 C° y humedad relativa de 68.3%.

En general, se observó que estas condiciones ambientales fueron adecuadas para la cría eficiente de los depredadores *Chrysoperla externa* y *Coccinella septempunctata*.

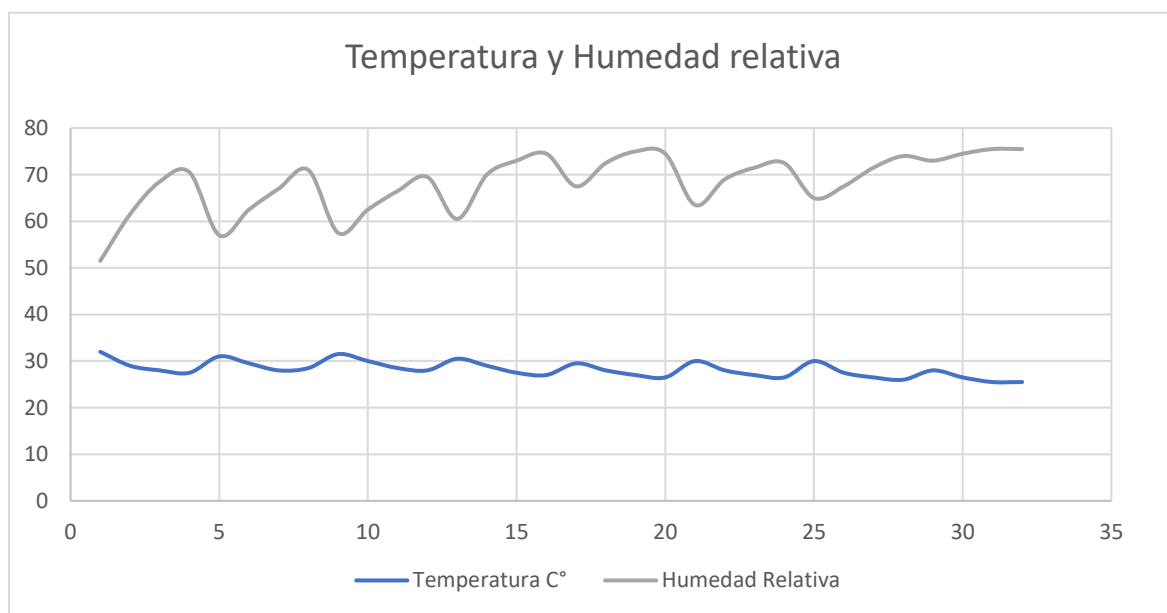


Figura 2 Temperatura y Humedad Relativa prevalecientes durante el desarrollo del experimento.

Deza Álvarez y Mamani M. (2017) documentaron un experimento realizado en laboratorio donde evaluaron el ciclo de vida de *C. externa*, en diferentes generaciones, durante el experimento, se analizaron las condiciones de temperatura y humedad relativa, y se observó que a medida que aumentaba la temperatura y disminuía la humedad relativa, se registraba una menor cantidad de días en estado larval.

Quinteros (2022) presentó estudios sobre *C. septempunctata* relación con el periodo larval, la temperatura y la humedad relativa. encontrándose que en años muy fríos pueden extender hasta cuatro meses el periodo larval, lo cual demuestra que el periodo larval de este depredador puede ser mas corto a medida la temperatura aumenta y la humedad relativa disminuye.

5.3. Potencial de los huevos de la polilla de la harina como alimento para los depredadores.

Para la determinación del potencial de los huevos de la polilla de la harina como alimento para los depredadores se aplicó un análisis de varianza a los datos obtenidos de las mediciones de crecimiento diarias para cada depredador. Se encontró que el crecimiento diario promedio para *C. externa* fue de 0.56 mm y para *C. septempunctata* fue de 0.55 mm. Con esta variable se identificó si hay diferencias significativas entre los tratamientos, ya que estos fueron sometidos a diferentes dietas.

Para el depredador *Chrysoperla externa* en el análisis de varianza se obtuvo un p-valor mayor a 0.05, correspondiente a 0.0967, (ver anexo 3) lo cual indica que no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Para el depredador *Coccinella septempunctata* en el análisis de varianza se obtuvo un p-valor mayor a 0.05, correspondiente a 0.0830, (ver anexo 4), lo cual indica que no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación (ver anexos 1 y 2), sugieren que la cantidad de huevos ofrecidos como alimento no influyó de manera significativa en el crecimiento de los depredadores. El tratamiento que presentó mayor desarrollo para ambos depredadores fue el T5, en el cual la dieta que se les proporcionó fue de 40 huevos diarios.

Las diferentes dietas establecidas en los tratamientos de ambos depredadores, fueron alta, media y baja, sin embargo, no se encontró diferencia estadística significativa entre ellos. Sí se observaron ciertos comportamientos destacables, por ejemplo, para el depredador *C. externa*, estos tendían a devorarse entre sí cuando se les acababa el alimento proporcionado, en este caso cuando se les proporcionaba una dieta baja. También es importante mencionar que una pequeña parte de la población de estos depredadores no sobrevivieron toda su etapa larval. En cuanto al depredador *C. septempunctata*, estos compiten por alimento y en su mayoría sobrevive la larva más fuerte.

En cuanto a la dieta alta en ambos depredadores, en la mayor parte de los tratamientos establecidos, el alimento que se le proporcionó diariamente fue suficiente y en algunos casos al día siguiente se podían encontrar restos de alimento del día anterior. La dieta media presentó mejores resultados para los depredadores ya que en los tratamientos establecidos bajo esta dieta estos tuvieron un mejor desarrollo y la cantidad de alimento diario fue suficiente, donde los depredadores no compitieron por alimento y este no se desperdició.

5.4. Evaluación de las tasas de reproducción, tiempo de cría y porcentaje de fertilidad de los huevos de los depredadores

5.4.1. Tasa de reproducción de los depredadores

Referente la tasa de reproducción de los depredadores, se establecieron 15 recipientes con dos depredadores cada uno, en los cuales se llevó un control de cuantos huevos ovipositaron durante cuatro días consecutivos, este proceso se realizó con ambos depredadores. Para el depredador *Chrysoperla externa* se obtuvo un promedio de 40 huevos diarios, y para el depredador *Coccinella septempunctata* se obtuvo un promedio de 33 huevos diarios. Cabe recalcar que para el depredador *C. externa* pueden requerir alimentarse de sus propios huevecillos al no tener otra fuente de alimento.

De acuerdo con el promedio de reproducción observado, se determinó que oscilan dentro de los rangos ya identificados por otros autores. Para el depredador *C. externa* el promedio alcanzó los 40 huevos diarios, obtenidos de acuerdo a los huevos ovipositados durante los conteos de cuatro días consecutivos, Soto y Iannacone (2008) documentaron un promedio de 48 huevos diarios. Cabe mencionar que la tasa de reproducción para este depredador puede variar de acuerdo a la dieta que se les proporcione, en este caso la dieta a base de levadura y miel produce efectos pronunciados en la producción de huevos según Soto y Iannacone (2008). En cuanto al depredador *C. septempunctata*, el promedio en el experimento realizado alcanzó los 33 huevos diarios. Singh y Paliwal (2023), documentaron un promedio de 48 huevos diarios por cada depredador, con una alimentación a base de áfidos.

5.4.2. Tiempo de cría de los depredadores

En cuanto al tiempo de cría de los depredadores, se documentó el tiempo en los estados de huevo, larva y pupa de cada depredador, tomando datos de los nueve tratamientos establecidos, donde se obtuvieron los siguientes resultados en promedio: para *Chrysoperla externa* 4 días en estado de huevo, 16.6 días en estado larval y 8.12 días en estado de pupa y para *Coccinella septempunctata*, 3 días en estado de huevo, 19.17 días en estado larval y 3.6 días en estado de pupa.

Tabla 2 Número promedio de días necesarios para alcanzar el estado adulto de *C. externa*, según el tratamiento evaluado.

<i>Chrysoperla externa</i>									
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Días	26.8	17.8	19.2	27.4	22	18.2	25.4	22.2	18.6

Tabla 3 Número promedio de días necesarios para alcanzar el estado adulto de *C. septempunctata*, según el tratamiento evaluado

<i>Coccinella septempunctata</i>									
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Días	25.6	23.8	24.2	22.6	19	23	22.8	23.8	20

Se aplicó un análisis de varianza para poder determinar si hay diferencias estadísticas significativas en el tiempo de cría de los tratamientos establecidos, donde para ambos depredadores se obtuvo un p-valor mayor a 0.05, mostrando para *C. externa* un valor de 0.5626, (ver anexo 5) y para *C. septempunctata* un valor de 0.9247, (ver anexo 6) por tanto, nos indica que en ambos experimentos no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Con relación a los resultados obtenidos para el depredador *C. externa*, su ciclo biológico presentó un total de 28.72 días, muy similar a lo encontrado por Deza Álvarez (2018), donde el

ciclo biológico fue de 28,2 días. De igual forma, Soto y Iannacone (2008) documentaron una duración del ciclo biológico de 29 días en condiciones de laboratorio. En el experimento se obtuvieron resultados similares a los de los autores mencionados anteriormente.

El tratamiento 2 representó un menor tiempo de cría con un total de 17.8 días, lo que representa un ciclo relativamente corto lo cual probablemente pudo afectar debido a que estos depredadores realizan canibalismo y esto podría influir en un mejor desarrollo de estos.

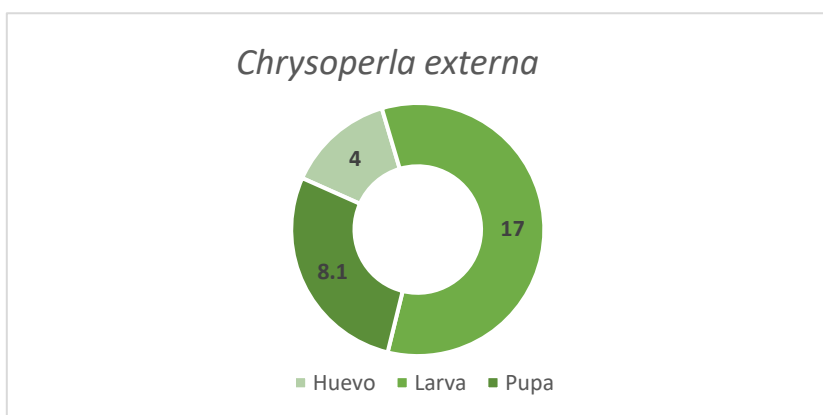


Figura 3 Ciclo en días de *C. externa*

Por otro lado, para el depredador *C. septempunctata* se obtuvo una duración del ciclo biológico de 25.77 días. En comparación a los resultados que obtuvieron otros autores, estas presentan diferencias muy evidentes, ya que según Perales y Arredondo (1999), el ciclo de vida de la mariquita de siete puntos tiene duración de 19 días, representando menos días en su estado larval a comparación de este experimento. Sin embargo, Camacho et al. (2019) documentaron el ciclo biológico de 28.02 días con una duración total del ciclo notablemente similar al de este experimento.

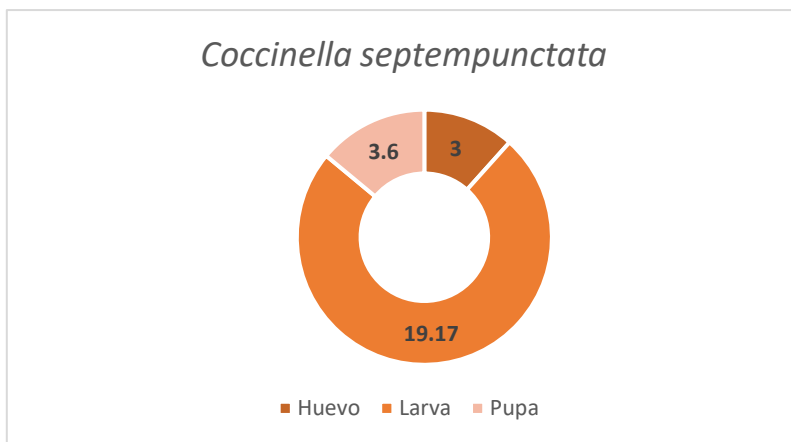


Figura 4 Ciclo en días *C. septempunctata*

5.4.3. Fertilidad de los huevos de los depredadores

El porcentaje de fertilidad de los huevos fue determinado de acuerdo al número de huevos ovipositados en los recipientes y el número de huevos eclosionados, aplicando la fórmula descrita en la sección de metodología. Para ambos depredadores fueron colocados 16 recipientes con 35 huevos cada uno, haciendo un total de 560 huevos por cada depredador. Para el depredador *Chrysoperla externa* eclosionaron 482 huevos representando un 86% de fertilidad y para el depredador *Coccinella septempunctata* eclosionaron 494 huevos, representando un 88% de fertilidad.

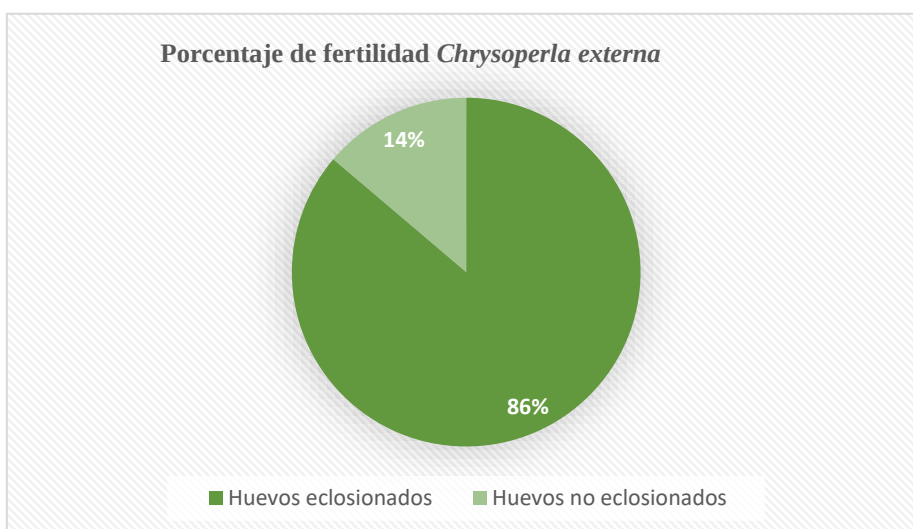


Figura 5 Fertilidad de los huevos de *Chrysoperla externa*

Como se puede observar en la figura 3, se alcanzó un 86% de huevos eclosionados y es importante mencionar que cierta cantidad de huevos no llegaron a eclosionar debido a que las larvas que eclosionaron, inmediatamente salieron en busca de alimento, procediendo a alimentarse de los huevos de su misma especie, ya que estos son blandos y de fácil alcance para sus mandíbulas para devorarlos. Con relación a estos resultados, De Almeida (2020), registró un porcentaje de fertilidad de los huevos de *C. externa* de 87,76%, un porcentaje relativamente similar al encontrado en este experimento.

Además, se observó que la coloración de los huevos de *C. externa* fue cambiando hasta el día de su eclosión, el día que los huevos fueron ovipositados su coloración fue verde, luego se tornaron tonos grisáceos, cuando los huevos ya tenían un tono gris oscuro iniciaban su proceso de eclosión

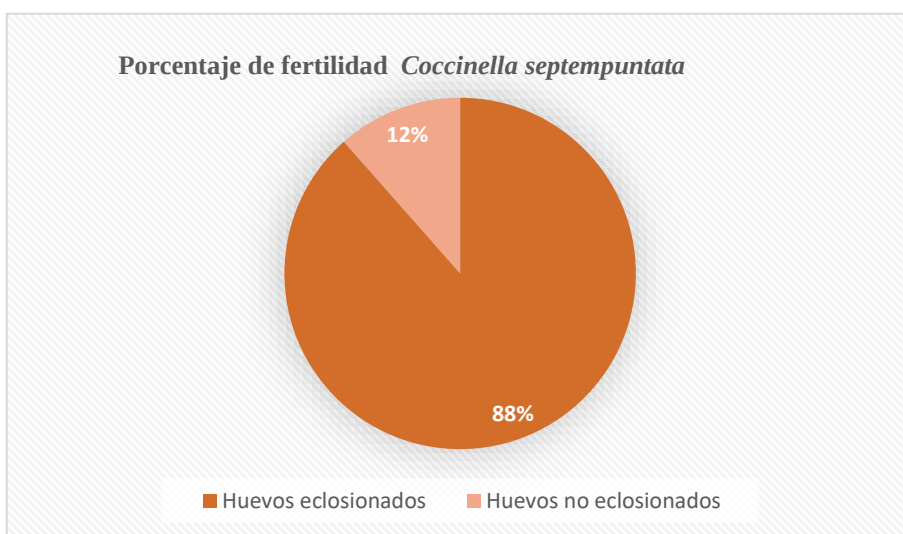


Figura 6 Fertilidad de los huevos de *Coccinella septempunctata*

En la figura 6 se observa que para este depredador se encontró un porcentaje de eclosión de huevos de un 88%, representando 482 huevos eclosionados de 560 huevos colocados en los recipientes de postura. Singh y Paliwal (2023), documentaron un porcentaje de fertilidad de los huevos de 80%, en condiciones ambientales de 27° C y humedad relativa de 75%, condiciones ligeramente similares a las que se obtuvieron en el laboratorio en este experimento.

Tal como se mencionó para el depredador *C. externa*, se observó cambio en la coloración de los huevos del depredador hasta el día de su eclosión donde, el día que fueron ovipositados su color fue entre amarillo y naranja, luego fueron tornándose tonos grisáceos, hasta el día de su eclosión se tornaron color negro.

Estos porcentajes de fertilidad pueden considerarse satisfactorios y deseables en el caso de implementar un proceso de reproducción a gran escala de estos depredadores en un programa de manejo integrado de plagas, específicamente en el área del control biológico de plagas. Esto sería pensando en liberaciones masivas a nivel de campo con el propósito de reducir el uso de insecticidas químicos sintéticos a nivel de campo.

VI. CONCLUSIONES

- Aunque no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos, el uso de huevos de *Ephestia kuehniella* como alimento para los depredadores *Chrysoperla externa* y *Coccinella septempunctata* mostró ser una dieta con mucho potencial, mostrando excelente aceptación y promoviendo un desarrollo adecuado de los depredadores.
- La tasa de reproducción en promedio para *C. externa* fue de 40 huevos y para *C. septempunctata* de 33 huevos diarios, y el tiempo de cría osciló entre 28.72 días para *C. externa* y 25.77 días para *C. septempunctata*.
- El proceso de crianza de ambos depredadores demostró que es posible reproducirlos en laboratorio, ya que se adaptan a diferentes condiciones ambientales y diferentes dietas, pudiendo concluirse que, brindándoles una cantidad de 40 huevos de *Ephestia kuehniella* diarios por depredador, se puede satisfacer la demanda de alimento de estos para su buen desarrollo en laboratorio.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que las condiciones ambientales en el laboratorio fueron adecuadas para la reproducción de los depredadores *Chrysoperla externa* y *Coccinella septempunctata*.

VII. RECOMENDACIONES

- Considerando las condiciones bajo las cuales se realizó este estudio, se recomienda que para la reproducción de *Chrysoperla externa* se obtendrían mejores resultados estableciendo los tratamientos en recipientes con mayor tamaño y proporcionándoles espacios donde puedan ocultarse, ya que si la comida se vuelve insuficiente practican el canibalismo.
- Se recomienda no evaluar la reproducción de ambos depredadores al mismo tiempo, lo cual es complicado para la toma de datos, por tanto, los experimentos deberían realizarse en diferentes momentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

De Almeida, RP. 2020. Aspectos Biológicos de *Chrysoperla* BP105.2020 (1) (1).

Bastidas, JS; Devia, EHV; Amaya, ÓS. 2010. Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá. Ciencia & Tecnología Agropecuaria 11(1):31-40. DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num1_art:192.

BBVA. 2022. La agricultura sostenible: herramienta clave contra el cambio climático (en línea, sitio web). Consultado 26 abr. 2023. Disponible en <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/la-agricultura-sostenible-herramienta-clave-contr-el-hambre-y-el-cambio-climatico/>.

Bezerra, CES; Tavares, PKA; Nogueira, CHF; Macedo, LPM; Araujo, EL. 2012. Biology and thermal requirements of *Chrysoperla genanigra* (Neuroptera: Chrysopidae) reared on *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs. Biological Control 60(2):113-118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.11.010>.

Bustamante S; Segales D; Zurita L; Fernandez M; Torrico S; Jarro R. 2014. Uso inadecuado de plaguicidas y sus consecuencias en la salud de la población de La Villa, Punata, Cochabamba, Bolivia, 2013 (en línea). Gac Med Bol 37(1):11-14. Disponible en www.who.int/ipcs/publications/pesticides_ha-.

Camacho, JA; Díaz, FY; Moreno Llacza, SM; Fernandez, AN; León, EA; Buendía Molina, MA; Garay, E. 2019. Is the seven-point ladybird (*Coccinella septempunctata*) effective in the biological control of the whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*)? Scientia Agropecuaria 10(4):489-495. DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.05>.

Castillo, R. 2009. Sistemas de producción agrícola sostenible. Tecnología en Marcha 22(2):23.

Castro-Lopez, MA; Martinez-Osorio, JW. 2016. Capacidad reguladora de *Chrysoperla externa* (Hagen) sobre mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en tomate bajo

invernadero. Ciencia y Agricultura 13(2):57-66. DOI: <https://doi.org/10.19053/01228420.v13.n2.2016.5553>.

Corporación AMA. 2021. Control biológico - Corporación AMA SAS (en línea, sitio web). Consultado 28 may 2023. Disponible en <https://corporacionama.com/control-biologico-insectos/>.

Darwin Foundation. 2023. *Chrysoperla externa* (en línea, sitio web). Consultado 14 abr. 2023. Disponible en <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=5699#taxonomy>.

DESUR. 2022. *Ephestia kuehniella*. Fumigación de la Polilla de la harina (en línea, sitio web). Consultado 15 abr. 2023. Disponible en <https://www.desur.com/plagas/lepidopteros/ephestia-kuehniella/>.

Deza Alvarez A; Mamani M. (2017). UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA Ciclo biológico, Capacidad de depredación y comportamiento de *Chrysoperla externa* (Hagen) (NEURÓPTERA: CRHYSOPIDAE) usando como presa *Spodoptera eridania* (Cramer) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) en condiciones Tesis presentado por la Bachiller Para optar el título Profesional de BIOLOGA. s.l., s.e.

Deza Alvarez, VA. 2018. Ciclo biológico, Capacidad de depredación y comportamiento de *Chrysoperla externa* (Hagen) (NEURÓPTERA: CRHYSOPIDAE) usando como presa *Spodoptera eridania* (Cramer) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) en condiciones de Laboratorio. 2014. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

DFID. 2004. ¿Cuáles son las enfermedades que atacan a los insectos?

Drugmand, D. 2022. *Coccinella septempunctata* - Monaco Nature Encyclopedia (en línea, sitio web). Consultado 15 abr. 2023. Disponible en <https://www.monaconatureencyclopedia.com/coccinella-septempunctata/?lang=es>.

Elizabeth Nuñez. 1988. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa*. s.l., s.e. p. 76-82.

FAO. 2002. Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030 (en línea, sitio web). Consultado 14 abr. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>.

_____. 2023. Agricultura sostenible | Objetivos de Desarrollo Sostenible | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (en línea, sitio web). Consultado 14 abr. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>.

FHIA. 2020. Programa de hortalizas. :1-23.

Garcia, B. 2014. *Coccinella septempunctata* (mariquita siete puntos): Un voraz depredador. (en línea, sitio web). Consultado 14 abr. 2023. Disponible en <https://www.diversidadyunpocodetodo.com/coccinella-septempunctata-mariquita-siete-puntos-depredador-voraz/>.

Mamay, M; Karakuş, H; Ghramh, HA; Çıkman, E. 2022. Optimizing diet thickness and egg density for economic mass rearing of *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae): A laboratory host for biological control agents. *Journal of King Saud University - Science* 34(7). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102276>.

Marta Goula. 2021. Las plagas de insectos en la agricultura (en línea, sitio web). Consultado 14 abr. 2023. Disponible en <http://www.ub.edu/irbio/las-plagas-de-insectos-en-la-agricultura-n-872-es>.

Menéndez, JL. 2014. *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758 (en línea, sitio web). Consultado 22 abr. 2023. Disponible en <https://www.asturnatura.com/especie/coccinella-septempunctata>.

NEOPLAGAS. 2020. Polilla de los cereales *Ephestia kuehniella* - Neoplagas (en línea, sitio web). Consultado 15 nov. 2023. Disponible en <https://www.neoplagas.cl/polilla-de-los-cereales/>.

OIEA. 2023. Control biológico de plagas de insectos | OIEA (en línea, sitio web). Consultado 13 abr. 2023. Disponible en <https://www.iaea.org/es/temas/control-biologico>.

OMS. 2022. Residuos de plaguicidas en los alimentos (en línea, sitio web). Consultado 14 abr. 2023. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>.

ONU. 2019. La desaparición de los insectos es una dura advertencia para la humanidad (en línea, sitio web). Consultado 28 may 2023. Disponible en <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/la-desaparicion-de-los-insectos-es-una-dura-advertencia-para-la>.

Oviedo Sarango, KM. 2021. Cría y reproducción de crisopas, *Chrysoperla carnea* (Stephens) para el control biológico, Guayas. Universidad Agraria Del Ecuador :1-68.

Perales, MA; Arredondo, HC. 1999. *Coccinella septempunctata*. :1-4.

Quinteros, P. (2022). UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA «CONTROL BIOLÓGICO DE *Sipha flava*, ÁFIDO DE LA CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE LA CRÍA DE COCCINÉLIDOS». s.l., s.e.

Rincon, M. 2010. Insectos Benéficos.

Ríos, L. 2011. ¿Qué son los Parasitoides? *Ciencia* 20(20):20-25.

Rubio, V; Ferres, A. 2005. Biotecnología y medioambiente. *Ephemera* (5):1-16.

Singh, RN; Paliwal, J. 2023. Biology and Predatory Potential of *Coccinella septempunctata* And *C. Transversalis* feeding on *Lipaphis erysimi*. *Indian Journal of Entomology* :01-07. DOI: <https://doi.org/10.55446/ije.2023.1132>.

Smith, HA; Capinera, JL; MacVean, AL. 2013. Enemigos naturales y control biológico. *EDIS* 2013(2). DOI: <https://doi.org/10.32473/EDIS-IN977-2013>.

Soto, J; Iannaccone, J. 2008. Efecto de dietas artificiales en la biología de adultos de *chrysoperla externa* (hagen, 1861) (neuroptera: chrysopidae). *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA* (N.S.) 24(2). DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2008.242700>.

UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA. 2019. Parasitos de insectos plaga (en línea, sitio web). Consultado 2 may 2023. Disponible en https://ipm.ucanr.edu/legacy_assets/pdf/qtsp/qtspparasitesinsect.pdf.

Universidad de California. 2022. Control biológico y los enemigos naturales de los invertebrados Management Guidelines--UC IPM (en línea, sitio web). Consultado 14 abr. 2023. Disponible en <https://ipm.ucanr.edu/PMG/PESTNOTES/pn7500.html>.

Urretabizkaya, N; Vasicek, A; Saini, E. 2010. Familia Plutellidae. Insectos perjudiciales de importancia agronómica: Lepidópteros 1(1):29-30.

Vargas, M. 2006. Efectos adversos a corto plazo en el ambiente cercano. :1-5.

Zelaya, L; Chávez, I; Santos, S; Cruz, C; Ruíz, S; Rojas, E. 2022. Control biológico de plagas en la agricultura mexicana. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (27):69-79

ANEXOS

Anexo 1 Crecimiento promedio (mm) del depredador *C. externa*

<i>C. externa</i>	Rep.	Crecimiento				
		Dia				Promedio
Tratamiento		1	6	12	17	
T1	R1	1.5	0.5	0.5	1	0.59
	R2	1.5	0.5	0.5	0	0.61
	R3	1.5	0	0.5	1	0.56
	R4	1.5	0.5	0	1	0.56
	R5	1.5	0.5	0.5	2	0.6
T2	R1	1.5	0.5	0.5	2	0.53
	R2	1.5	0	0	0	0.63
	R3	1.5	0.5	0.5	0.5	0.53
	R4	1.5	0	0	0	0.43
	R5	1.5	0	0	0	0.63
T3	R1	1.5	0.5	0.5	0.5	0.47
	R2	1.5	0.6	0.5	0.5	0.51
	R3	1.5	0.5	0	0	0.5
	R4	1.5	0.5	0	0	0.57
	R5	1.5	0.5	0	0	0.56
T4	R1	1.5	0.5	0.5	1	0.53
	R2	1.5	0.5	0.5	1	0.54
	R3	1.5	0.5	0	0.5	0.56
	R4	1.5	0.5	0.5	1	0.53
	R5	1.5	0.5	0.5	1	0.59
T5	R1	1.5	0.5	0.6	0.5	0.59
	R2	1.5	0	0	0	0.75
	R3	1.5	0.5	1	0.5	0.56
	R4	1.5	1	0	0	0.64
	R5	1.5	0.1	0.5	0.5	0.51
T6	R1	1.5	0.3	0.6	0.4	0.5
	R2	1.5	0.6	0.4	0.1	0.5
	R3	1.5	0.5	0	0	0.5
	R4	1.5	0.7	0	0	0.63
	R5	1.5	0.5	0	0	0.57
T7	R1	1.5	0.1	0.6	0.5	0.53
	R2	1.5	0.5	0.4	1	0.6
	R3	1.5	1	0	0	0.64
	R4	1.5	0.5	0.4	0.5	0.53
	R5	1.5	0.5	0.4	0.5	0.53
T8	R1	1.5	0.8	0.6	0.4	0.49
	R2	1.5	0.6	0	0	0.67
	R3	1.5	0.5	0.5	0.2	0.48
	R4	1.5	0.4	0.5	0.5	0.5
	R5	1.5	0	0	0	0.62
T9	R1	1.5	0.5	0.4	0.5	0.51
	R2	1.5	0.5	0	0	0.6
	R3	1.5	0.5	0	0	0.57
	R4	1.5	0.4	0.5	0.5	0.52
	R5	1.5	0.4	0	0	0.67

Anexo 2 Crecimiento promedio (mm) del depredador *C. septempunctata*.

<i>C. septempunctata</i>	Rep.	Crecimiento				
		Dia				Promedio
		1	7	14	19	
Tratamiento						
T1	R1	2	0.6	0.6	0	0.5
	R2	2	0.5	0.5	0	0.53
	R3	2	0.4	0.5	0	0.52
	R4	2	0.4	0.6	0	0.54
	R5	2	0.5	0.5	0	0.51
T2	R1	2	0.5	0.2	0.1	0.52
	R2	2	0.3	0	0	0.57
	R3	2	0.5	0.3	0.5	0.53
	R4	2	0.2	0.4	0.6	0.51
	R5	2	0.5	0.5	0.5	0.53
T3	R1	2	0.5	0.5	0.5	0.52
	R2	2	0.5	0.5	0.5	0.5
	R3	2	0.5	0.5	0.5	0.53
	R4	2	0.5	0	0	0.63
	R5	2	0.5	0.5	0.5	0.48
T4	R1	2	0.5	0.5	0.5	0.53
	R2	2	0	0	0	0.58
	R3	2	0.5	0.5	0.5	0.53
	R4	2	0.5	0.5	0.5	0.55
	R5	2	0	0.5	0.5	0.55
T5	R1	2	0	0.5	0.5	0.5
	R2	2	0.5	0.5	0.5	0.5
	R3	2	0	0	0	0.7
	R4	2	0	0	0	0.75
	R5	2	0.5	0.5	0.5	0.55
T6	R1	2	0.5	0.5	0.5	0.53
	R2	2	0.5	0.5	0.5	0.53
	R3	2	0.5	0	0	0.71
	R4	2	0.5	0.5	0.5	0.5
	R5	2	0.5	0.5	0.5	0.5
T7	R1	2	0.5	0.5	0.5	0.55
	R2	2	0.5	0	0	0.71
	R3	2	0.5	0.5	0.5	0.58
	R4	2	0.5	0.5	0.5	0.58
	R5	2	0.5	0.5	0.5	0.55
T8	R1	2	0.5	0	0	0.63
	R2	2	0.5	0.5	0.5	0.55
	R3	2	0.5	0.5	0.5	0.53
	R4	2	0	0.5	0.5	0.5
	R5	2	0.5	0.5	0.5	0.52
T9	R1	2	0.5	0.5	0.5	0.5
	R2	2	0	0	0	0.8
	R3	2	0.5	0.5	0.5	0.5
	R4	2	0.5	0.4	0.5	0.53
	R5	2	0.5	0	0	0.6

Anexo 3 Análisis de varianza para crecimiento de *Chrysoperla externa*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
crecimiento	45	0.29	0.14	36.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.28	8	0.04	1.86	0.0967
Tratamiento	0.28	8	0.04	1.86	0.0967
Error	0.69	36	0.02		
Total	0.97	44			

Anexo 4 Análisis de varianza para crecimiento de *Coccinella septempunctata*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crecimiento	45	0.10	0.00	31.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.08	8	0.01	0.52	0.8306
Tratamiento	0.08	8	0.01	0.52	0.8306
Error	0.72	36	0.02		
Total	0.80	44			

Anexo 5 Análisis de varianza para el tiempo de cría de *C. externa*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días totales	45	0.32	0.07	41.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1263.69	12	105.31	1.28	0.2778
Tratamiento	555.38	8	69.42	0.84	0.5726
Repetición	708.31	4	177.08	2.15	0.0973
Error	2635.29	32	82.35		
Total	3898.98	44			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 82.3528 gl: 32

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	17.80	5	4.06
T9	18.60	5	4.06
T6	18.80	5	4.06
T3	19.20	5	4.06
T5	22.00	5	4.06
T8	22.20	5	4.06
T7	25.40	5	4.06
T1	26.80	5	4.06
T4	27.40	5	4.06

Anexo 6 Análisis de varianza para el tiempo de cría de *C. septempunctata*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días totales	45	0.17	0.00	33.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	379.91	12	31.66	0.56	0.8569
Tratamiento	170.71	8	21.34	0.38	0.9247
Repetición	209.20	4	52.30	0.93	0.4614
Error	1808.40	32	56.51		
Total	2188.31	44			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 56.5125 gl: 32

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T5	19.00	5	3.36
T9	20.00	5	3.36
T4	22.60	5	3.36
T7	22.80	5	3.36
T6	23.00	5	3.36
T8	23.80	5	3.36
T2	23.80	5	3.36
T3	24.20	5	3.36
T1	25.60	5	3.36

Anexo 7 Imágenes del desarrollo de la investigación



Elaboración de trampas



Trampas para captura de depredadores



Captura de depredadores en campo



Depredador *C. septempunctata*



Huevos de *C. septempunctata*



Huevos de *C. externa*



Conteo de huevos



Tratamientos establecidos



Monitoreo de T y HR



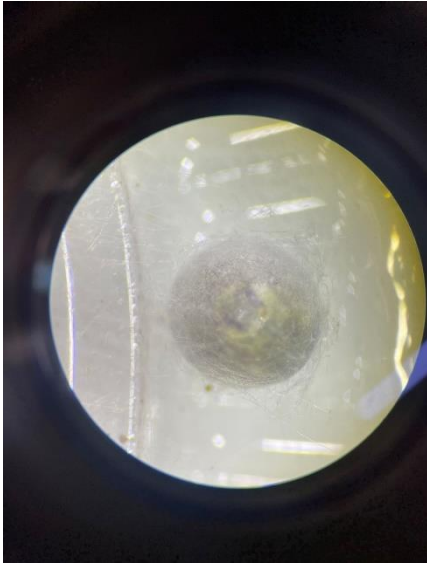
Observación de depredadores
en estereoscopio



Larva de *C. externa*



Larva de *C. septempunctata*



Pupa *C. externa*



Pupa de *C. septicus*