



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE CRISOPAS,
Chrysoperla carnea (Stephens) PARA CONTROL
BIOLÓGICO, GUAYAS
TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para
la obtención del Título de
INGENIERÍA AGRONÓMICA

AUTOR
OVIEDO SARANGO KENYA MARILYN

TUTOR
ING. AGUAYO MARIA CECILIA, MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **AGUAYO SANTISTEVAN MARÍA CECILIA**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE CRISOPAS, *Chrysoperla carnea* (Stephens) PARA CONTROL BIOLÓGICO, GUAYAS**, realizado por la estudiante **OVIEDO SARANGO KENYA MARILYN**; con cédula de identidad N°**0952220747** de la carrera **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Guayaquil, 15 de octubre del 2020



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE CRISOPAS, *Chrysoperla carnea* (Stephens) PARA CONTROL BIOLÓGICO, GUAYAS”** realizado por la estudiante **OVIEDO SARANGO KENYA MARILYN**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

**Ing. Tany Burgos Herrera
PRESIDENTE**

**Ing. Winston Espinoza
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Wilmer Baque
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. María Cecilia Aguayo
EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 15 de diciembre del 2020

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres, hermanos y sobrinos, quienes son el pilar fundamental para poder culminar con éxito esta etapa de mi vida profesional y por apoyarme día a día.

Agradecimiento

Agradezco primordialmente a Dios por permitirme alcanzar una meta, por darme la capacidad de aprender cada día, a mis padres y hermanos por todo el sacrificio y esfuerzo que permitieron que termine mi carrera universitaria.

A mi Directora de Tesis, gracias por ser parte y guía de la realización de mi tesis.

Gracias también, a todos mis compañeros en especial a Gabriela Carpio por haber sido parte de este camino de educación y a los Docentes por compartirme todos sus conocimientos académicos.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **OVIEDO SARANGO KENYA MARILYN**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “**CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE CRISOPAS, Chrysoperla carnea (Stephens) PARA CONTROL BIOLÓGICO, GUAYAS**” para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 15 de octubre del 2020

OVIEDO SARANGO KENYA MARILYN

C.I.:0952220747

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general.....	7
Índice de tablas	10
Índice de figuras	11
Resumen.....	12
Abstract	13
1. Introducción	14
1.1 Antecedentes del problema.....	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
1.2.1 Planteamiento del problema	15
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación.....	16
1.4 Delimitación de la investigación	17
1.5 Objetivo general	17
1.6 Objetivos específicos	17
2. Marco teórico	19
2.1 Estado del arte	19
2.2 Bases teóricas.....	19
2.2.1 Taxonomía de <i>Chrysoperla carnea</i>	19

2.2.2	Morfología de <i>Chrysoperla carnea</i>	20
2.2.3	Biología de <i>Chrysoperla carnea</i>	21
2.2.4	Biología de neurópteros bajo condiciones controladas	22
2.2.5	Condiciones climáticas	22
2.2.6	Alimentación	23
2.2.7	Capacidad de consumo del depredador	24
2.2.8	Importancia del control de plagas mediante Crisopas.....	25
2.2.9	Insectos benéficos o depredadores	25
2.2.10	Uso de plaguicidas frente a controladores naturales	26
2.2.11	Dietas para la alimentación de adultos	27
2.2.12	Maca (<i>Lepidium meyenii</i> Walp.)	27
2.2.13	Soya (<i>Glycine max</i> L.).....	28
2.2.14	Tablas de vida (Demografía)	28
2.2.14.1.	<i>Tabla de vida de cohorte</i>	29
2.3	Marco legal	30
3.	Materiales y métodos.....	32
3.1	Enfoque de la investigación	32
3.1.1	Tipo de investigación	32
3.1.2	Diseño de investigación	32
3.2	Metodología.....	32
3.2.1	Variables	32
3.2.1.1.	<i>Variable independiente</i>	32
3.2.1.2.	<i>Variable dependiente</i>	32
3.3	Tratamientos	33
3.2.1	Diseño experimental	34

3.2.2	Recolección de datos	35
3.2.2.1.	<i>Recursos</i>	35
3.2.2.2.	<i>Métodos y técnicas</i>	36
3.2.2.2.1.	<i>Métodos</i>	36
3.2.2.2.2.	<i>Técnicas</i>	36
3.2.3	Análisis estadístico	38
4.	Resultados.....	39
4.1.	Ambientes óptimos para las crías y reproducción de crisopas en condiciones controladas.....	39
4.1.1	Temperatura	39
4.1.2	Recolección de huevos	40
4.2.	Dietas artificiales para el óptimo desarrollo y reproducción en condiciones controladas.....	43
4.2.1	Dieta recomendada para la alimentación	43
4.2.2	Medición de larvas	44
4.3.	Capacidad de autopredación de las crisopas en la etapa de larva.	45
4.3.1	Autodepredación de larvas	45
5.	Discusión.....	47
6.	Conclusiones	51
7.	Recomendaciones	53
8.	Bibliografía	54
9.	Anexos.....	61

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los tratamientos (Dietas)	34
Tabla 2. Dietas artificiales para alimentación de adultos.....	35
Tabla 3. Análisis de ANDEVA	35
Tabla 4. Delineamiento de la cría y reproducción de crisopas	36
Tabla 5. Promedio de Temperatura y Humedad Relativa por día.....	40
Tabla 6. Cantidad promedio de huevos por tratamiento.....	42
Tabla 7. Vida de cohorte de los insectos.....	43
Tabla 8. ANOVA dietas - días	44
Tabla 9. Cantidad de huevos por tratamiento.....	45
Tabla 10. ANOVA tamaño por larvas	45
Tabla 11. Tamaño de larvas por tratamiento.....	46
Tabla 12. Autodepredación de larvas.....	47

Índice de figuras

Figura 1. Croquis de las repeticiones	61
Figura 2. Ritmo de oviposición por días	61
Figura 3. ANOVA Recolección de huevos.....	62
Figura 4. Tamaño de larvas	62
Figura 5. Tamaño de larvas	63
Figura 6. Demografía de insectos adultos.....	64
Figura 7. Cajas entomológicas.....	64
Figura 8. Pupas de crisopa	64
Figura 9. Crisopa en estado adulto	65
Figura 10. Preparación de dietas	65
Figura 11. Dieta colocada en paletas	65
Figura 12. Crisopa adulta alimentándose.....	65
Figura 13. Alimentación de crisopas en la noche	66
Figura 14. Huevos de crisopa con pedúnculo	66
Figura 15. Huevos de crisopa en bandejas plásticas	66
Figura 16. Huevos colectados.....	66
Figura 17. Presencia de larvas en bandejas plásticas.....	67
Figura 18. Presencia de larvas	67
Figura 19. Crisopa adulta muerta.....	67
Figura 20. Crisopa adulta muerta por causa de las hormigas	67
Figura 21. Aprobación cambio de objetivo	68

Resumen

El siguiente trabajo experimental fue realizado en el mes de febrero, en la provincia del Guayas, en la ciudad de Guayaquil con coordenadas UTM 2°05'25.4"S 79°56'30.7"W. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de cuatro dietas, para la cría y reproducción de crisopas adultas (*Chrysoperla carnea*) bajo condiciones controladas, se trabajó con temperatura promedio de $25,7\text{ C}^{\circ} \pm 2,35$ y una Humedad relativa promedio de $85\% \pm 2,35$. Los tratamientos consistieron en mejorar la dieta básica la cual fue elaborada a base de levadura de cerveza, polen, miel y agua destilada, considerando como testigo. El tratamiento que mejor resultados se evidenció en cuanto a la cantidad de huevos fue T2 con 2199 huevos esto en un tiempo de 6 días de recolección. Para el mayor tamaño de larva el tratamiento que mejor resultados se obtuvo fue el T4. En cuanto a la longevidad de los adultos fue de 18 días de vida en las cajas entomológicas, donde se colocó 8 crisopas adultas por cada repetición dando un total de 192 crisopas para la cría y reproducción y se estimó el ciclo de vida de cohorte, el estudio finalizó son 92 insectos adultos. La muerte de los adultos fue causada por factores externos. En cuanto a la autodepredación se define que se registraron para el T1 y T2 7 larvas caníbales, para el T3 se registró 13 mientras que el T4 superó los demás tratamientos con 17 larvas caníbales.

Palabras clave: Control biológico, crisopa, cría, depredador, dietas.

Abstract

The following experimental work was carried out in the month of February, in the province of Guayas, in the city of Guayaquil with UTM coordinates 2 ° 05'25.4 "S 79 ° 56'30.7" W. The objective of this research was to evaluate the effect of four diets, for the rearing and reproduction of adult lacewing (*Chrysoperla carnea*) under controlled conditions, working with an average temperature of 25.7 ° C ± 2.35 and an average relative humidity of 85% ± 2.35. The treatments consisted of improving the basic diet which was made from brewer's yeast, pollen, honey and distilled water, considered as a control. The treatment with the best results in terms of the number of eggs was T2 with 2199 eggs this, in a time of 6 days of collection. For the largest larva size, the treatment that obtained the best results was T4. Regarding the longevity of the adults, it was 18 days of life in the entomological boxes, where 8 adult lacewings were placed for each repetition, giving a total of 192 lacewings for breeding and reproduction and the cohort life cycle was estimated, the study ended with 92 adult insects. The death of the adults was caused by external factors. Regarding self-predation, it is defined 7 cannibal larvae were registered for T1 and T2, for T3 13 were registered while T4 surpassed the other treatments with 17 cannibal larvae.

Keywords: Biological control, lacewing, brood, predator, diets.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Para los agricultores ecuatorianos el control biológico no es una técnica eficaz, es decir, el medio más empleado es el control a través del uso de insecticidas químicos, los cuales presentan un control rápido de plagas, pero desconocen el perjuicio que estos causan para la salud y para el ambiente.

Castro y Martínez (2016) destacan 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 uso indiscriminado de productos químicos para el control de plagas provoca un desequilibrio en el ambiente, por lo que es necesario implementar un manejo de plagas mediante controladores biológicos (p. 59).

Como menciona New (2001) citado por Palomares, Romero y Arredondo (2017) destacan que “las especies de la familia *Chrysopidae* como uno de los controladores importantes de entomófagos del orden Neuróptera, esto se debe a que alrededor de 15 géneros presentan especies con potencial como agentes para el control biológico”.

Pacheco (2016), considera que “la incorporación de controladores biológicos, es una estrategia clave para el manejo de plagas y disminución del uso de insecticidas para promover una relación consciente con el ambiente y el productor” (p.4).

Plúas (2016) Da a conocer la importancia que ha tenido el control biológico con larvas de crisopa en unos de los cultivos de mayor importancia en Ecuador como es el banano, se puede considerar que el control biológico puede ser una técnica

para la reducción de la mosca blanca *A. floccosus* beneficiando al agricultor y por ende obteniendo cultivos más sanos y orgánicos.

Redolfi (2014) asegura que “En numerosos países se está realizando la cría y liberación de insectos controladores como crisopas, las cuales son empleadas en programas de control biológico aumentativo en los agrosistemas” (p.17).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El agricultor siempre ha optado por un control de plagas que sea rápido y eficaz sin tener en consideración los efectos negativos que provocan. Uno de los principales problemas en el combate de plagas es la resistencia que muestran con el tiempo debido al uso excesivo de productos químicos y a su vez el desequilibrio que causan en los controladores naturales Lizárraga (2013) resalta que:

La importancia de la implementación de un control biológico, para lo cual es importante valorar el efecto positivo y negativo de los plaguicidas, por ser considerada la principal herramienta de control de plagas más usada por la mayoría de agricultores, lo que facilita identificar comparativamente las ventajas de otros métodos como el control biológico (p. 20).

Para Cortez, López, Rodríguez, Partida y Pérez (2016) recomiendan que: “el empleo de crisopa se propone como una alternativa que vendría a reducir la dependencia exclusiva del control químico para el control de *Diaphorina citri*. Además, evitaría los riesgos inherentes al uso de tóxicos en el ambiente” (p. 373).

Los resultados de Smith y Capeira (2019) indican que la efectividad tanto de enemigos naturales nativos como introducidos puede ser mejorada a través de la

propagación masiva de insectos benéficos para su posterior liberación, es decir, realizar un aumento masivo o por la modificación del ambiente para favorecer a depredadores y parasitoides, es decir, promover la conservación. Por lo cual existen métodos de reproducción pues muchos de estos insectos benéficos se pueden adquirir en empresas de crianza comerciales para luego ser liberados masivamente (p.1).

La falta de información de alternativas biológicas impide aplicar nuevas medidas como tal es el caso la cría y reproducción de controladores biológicos que puedan desarrollarse en nuestro medio como por ejemplo la utilización de crisopas (*Chrysoperla carnea*), lo que motiva a proponer el estudio de esta especie bajo condiciones controladas, mediante la alimentación de dietas artificiales.

1.2.2 Formulación del problema

¿De qué forma la cría y reproducción de crisopas aportará cambios significativos como controlador biológico en la plaga?

1.3 Justificación de la investigación

Incorporar un control biológico con enemigos naturales dentro del manejo integrado de plagas, permitirá al agricultor obtener productos de mejor calidad, sin la necesidad de aplicar insecticidas químicos. Por lo cual la cría y reproducción en condiciones controladas de una especie como controlador biológico permitirá fomentar el Manejo Integrado de Plagas, reduciendo el uso excesivo de insecticidas, que provocan la resistencia en los insectos plaga.

En lo que respecta al uso de insectos benéficos en Ecuador, se puede hacer mención al desarrollo de la especie de crisopa *Ceraeochrysa sp.* en condiciones controladas para controlar el áfido amarillo (*Sipha flava*) que es una especie que

ataca a la caña de azúcar por lo que es considerada de suma importancia debido a las pérdidas económicas que puede ocasionar al cultivo. Este trabajo fue desarrollado en conjunto por el ingenio San Carlos y CINCAE, dando como resultado el estudio de la biología y capacidad depredadora de *Ceraeochrysa sp.* (J. Mendoza, comunicación personal, 20 de marzo del 2019)

En el estudio realizado para la obtención de la respuesta funcional de diferentes instares larvales de *C. carnea* (Stephens) Catzim *et al* (2012) demostraron que las larvas de este insecto son voraces sobre la plaga *B. cockerelli*, destacando que la capacidad depredadora está en función de su estado de desarrollo; el tercer instar larval reveló altas posibilidades para reducir las poblaciones de esta plaga, lo que sugiere que este depredador puede ser incluido en sistemas de manejo de plagas basados en el control biológico aumentativo (p. 287).

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El estudio de investigación de la cría y reproducción de crisopas se lo realizó en la provincia del Guayas, en la ciudad de Guayaquil con coordenadas UTM 2°05'25.4"S 79°56'30.7"W.
- **Tiempo:** 20 de febrero 2020 – 8 de marzo 2020.
- **Población:** Dirigido a los agricultores en general.

1.5 Objetivo general

Evaluar la cría y reproducción de crisopas *Chrysoperla carnea* (Stephens) para control biológico de plagas, Guayas.

1.6 Objetivos específicos

- Identificar las condiciones óptimas para la cría y reproducción de crisopas bajo condiciones controladas.

- Determinar diferentes dietas artificiales que permitan el óptimo desarrollo y reproducción de crisopas bajo condiciones controladas.
- Evaluar la capacidad de autodepredación de las crisopas en la etapa de larva.

1.7 Hipótesis

De acuerdo a las dietas que se elaboraron, se pretende que al menos una de ellas permitirá obtener una cría masiva y reproducción de crisopas (*Chrysoperla carnea*) bajo condiciones controladas.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Contreras y Rosas (2014) menciona que “la familia *Chrysopidae* es de las más estudiadas dentro del orden Neuroptera, especialmente por su interés en el control biológico de pequeños fitófagos”. Destacan que el uso de depredadores *C. carnea* es de suma importancia para un control biológico (p.265).

De hecho, Khan *et al* (2012) citado en Palomares *et al* (2017) indican que “la tasa de desarrollo de *C. carnea* es inversamente proporcional a la temperatura; es decir disminuye gradualmente con el aumento de la temperatura, misma situación ocurre en la especie *Ceraeochrysa cubana* (Neuroptera: Chrysopidae)” (p.189).

Ulhaq *et al.* (2006), destacan el efecto de diferentes dietas artificiales de forma significativa en la biología de *C. carnea*, esto debido a que los componentes que se utilizan dan una mejor producción de huevos, considerando este parámetro importante para la reproducción de este insecto.

Plúas (2016), menciona que en el Ecuador no se dispone de información suficiente sobre liberaciones de *C. carnea* para control de plagas como la mosca blanca *A. floccosus*, esta plaga ataca al banano y su control es mediante insecticidas químicos. Por ende, considera necesario realizar los estudios correspondientes sobre el comportamiento biológico de plagas y de controladores, ya que sería de suma importancia para el sector agrícola del país, la implementación de depredadores (p. 23).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Taxonomía de *Chrysoperla carnea*

Zumba (2017), hace referencia de la taxonomía de las crisopas de la siguiente manera:

Nombre científico:	<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens
Nombre común:	Crisopas
Clase:	Insecta
Orden:	Neuróptero
Familia:	Crysopidae
Género:	<i>Chrysoperla</i>
Especie:	<i>carnea</i>

2.2.2 Morfología de *Chrysoperla carnea*

Las características frecuentes de este depredador en estado adulto por lo general consisten en que son de color verde, aunque puede ser grises, amarillas, café o negras. Tienen un tamaño mediano entre 8-40 milímetros.

Otras características que presentan los adultos, son las alas transparentes, y sus ojos dorados o amarillos cobrizos. Tiene un aparato bucal masticador, pero no es predador por lo cual se alimenta de polen y néctares.

El huevo es de color verde claro, llega a medir aproximadamente 0,75 milímetros de longitud y conforme éste madura se torna pardo; al eclosionar la larva, el corión que queda es de color blancuzco. Tiene un tiempo de incubación de 6 a 7 días a una temperatura de 20 a 21 °C (Salgado,2016, p. 1).

Las larvas son alargadas con un abdomen grueso, su coloración es crema con manchas marrones o negro de acuerdo a la especie, de cabeza aplanada, el aparato bucal consta de un par de pinzas curvas que le permiten la captura de sus presas. El tercer instar larval es que es el más agresivo para el ataque de plagas. En este periodo larval, dependiendo de las condiciones de alimento y ambiente, puede durar de 10 a 15 días. La pupa llega a formarse después de que la larva sufre dos

a tres mudas, luego a nivel de pre-pupa deja de alimentarse e inicia a cubrirse con finos hilos de seda formando el cocón (Salcedo, 2014, p.1).

2.2.3 Biología de *Chrysoperla carnea*

García (1994) hace referencia acerca del ciclo de vida de los neurópteros, que estos se desarrollan en un aproximado de 21 días para completar todo su ciclo, en 3 días se presentará como estado de huevecillo, 15 días para completar el estado larval y alimentarse y en 3 días continuar en estado de pupa, finalmente pasan 4 días antes de que se convierta en adulto y este pueda ovipositar.

Estos insectos adultos presentan una metamorfosis completa desde su puesta, pasando por su nacimiento a los 4 días mientras que el desarrollo de la etapa de larva atraviesa por tres fases, después crearán un capullo con hilo de seda convirtiéndose en crisálidas. La crisopa adulta saldrá a los cinco días aproximadamente a través de un agujero que ella mismo perforará en la punta del capullo (Mundo Canna [CANNA], 2019).

Por otra parte Omar (2012) menciona que la duración del ciclo biológico puede estar influenciado muchas de la vez por la temperatura, de esto dependerán que puedan llegar a tener varias generaciones al año en condiciones favorables. El período larval es de 1-2 semanas y para pasar de huevo a adulto puede requerir entre 37 y 60 días (p.48).

Sus huevos son inconfundibles, ya que están adheridos a la superficie por medio de un filamento, semejando alfileres.

Salgado (2016) menciona que una hembra puede ovipositar entre 500 a 1000 huevos en un período de 30 días. El adulto puede vivir hasta los 90 días y en

promedio 45 días, dependiendo de la disponibilidad de alimento en campo como son flores o plantas nectaríferas como girasoles, maíz y otro (p.2).

Figueira *et al.* (2002) como se citó en Nájera y Souza (2010) considera que la duración de fases de huevo, larva y pupa dependerá de la especie, siendo otro factor clave la alimentación por el tipo de presa que consume y por las condiciones ambientales en las que se encuentre. Por lo general, el periodo embrionario dura aproximadamente 5 días, la fase larvaria 10 días y las fases en el interior del capullo cerca de 11 días. En cuanto a la oviposición de las hembras pueden llegar a producir más de 12000 huevecillos a lo largo de su periodo de vida, que puede ser más de 10 días.

2.2.4 Biología de neurópteros bajo condiciones controladas

Canard (2001) considera “la capacidad y éxito de reproducción en condiciones controladas de individuos hembra de *C. carnea* dependerá de ciertos factores importantes como la dieta durante las fases de larva y adulto, y las condiciones climáticas como temperatura, fotoperiodo y humedad relativa”.

Pérez *et al.* (2017), describen la biología de *Ceraeochrysa valida* en laboratorio con condiciones de temperatura de 30 °C, lo cual le permitió evaluar un rango de vida de estos neurópteros de 25 a 29 días. Al igual que esta especie la crisopa es de gran importancia para el control biológico, en Ecuador se realizó un estudio para controlar el pulgón amarillo (*Sipha flava*) en caña de azúcar con la especie *C. valida*.

2.2.5 Condiciones climáticas

Las condiciones ambientales en las que habita *Chrysoperla carnea*, en campo son muy diversas, siendo la temperatura un factor que se encuentra entre 12 a

35°C, en cuanto a la humedad relativa esta puede oscilar entre 60 y 80 %, también se adapta a una variedad de cultivos de periodo corto o perenne (Salcedo, 2014 p. 2).

Redolfi (2014) menciona que, el tiempo de duración del estado de huevo depende de la temperatura. Por ejemplo, en *C. carnea* el embrión demora en su desarrollo 13 días a 15 °C y 1,5 °C, mientras que en *C. externa* dura 14 días a 15.6 °C y 4 días a 26,7 °C (p. 20).

Deza (2017) sostiene que, en consideración a los factores climáticos en laboratorio, estos se pueden correlacionar con información referente a otra especie del mismo género como es *Chrysoperla externa*, registrando para la primera generación una temperatura de 26,8°C y 65 % HR, la segunda generación registro 27,2°C y 62 % HR y para la tercera generación 27,4°C y 63 % HR. Por lo cual la ejecución del estudio en laboratorio determinó un promedio de 27,1°C y 63 % HR. Dando como resultado un ciclo biológico de 4,16 días para el periodo de huevo; 9,91 días para larva; 9,48 días para pupa y 4,7 días para pre-oviposición.

2.2.6 Alimentación

“Las larvas de crisopas se alimentan de larvas de áfidos (*Aphididae*), cóccidos (*Coccidea*), mosquitas blancas (*Aleyrodidae*), además de huevos de insectos. Los adultos se alimentan de néctar y polen, y aparentemente no se alimentan de otros insectos” (Penny, 2002 p.187).

En condiciones de laboratorio se han desarrollado dietas artificiales para la alimentación de adultos de *C. carnea*, compuestas por proteína enzimática hidrolizada de levadura de cerveza, la cual permitió la obtención de 786 huevos por hembra durante el periodo de 21 días, en cuanto a la comparación de 391 huevos

por hembra cuando se les suministró solo polen y miel natural (Ulhaq *et al.* 2006, p.2-5).

Albuquerque (2009) destaca que la capacidad de reproducción de miembros de los Chrysopidae se ve influenciada por la calidad y cantidad de alimentos ingeridos por los adultos, y los efectos pueden ser percibidos en la duración de los periodos de pre - oviposición y post – oviposición, producción diaria del número de huevos, fecundidad y fertilidad.

2.2.7 Capacidad de consumo del depredador

La identificación de las plagas presentes en el cultivo permite definir qué enemigo natural se puede utilizar para la reducción o control. Por lo que se hace necesario evaluar el depredador en laboratorio y después en campo. En los depredadores es importante medir la capacidad de consumo de una presa en situaciones de no elección y de libre elección (Salas y Salazar, 2003, p.30).

De acuerdo a (Easterbrook *et al.*, 2006) resalta que “en pruebas realizadas en laboratorio, *C. carnea* presenta la capacidad de consumo de hasta 790 pulgones de la fresa *Chaetosiphon fragaefolii* durante su ciclo de desarrollo, y en invernadero *C.carnea* redujo significativamente las poblaciones de este áfido (*Aphididae*)” (p. 897).

Los resultados de Salas *et al.* (2013) demostraron la capacidad de consumo que presentan las larvas de *C.carnea* sobre huevos y ninfas de *Bactericera cockerelli* en condiciones de laboratorio para lo cual se obtuvo resultados en las 48 horas, las larvas de tercer ínstar consumieron el 70% de los huevos de *B. cockerelli*. Para las 24 h las larvas de segundo ínstar de crisopas depredaron un 85% de ninfas de

primer ínstar de *B. cockerelli* y 90% a las 48 h. Las larvas de todos los estadios de *C. carnea* consumen mayor cantidad de huevo y ninfas de primer ínstar de *B. cockerelli* (p. 333).

2.2.8 Importancia del control de plagas mediante Crisopas

“Estos insectos se destacan por su gran capacidad reproductiva, voracidad y elevada agresividad biológica, siendo estas características muy importantes y significativas para poder realizar la implementación de un control biológico” (Carvahlo y Souza, 2009 p.26).

Nájera y Souza (2010) mencionan que las larvas son depredadoras, pues estas se alimentan de insectos más pequeños que ellos como lo son pulgones (*Aphididae*), trips (*Thripidae*), cochinillas (*Dactylopiidae*), chicharritas (*Cicadellidae*), moscas blancas (*Alerodidae*), psílidos (*Psyllidae*) y en algunos de los casos huevos y larvas de mariposas (*Papionidae*), escarabajos (*Scarabaeidae*), moscas (*Muscidae*) y otros neurópteros e incluyendo ácaros y otros artrópodos de cuerpo suave y tamaño pequeño (p.26).

Según estudios realizados por Catzim *et al.* (2010), demuestran la voracidad de *C. carnea* sobre *B. cockerelli* y la capacidad de depredación está en función al estado de desarrollo en el que se encuentre el insecto, por lo cual destaca al tercer ínstar larval con altas posibilidades para reducir las poblaciones de esta plaga, sugieren así que este depredador puede ser implementado en sistemas de manejo basado en el control biológico.

2.2.9 Insectos benéficos o depredadores

Los insectos benéficos o depredadores son organismos que matan a sus presas y se alimentan de ellas, en general son las hembras que depositan sus huevos cerca

de las posibles presas. Al eclosionar los huevos las larvas o ninfas buscan a sus presas para su consumo y así poder completar su ciclo de vida. Se alimentan de todos los estados de desarrollo de sus presas, masticándolas o succionado el líquido que contienen sus cuerpos (Forlin, 2012, p. 8).

“Para poder completar correctamente su ciclo biológico es necesario que consuman más de una presa, el tamaño de la presa por lo general es mayor. Los depredadores son fundamentalmente polípagos” (Badii y Abreu, 2006 p.84).

Canard (2001) considera que el segundo instar de larvas de crisopas es el más activo que el primero y consume más alimento, el tercer instar muestra un grado muy alto de canibalismo y un apetito muy voraz. Todas las larvas son depredadores polípagos debido a la amplia variedad de presas de cuerpo blando que puede consumir.

Fondren *et al.* (2004) mencionan que: “las larvas de *Chrysoperla spp.* en densidades altas pueden presentar un comportamiento caníbal, aumentando la depredación intraespecífica, lo que podría repercutir en la supervivencia de las mismas” (p. 1654).

2.2.10 Uso de plaguicidas frente a controladores naturales

El uso de insecticidas denota un efecto mucho más rápido y efectivo, pero como desventaja tiende a que la plaga que se quiere controlar se vuelva resistente y ésta resurja haciendo difícil su control. La aplicación constante de productos químicos afecta de forma radical la biodiversidad del ecosistema agrícola debido a que disminuye la presencia de insectos controladores (JICA, 2008.)

De acuerdo a Cisneros, 2012 (como se citó en Lizárraga, 2018) considera un factor importante de los controladores naturales, que por lo general son más susceptible

a los insecticidas que las especies fitófagas que atacan a los cultivos, causando como consecuencia que las poblaciones se vean afectadas de forma drástica por las aplicaciones de insecticidas de amplio espectro; provocando así la pérdida de controladores biológicos y como consecuencia se produzca una rápida resurgencia de la plaga problema y la aparición de nuevas plagas.

2.2.11 Dietas para la alimentación de adultos

En consideración del tipo de dietas para la alimentación de adultos, existe una gran variabilidad en cuanto a la composición de cada dieta.

Estas dietas son masas compuestas por carbohidratos, proteínas y vitaminas, que se obtienen de la cocción y posterior maceración de semillas de plantas que resaltan por su alto valor proteico. Estos compuestos son mezclados de forma homogénea con ingredientes base que sean utilizado en las dietas comunes como lo son: levadura de cerveza, azúcar, miel, leche en polvo las cuales son empleadas por laboratorios comerciales de cría de insectos benéficos (López, Rodríguez y Cortez, 2017, p.1)

Ulhap, Saltar, Salihah, Farid & Khattak (2006) hacen referencia a los componentes de las dietas para la alimentación de crisopas como la levadura de cerveza que son empleados debido a los efectos que provocan en la producción de huevos mientras que la miel es responsable de provocar fecundidad en estos insectos. Esta mezcla de componentes permitirá una producción de huevos fértiles.

2.2.12 Maca (*Lepidium meyenii* Walp.)

La maca es un producto originario de los Andes Centrales del Perú, resistentes a granizadas, helada y sequías prolongadas. Sifuentes, León y Paucar (2015)

mencionan la importancia de los componentes de la maca por lo que resaltan los altos valores nutricionales que contiene y por su destacado papel en la medicina tradicional para tratar problemas de fertilidad. Entre los componentes químicos de este cultivo se han relacionado acciones terapéuticas como el aumento de fertilidad, niveles de energía, acción antioxidante, mejora del deseo sexual y la tasa de crecimiento. “La composición de la raíz de maca en polvo deshidratado donde los carbohidratos están compuestos 23,4% de sacarosa, 1,55% de glucosa, 4,56% de oligosacáridos y 30,4% de polisacáridos” (Wang *et al.*, 2007 p.132).

Para Gonzales, Nieto y Gasco (2006) mencionan que “aún no se ha demostrado en humanos, pero las pruebas realizadas fueron alentadoras en roedores, a los cuales se le suministro un tratamiento con maca, en donde se evidenció un aumento de fertilidad en las espermatogénesis”.

2.2.13 Soya (*Glycine max* L.)

Ridner (2006) resaltan la fuente de proteínas y aceite que contiene la soya considerándola por lo tanto como un alimento con alto valor nutricional. El grano de soya está compuesto por un promedio de 36,5 % de proteínas; 20 % de lípidos; 30 % de hidratos; 9 % de fibra alimentaria; 8,5 % de agua; y 5 % de cenizas. Posee proteínas de alta calidad, en comparación con otros alimentos de origen vegetal.

2.2.14 Tablas de vida (Demografía)

La tabla de vida fue presentada a los ecólogos por Pearl desde 1921, la cual se define como un catálogo, sumario o inventario que describe la supervivencia y las tasas de mortalidad de los individuos de una población según la edad de éstos. Existen diferentes formas de obtener una tabla de vida, formas que dan por

resultado tres diferentes tipos de tablas: la cohorte, la estática y la de tiempo variable. (Vera, Pinto, Collado y Robles, 2002, p.27)

2.2.14.1. Tabla de vida de cohorte

Deevey (1974) considera que en esta tabla se trata de tomar cierto número (n) de individuos recién nacidos (cohorte) e ir observando su supervivencia durante cada unidad de tiempo preestablecida por el investigador (horas, días, semana, meses, etc.) hasta la muerte del último individuo; una vez realizado esto se definen los estadísticos:

x: Intervalo de edad en unidades de tiempo

n_x : Número de individuos vivos al inicio del intervalo x a x+1

d_x : Número de individuos muertos durante el intervalo x a x+1

q_x : Tasa de mortalidad durante el intervalo x a x+1

L_x : Número promedio de individuos vivos durante el intervalo x a x+1

T_x : Suma acumulativa de L_x para obtener valores expresados en número de individuos por unidades de tiempo

e_x : Esperanza media de vida de los individuos de la población al inicio del intervalo x; o bien, unidades de tiempo que le quedan por vivir, en promedio, a cualquier individuo que haya cumplido con cierta edad x

l_x : Tasa (o probabilidad) de supervivencia al inicio del intervalo x.

Tabla de vida del insecto a evaluar.

X (días)	n_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	l_x^{**}

Las ecuaciones para calcular los estadísticos de la tabla son:

$$n_{x+1} = n_x - d_x$$

$$q_x = d_x \div n_x$$

$$L_x = (n_x + n_{x+1}) \div 2$$

$$T_x = \sum_{x=0}^{\infty} L_x$$

$$e_x = T_x \div n_x$$

$$l_x = n_x \div n_0$$

2.3 Marco legal

LEY ORGÁNICA DE AGROBIODIVERSIDAD, SEMILLAS Y FOMENTO DE AGRICULTURA

TÍTULO IV

DE LA AGRICULTURA SUSTENTABLE

CAPITULO I

DE LAS BUENAS PRÁCTICAS

Art. 48.- Agricultura Sustentable. Para efectos de aplicación de esta Ley, se entiende por agricultura sustentable a los sistemas de producción agropecuaria que permiten obtener alimentos de forma estable, saludable, económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente y preservando el potencial de los recursos naturales productivos, sin comprometer la calidad presente y futura del recurso suelo, disminuyendo los riesgos de degradación del ambiente y de contaminación física, química y biológica de los productos agropecuarios.

Constituyen modelos de agricultura sustentable: la agroecología, agricultura orgánica, agricultura ecológica, agricultura biodinámica, agricultura biointensiva, permacultura, agricultura sinérgica, bosque de alimentos, agricultura natural, y otras que se establezcan.

Art. 49.- Prácticas y tecnologías. Constituyen prácticas y tecnologías de agricultura sustentable, destinadas al uso de alternativas de innovación tecnológica, que debe fomentar el Estado las siguientes:

- a) Promover la recuperación y conservación de los recursos fitogenéticos para la diversificación de los sistemas productivos de esta agricultura;
- b) Garantizar la fertilidad y biodinámica del suelo mediante prácticas de conservación y evitar su erosión, degradación y contaminación;
- c) Promover la regeneración de los recursos naturales renovables y de los sistemas productivos;
- d) Prevenir y controlar las plagas y enfermedades mediante el uso de biopreparados, repelentes y atrayentes, así como la diversificación, introducción y conservación de enemigos naturales;
- e) Difundir mediante programas y campañas de educación e información pública los beneficios que reporta esta producción agrícola, tanto para productores como para consumidores;

- f) Promover la economía familiar campesina y comunitaria para dinamizar este sector, así como fomentar el consumo de alimentos saludables;
- g) Promover el manejo adecuado de cuencas hidrográficas para garantizar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y ecosistemas en general;
- h) Fomentar el uso y aprovechamiento responsable del agua;
- i) Impulsar y optimizar la utilización de los ciclos naturales de nutrientes y energía;
- j) Incrementar la inmunidad natural de los sistemas agrícolas;
- k) Recuperar el equilibrio y capacidad regenerativa de los sistemas agrícolas, liberándolos de pesticidas y agrotóxicos;
- l) Incrementar y optimizar la productividad agrícola de forma sostenible y permanente;
- m) Garantizar la economía familiar campesina y el consumo saludable de alimentos culturalmente apropiados; y,
- n) Recuperar el talento, protagonismo y centralidad de la familia campesina en el desarrollo de los sistemas agrarios y alimentarios (p.14).

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA HORTALIZAS Y VERDURAS RESOLUCIÓN TÉCNICA N.º 0037 emitida el 06 de abril de 2015

CAPÍTULO IX

DEL CONTROL DE PLAGAS

Artículo 17.- MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

- a) Se debe contar con un plan de Manejo Integrado de Plagas, bajo el asesoramiento del profesional técnico.
- b) Se recomienda aplicar métodos de control de plagas amigables con el ambiente, priorizando prácticas como son: control cultural, biológico, físico, entre otras.
- c) Las prácticas de MIP deben demostrar técnicamente el control de plagas.
- d) Los productos químicos para control fitosanitario deben ser utilizados en caso de ataques severos; y acatando las recomendaciones de uso para el cultivo y dosis establecidas en las etiquetas. Se debe realizar el monitoreo permanente de plagas en el cultivo, que fundamente las aplicaciones de control químico en función del umbral económico.
- e) De preferencia, se recomienda utilizar productos químicos que pertenezcan a los grupos de plaguicidas de etiqueta azul y verde.
- f) Se recomienda identificar y eliminar plagas dentro del cultivo y sus alrededores.
- g) En caso de ser necesario, se recomienda realizar un sistema de drenaje, para evitar que el agua estancada favorezca la propagación de plagas (p.22).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Este trabajo estuvo enfocado en una investigación experimental de forma que permitió conocer los parámetros para la cría y reproducción de crisopas utilizando diferentes dietas. El nivel de conocimiento de la investigación fue experimental.

Investigación en condiciones controladas: Se ejecutaron en entornos controlados que permitieron evaluar el comportamiento al que es sometido el caso a estudiar.

Investigación experimental: Se aplicó el método científico como base para la ejecución de experimentos; empleando muestras representativas, diseño experimental y metodología cuantitativa para analizar los datos.

3.1.2 Diseño de investigación

En este estudio de investigación se aplicó un diseño experimental con el objetivo de conocer la capacidad de desarrollar un controlador biológico en condiciones controladas, implementando cuatro dietas artificiales para la cría y reproducción de crisopas.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. *Variable independiente*

Para la alimentación de los adultos se desarrollaron cuatro dietas (Tratamientos).

3.2.1.2. *Variable dependiente*

3.2.1.2.1. *Tamaño de larva:* Se midió el tamaño de 200 larvas para conocer el estadio o fase en el que se encontraban (medición diaria).

3.2.1.2.2. *Cantidad de huevos*: Por cada tratamiento se cuantificó los huevos ovipositados cada 2 días.

3.2.1.2.3. *Viabilidad de huevos*: Se tomó en cuenta la cantidad de huevos eclosionados.

3.2.1.2.4. *Longevidad de la hembra y macho*: Se determinó desde el tiempo de emergencia de los adultos hasta la muerte de los mismos, por tratamiento.

3.2.1.2.5. *Número de presas consumidas*: Se evaluó la cantidad de presas autoconsumidas por el canibalismo.

3.2.1.2.6. *Demografía de la población*: Se midió la mortalidad de los insectos adultos de cada tratamiento.

3.3 Tratamientos

Tabla 1. Descripción de los tratamientos (Dietas)

Tratamientos	Ingredientes	Cantidad (gr)
T1	A base de Maca	3 gr/día
T2	A base de Soya	3 gr/día
T3	A base de Maca + Soya	3 gr (1,5 + 1,5) /día
T4	Dieta básica (polen, levadura y miel)	3 gr/día

Oviedo, 2021

Tabla 2. Dietas artificiales para alimentación de adultos.

Ingredientes	Dietas (g)			
	1	2	3	4
	M	S	M + S	Dieta básica
Maca	17,5		8,75	
Soya		17,5	8,75	
Levadura de cerveza	17,5	17,5	17,5	35
Polen	1,75	1,75	1,75	1,75
Miel	17,5	17,5	17,5	17,5
Agua	17,5	17,5	17,5	17,5
TOTAL	71,75	71,75	71,75	71,75

Oviedo, 2021

3.2.1 Diseño experimental

Se utilizó el tipo de diseño completamente al azar (DCA), el cual constó de 4 tratamientos con seis repeticiones, la unidad muestral fue la crisopa. En la comparación de medias se empleó un análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5 % de acuerdo al nivel de significancia.

Tabla 3. Análisis de ANDEVA

Fuente de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	$(T - 1)$	$(4 - 1)$	3
Error experimental	$(N - T)$	$(24 - 4)$	20
Total	$(N - 1)$	$(24 - 1)$	23

Oviedo, 2021

Tabla 4. Delineamiento de la cría y reproducción de crisopas

Detalle	Valor
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	6
Cajas entomológicas (madera)	24 (20 cm x 15 cm)
Cajas Petri	24
Papel Kraft	1 pliego
Tela tul	1.5 metros

Oviedo, 2021

3.2.2 Recolección de datos

3.2.2.1. Recursos

Recursos bibliográficos: Se utilizó como material de consultan textos académicos, artículos científicos de revistas, tesis de grado, fichas técnicas, páginas web y la biblioteca de la Universidad Agraria del Ecuador.

Recursos económicos: Para el trabajo de experimentación la inversión la hizo el estudiante.

Recursos humanos: Tesista y Tutora de la Universidad Agraria del Ecuador.

Equipos

- Balanza analítica (EJ-3202A) A&D Weighing
- Calibrador

Ingredientes

- Maca (Polvo)
- Soya (Polvo)
- Agua destilada
- Levadura de cerveza (Polvo)
- Miel

- Polen

Materiales

- Pupas de crisopas
- Caja entomológica (madera)
- Bandejas plásticas
- Pincel
- Algodón
- Paletas de madera
- Papel Kraft
- Tela tul
- Cuchara medidora

3.2.2.2. Métodos y técnicas

3.2.2.2.1. Métodos

- **Método inductivo:** A través de este método se fundamentó la hipótesis y objetivos planteados para la obtención de resultados.
- **Método analítico:** Permitió estudiar con intensidad el objeto de estudio para lograr un mejor entendimiento de su comportamiento a través de los principios, teorías y leyes.
- **Método sintético:** Permitió establecer y relacionar los resultados para crear la discusión y conclusión relacionadas bajo la perspectiva de la totalidad de la investigación.

3.2.2.2.2. Técnicas

El pie de cría se inició el día 20 de febrero del 2020 con 192 pupas de crisopa, colocando 8 pupas por cada caja entomológica (madera), las cuales fueron transformándose a adultos a los 2 días de haber sido colocados. Se diseñó 24 cajas

entomológicas, 4 tratamiento por 6 repeticiones. Se utilizó cajas entomológicas de 20 centímetros x 15 centímetros las cuales fueron cubiertas con tela tul para permitir la ventilación y facilitar la recolección de huevos y así cuantificar los huevos de cada caja, esto se realizó de manera diaria. Estas cajas se mantuvieron en condiciones controladas.

Para el suministro de alimento a los adultos se implementó cuatro dietas a base de maca + dieta básica, soya + dieta básica, maca + soya + dieta básica y dieta básica (testigo). Los insectos adultos fueron alimentados de forma diaria.

Para la preparación de las dietas a) **Tratamiento 1**: Se implementó 17,5 gramos de maca en polvo, luego se agregó 17,5 gramos de levadura de cerveza seguido de 17,5 gramos de miel pura, se agregó también 1,75 gramos de polen, luego se agregó agua para obtener una mezcla espesa y fácil para el suministro de las crisopas. b) **Tratamiento 2**: Se implementó 17,5 gramos de soya en polvo, luego se agregó 17,5 gramos de levadura de cerveza, se añadió también 17,5 gramos de miel pura, 1,75 gramos de polen y finalmente se le agregó agua destilada para homogeneizar la mezcla. c) **Tratamiento 3**: Se colocó 8,75 gramos de maca en polvo y 8,75 gramos de soya en polvo, luego se agregó 17,5 gramos de levadura de cerveza, 1,5 gramos de miel pura y luego se le agregó agua destilada para homogeneizar la mezcla. d) **Tratamiento 4**: Se colocó 3,5 gramos de levadura de cerveza, 1,75 gramos de polen, se agregó 17,5 gramos de miel pura y luego se añadió agua destilada para obtener una mezcla homogénea de todos los ingredientes. Para la administración de las dietas se empleó 3 gramos diarios, los cuales fueron colocados en una paleta para el alimento de las crisopas en estado adulto, el alimento fue aplicado con un pincel, así también se colocó algodón embebido de agua destilada en la parte superior de la caja.

Por cada tratamiento se colocó 8 crisopas en estado de pupa por cada repetición, en total se trabajó con 192 pupas, estas posteriormente pasaron a estado adulto. Las crisopas adultas ovipositaron en un tiempo de 6 días y estas pasaron a la etapa de larva para luego ser medidas. La medición de las larvas se la realizó cada 2 días utilizando un calibrador. Se llegó a medir 200 larvas, 50 larvas de cada tratamiento.

3.2.3 Análisis estadístico

Ho: Ninguna de las dietas implementadas dieron efecto en cuanto al desarrollo en condiciones controladas del ciclo de las crisopas.

Ha: Al menos una de las dietas utilizadas permitió evaluar la viabilidad de la cría y reproducción de crisopas bajo condiciones de controladas.

4. Resultados

4.1. Ambientes óptimos para las crías y reproducción de crisopas en condiciones controladas.

4.1.1 Temperatura

La variación de la temperatura fue evaluada según las condiciones que presenta la ciudad de Guayaquil, debido a que la cría y reproducción de los insectos se la llevó a cabo en condiciones controladas. Por lo cual se obtuvo una temperatura media de $25,7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,35$ y Humedad Relativa media de $85\% \pm 0,05$ como promedio general durante el transcurso de 18 días de cría.

Tabla 5. Temperatura y Humedad Relativa por día

Fecha de inicio	Temperatura	Humedad Relativa
20-feb-20	26 °C	90%
21-feb-20	27 °C	87%
22-feb-20	28 °C	89%
23-feb-20	26 °C	87%
24-feb-20	24 °C	86%
25-feb-20	26 °C	74%
26-feb-20	27 °C	87%
27-feb-20	28 °C	82%
28-feb-20	27 °C	81%
29-feb-20	26 °C	90%
1-mar-20	28 °C	90%
2-mar-20	27 °C	90%
3-mar-20	25 °C	82%
4-mar-20	27 °C	82%
5-mar-20	18 °C	72%
6-mar-20	24 °C	87%
7-mar-20	25 °C	87%
8-mar-20	24 °C	87%
PROMEDIO	25,7 C° ± 2,35	85% ± 0,05

Oviedo, 2021

En relación a la temperatura y humedad relativa registrada por día se evidenció que, para los días de recolección de huevos estos parámetros influenciaron en la cantidad de huevos y larvas. Para el día 25 de febrero la temperatura que se registró

fue de 26 C° junto con una humedad relativa de 74 % permitiendo una cantidad superior de huevos para el T3 mientras que los demás tratamientos presentaron una cantidad inferior de huevos. Para el día 27 de febrero la temperatura que se registro fue de 28 C° siendo esta superior al día anterior y una H. Relativa 82 % por lo cual se logró recolectar una cantidad de huevos de 610 en el T4 de la dieta básica.

Para los días 2 y 4 de marzo la temperatura registrada fue 27C° para lo cual el T2 presentó una cantidad de 521 huevos junto con el T4 que presentó 323 huevos siendo estos datos superiores a los tratamientos restantes debido a que la H. Relativa fue de 90 % para el día 2 de marzo considerando así que fue este parámetro el que afectando los demás tratamientos por su aumento excesivo.

Mientras que para los días 6 y 8 de marzo los datos registrados tanto de temperatura como de humedad relativa fueron los mismos para esos dos días siendo la temperatura de 24 C° mientras que la humedad relativa fue de 87 % y los tratamientos que mejor respondieron bajo estos parámetros fueron el T1 y T2.

4.1.2 Recolección de huevos

El análisis de varianza se realizó mediante Tukey con un nivel de significancia de 0,05. Se determinó que, si existe una diferencia significativa entre las dietas para la obtención de una mayor cantidad de huevos, ya que el valor de ($F= 4,78$; $p = 0,0005$). El tratamiento que mejor resultados presentó en cuanto a cantidad de huevos fue T2, como se muestra en la tabla 6.

En cuanto a la capacidad de oviposición se obtuvo en el T2 que es la dieta que es a base de soya se alcanzó un promedio de 61.08 huevos esto se vio beneficiado por las propiedades que presenta la soya en polvo, para el T4 se logró un promedio de 53.08 a pesar de ser la dieta básica se obtuvo un resultado superior a diferencia

de las dietas mejoradas, el T3 obtuvo un promedio de 40,77 huevos y el T1 obtuvo un promedio de 40,75 de huevos, el T3 y T1 obtuvieron valores similares a pesar de ser dietas mejoradas los resultados alcanzados fueron inferiores a la dieta básica, como se muestra a continuación en la tabla 6.

Tabla 6. Cantidad promedio de huevos por tratamiento

TRATAMIENTO	1	2	3	4	TOTAL
Media	40,75	61,08	40,78	53,58	49,05
Error estándar de la media	4,16	9,23	6,21	8,77	3,72

Oviedo, 2021

4.1.3 Demografía de adultos

Para la obtención de los resultados de la demografía de los insectos adultos se implementó la tabla de cohorte, (Deevey, 1974) permitiendo conocer la cantidad de insectos que pueden sobrevivir, la tasa de mortalidad y esperanza de vida en condiciones controladas como se muestra a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7. Vida de cohorte de los insectos.

x	nx	dx	qx	Lx	Tx	ex	lx	Nx+1
0	192	0	0,0000	192	2841		1	192
1	192	1	0,0052	191,5	2649	14,80	1	191
2	191	8	0,0419	187	2458	13,80	0,99	183
3	183	23	0,1257	171,5	2271	12,87	0,95	160
4	160	5	0,0313	157,5	2099	12,41	0,83	155
5	155	24	0,1548	143	1942	13,12	0,81	131
6	131	0	0,0000	131	1799	12,53	0,68	131
7	131	5	0,0382	128,5	1668	13,73	0,68	126
8	126	0	0,0000	126	1539	12,73	0,66	126
9	126	4	0,0317	124	1413	12,21	0,66	122
10	122	0	0,0000	122	1289	11,21	0,64	122
11	122	3	0,0246	120,5	1167	10,57	0,64	119
12	119	0	0,0000	119	1047	9,57	0,62	119
13	119	26	0,2185	106	928	8,79	0,62	93
14	93	0	0,0000	93	822	7,79	0,48	93
15	93	1	0,0108	92,5	729	8,83	0,48	92
16	92	0	0,0000	92	636	7,83	0,48	92
17	92	0	0,0000	92	544	6,91	0,48	92
18	92	*	*	92	452	5,91 4,9	*	92

Oviedo, 2021

4.1.4 Longevidad de insectos adultos

El tiempo que permanecieron en las cajas entomológicas los insectos adultos fue de 18 días aproximadamente, ya sea por factores externos o por depredadores como hormigas (*Formicidae*) y arañas (*Araneae*) éstos iban muriendo.

4.2. Dietas artificiales para el óptimo desarrollo y reproducción en condiciones controladas.

4.2.1 Dieta recomendada para la alimentación

El análisis de varianza se realizó mediante Tukey con un nivel de significancia de 0,05. El resultado de las dietas no fue significativo pues es el valor de $F= 1,99$; $p= 0,12$ esto a diferencia de los resultados obtenidos en días, puesto que para los días se determinó que, si existe una diferencia significativa debido a que el valor de $F=4,61$; $p=0,0007$ y $F=4,11$; $p=0,002$. Debido a que no hubo significancia en los tratamientos se ha añadido el factor días.

Al evaluar la cantidad de respuesta por oviposición la dieta que más huevos dio fue T2 con 2199 huevos mientras que los demás tratamientos presentaron cantidades menores, para el T4 se obtuvo 1929 huevos, el T3 se obtuvo 1468 y T1 1467 huevos, como se muestra a continuación en la Tabla 9.

Tabla 8. ANOVA DIETAS – DIAS

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
DIAS	42124,45	5	8424,89	4,61	0,0007	2,29
DIETAS	10896,19	3	3632,06	1,99	0,12	2,68
Días * Dietas	13127,19	15	875,15	0,48	0,95	1,75
Dentro del grupo	219334,83	120	1827,79			
Total	285482,66	143				

Oviedo, 2021

Tabla 9. Cantidad de huevos por tratamiento

DÍAS	T1	T2	T3	T4
1	220	380	186	324
2	334	582	508	610
3	193	521	238	323
4	243	210	185	241
5	243	236	180	233
6	234	270	171	198
TOTAL	1467	2199	1468	1929

Oviedo,2021

4.2.2 Medición de larvas

En el tamaño de larvas si existe significancia $F= 3,10$; $p= 0,03$ ya que al menos una de las dietas en este caso T4 es significativo para el tamaño de las larvas como se observa en la Tabla 10. En la medición de larvas estas fueron seleccionadas después de haber pasado su etapa de huevo, periodo que duró entre 4 a 6 días. Se colectaron 50 larvas por tratamiento siendo así medidas 200 larvas en total, las cuales presentaron diferentes tamaños entre 2 milímetros a 6 milímetros. Según el análisis de varianza en la Tabla 11 se puede observar que el tratamiento que permitió un mayor tamaño de las larvas fue T4 con un tamaño promedio de 2,80 milímetros.

Tabla 10. ANOVA tamaño de larva

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15,375	3	5,13	3,10	0,03
Dentro de grupos	324,42	196	1,66		
Total	339,80	199			

Oviedo, 2021

Tabla 11. Tamaño de larva por tratamiento

Grupos	Larvas	Suma	Promedio	Varianza
Tratamiento 1	50	102	2,04 mm	1,47
Tratamiento 2	50	116	2,32 mm	1,53
Tratamiento 3	50	113	2,26 mm	1,87
Tratamiento 4	50	140	2,8 mm	1,76

Oviedo, 2021

4.3. Capacidad de autopredación de las crisopas en la etapa de larva.

4.3.1 Autodepredación de larvas

Las larvas que se obtuvieron por cada repetición fueron el resultado de los huevos anteriormente colocados, debido al canibalismo que presenta esta especie no se contabilizaron todas larvas eclosionadas, pero se colocaron entre 250 a 320 larvas que fueron colocadas en 4 recipientes plásticos diferentes de acuerdo al tratamiento correspondiente, las larvas de tamaño de 5 a 6 milímetros fueron las que presentaron un mayor canibalismo esto probablemente por su capacidad de movilidad mientras que las larvas de tamaño inferior fueron devoradas por las más grande impidiendo así que se llegue a la etapa de pupa y adulto. El canibalismo es un comportamiento natural de esta especie, mismo que se observó en este experimento.

Dentro del T1 eclosionaron 285 huevos y luego se transformaron en larvas, de estas, 7 larvas de tamaño 4 – 5 milímetros fueron las que devoraron a las restantes por ser más pequeñas, incluso estas mismas larvas se alimentaron también de huevos que todavía no habían eclosionado. Mientras que el T2 eclosionaron 312 huevos y luego pasaron a ser larvas, 7 larvas de tamaño de 4 – 6 milímetros devoraron a las larvas restantes. Para el T3 eclosionaron 265 huevos y en el transcurso de los días se pasaron a la etapa de larva, en este tratamiento 13 larvas fueron las que depredaron a las larvas restantes que se encontraban en los recipientes plásticos. En el T4 eclosionaron 291 huevos que posteriormente se

convirtieron en larvas, 17 larvas de este tratamiento lograron devorar al resto de las larvas más pequeñas que estaban incorporadas en los recipientes plásticos debido por su tamaño inferior de 1-3 milímetros como se muestra a continuación en la tabla 12.

Tabla 12. Autodepredación de larvas

Tratamientos	Huevos	Larvas eclosionadas	Larvas Depredadoras	Larvas Autodepredadas
T1	1467	285	7	278
T2	2199	312	7	305
T3	1468	265	13	252
T4	1929	291	17	274

Oviedo, 2021

5. Discusión

Los resultados obtenidos bajo condiciones controladas para la cría y reproducción de crisopas fueron de una temperatura de $25,7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,35$ junto con una humedad relativa de $85\% \pm 0,05$ estos resultados son similares a Salcedo (2014) las condiciones ambientales en las que habita *Chrysoperla carnea*, en campo son muy diversas siendo la temperatura un factor que se encuentra entre 12 a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, en cuanto a la humedad relativa esta puede oscilar entre 60 y 80% ; de acuerdo con (Redolfi, 2014) el tiempo de duración del estado de huevo depende de la temperatura, para *C. carnea*, el embrión demora en desarrollarse 13 días a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $2,5$ días a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ por lo tanto, la temperatura que se obtuvo en el presente estudio se asemeja para la poder realizar la cría y reproducción bajo condiciones controladas.

Al momento de evaluar las dietas que se consideraron en el trabajo experimental, el tratamiento que dio significancia a la oviposición fue el T2 que consiste en soya (harina) combinado con la dieta básica, obteniendo un promedio mayor de huevos.

Mientras que la dieta que dio mayor significancia para la obtención del tamaño de larvas fue el T4 que consiste en la dieta básica, permitiendo que el insecto en tamaño de larva sea mayor que las larvas de los tratamientos restantes.

El T2 consiste de levadura de cerveza, miel, soya, polen y agua destilada para permitir la mezcla de los ingredientes en harina para permitir que los insectos adultos se alimenten con 3 gramos/día esto de acuerdo con (López, Rodríguez y Cortez, 2017) las dietas son masas compuestas por carbohidratos, proteínas y vitaminas que se obtienen de la cocción y posterior maceración de semillas de plantas que resaltan por su alto valor proteico. Estos componentes son mezclados

de forma homogénea con ingredientes base que se emplean en las dietas comunes como lo son: levadura de cerveza, azúcar, miel, leche en polvo.

El T2 presentó un resultado de 61,08 huevos como promedio, los huevos recolectados por día fue día 1 se recolectó 380 huevos, para el día 2 se recolectó 582 huevos, para el día 3 se pudo recolectar 521 huevos. Mientras que el T1 también presentó resultados destacados en la recolección de huevos para el día 4 y 5 se obtuvieron 243 huevos; de acuerdo con Ulahq *et al.* (2006) el efecto de diferentes dietas artificiales influye de forma significativa en la biología del insecto en estudio, esto debido a que los componentes que se utilizan dan una mejor producción de huevos, considerando este parámetro importante para la reproducción de este insecto, También Ulahq *et al.* (2006) hacen referencia a estos componentes de las dietas para la alimentación de crisopas como la levadura de cerveza que son empleados debido a los efectos que provocan en la producción de huevos mientras que la miel es la responsable de provocar fecundidad de estos insectos. Esta mezcla de componente permitirá una producción de huevos fértiles, el desarrollo de dietas artificiales para adultos *C. carnea* constituidas por proteína enzimática hidrolizada de levadura de cerveza, permitió la obtención de 789 huevos por hembra durante 21 días, en comparación con 391 huevos por hembra cuando se les suministró solo polen y miel natural, es decir, que los resultados obtenidos del presente estudio presenta similitud con el autor debido a que el T2 se obtuvo 2199 huevos durante 6 días.

En cuanto a la producción de huevos el tratamiento que mayor cantidad se obtuvo durante los 6 días de recolección fue el T2, recolectando 2199 huevos de varias hembras. Por su lado Salgado (2015) menciona que una hembra puede ovipositar entre 500 a 1000 huevos en un periodo de 30 días, considerando así que

los resultados obtenidos se asemejan a lo mencionado por el autor. Mientras que los resultados obtenidos difieren de Nájera y Souza (2010) considerando que la oviposición de las hembras puede llegar a producir 12000 huevecillos en 10 días.

Al iniciar el pie de cría se utilizó 192 pupas las cuales fueron emergieron hasta convertirse en adultos en el transcurso de 3 días, a medida que se fue trabajando en la cría de estos insectos se logró culminar con 92 adultos vivos. Los insectos adultos presentaron una longevidad de 18 días; estos datos difieren de Pérez *et al.* (2017) quienes evaluaron el rango de vida de estos neurópteros de 25 a 29 días, por lo cual los resultados obtenidos no se asemejan a los del autor. Salgado (2016) también menciona que el adulto puede vivir hasta los 90 días y en promedio 45 días, dependiendo de la disponibilidad de alimento.

De acuerdo a la hipótesis que se planteó al inicio de este trabajo experimental, se pretende que al menos una de las dietas permitirá alcanzar los objetivos planteados, por lo que se logró determinar que el tratamiento 2 fue el que mejor resultados óptimos permitió obtener, siendo esta dieta favorable dentro de los aspectos de crianza y reproducción tanto para las crisopas adultas como para las larvas bajo condiciones controladas.

Estos insectos presentan características de autodepredación junto con una alta voracidad y requieren de insectos plaga para continuar con la etapa de pupa y adulto de acuerdo con Fondren *et al.* (2004) las larvas de *Chrysoperla spp.* en densidades altas pueden presentar un comportamiento caníbal, aumentando la depredación intraespecífica, lo que podría repercutir en la supervivencia de las mismas, confirmando así que los resultados alcanzados concuerdan con el autor y la dieta no influye en nada. De acuerdo con Salamanca *et al.* (2010) mencionan que el estadio larval III es el que mayor voracidad presentan, en este estadio las

larvas hacen la mayor parte de la actividad de control biológico, lo cual si fue evidenciando en este trabajo experimental que las larvas que reportaron un consumo superior fue la etapa III. Para lo cual se registró 7 larvas en estadio III para el T1 y T2, para el T3 se evidenció 13 larvas y finalmente el T4 registró 17 larvas las cuales presentaron los comportamientos mencionados por los autores llegando a la concordancia de los resultados.

6. Conclusiones

Mediante los resultados obtenidos en la experimentación se puede concluir por cada objetivo planteado que:

Se puede concluir que, si es posible realizar la cría y reproducción de crisopas bajo condiciones controladas permitiendo así poder conocer las condiciones óptimas, siendo la temperatura de $25,7\text{ °C} \pm 2,35$ adecuada para mantener a los insectos adultos e incluso sus huevos y larvas mientras que la humedad relativa osciló entre $85\% \pm 0,05$ se debe tener presente que la temperatura baja provocará una reducción en la oviposición.

En cuanto a la dieta óptima dentro de los tratamientos efectuados se concluye que el T2 que consiste de soya, levadura de cerveza, polen, miel y agua destilada presentaron una elevada efectividad de apareamiento y oviposición, así también se encontró beneficioso al T4 que consiste de levadura de cerveza, polen, miel y agua destilada el cual también presentó efectividad en la oviposición, se puede concluir finalmente que existe una variedad de ingredientes para la combinación y aumento de capacidad de oviposición. Los polvos (maca, soya) empleados pueden beneficiar al insecto adulto debido a que presentan cualidades como el aumento de oviposición por las proteínas que posee.

Para la longevidad de los adultos se concluye que es posible que las crisopas sobrevivan por un tiempo superior se debe tener en cuenta los factores externos que pueden afectar su supervivencia.

En cuanto a las larvas éstas presentaron una gran voracidad y canibalismo por lo cual se presentó la autodepredación llegando a la conclusión que sería indispensable contar con un alimento que pueda ser empleado para alimentar las larvas y evitar la depredación entre sí. Se puede implementar huevos o larvas de

otros insectos plagas como mosca blanca (*Aleyrodidae*), lepidópteros (*Gelechiidae*), ácaros (*Tetranychidae*) y trips (*Thysanoptera*). Pueden presentar una gran ventaja para ser utilizados como control biológico de otros insectos plaga. El instar que presenta una alta tasa de depredación es en el tercer instar debido al alto grado de canibalismo y a un apetito aún más voraz producido por la falta de alimento.

Adicionalmente el cálculo del tiempo de longevidad de los insectos adultos se vio interrumpida por la pandemia (Figura 20) acortando el tiempo de estudio y sólo se logró evidenciar la longevidad en un tiempo de 18 días.

7. Recomendaciones

Se recomienda realizar más estudios en campo para la cría de insectos benéficos o controladores, en el país no existe información suficiente o laboratorios de cría comercial de insectos benéficos, el estudio de estos insectos permitirá generar una agricultura orgánica y mejorar el rendimiento en las cosechas. De esta manera se podría reducir los costos en cuanto a control de plagas y se puede disminuir el impacto que generan los insecticidas al campo.

Adicionalmente se podría realizar la adquisición de huevos de *S. cerealella* para alimentar las larvas, con la finalidad de evitar el canibalismo y poder obtener una gran cantidad de depredadores para luego continuar con la cría y usarlos para control biológico.

Para una alimentación apropiada de los insectos adultos se recomienda seguir investigando y realizando nuevas dietas con múltiples ingredientes que faciliten la combinación y beneficien la reproducción de los depredadores. Todo esto para mejorar la cantidad de oviposición y extender la longevidad de los insectos adulto.

Implementar una caja de cría cubica más grande hecha de polipropileno y polietileno y una manga para evitar la muerte de los insectos por enemigos externos como arañas (*Araneae*) y hormigas (*Formicidae*) que fueron observadas junto con las crisopas. Y a su vez evitar el estrés por el espacio reducido.

En cuanto al canibalismo que presentan las larvas se recomienda utilizar un alimento como huevos de *Sitotroga cerealella* para que pueda suplir la voracidad y permita obtener insectos en fase de pupa y finalmente adultos para continuar con la reproducción y colonización de las crisopas en fases de campo.

8. Bibliografía

- Albuquerque, S. (2009). Crisopídeos (Neurotera: Chrysopidae). Bioecologia E Nutricao De Insectos: Base Para O Manejo Integrado De Pragas. Embrapa Informacao Tecnológica, Brasilia. 969-1022.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable. Recuperado de: <http://www.policiaecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Agrobiodiversidad-Semillas-y-Fomento-de-la-Agricultura-Sustentable.pdf>
- Badii, M., y Abreu, J. (2006). Control biológico una forma sustentable de control de plagas. *Daena: International Journal of Good Conscience*. 1(1), 82-89.
- Canard, M (2001). Natural food and feeding habits of lacewings. In Lacewings in the crops environment (McEwn PK, New TR, Whittington AE, eds.). Cambridge University Press. Cambridge, pp. 116-129
- CANNA (2019). *Insectos beneficiosos: Crisopas verdes*. https://www.canna.es/insectos_beneficiosos_crisopas_verdes
- Carvalho, C y Souza, B. (2009). Métodos de criação e produção de crisopídeos. Recuperadode:https://www.socla.co/wpcontent/uploads/2014/INSECTOS_BENEFICOSNajeraySouza.pdf
- Castro, M. y Martínez, J. (2016). Capacidad reguladora de *Chrysoperla externa* (Hagen) sobre mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en tomate bajo invernadero. *Revista Ciencia y Agricultura*, 13(2), 57-66.
- Catzim, C., Chávez, E., Flores, J., Uribe, L., Dávila, M., Zabeh, M., y Fuentes, Y., (2010). Respuesta funcional de diferentes instares larvales de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre ninfas de *Bactericera*

- cockerelli (Sulc) (Homoptera: Psyllidae). *Rev. FCA UNCUYO*. 44(2), 279-288.
- Cisneros, F. (2012). Control químico de las plagas agrícolas. Sociedad Peruana de Entomología. Lima, Perú.
- Contreras, A y Rosas, M. (2014). Biodiversidad de Neuróptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl.* 85: S264-S270. DOI: 10.7550 / rmb.3267
- Cortez, E., López, J., Rodríguez, L., Partida, M. y Pérez, J. (2016). Especies de Chrysopidae asociadas a Diaphorina citri kuwayama en cítricos y capacidad de depredación en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(2), 363-374
- Deevey, E. (1947). *Life tables for natural population of animals*. Quart. Rev. Biol. 22:283-314
- Deza, V. (2017). *Ciclo biológico, Capacidad de depredación y comportamiento de Chrysoperla externa (Hagen) (Neuróptera: Chrysopidae) usando como presa Spodoptera eridania (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) en condiciones de laboratorio*. 2014. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Easterbrook, M., Fitzgerald, J. y Solomon, M. (2006) Suppression of aphids on strawberry by augmentative releases of larvae of the lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens), *Biocontrol Science an Technology*. 16:9. 893-900. DOI:10.1080/09583150600827850
- Figueira, L., Carvalho, C., Souza, B. (2002). Influência da temperatura sobre alguns aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, 26:1439-1450.

- Fondren, K., McCullough, D. & Walter, J. (2004). Insect predator and augmentative biological control of balsam twig aphid (*Mindarus abietinus* Koch) (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 33 (6): 1652-1661.
- Forlin, A. (2012, marzo). Identificación de insectos plagas en cultivos hortícolas orgánicos. *INTA*. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-identificacin_de_insectos_plagas_en_cultivos_horticol.pdf
- García, H. (1994). Producción masiva de *Chrysopa spp.* (Neurotera:Chrysopidae). pp. 143-146.
- Gamboa, S., Souza, B. y Morales, R. (2016). Actividad depredadora de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae) en cultivo de Rosa sp. *Revista Colombiana de Entomología*, 4 (1), 54-58.
- Gonzales, G., Nieto, J., y Gasco, M. (2006) *Effect of Black maca (Lepidium meyenii) on one spermatogenic cycle in rats*. *Andrologia* 38: 166-172
- JICA (2008). *Guía del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para técnicas y productores*. Versión 1
- Khan, J., Ul-Haq, E., Akhtar, N., Gillani, W., Assad, N., Masood, M. (2012). Effect of temperature on biological parameters of immature stages of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) feeding on rice meal moth, *Corcyra cephalonica* eggs. *Journal o of Agricultural Research Pakistan*, 25(3):224-227.
- La Finca de Hoy. (2017). *Reproducción de insectos para control biológico* [YouTube]. De <https://www.youtube.com/watch?v=09PiCbJ7IFI>
- Lizárraga, A. (2013). Testimonio Juan Herrera Arangüena: El caballero del control biológico. *Revista peruana de Entomología*. 47:19-25. Recuperado de:

<https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/237>

Lizárraga, A. (2018). *Caracterización del capital humano asociado al desarrollo del control biológico de plagas agrícolas en el Perú* {Tesis de Maestría}. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3552>

López, J., Rodríguez, R. y Cortez, E. (2017). Nueva dieta para incrementar la oviposición en hembras de *Chrysoperla externa*, depredador de plagas agrícolas invasivas. *INIFAP*. Recuperado de: http://inifapcirne.gob.mx/Eventos/2018/NOTA_83.pdf

Mendoza, J., Chicaiza, N., Gualle, D., Ayora, A. y Gómez, P. (enero-junio, 2010). Biología y capacidad depredadora de *Ceraeochrysa sp* para el control biológico del áfido amarillo, *Sipha flava* Forbes, en caña de azúcar. *Carta informativa*, (1), p.1.

(Mendoza, J. comunicación personal, 11 de septiembre de 2019)

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2016). *Agrícolas buenas prácticas para hortalizas y verduras*. Recuperado de: <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dia/guia-hortalizas-y-verduras-04-10-2016.pdf>

Nájera, M. y Souza, B. (2010). *Insectos Benéficos. Guía para su identificación*.

Recuperado de:

https://www.socla.co/wpcontent/uploads/2014/Insectos_BeneficosNajeraySouza.pdf

Omar, A. (2012). *Efecto letal y subletal de insecticidas sobre diferentes instares de chrysoperla carnea (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae)*. (Tesis de

maestría). Recuperado de:

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7058/Garc%C3%ADa%20%20C3%81ngel%20%20Omar%20%20Tesis%20Maestr%C3%ADa.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Pacheco, I. (2016). Reproducción masiva de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) en matamoros, Tamaulipas. *Centro de Reproducción de Organismos Benéficos*.
- Palomares, M., Romero, M., y Arredondo, H. (2017). Producción masiva de *Ceraeochrysa valida* (Banks) (neuróptera: chrysopidae) a 30°C, *Chilean Journal of Agricultural & Animal Science - Ex Agro-Ciencia*, 33(2), 187-191.
- Penny, N. (2002). *A guide to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica*. Proceedings of the California Academy of Sciences, 53(12), 161-457.
- Plúas, R. (2016). *Control biológico de mosca blanca (Aleurothrixus floccosus maskell) mediante Chrysoperla carnea en el cultivo de banano en la hacienda primobanano en el cantón Marcelino Maridueña provincia del Guayas* Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- Redolfi, I., (2014). Producción y liberación de huevos de crisopa en cultivo ecológico de olivo en la Rioja, Argentina. *Agroecología* 9, (1 y 2), 17-21.
- Renese, A., Souza, B., Ferreira, R., y Aguiar, E. (2016). Flowers of Apiaceous species as sources of pollen for adults of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera). *Biological Control* 106 (2017). 40-44. doi: 10.1016/j.biocontrol.2016.12.007
- Ridner, E. (2006). *Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud*. Recuperado de: <http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/soja.pdf>

- Salamanca, J., Varón, E., y Santos, O. (2010). Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* 11(1), 31-40.
- Salas, M., y Salazar, E. (2003). Importancia del uso Adecuado de Agentes de Control Biológico. *Acta Universitaria*, 13(1), 29-35.
- Salas, M., Martínez, O., Lara, L., Salazar, y Días, F. (2013). Capacidad de consumo de *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Bactericera cockerelli* sulzer (Hemiptera: Psyllidae). *División ciencias de la vida*, CP. 36500, 333-337.
- Salcedo, C. (2014). *Ficha técnica 2 crisopas*. Recuperado de: <http://repositorio.senasa.gob.pe/handle/SENASA/266>
- Salgado, J. (2016). *Hoja técnica de Chrysoperla carnea* (Stephens). CESAVEG, 1-3. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/8530312/hoja-t%C3%A9cnica-de-chrysoperla>
- SENASA. (2014). *Ficha técnica 2 crisopas*. Recuperado de: http://repositorio.senasa.gob.pe/bitstream/SENASA/266/1/2014_Salcedo_Ficha-tecnica-2-Crisopas.pdf
- Sifuentes, G., León, S., y Paucar, L. (2015). Estudio de la Maca (*Lepidium meyenii* Walp.), cultivo andino con propiedades terapéuticas. *Scientia Agropecuaria*, 6(2), 131-140.
- Smith, H. y Capeira, J. (2019). Enemigos naturales y control biológico. *Entomology and Nematology*. ENY-822 <https://edis.ifas.ufl.edu/in120>

- Soto, J. y Iannacone, J. (2008) Efecto de dietas artificiales en la biología de adultos de *Chrysoperla externa* (HAGEN, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 24(2), 1-22.
- Ulhaq, M., Sattar, A., Salihah, Z., Farid, A. y Khattak, S. (2006). Efecto de diferentes dietas artificiales sobre la biología de crisoperla adulto (*Chrysoperla carnea* Stephens). *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 28 (1), 1-8.
- Vera, J., Pinto, V., Collado, J. y Reyna, R. (2002). *Ecología de poblaciones de insectos*. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/8731920/libro-ecolog%C3%ADa-de-insectos>
- Wang, Y., Wang, Y., McNeil, B., y Harvey, L. (2007). *Maca: An andean crop with multipharmacological functions*. *Food Research International* 40: 783-92
- Zumba, W. (2017). *Insectos plagas y benéficos en el cultivo de banano Musa (AAA), en el rcto. Soledad cantón Simón Bolívar, provincia del Guayas*. Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador.
- Zumbado, M. y Azofeifa, D. (2018). *Insectos de importancia agrícola. Guía Básica de Entomología*. Heredia, Costa Rica. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>

9. Anexos



Figura 1. Croquis de repeticiones
Oviedo, 2021

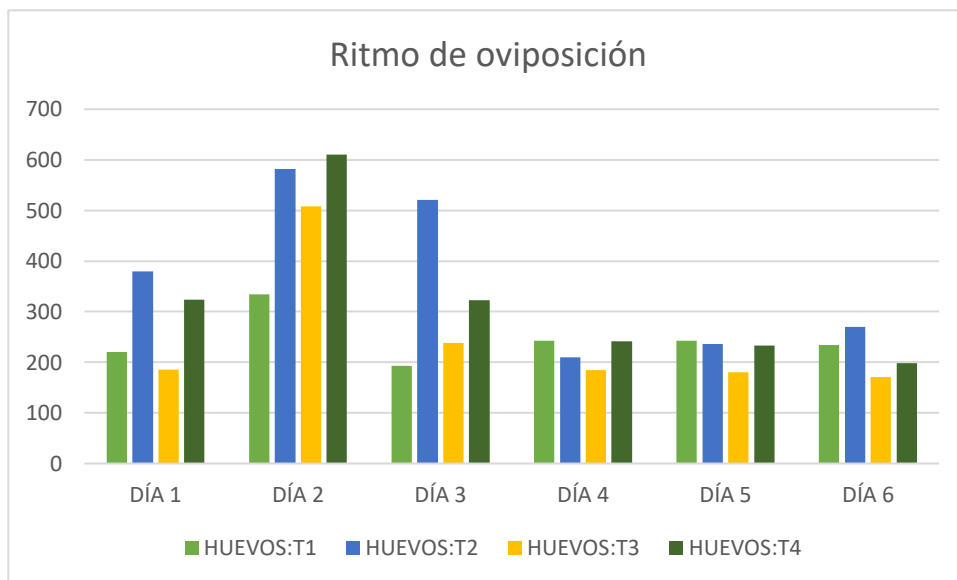


Figura 2. Ritmo de oviposición por días
Oviedo, 2021

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	42124,451	5	8424,89	4,78	0,0005
Dentro de grupos	243358,208	138	1763,47		
Total	285482,660	143			

Figura 3. ANOVA recolección de huevos Oviedo, 2021

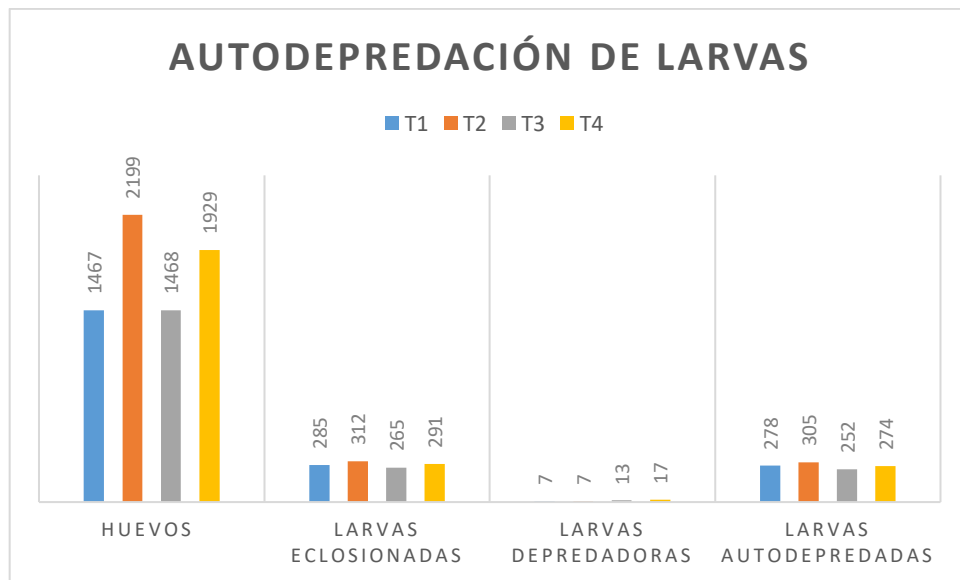


Figura 4. Gráfico de autodepredación de larvas Oviedo, 2021

TRATAMIENTO 1		TRATAMIENTO 2		TRATAMIENTO 3		TRATAMIENTO 4	
1	2 mm	1	5 mm	1	5 mm	1	3 mm
2	1 mm	2	6 mm	2	5 mm	2	2 mm
3	1 mm	3	5 mm	3	4 mm	3	5 mm
4	1 mm	4	5 mm	4	4 mm	4	3 mm
5	2 mm	5	2 mm	5	4 mm	5	3 mm
6	3 mm	6	2 mm	6	4 mm	6	4 mm
7	2 mm	7	2 mm	7	4 mm	7	2 mm
8	1 mm	8	2 mm	8	5 mm	8	3 mm
9	2 mm	9	2 mm	9	4 mm	9	3 mm
10	3 mm	10	1 mm	10	3 mm	10	1 mm
11	1 mm	11	1 mm	11	1 mm	11	2 mm
12	5 mm	12	2 mm	12	1 mm	12	2 mm
13	1 mm	13	1 mm	13	1 mm	13	2 mm
14	1 mm	14	1 mm	14	1 mm	14	2 mm
15	1 mm	15	1 mm	15	3 mm	15	4 mm
16	1 mm	16	3 mm	16	4 mm	16	1 mm
17	2 mm	17	3 mm	17	4 mm	17	2 mm
18	2 mm	18	4 mm	18	1 mm	18	2 mm
19	2 mm	19	3 mm	19	3 mm	19	1 mm
20	4 mm	20	3 mm	20	4 mm	20	1 mm
21	2 mm	21	4 mm	21	2 mm	21	5 mm
22	2 mm	22	2 mm	22	2 mm	22	5 mm
23	4 mm	23	4 mm	23	2 mm	23	5 mm
24	1 mm	24	2 mm	24	1 mm	24	5 mm
25	1 mm	25	1 mm	25	1 mm	25	5 mm
26	4 mm	26	2 mm	26	1 mm	26	1 mm
27	2 mm	27	1 mm	27	1 mm	27	2 mm
28	1 mm	28	2 mm	28	1 mm	28	2 mm
29	2 mm	29	3 mm	29	3 mm	29	5 mm
30	2 mm	30	2 mm	30	3 mm	30	2 mm
31	3 mm	31	3 mm	31	2 mm	31	4 mm
32	5 mm	32	3 mm	32	2 mm	32	4 mm
33	2 mm	33	3 mm	33	1 mm	33	1 mm
34	3 mm	34	3 mm	34	1 mm	34	3 mm
35	5 mm	35	3 mm	35	1 mm	35	3 mm
36	2 mm	36	3 mm	36	2 mm	36	3 mm
37	2 mm	37	2 mm	37	4 mm	37	2 mm
38	1 mm	38	2 mm	38	1 mm	38	1 mm
39	1 mm	39	1 mm	39	1 mm	39	3 mm
40	1 mm	40	1 mm	40	1 mm	40	2 mm
41	1 mm	41	2 mm	41	1 mm	41	1 mm
42	1 mm	42	1 mm	42	1 mm	42	1 mm
43	1 mm	43	1 mm	43	1 mm	43	3 mm
44	1 mm	44	2 mm	44	2 mm	44	5 mm
45	1 mm	45	1 mm	45	2 mm	45	4 mm
46	2 mm	46	1 mm	46	3 mm	46	4 mm
47	5 mm	47	2 mm	47	2 mm	47	3 mm
48	2 mm	48	2 mm	48	1 mm	48	2 mm
49	2 mm	49	1 mm	49	1 mm	49	3 mm
50	2 mm	50	2 mm	50	1 mm	50	3 mm

Figura 5. Tamaño de larvas
Oviedo, 2021

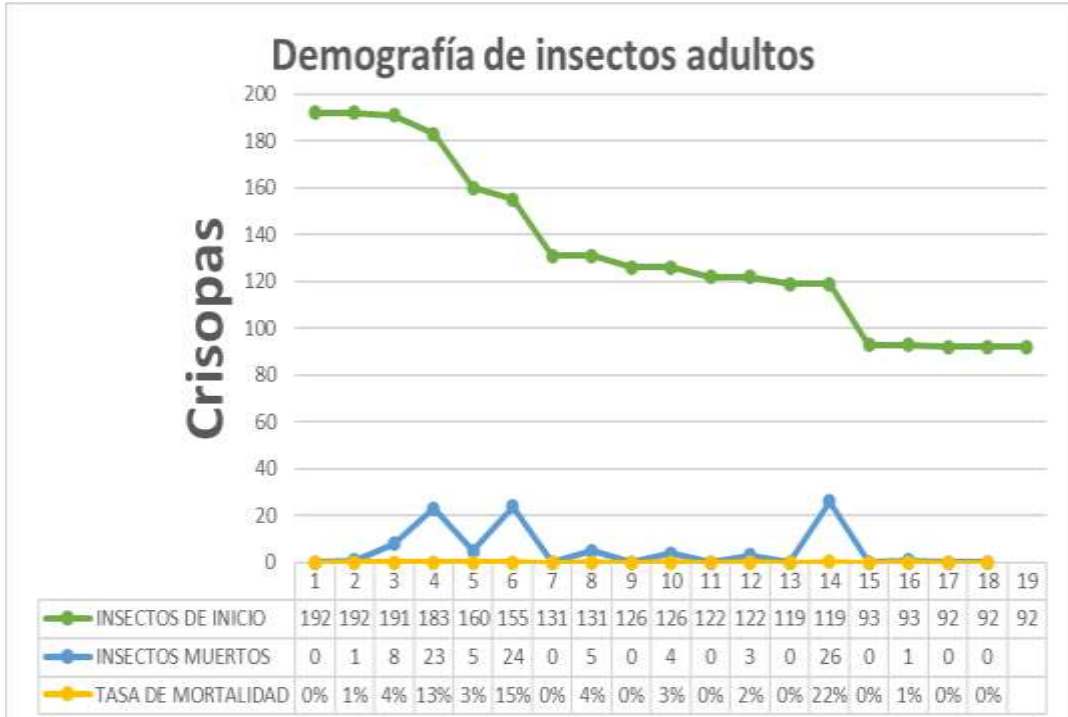


Figura 6. Demografía de insectos adultos
Oviedo, 2021



Figura 7. Cajas entomológicas
Oviedo, 2021



Figura 8. Pupas de crisopa
Oviedo, 2021



Figura 9. Crisopa en estado adulto
Oviedo, 2021



Figura 10. Preparación de dietas
Oviedo, 2021



Figura 11. Dieta colocada en paletas
Oviedo, 2021



Figura 12. Adulto alimentándose
Oviedo, 2021



Figura 13. Alimentación en la noche
Oviedo, 2021



Figura 14. Huevos de crisopa con
pedúnculo
Oviedo, 2021



Figura 15. Huevos de crisopa en
bandejas plásticas
Oviedo, 2021



Figura 16. Huevos colectados
Oviedo, 2021



Figura 17. Presencia de larvas en bandejas plásticas Oviedo, 2021



Figura 18. Presencia de larvas Oviedo, 2021



Figura 19. Crisopa adulta muerta Oviedo, 2021



Figura 20. Crisopa adulta muerta a causa de las hormigas Oviedo, 2021

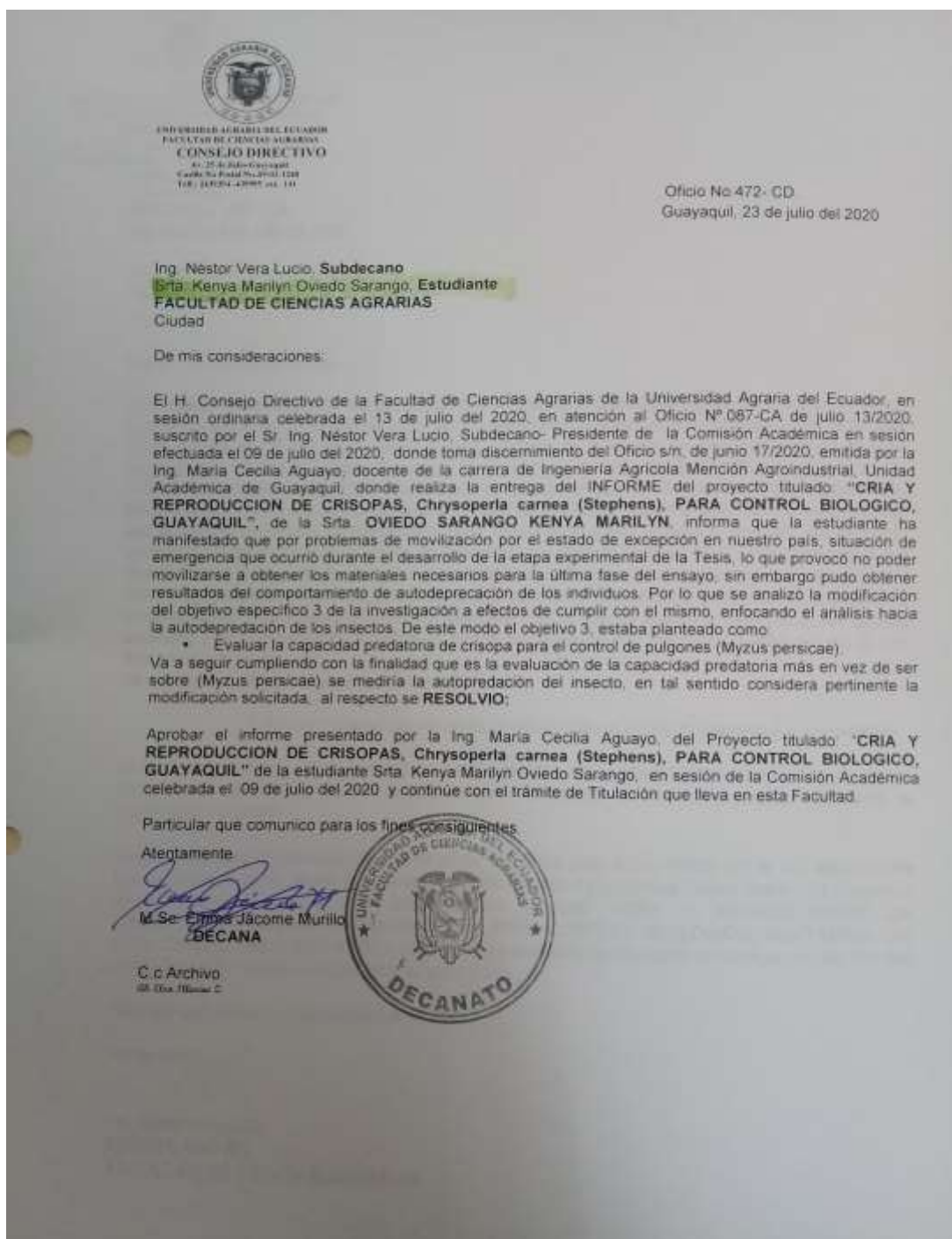


Figura 21. Aprobación cambio de objetivo Oviedo, 2021