

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



VIABILIDAD DE, *Chrysoperla* sp., DE TRES LABORATORIOS
REGIONALES PARA CONTROL BIOLÓGICO EN EL CULTIVO DE MELÓN
(*Cucumis melo* L.).

POR

KARLA ISCIS HERRERA ÁVILA

TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

VIABILIDAD DE, *Chrysoperla* sp., DE TRES LABORATORIOS REGIONALES PARA
CONTROL BIOLÓGICO EN EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo* L.).

POR:

KARLA ISCIS HERRERA ÁVILA

TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL: _____

DR. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR EXTERNO: _____

DR. URBANO NAVA CAMBEROS

ASESOR EXTERNO: _____

DR. MANUEL RAMÍREZ DELGADO

ASESOR: _____

DR. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ

DRA. MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA

COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

VIABILIDAD DE, *Chrysoperla sp.*, DE TRES LABORATORIOS
REGIONALES PARA CONTROL BIOLÓGICO EN EL CULTIVO DE MELÓN
(*Cucumis melo L.*)

POR

KARLA ISCIS HERRERA ÁVILA

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA POR

PRESIDENTE:


DR. PEDRO CANO RIOS

VOCAL:

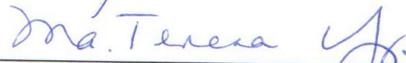

DR. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ

VOCAL:


M.C. CLAUDIO IBARRA RUBIO

VOCAL SUPLENTE:


DR. URBANO NAVA CAMBEROS


DRA. MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA
COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2014

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermana que me ayudaron a cuidar a mi princesa para que yo pudiera seguir estudiando y por ayudarme siempre que los necesite, motivándome para salir adelante siempre.

Al Dr. Pedro Cano Ríos que agradezco infinitamente todo lo que me ayudo durante mi carrera. Brindándome su apoyo desinteresado e incondicional para ser cada vez mejor, formándome y ayudándome en todos los aspectos posibles. Y por compartirme su conocimiento y sus maravillosos consejos que me han ayudado a crecer mucho durante estos años y por la planeación y financiamiento del presente estudio.

A mis asesores: El Dr. Manuel Ramírez que me brindó su apoyo conocimiento y confianza en la elaboración de mi tesis. Al Dr. Florencio Jiménez que es un excelente maestro y por apoyarme en la elaboración de mi tesis.

A mi familia en general por brindarme su apoyo moral y económico durante toda mi carrera. En especial a mi tía Aurora que es una inspiración para mí, por brindarme su apoyo incondicional en todos los aspectos desde que era niña, motivarme constantemente para salir adelante. A mi tía Francisca que siempre me brindó su apoyo cuando lo necesitaba. A mi tía Rosario por ayudarme, formarme y ayudarme a crecer durante mi carrera. Y a mi mamá Kika por brindarme su apoyo incondicional siempre.

A la familia Cortinas Arroyo que me ha brindado su apoyo durante muchos años con mi niña. En especial a Liliana Cortinas que siempre me ha brindado su ayuda incondicional, y es una amiga única a la que tengo mucho que agradecerle.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Al Dr. Urbano Nava Camberos por aceptar ser mi director de tesis. Quien me brindó su ayuda durante toda la elaboración de mi tesis y siempre estuvo con la mejor disposición de apoyarme, además de ser un gran maestro, con quien aprendí mucho y seguro estoy que seguiré aprendiendo.

DEDICATORIA

A mi hija Evelyn que es el amor de mi vida y mi principal motivación en la vida. La que me dio la fuerza para enfrentar los obstáculos que se me presentaron durante mi carrera. Le dedico este y mis futuros logros para nuestro futuro.

A mis padres que han sido una gran inspiración para mí, para salir adelante. A mi mamá Roció Ávila quien me ha enseñado a luchar por mis sueños y ser una persona fuerte en la vida y no dejarme derrotar. A mi papá Luis Herrera por darme su apoyo, sus consejos y compartir sus experiencias conmigo para construir un futuro exitoso.

A mis hermanos Cinthya y Byron. Mi hermana Cinthya que es mi mejor amiga, y ha sido mi apoyo durante toda la vida. Al más pequeño pero más fuerte de la familia a mi hermano Byron que es una inspiración para mí, de lucha constante, alegría y fuerza y me ha hecho ver la vida de una manera muy diferente.

CONTENIDO

| | Pagina |
|---|---------------|
| AGRADECIMIENTOS | |
| DEDICATORIA | Vi |
| INDICE DE CUADROS | Viii |
| INDICE DE FIGURAS | iX |
| RESUMEN | X |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Objetivos | 3 |
| 1.2. Hipótesis | 3 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. Control biológico | 4 |
| 2.2 Depredadores | 5 |
| 2.3 Utilización de <i>Chrysoperla</i> en el control biológico | 6 |
| 2.4. Descripción de <i>Chrysoperla carnea</i> | 8 |
| 2.4.1. Clasificación taxonómica | 8 |
| 2.4.2 Distribución | 8 |
| 2.4.3. Biología y hábitos | 9 |
| 2.5. Producción masiva en laboratorio | 10 |
| 2.6. Tablas de vida y fertilidad | 12 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 14 |
| 3.1. Determinación de Porcentajes de Viabilidad. | 14 |
| 3.2 Determinación de Periodos de Desarrollo y sobrevivencia | 15 |
| 3.3 Tablas de vida y Fertilidad | 17 |
| 3.4. Análisis Estadísticos | 18 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 18 |
| 4.1. Viabilidad de huevecillos | 18 |
| 4.2. Periodos de desarrollo | 19 |
| 4.3 Sobrevivencia | 23 |
| 4.4 Tablas de vida y fertilidad | 26 |

| | |
|-----------------------|----|
| V. CONCLUSIONES | 36 |
| VI. LITERATURA CITADA | 37 |

INDICE DE CUADROS

| | Página |
|---|--------|
| Cuadro 2.1 Plagas que combate <i>Chrysoperla</i> que son producidas en CREROB Torreón Coah. (UAAAN-UL 2014). | 7 |
| Cuadro 4.1 Viabilidad de huevecillos de <i>Chrysoperla carnea</i> de los tres laboratorios (UAAAN-UL 2014). | 18 |
| Cuadro 4.2 Periodos de desarrollo de <i>C. carnea</i> del laboratorio Deslac (UAAAN-UL 2014). | 19 |
| Cuadro 4.3 Periodos de desarrollo de <i>C. carnea</i> del laboratorio Crerob Torreón (UAAAN-UL 2014). | 20 |
| Cuadro 4.4. Periodos de desarrollo de <i>C. carnea</i> del laboratorio Saltillo (UAAAN-UL 2014). | 21 |
| Cuadro 4.5 Porcentajes de sobrevivencia de <i>C. carnea</i> del laboratorio Deslac (UAAAN-UL 2014). | 23 |
| Cuadro 4.6. Porcentajes de sobrevivencia de <i>C. carnea</i> del laboratorio CREROB-Torreón (UAAAN-UL 2014). | 24 |
| Cuadro 4.7 Porcentajes de sobrevivencia de <i>C. carnea</i> del laboratorio Saltillo (UAAAN-UL 2014). | 25 |
| Cuadro 4.8 Tabla de vida para <i>Chrysoperla carnea</i> del laboratorio de Saltillo (UAAAN-UL 2014). | 27 |
| Cuadro 4.9 Tabla de fertilidad para <i>Chrysoperla carnea</i> del laboratorio de Saltillo (UAAAN-UL 2014). | 32 |
| Cuadro 4.10 Estadísticos demográficos para <i>Chrysoperla carnea</i> del laboratorio de Saltillo (UAAAN-UL 2014). | 35 |

INDICE DE FIGURAS

| | | Página |
|----------|--|--------|
| Figura 1 | Huevecillos de crisopa con vermiculita. (UAAAN-UL 2014). | 14 |
| Figura 2 | Muestra de huevecillos de Deslac (UAAAN-UL 2014). | 15 |
| Figura 3 | Muestra de huevecillos del CREROB-Torreón (UAAAN-UL 2014). | 15 |
| Figura 4 | Muestra de huevecillos de Saltillo (UAAAN-UL 2014). | 16 |
| Figura 5 | Alimento de crisopa, huevecillos de <i>Sitotroga cerealella</i> (UAAAN-UL 2014). | 16 |
| Figura 6 | Larva de primer instar con alimento de <i>Sitotroga cerealella</i> (UAAAN-UL 2014). | 17 |
| Figura 7 | Curva de sobrevivencia de <i>Chrysoperla carnea</i> del laboratorio de Saltillo (UAAAN-UL 2014). | 30 |

RESUMEN

Chrysopidae es una de las familias con mayor número de especies y la de mayor importancia económica dentro del orden Neuróptera. Incluye más de 1,200 especies y subespecies depredadoras, agrupadas en 77 géneros.

En la Comarca Lagunera el control biológico se ha utilizado desde hace ya varios años. En los laboratorios de reproducción de insectos benéficos en los estado de Coahuila y Durango se trabaja con parasitoides, hongos entomopatógenos y depredadores. Como agente parasitoide se trabaja con la cría masiva de la avispa tricograma (*Trichogramma* spp.), en relación a los insectos depredadores se reproducen crisopas (*Chrysoperla* spp.) en estos laboratorios. Sin embargo, para el cultivo de melón solo se realizan liberaciones de crisopas como agentes de control biológico de plagas.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la viabilidad de huevecillos, períodos de desarrollo y sobrevivencia de las diferentes etapas biológicas de crisopas procedentes de tres laboratorios regionales de reproducción de insectos benéficos; así como las tablas de vida y fertilidad de crisopas del laboratorio de Saltillo, Coahuila, antes de ser liberada en campo en el cultivo de melón.

Para realizar el presente estudio se obtuvieron muestras de huevecillos de *Chrysoperla carnea* de los siguientes tres laboratorios de reproducción de insectos benéficos: CREROB-Saltillo (Saltillo, Coahuila), CREROB-Torreón (Torreón, Coahuila) y DESLAC (Ej. Glorieta, Mpio. de Gómez Palacio, Dgo.).

Para la evaluación de la viabilidad de huevecillos se realizaron tres repeticiones de 300 huevecillos cada una por laboratorio y se observó su eclosión y emergencia de larvas, lo que permitió determinar los porcentajes de huevecillos viables.

Para determinar los periodos de desarrollo y sobrevivencia de las diferentes etapas biológicas de las crisopas se utilizaron 200 huevecillos por laboratorio. Las larvas fueron

alimentadas con huevecillos de *Sitotroga cerealella*. Se registró diariamente la etapa de desarrollo de cada individuo, los días requeridos para completar cada etapa biológica y el número de individuos sobrevivientes.

Para la elaboración de las tablas de vida y fertilidad se utilizó un cohorte de 100 huevecillos del laboratorio de Saltillo. Las larvas se alimentaron con huevecillos de *S. cerealella* y los adultos con una dieta a base de leche NAN, agua y levadura de cerveza. Diariamente se registró el estado de desarrollo de los insectos sobrevivientes y los huevecillos depositados por las hembras.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la viabilidad de huevecillos de crisopas mostró marcadas diferencias en los tres laboratorios de reproducción de insectos benéficos. De la muestra representativa que se tomó para los tres laboratorios el que obtuvo los mejores resultados de viabilidad fue el laboratorio del CREROB-Torreón (79.6% de eclosión), seguido del laboratorio de Deslac (66.4% de eclosión) y finalmente la menor viabilidad correspondió al laboratorio de Saltillo (47.5% de eclosión).

Existió variación en los periodos de desarrollo de las crisopas de los tres laboratorios, ya que el ciclo completo (huevecillo a adulto) de las crisopas varió de los 17.86 hasta los 21.23 días. Siendo el laboratorio de Saltillo el que obtuvo un desarrollo más rápido empezando con la eclosión del huevecillo donde observe una diferencia significativa eclosionando al día siguiente comparada con los otros laboratorios que tardaron en promedio 3 días en eclosionar. La duración en días del desarrollo de la larva es similar en los tres laboratorios con una duración desde los 10.35 hasta los 12.52 días. En el desarrollo de la pupa se observó poca diferencia entre laboratorios, variando de 3.20 a 6.51 días.

Se determinaron diferencias significativas en la sobrevivencia de las crisopas entre los tres laboratorios, el que obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia de huevecillo a adulto fue el laboratorio de Saltillo (76.0%), siendo la sobrevivencia intermedia para el laboratorio del CREROB-Torreón (40%) y la menor sobrevivencia la obtuvo el laboratorio de Deslac (4.5%).

Los estadísticos vitales de las crisopas del laboratorio de Saltillo indican que este depredador posee una alta capacidad reproductiva ($R_0 = 129.96$ hembras por hembra por generación de 32.93 días) y de incremento poblacional ($r_m = 0.064$ hembras por hembra por día, $\lambda = 1.08$ crisopas por día y TD = 4.6 días).

Palabras claves: Crisopas, viabilidad, desarrollo, sobrevivencia, estadísticos demográficos.

INTRODUCCION

Chrysopidae es una de las familias con mayor número de especies, y de mayor importancia económica dentro del orden Neuróptera. Incluye más de 1,200 especies y subespecies depredadoras, agrupadas en 77 géneros (Brooks y Barnard, 1990).

En el género *Chrysoperla* se reconocen 36 especies, las cuales se diferencian de *Chrysopa*, porque las alas anteriores y las posteriores son estrechas. Las especies de *Chrysoperla* son de tamaño mediano, con longitud de alas anteriores de 9 a 14 mm.(Brooks,1994). Los integrantes de la familia Chrysopidae, son conocidos comúnmente como “crisopas”, con metamorfosis completa y presenta los estados biológicos de huevo, tres instares de larva, pupa y adulto (Borror *et. al.*, 1989).

Chrysoperla se distribuye en áreas cultivadas en todo el mundo; la proporción de especies de este género en vegetación baja, es más alta que cualquier otro género de crisopa; por lo que muchas especies del genero tienen una participación muy importante en el control biológico de plagas agrícolas (New, 1975,1988; Canard *et. al.*,1984).

Debido a su amplia distribución y al rango de presas que consume, es posible localizar frecuentemente especies de Chrysopidae en hábitats agrícolas y en bosques; según cifras señaladas por Duelli (2001), existen 113 especies de Chrysopidae en 22 géneros asociados a diferentes cultivos, de las cuales 19 especies están relacionadas a cultivos bajo, 21 a árboles frutales y 39 especies a plantas forestales y hortícolas, las restantes 34 especies están asociadas con otros cultivos(Costello y Daane, 1999; Gitirana *et al.*,2001; Szentkirályi, 2001 a y b).

Uno de los enemigos naturales más utilizados en los programas de reproducción masiva y en los programas de control biológico de plagas a nivel nacional es *Chrysoperla carnea*, neuróptero comúnmente conocido como crisopa o león de los áfidos. Su aplicación se debe principalmente a que en su etapa larval presenta una gran cantidad depredadora sobre una variada cantidad de plagas agrícolas de cuerpo blando como son pulgonas, escamas y estadios juveniles de mosquita blanca.

En el país solamente se reproducen y comercializan cuatro especies de Chrysopidae: *Chrysoperla carnea* (Stephens), *C. comanche* (Banks), *C. rufilabris* (Burmeister) y *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Hunter, 1997; Arredondo y Mellín, 2003), las cuales son indistintamente liberadas en cultivos anuales y perennes, que se explotan comercialmente bajo condiciones ambientales muy constantes.

En el ámbito agrícola, el control biológico es una manifestación de la ecología aplicada que ha contribuido al desarrollo de la agricultura de México y de muchos países. El uso práctico de depredadores para el control de plagas tiene un registro escrito de más de 1700 años de antigüedad en China. Desde entonces, esta tecnología se ha desarrollado continuamente en numerosos países (Trujillo, 2008).

Control Biológico es la represión de las plagas mediante sus enemigos naturales; es decir mediante la acción de parasitoides, entomopatógenos y depredadores.

Los insectos depredadores son organismos de vida libre y matan a sus presas al alimentarse de ellas. Los depredadores generalmente se alimentan de todos los estados de desarrollo de sus presas; en algunos casos, los mastican completamente y en otros les succionan el contenido interno, en éste caso, es frecuente la inyección de toxinas y enzimas digestivas (Badii *et al.*, 2000).

En la Comarca Lagunera el control biológico se ha utilizado desde hace ya varios años. En los laboratorios de reproducción de insectos benéficos en los estado de Coahuila y Durango se trabaja con parasitoides, hongos entomopatógenos y depredadores. Como agente depredador se utiliza *Chrysoperla* en estos laboratorios Es un método preventivo y opcional a los productos químicos utilizados en campo.

Se han realizado diversos estudios sobre desarrollo, sobrevivencia y fecundidad en la especie de *Chrysoperla carnea.*, tales como los experimentos sobre desarrollo, supervivencia, fecundidad, tablas de vida y fertilidad de *Chrysoperla carnea* y *Chrysoperla comanche* criados con huevecillos de *Sitotroga cerealella* (Vargas 2007).

Otro estudio similar reportó el desarrollo, sobrevivencia, fecundidad y estadísticos vitales de *Chrysoperla carnea* nativas y de laboratorio, criadas bajo condiciones de

laboratorio con un fotoperiodo de 14 horas luz y una temperatura de 28°C; las larvas nativas se alimentaron con pulgones de nogal (20 a 30 pulgones/larva/día) y las de laboratorio se alimentaron con huevecillos de *Sitotoga cerealella* (Ontiveros 2001).

Sin embargo no se sabe con exactitud la calidad del material biológico, específicamente se desconoce el porcentaje de viabilidad que tiene este organismo antes de ser liberado en campo como huevecillos para el control biológico de plagas.

1.1 Objetivos:

Determinar la viabilidad de huevecillos, períodos de desarrollo y sobrevivencia de las diferentes etapas biológicas de crisopas procedentes de tres laboratorios regionales de reproducción de insectos benéficos; así como las tablas de vida y fertilidad de crisopas del laboratorio de Saltillo, Coahuila, antes de ser liberada en campo en el cultivo de melón.

1.2 Hipótesis:

La viabilidad de los huevecillos, duración y sobrevivencia de las etapas biológicas de las crisopas varía en los tres laboratorios regionales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Control biológico

La definición de Control Biológico desde el punto de vista ecológico o funcional es: la acción de parasitoides, depredadores y patógenos para mantener la densidad de otros organismos a un nivel más bajo del que ocurriría en su ausencia (Badii *et al.*, 2000). Aunque el estudio y aplicación del control biológico en México tienen ya un siglo de historia, actualmente existe un renovado interés por esta disciplina.

Existen los siguientes tres tipos de control biológico: clásico, por aumento y por conservación.

El control biológico clásico considera la exploración, localización, importación, estudio, incremento y liberación de los enemigos naturales, es el caso de cultivos no nativos que han llegado a nuestro país, dejando atrás a (sus enemigos naturales que no portan) los enemigos naturales de sus plagas. Con esta técnica, se espera que los enemigos naturales se establezcan y se perpetúen en el campo una vez liberados, sin la manipulación del hombre (Leyva, 1998).

Control biológico por conservación consiste en conservar (promover la actividad, supervivencia y reproducción) a los enemigos naturales nativos (y o presentes en el cultivo), a fin de incrementar su impacto sobre las plagas (Barrera, 2010).

El control biológico por aumento es una tecnología que en los últimos años ha sido altamente demandada en México. Es una forma de liberación masiva y periódica de organismos benéficos o la liberación de pocos individuos que sobreviven por varias generaciones. Además, las liberaciones se realizan cuantas veces sean necesarias hasta obtener los resultados deseados, es decir, el control satisfactorio de la plaga (Hernández, 1996).

El control biológico ha mostrado dos atributos notables a través de su historia, que en México ya tiene cincuenta años como disciplina científica: (a) sus resultados son

permanentes, pues se sustenta en mecanismos ecológicos que ocurren en la naturaleza, y (b) por otro lado, la eficiencia económica promedio del total de casos exitosos y fallidos es aproximadamente diez veces mayor que la del desarrollo y uso de insecticidas (Trujillo, 1989). Esta es una alternativa real para el manejo de plagas agrícolas, pero su aprovechamiento o implementación exitosa dependen del conocimiento (generado por la investigación) que se tenga de las relaciones ecológicas entre el cultivo, la plaga y sus enemigos naturales.

Los agentes de control biológico son insectos que consumen insectos y se les conoce como “entomófagos”, y también se les llama “insectos benéficos” cuando se alimentan de las plagas de los cultivos. Se dividen en tres grupos: “Parasitoides”, insectos más pequeños que sus presas y que se alimentan y viven dentro o sobre el cuerpo de estas; “Entomopatógenos” que causan enfermedades a los insectos. Entre estos tres grupos se encuentran los “Depredadores”, insectos que capturan y comen a sus presas más pequeñas que ellos, dentro de este grupo se encuentran las crisopas.

2.2. Depredadores

La importancia de los insectos depredadores en el control de plagas ha sido reconocida posiblemente desde el origen de la agricultura (López *et al.*2009). Entre las millones de especies de insectos que existen en el mundo el 35% está representado por enemigos naturales de las plagas, entre los que destacan diversas especies de insectos depredadores y parasitoides.

Los insectos depredadores son organismos de vida libre suele ser mayor que su presa y mata a sus presas al alimentarse de ellas, requiere más de una presa para completar su desarrollo. Existen especies de depredadores que practican distintas estrategias de depredación dependiendo del estado de desarrollo en que se encuentren. Las interacciones depredador-presa son muy complejas al estar condicionadas por numerosas variables. En general, las tasas de reproducción y el comportamiento de cada uno de los miembros de la interacción dependen de la densidad de ambos y de los cambios del medio ambiente físico.

De acuerdo a sus hábitos alimenticios los depredadores se clasifican como: oligófagos, los que se alimentan de especies que pertenecen a una familia, varios géneros y especies; monófagos los que se alimentan de especies que pertenecen a un solo género, y polífagos, como por ejemplo las crisopas, los que se alimentan de especies que pertenecen a diversas familias y géneros.

2.3. Utilización de *Chrysoperla* en el control biológico

La familia Chrysopidae incluye 1.200 especies reconocidas actualmente, las cuales son agrupadas en 75 géneros y 11 subgéneros (Brooks y Barnard, 1990; News, 2001). Económicamente, Chrysopidae es una de las familias más importantes debido a que 13 de los 75 géneros presentan posible valor como agentes de control biológico (López *et al.*, 2004). En México se reproducen masivamente tres especies de Chrysopidae (Neuróptera): *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister), *Chrysoperla carnea* (Stephens) y *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Cortez *et al.*, 2005).

Uno de los enemigos naturales más utilizados en los programas de reproducción masiva y en los programas de control biológico de plagas a nivel nacional es *Chrysoperla carnea*, neuróptero comúnmente conocido como crisopa o león de los áfidos. Este insecto se caracteriza, entre otros aspectos, por la resistencia a algunos plaguicidas, capacidad de depredación y su amplio espectro de presas de las cuales se alimenta (News, 1975). Su aplicación se debe principalmente a que en su etapa larval presenta una gran capacidad de depredación de plagas agrícolas de cuerpo blando como son pulgones, escamas y estadios juveniles de mosquita blanca. Por esta razón, algunas especies se reproducen actualmente de manera masiva, pues cuando se llevan a liberar en el campo, de inmediato buscan insectos plaga para alimentarse, desarrollarse y reproducirse (Bordallo, 2006). Se utilizan exitosamente para el control biológico de plagas agrícolas, cuando se hace un uso adecuado del material biológico de crisopa se pueden combatir diversas especies de plagas (Cuadro 1).

Cuadro 2.1. Plagas que combate *Chrysoperla* que son producidas en CREROB-Torreón Coah. (UAAAN-UL. 2014).

| Cultivos | Plagas |
|---------------------------------------|---|
| FORRAJEROS (sorgo, alfalfa, avena) | (Maíz, Pulgones, gusano cogollero, elotero, soldado, araña roja, mosquita blanca, trips. |
| NOGAL | Pulgones amarillos y negros |
| HORTÍCOLAS (sandía, tomate, chile) | (Melón, Pulgones, mosquita blanca, paratrioza, gusano soldado, falso medidor, gusano del fruto. |
| ALGODONERO | Gusano bellotero y tabacalero, rosado, falso medidor, soldado, pulgones. |

A la fecha, la adopción del control biológico por parte de los productores ha avanzado de manera significativa, sin embargo existen factores que retrasan o limitan dicho avance como son, entre otros, los siguientes:

- En ocasiones, se comienzan a liberar insectos benéficos cuando la infestación por la plaga a combatir es alta y con el efecto del control biológico no es tan inmediato como ocurre al aplicar insecticida.
- En este caso, la recomendación es iniciar siempre, las liberaciones cuando la infestación es aun leve o moderada.
- En otros casos, se efectúa una única liberación de insectos benéficos, lo cual es insuficiente debido a que las plagas a combatir se reproducen rápidamente y sus generaciones se traslapan, haciendo necesarias un mínimo de tres liberaciones separadas entre 7 y 12 días máximo, para dar alcance a las plagas(Bordallo, 2006).

2.4. Descripción de *Chrysoperla carnea*

2.4.1. Clasificación taxonómica

Clase: Hexápoda

Orden: Neuróptera

Suborden: Planipennia

Superfamilia: Hemerobioidea

Familia: Chrysopidae

Género: *Chrysoperla*

Especie: *Chrysoperla carnea*

2.4.2. Distribución

La “crisopa verde”, “alas de encaje verde”, “ojos dorados” o “león de los afidos”, está considerada como una especie cosmopolita, la cual puede ser encontrada en zonas desérticas y valles, hasta sitios de gran altitud a 2,500m sobre el nivel del mar (Tauber, 1974). *Chrysoperla carnea*, representa sin duda el crisópido más frecuente y de dispersión geográfica más extensa, acompañando al género al que pertenece en casi toda su amplia distribución geográfica mundial.

Se conocen alrededor de 350 especies, de las cuales en América del norte se han identificado cerca de 90 especies (Agnew *et al.* 1981). En México, actualmente existen registradas al menos 82 especies de insectos depredadores de la familia Chrysopidae, las cuales pertenecen a 13 géneros y cinco subgéneros (Valencia, 2004).

2.4.3. Biología y Hábitos

Los crisópidos (Chrysopidae) son los insectos más abundantes del orden Neuróptera y pertenecen a la segunda familia más grande de este orden (Lopez *et al.*, 2004). Los crisópidos generalmente son insectos de tamaño mediano (6.5-33 mm de longitud de las alas), de color verde a café claro, ojos verdes o dorados y antenas cuya longitud mide desde la mitad hasta dos veces la longitud del ala anterior (Smith, 1922; Brooks y Barnard, 1990).

Chrysoperla carnea tiene metamorfosis completa, con los estados de huevo, tres instares de larva, pupa y adulto.

Los huevecillos son ovaes, la longitud varía desde 0.7-2.3 mm; generalmente están sostenidos al sustrato por un pedicelo, el cual mide 2-2.6 mm. La longitud del pedicelo depende del tamaño de la hembra, temperatura y/o humedad relativa. La coloración del huevo recién ovipositado puede ser verde claro en tonalidad fuerte y ligera, azul claro, o amarillento (Lopez-Arrollo *et al.*, 1999). Los huevos incuban en un lapso de 13 días a 15° C y 3 días a 35°C (Buttler y Ritcjie, 1970).

Las larvas son de tipo campodeiforme (News, 1986). En el estado larvario existen tres instares. Tienen en la cabeza un par de manchas longitudinales, estrechadas en la base y curvo-divergentes hacia su extremo distal, de color café rojizo y manchas oscuras laterales de los ojos al cuello y su color es amarillento o verdoso.

Se conoce como prepupa al estado de inactividad que presenta la larva del tercer instar una vez que ha tejido un capullo, en donde adopta una posición característica en forma de "C" (Canard *et al.*, 1984; Smith 1921). Burke y Martin (1956) reportan una duración de 3.7 días para este estado.

La pupa está contenida en un capullo subesférico, ligeramente ovalado, con las paredes muy compactas (López-Arrollo *et al.*, 2004). Al principio, la pupa es de color amarillo cremoso y más tarde cambia a la coloración típica del adulto (Canard *et al.*,

1984). La etapa de pupa dura de 5 a 13 días a temperaturas que varían entre 24 y 29 °C (Burke y Martín, 1956).

Los adultos son de color verde a verde amarillento en la etapa reproductiva y cambian a color café amarillento con manchas rojas prominentes en el abdomen al entrar en diapausa, miden de 12 a 20 mm de longitud, tienen antenas largas y los ojos son de color dorado brillante, poseen alas largas, verde transparentes y un cuerpo delicado (Agnew *et al.*, 1981).

Es característica de esta especie una línea oscura recta sobre la gena, comúnmente rodeada de un tinte rojizo, que va del ojo a la boca, y tiene una banda ancha sobre el dorso (Agnew *et al.*, 1981). La venación de sus alas es de color verde pálido y una vena media blanquecina, con las relativamente anchas. Los adultos no son depredadores (Bram y Bickley, 1963).

Los huevecillos pedicelados pueden ser depositados en forma individual o en grupos definidos o irregulares (López-Arrollo *et al.*, 2004). La función del pedicelo ha sido asociada con protección contra enemigos naturales, e incluso contra la misma especie ya que se presenta canibalismo (Canard y Principi, 1984). La larva neonata al emerger, característicamente puede permanecer colgada del corion por algunas horas. Los adultos son voladores activos particularmente durante la noche (Agnew *et al.*, 1981). En los adultos por ser de hábitos crepusculares, el órgano timpanal posee relevancia significativa, ya que esta estructura les permite detectar los sonidos producidos por los murciélagos insectívoros para tener posibilidades de escapar de estos (Miller, 1984).

2.5. Producción masiva de crisopas en laboratorio

Solo el 18.6% del total de especies de depredadores criados en Norteamérica, son reproducidas en México (López-Arrollo *et al.*, 2004). Los laboratorios comercializan aproximadamente 26 especies de entomófagos y entomopatógenos, donde el 34% son insectos depredadores. *Chrysoperla carnea* es la única especie que se produce masivamente en los laboratorios de esta región y la que se produce y utiliza más en nuestro país.

Las primeras crías comerciales de crisopas (*Chrysopa californica*) fueron llevadas a cabo durante 1948-1950 por Finney.

Las unidades de cría de larvas son formadas por acrílico blanco 20 x 0.32 cm. A cada pieza de acrílico se les perfora 528 celdas o compartimientos, cada uno de 0.64 cm de diámetro y de 0.32 cm de espacio entre ellos, para facilitar el manejo de estas (Vargas, 2007).

Sobre una primera pieza de acrílico (de la unidad de cría) se extiende una pieza de organdí y posteriormente, sobre estas dos se coloca una segunda pieza de acrílico, buscando que cada una de sus celdas quede alineadas vertical y horizontalmente, colocándoles dos clips en sus extremos. Posteriormente se coloca el plato de inoculación y alimentación inicial, buscando que sus celdas quedaran sobre los espacios de separación de las celdas de la pieza de acrílico de la unidad de cría (Vargas, 2007). La alimentación adicional o suplementaria se suministra colocando cada tres días y por cinco veces consecutivas dos gramos de huevos de *S. cerealella* en la lámina superior. Los huevos que no hayan sido consumidos se retiran antes de suministrar la nueva ración, las larvas tomarán los huevos que les sirven de alimento a través de los orificios del organdí, usando sus fuertes mandíbulas.

Este primer paso de la cría dura 18 días, una vez concluidos ya se ha obtenido empupamiento dentro de las celdas. Se retiran entonces los clips, las dos piezas de acrílico externas y la pieza superior de organdí quedando en la pieza de acrílico central y el organdí inferior, las pupas adheridas. Dicho plato se lleva a la unidad de emergencia de adultos para iniciar la segunda etapa.

Como segunda etapa se utilizan cilindros de diferentes materiales: plástico, fibra de vidrio, tubos de PVC y cartón de dimensiones diferentes (Vargas, 2007). Para la manipulación de adultos, se utiliza un extractor en el fondo del cilindro. Su alimentación consiste en una dieta de a base de 50% de sacarosa y 50% de levadura de cerveza, mezclados con 80 ml de agua destilada. Una vez preparada se adhiere fácilmente a las rejillas de plástico o de fibra de vidrio (unidades de alimentación). El alimento se cambia

cada tercer día. Para abastecerlos se utiliza una esponja impregnada de agua (Arredondo *et al.*, 1997). La colección de huevecillos se realiza todos los días.

2.6 Tablas de vida y fertilidad

Una tabla de vida es un resumen o inventario que describe los índices de mortalidad para cada una de las edades de los individuos (Krebs, 1985). Con metodología de tablas de vida se pueden determinar, en condiciones naturales, las causas de mortalidad de los individuos de una población o una cohorte.

Para establecer una tabla de vida primero se debe decidir el intervalo de edad para agrupar los datos, para insectos se tomara una semana o un día (Vera, 1990).

Existen dos formas diferentes para obtener datos de tablas de vida, una es la estática (estacionaria, de tiempo específico o vertical) y otra la de cohorte (generacional u horizontal). La tabla de vida de cohorte se calcula en base a un grupo de organismos de la misma edad (cohorte) a los que se les ha seguido su vida. Por ejemplo, en insectos, desde huevecillo, larva, pupa, adulto. Con este procedimiento se obtendrán directamente una curva de supervivencia y se podrán calcular todas las funciones de una tabla de vida si se necesitan (Vera, 1990).

Una curva de supervivencia es una representación gráfica de la tabla de vida en un sistema de coordenadas, donde las n_x o l_x (número de individuos vivos al inicio del intervalo de edad x) corresponde al eje de las ordenadas y las x (intervalo de edad) a las abscisas (Vera *et al.* 2002).

Una tabla de fertilidad se define como un catálogo (sumario o inventario) que describe la fertilidad de las hembras de una población, según la edad de éstas. El estadístico que representa la fertilidad se denomina m_x y se define como el número de hijas producidas por unidad de tiempo por hembra madre de edad x . Los estadísticos

vitales o demográficos que se estiman a partir de una tabla de fertilidad en combinación con la tabla de vida son (Vera *et al.* 2002):

R_0 = Tasa neta de reproducción (hembras por hembra por generación)

r_m = Tasa intrínseca o efectiva de incremento (hembras por hembra por día)

T = Tiempo de generación (en días)

λ = Tasa finita de incremento (tasa de multiplicación por unidad de tiempo, número de crisopas por día)

TD = Tiempo en que se duplica la población (días).

Vargas (2007) realizó un estudio sobre tablas de vida y fertilidad de *C. carnea* procedente del CREROB-Torreón y *C. comanche* obtenidas de huertas de vid y nogal de la Comarca Lagunera. Las curvas de sobrevivencia de estas especies de crisopas correspondieron a las de tipo IV. Los estadísticos demográficos obtenidos fueron: R_0 = 117.32 y 84.39 hembras por hembras por generación, T = 33.93 y 33.00 días, r_m = 0.1543 y 0.1499 hembras por hembras por día, TD = 4.52 y 4.63 días, λ = 1.1668 y 1.1617 crisopas por día, para *C. carnea* y *C. comanche*, respectivamente. Por su parte Ontiveros (2001) determinó para *C. carnea* nativas y del CREROB-Torreón los siguientes estadísticos vitales: R_0 = 31.0 y 47.0 hembras por hembras por generación, T = 55 y 40 días, r_m = 0.0607 y 0.0913 hembras por hembras por día y TD = 12 y 6 días, respectivamente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En el estudio se evaluaron diferentes aspectos para los tres laboratorios. Dos laboratorios son de la Comarca Lagunera (CREROB-Torreón y Deslac) y uno de Saltillo. Para los tres laboratorios se evaluaron los periodos de desarrollo, viabilidad de huevecillos, sobrevivencia y para el laboratorio de Saltillo se realizaron tablas de vida y fertilidad. Para cada evaluación se solicitaban los huevecillos de los tres laboratorios los cuales estaban revueltos con vermiculita. Para seleccionar los huevecillos se vaciaba un poco en una caja Petri y se veía al microscopio (Figura 1)



Figura 1. Huevecillos de crisopa con vermiculita. (UAAAN-UL. 2014).

3.1. Determinación de Porcentajes de Viabilidad.

Se realizaron tres repeticiones de 300 huevecillos cada repetición para determinar el porcentaje de viabilidad de cada laboratorio. De cada laboratorio se ordenó 30,000 huevecillos. Los huevecillos se depositaban en cajas Petri y se veían al microscopio seleccionando 100 huevecillos al azar por muestra. En un frasco se depositaba un huevo, cada muestra era identificada con una etiqueta que lleva el nombre de laboratorio número de muestra y fecha. Todos los días se revisaban los frascos para observar cuantas larvas habían emergido.

3.2 Determinación de Periodos de Desarrollo y Sobrevivencia.

Para determinar los periodos de desarrollo y sobrevivencia se utilizaron 200 huevecillos por laboratorio. Los huevecillos eran solicitados a los tres laboratorios. Cada muestra era vista en el microscopio (Figuras 2,3 y 4) para seleccionar 200 huevecillos al azar. En un frasco se colocaba un huevo de crisopa con huevecillos de *Sitotroga* (Figura 5) para alimentar a la larva de crisopa al emerger (Figura 6). Cada frasco se llenaba con una etiqueta donde venia la fecha de inicio, número de muestra, y la letra inicial de cada estadio para anotar la fecha en que comenzó cada estadio. Cada tres días se cambiaba el alimento a las larvas. Hasta llegar al estado de adulto. Al llegar a adulto las crisopas se dejaban de alimentar.

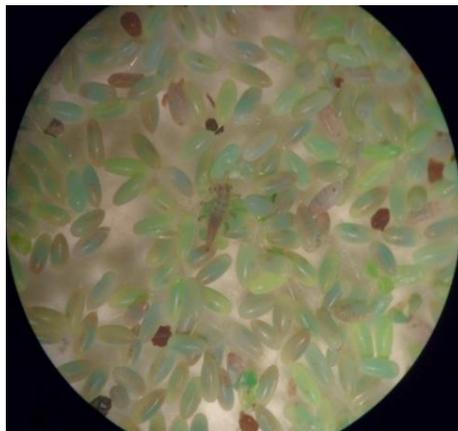


Figura 2. Muestra de huevecillos, Deslac. (UAAAN-UL 2014)

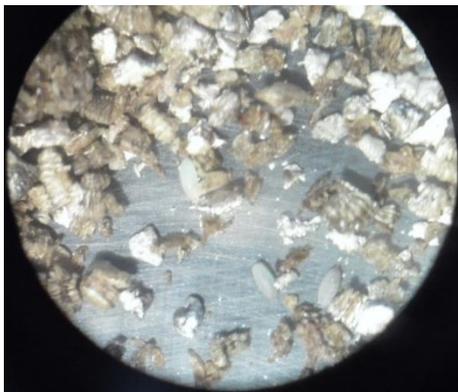


Figura 3. Muestra de huevecillos, Torreón. (UAAAN-UL 2014)

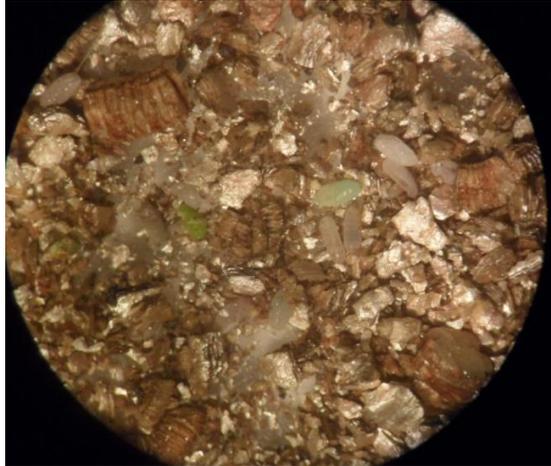


Figura 4. Muestra de huevecillos, Saltillo (UAAAN-UL 2014).



Figura 5. Alimento de crisopas, huevecillos de *Sitotroga cerealella* (UAAAN-UL 2014).



Figura 6. Larva de primer instar con alimento de *Sitotroga cerealella* (UAAAN-UL 2014).

3.3 Tablas de vida y Fertilidad

De una muestra de 10,000 huevecillos se seleccionaron 100 huevecillos al azar. Se alimentaron las larvas con huevecillos de *Psitotroga* hasta llegar a pupa. Al emerger el adulto se sexaban los especímenes observando en el microscopio la genitalia de cada adulto. En un frasco de unicel de medio litro se colocaba un macho y una hembra. En una tablilla se untaba un alimento especial para las crisopas. Este era preparado a base de leche NAN, agua y levadura de cerveza. Después de colocar el alimento se tapaba el frasco con una tela de tul y una liga. Sobre el tul se colocaba una esponja saturada de agua para las crisopas. El conteo de los huevecillos se hacía diariamente anotando los huevos depositados por hembra por día en una agenda para evaluar la fecundidad de las hembras. Después de hacer el conteo los huevos eran retirados con un pincel y puestos en una caja Petri, posteriormente se colocaban en el refrigerador para conservarlos.

3.4 Análisis estadísticos

Los resultados de viabilidad serán analizados mediante el programa Stastical Analyses System (SAS) y se aplicó la Diferencia Minima significativa para la discriminación de medias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Viabilidad de huevecillos (eclosión).

En el Cuadro 4.1. se observan los porcentajes de viabilidad de los tres laboratorios. El laboratorio Crerob-Torreón obtuvo el mayor porcentaje de eclosión con un 79.60%, seguido por el laboratorio Deslac con un 66.40%, ambos estadísticamente iguales y superiores a Saltillo con 47.50% de eclosión. En el presente trabajo la viabilidad fue de un promedio de 64.59%.

Cuadro 4.1. Viabilidad de huevecillos de *Chrysoperla carnea* de tres laboratorios Regionales. (UAAAN-UL. 2014).

| Laboratorio | Tamaño de muestra | Fecha de Muestreo | | | Promedio |
|-------------------|-------------------------|-------------------|------------|------------|----------|
| | | 9 Mayo | 16-20 Mayo | 24-31 Mayo | |
| Deslac | 300 | 71.0 | 63.7 | 64.7 | 66.4 a |
| CREROB Torreón | 300 | 83.3 | 80.6 | 75.0 | 79.6 a |
| Saltillo | 300 | 54.0 | 16.0 | 72.6 | 47.5 b |
| | | | | DMS (0.05) | 18.7 |

4.2. Períodos de desarrollo.

El Cuadro 4.2. muestra los períodos de desarrollo (duración en días) de las crisopas por etapas biológicas del laboratorio Deslac (LAB1), bajo condiciones de laboratorio. El huevecillo tuvo una duración promedio de 3.09 días. Las larva de primero, segundo y tercer instares tardaron 3.82, 4.00 y 3.50 días, respectivamente; el estado biológico de larva duro en total 11.32 días; el estado biológico de pupa tuvo un período de desarrollo de 5.33 días. Por lo tanto, el ciclo biológico del insecto (huevecillo a adulto) requirió de 19.22 días.

Cuadro 4.2. Periodos de desarrollo de *C. carnea* del laboratorio Deslac (UAAAN-UL 2014).

| Estado biológico | Tamaño de muestra | Duración (días) | |
|------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| | | Promedio | Error estándar |
| Huevecillo | 22 | 3.09 | 0.24 |
| Larva 1 | 11 | 3.82 | 0.31 |
| Larva 2 | 10 | 4.00 | 0.61 |
| Larva 3 | 10 | 3.50 | 0.28 |
| Pupa | 9 | 5.33 | 0.62 |
| Huevo-Adulto | 9 | 19.22 | 0.18 |

El Cuadro 4.3. presenta los períodos de desarrollo (duración en días) de las crisopas por etapas biológicas del laboratorio CREROB(LAB 2), bajo condiciones de laboratorio. El huevecillo tuvo una duración promedio de 2.94 días. Las larva de primero, segundo y tercer instares tardaron en promedio de 4.21, 3.28 y 3.20 días, el estado biológico de larva duro en total 10.69 días; el estado biológico de pupa tuvo un período de desarrollo de 3.20 días. Por lo tanto, el ciclo biológico del insecto (huevecillo a adulto) requirió de 21.23 días.

Cuadro 4.3. Periodos de desarrollo de *C. carnea* del laboratorio CREROB Torreón (UAAAN-UL 2014).

| Estado biológico | Tamaño de muestra | Duración (días) | |
|------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| | | Promedio | Error estándar |
| Huevecillo | 171 | 2.94 | 0.25 |
| Larva 1 | 98 | 4.21 | 0.22 |
| Larva 2 | 90 | 3.28 | 0.29 |
| Larva 3 | 88 | 3.20 | 0.25 |
| Pupa | 81 | 3.20 | 0.25 |
| Huevo-Adulto | 80 | 21.23 | 0.06 |

El Cuadro 4.4. muestra los resultados de los períodos de desarrollo (duración en días) de las crisopas por etapas biológicas del laboratorio Saltillo (LAB 3), bajo condiciones de laboratorio. El huevecillo tuvo una duración promedio de 1.00 días. Las larva de primero, segundo y tercer instares tardaron 3.95, 2.08 y 3.33 días, respectivamente; el estado biológico de larva duro en total 9.36 días; el estado biológico de pupa tuvo un período de desarrollo de 6.51 días. Por lo tanto, el ciclo biológico del insecto (huevecillo a adulto) requirió de 17.86 días. El periodo de preoviposición fue de 5.12 días. Con una longevidad de las hembras de 25.71 en total.

Cuadro 4.4. Periodos de desarrollo de *C. carnea* del laboratorio Saltillo (UAAAN-UL 2014).

| Estado biológico | Tamaño de muestra | Duración (días) | |
|------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| | | Promedio | Error estándar |
| Huevecillo | 93 | 1.00 | 0.00 |
| Larva 1 | 91 | 3.95 | 0.20 |
| Larva 2 | 85 | 2.08 | 0.45 |
| Larva 3 | 81 | 3.33 | 0.33 |
| Pupa | 76 | 6.51 | 0.20 |
| Huevo-Adulto | 76 | 17.86 | 0.08 |
| Adulto (preov.) | 34 | 5.12 | 0.36 |
| Adulto (long.) | 34 | 25.71 | 0.34 |

El ciclo completo de (huevo-adulto) varió de 17.86 a 21.23 días en los tres laboratorios, siendo el desarrollo más rápido en Saltillo, más lento en Crerob-Torreón e intermedio en Deslac.

El estado de huevecillo varió de 1 a 3.09 días en los tres laboratorios, se observó una gran diferencia siendo Saltillo el más rápido emergiendo al día siguiente, intermedio en Crerob-Torreón y siendo Deslac el que tardó más días en incubar.

El primer instar larval varió de 3.82 a 4.21 días, donde Deslac y Saltillo presentaron un periodo de desarrollo muy similar; mientras que el Crerob-torreón fue el más lento de los tres. En el segundo instar larval se observó una fluctuación de 2.08 a 4.0 días, siendo Saltillo el que tardó menos y Deslac el que tardó más; en tanto que el Crerob-Torreón presentó una duración intermedia. El tercer instar se observó una diferencia mínima entre los tres laboratorios que fue de 3.20 a 3.50 días, donde el Crerob-Torreón fue el más rápido, Saltillo fue intermedio y Deslac el más lento. El estado completo de larva varió de 10.35 a 12.52 días, observándose que Saltillo fue el más rápido, Deslac el más lento y Crerob con duración intermedia.

El estado de pupa fluctuó de 3.2 a 6.51 días, siendo Crerob-Torreón el más rápido, Saltillo el más lento y Deslac intermedio.

En el caso del laboratorio Saltillo se registró un período de preoviposición en las hembras de 5.12 días y una longevidad de 25.71 días.

En el presente estudio el ciclo biológico completo varió de 17.86 a 21.23 días.; siendo similar al reportado por (Vargas, 2007), quien encontró que la especie *C. carnea*, requirió de 22.61 días para completar su ciclo.

Las larvas completaron su ciclo en un periodo de 10.35 a 12.52 días, lo cual fue similar al resultado reportado por (Ontiveros, 2001), en el cual bajo condiciones de laboratorio las larvas requirieron de un promedio de 9.0 hasta 12.0 días para completar su desarrollo.

La duración del estado de pupa fluctuó de 3.2 a 6.51 días en el presente estudio, en comparación con el reportado por Ontiveros (2001) si existe diferencia significativa, ya que encontró un promedio de 8.0 a 11.0 días.

4.3. Supervivencia.

El Cuadro 4.5. muestra la supervivencia de los diferentes estados biológicos de crisopas en el laboratorio Deslac. Se obtuvo solo un 11% de supervivencia en huevecillo, para el estadio de larva de primer instar la supervivencia fue del 50%, para el segundo instar fue del 90%, para el tercero fue de 100%. La supervivencia del estado de pupa fue del 90%. La supervivencia del periodo comprendido de huevecillo a emergencia del adulto fue del 4.5%.

Cuadro 4.5. Porcentajes de supervivencia de *C. carnea* del laboratorio Deslac (UAAAN-UL 2014).

| Estado biológico | Tamaño de muestra | Supervivencia |
|-------------------|-------------------|---------------|
| | | (%) |
| Huevecillo | 200 | 11.0 |
| Larva 1 | 200 | 50.0 |
| Larva 2 | 200 | 90.0 |
| Larva 3 | 200 | 100.0 |
| Pupa | 200 | 90.0 |
| Huevecillo-Adulto | 200 | 4.5 |

El Cuadro 4.6. muestra los resultados de sobrevivencia de Crerob-Torreón con un 85.5% de sobrevivencia en huevo. Las larvas de primero, segundo y tercer instares tuvieron sobrevivencias del 57.3%, 52%, y 43.3%, respectivamente. La pupa obtuvo un 92% de sobrevivencia y de huevecillo a adulto un 40%.

Cuadro 4.6. Porcentajes de sobrevivencia de *C. carnea* del laboratorio CREROB-Torreón (UAAAN-UL 2014).

| Estado biológico | Tamaño de muestra | Sobrevivencia (%) |
|-------------------|-------------------|----------------------|
| Huevecillo | 200 | 85.5 |
| Larva 1 | 200 | 57.3 |
| Larva 2 | 200 | 52.0 |
| Larva 3 | 200 | 43.3 |
| Pupa | 200 | 92.0 |
| Huevecillo-Adulto | 200 | 40.0 |

El Cuadro 4.7. muestra los porcentajes de sobrevivencia del laboratorio Saltillo. Se observa para este laboratorio una sobrevivencia alta para huevecillo con un 93%. El primer instar larvario tuvo un 97.8%, el segundo un 93.4% y el tercero un 95.3% de sobrevivencia. El estado de pupa presentó un 93.8% de sobrevivencia y de huevecillo a adulto un 76%.

Cuadro 4.7. Porcentajes de sobrevivencia de *C. carnea* del laboratorio Saltillo (UAAAN-UL 2014).

| Estado biológico | Tamaño de muestra | Sobrevivencia (%) |
|-------------------|-------------------|----------------------|
| Huevecillo | 100 | 93.0 |
| Larva 1 | 100 | 97.8 |
| Larva 2 | 100 | 93.4 |
| Larva 3 | 100 | 95.3 |
| Pupa | 100 | 93.8 |
| Huevecillo-Adulto | 100 | 76.0 |

Los resultados de sobrevivencia obtenidos muestran diferencias significativas en el estado de huevecillo, ya que variaron de un 11% hasta un 93%, siendo Deslac el más bajo con 11%, Crerob intermedio con un 85.5% y el mayor con un 93% Saltillo. Para las larvas de primer instar la sobrevivencia fluctuó entre 50 a 97.8%, presentando Deslac la más baja y Saltillo la más alta. EL segundo instar larvario varió de 32% hasta 93.4% de sobrevivencia, encontrándose que el Crerob fue la más baja, Deslac intermedia y Saltillo la más alta. En larva de tercer instar variaron los valores siendo el más bajo de 43% hasta un 100%, donde el Crerob fue el más bajo, Saltillo intermedio y Deslac el más alto. En pupa los valores fueron muy similares variando de 90 a 93.8% en los tres laboratorios. En el ciclo completo (huevecillo a adulto) el porcentaje de sobrevivencia fluctuó desde un 4.5% hasta un 76%, siendo Deslac el más bajo, Saltillo el más alto y Crerob intermedio.

4.4. Tablas de vida y fertilidad

El Cuadro 4.8. muestra la tabla de vida de cohorte de *C. carnea* procedente del laboratorio de Saltillo (CREROB-Saltillo), Coahuila. La columna N_x indica la sobrevivencia de las crisopas de este laboratorio. Se puede observar que a partir del cohorte inicial de 100 huevecillos, el número de crisopas sobrevivientes se redujo gradualmente. La curva de sobrevivencia que se genera con estos datos corresponde al tipo IV de acuerdo con (Vera et. al. 2002), es decir la tasa de mortalidad es variable a través de la edad de las crisopas, sin que se observe una alta mortalidad en estados jóvenes (huevecillos) ni en estados avanzados (adultos) durante el ciclo de las crisopas, más bien las tasas de mortalidad tienden a ser similares para los diferentes estados biológicos (Figura 7). La columna e_x indica la esperanza de vida de las crisopas en cada intervalo de edad, expresada en días. Cuando se inició el presente estudio, los huevecillos presentaban una esperanza de vida de 35.5 días. En relación con las larvas, la etapa de primer instar (1-2 días de edad) tuvo una esperanza de vida de 36.2 a 37.2 días, la etapa de segundo instar (5 días de edad) presentó una esperanza de vida de 33.9 días y las larvas de tercer instar (7 días de edad) tuvieron una esperanza de vida de 33.0 días. El estado de pupa (10 días de edad) presentó una esperanza de vida de 31.1 días. Los primeros adultos emergidos (17 días de edad) tuvieron una esperanza de vida de 27.4 días. Cuando los adultos iniciaron la oviposición (22 días de edad) su promedio de sobrevivencia esperada fue de 22.8 días. Posteriormente la esperanza de vida de las crisopas se redujo de manera más pronunciada, así a los 31, 37 y 51 días de edad del depredador esta fue de 15, 10 y 5 días, respectivamente.

En relación con las tablas de vida y específicamente con la curva de sobrevivencia de las crisopas procedentes del laboratorio de Saltillo, se observó que esta presentó un comportamiento similar a las curvas de sobrevivencia de *C. carnea* del CREROB-Torreón y *C. comanche* colectada de predios de vid y nogal de la Comarca Lagunera (Vargas 2007).

Cuadro 4.8. Tabla de vida para *Chrysoperla carnea* del laboratorio de Saltillo (UAAAN-UL 2014).

| X* | Nx | dx | qx | Lx | Tx | e _x | lx |
|--------|-----|----|------|------|--------|----------------|------|
| (DÍAS) | | | | | | | |
| 0 | 100 | 7 | 0.07 | 96.5 | 3554.1 | 35.54 | 1 |
| 1 | 93 | 0 | 0.00 | 93.0 | 3457.6 | 37.18 | 0.93 |
| 2 | 93 | 0 | 0.00 | 93.0 | 3364.6 | 36.18 | 0.93 |
| 3 | 93 | 0 | 0.00 | 93.0 | 3271.6 | 35.18 | 0.93 |
| 4 | 93 | 2 | 0.02 | 92.0 | 3178.6 | 34.18 | 0.93 |
| 5 | 91 | 0 | 0.00 | 91.0 | 3086.6 | 33.92 | 0.91 |
| 6 | 91 | 3 | 0.03 | 89.5 | 2995.6 | 32.92 | 0.91 |
| 7 | 88 | 0 | 0.00 | 88.0 | 2906.1 | 33.02 | 0.88 |
| 8 | 88 | 2 | 0.02 | 87.0 | 2818.1 | 32.02 | 0.88 |
| 9 | 86 | 1 | 0.01 | 85.5 | 2731.1 | 31.76 | 0.86 |
| 10 | 85 | 1 | 0.01 | 84.5 | 2645.6 | 31.12 | 0.85 |
| 11 | 84 | 1 | 0.01 | 83.5 | 2561.1 | 30.49 | 0.84 |
| 12 | 83 | 3 | 0.04 | 81.5 | 2477.6 | 29.85 | 0.83 |
| 13 | 80 | 2 | 0.03 | 79.0 | 2396.1 | 29.95 | 0.83 |
| 14 | 78 | 0 | 0.00 | 78.0 | 2317.1 | 29.71 | 0.83 |
| 15 | 78 | 1 | 0.01 | 77.5 | 2239.1 | 28.71 | 0.83 |
| 16 | 77 | 1 | 0.01 | 76.5 | 2161.6 | 28.07 | 0.83 |
| 17 | 76 | 1 | 0.01 | 75.5 | 2085.1 | 27.43 | 0.83 |
| 18 | 75 | 0 | 0.00 | 75.0 | 2009.6 | 26.79 | 0.83 |
| 19 | 75 | 0 | 0.00 | 75.0 | 1934.6 | 25.79 | 0.83 |
| 20 | 75 | 0 | 0.00 | 75.0 | 1859.6 | 24.79 | 0.83 |
| 21 | 75 | 0 | 0.00 | 75.0 | 1784.6 | 23.79 | 0.83 |
| 22 | 75 | 0 | 0.00 | 75.0 | 1709.6 | 22.79 | 0.83 |
| 23 | 75 | 2 | 0.03 | 73.9 | 1634.6 | 21.79 | 0.83 |
| 24 | 73 | 0 | 0.00 | 72.8 | 1560.7 | 21.44 | 0.80 |
| 25 | 73 | 0 | 0.00 | 72.8 | 1487.9 | 20.44 | 0.80 |
| 26 | 73 | 2 | 0.03 | 71.7 | 1415.1 | 19.44 | 0.78 |

| | | | | | | | |
|----|----|----|------|------|--------|-------|------|
| 27 | 71 | 0 | 0.00 | 70.6 | 1343.4 | 19.03 | 0.78 |
| 28 | 71 | 0 | 0.00 | 70.6 | 1272.8 | 18.03 | 0.78 |
| 29 | 71 | 0 | 0.00 | 70.6 | 1202.2 | 17.03 | 0.78 |
| 30 | 71 | 0 | 0.00 | 70.6 | 1131.6 | 16.03 | 0.78 |
| 31 | 71 | 0 | 0.00 | 70.6 | 1061.0 | 15.03 | 0.78 |
| 32 | 71 | 3 | 0.04 | 69.5 | 990.4 | 14.03 | 0.78 |
| 33 | 68 | 0 | 0.00 | 68.4 | 921.0 | 13.47 | 0.75 |
| 34 | 68 | 2 | 0.03 | 67.3 | 852.6 | 12.47 | 0.75 |
| 35 | 66 | 0 | 0.00 | 66.2 | 785.3 | 11.87 | 0.73 |
| 36 | 66 | 0 | 0.00 | 66.2 | 719.1 | 10.87 | 0.73 |
| 37 | 66 | 0 | 0.00 | 66.2 | 652.9 | 9.87 | 0.73 |
| 38 | 66 | 4 | 0.06 | 64.0 | 586.8 | 8.87 | 0.73 |
| 39 | 62 | 0 | 0.00 | 61.8 | 522.8 | 8.46 | 0.68 |
| 40 | 62 | 0 | 0.00 | 61.8 | 461.0 | 7.46 | 0.68 |
| 41 | 62 | 2 | 0.03 | 60.7 | 399.3 | 6.46 | 0.68 |
| 42 | 60 | 7 | 0.12 | 56.3 | 338.6 | 5.69 | 0.65 |
| 43 | 53 | 0 | 0.00 | 52.9 | 282.4 | 5.33 | 0.58 |
| 44 | 53 | 13 | 0.25 | 46.3 | 229.4 | 4.33 | 0.58 |
| 45 | 40 | 2 | 0.05 | 38.6 | 183.1 | 4.61 | 0.43 |
| 46 | 38 | 20 | 0.53 | 27.6 | 144.5 | 3.85 | 0.40 |
| 47 | 18 | 0 | 0.00 | 17.6 | 116.9 | 6.63 | 0.20 |
| 48 | 18 | 5 | 0.28 | 15.4 | 99.3 | 5.63 | 0.20 |
| 49 | 13 | 0 | 0.00 | 13.2 | 83.8 | 6.33 | 0.15 |
| 50 | 13 | 2 | 0.15 | 12.1 | 70.6 | 5.33 | 0.15 |
| 51 | 11 | 0 | 0.00 | 11.0 | 58.5 | 5.30 | 0.13 |
| 52 | 11 | 0 | 0.00 | 11.0 | 47.4 | 4.30 | 0.13 |
| 53 | 11 | 6 | 0.54 | 8.8 | 36.4 | 3.30 | 0.13 |
| 54 | 7 | 0 | 0.00 | 6.6 | 27.6 | 4.17 | 0.08 |
| 55 | 7 | 0 | 0.00 | 6.6 | 21.0 | 3.17 | 0.08 |
| 56 | 7 | 5 | 0.76 | 4.4 | 14.3 | 2.17 | 0.08 |
| 57 | 2 | 0 | 0.00 | 2.2 | 9.9 | 4.50 | 0.03 |
| 58 | 2 | 0 | 0.00 | 2.2 | 7.7 | 3.50 | 0.03 |

| | | | | | | | |
|----|---|---|------|-----|-----|------|------|
| 59 | 2 | 0 | 0.00 | 2.2 | 5.5 | 2.50 | 0.03 |
| 60 | 2 | 0 | 0.00 | 2.2 | 3.3 | 1.50 | 0.03 |
| 61 | 2 | 2 | 0.91 | 1.1 | 1.1 | 0.50 | 0.03 |
| 62 | 0 | | | | | | 0.00 |

*X = edad de las crisopas en días, Nx = Número de crisopas vivas en cada intervalo de edad, dx = Número de crisopas muertas en cada intervalo de edad, qx = tasa de mortalidad en cada intervalo de edad, Lx = número promedio de crisopas vivas durante cada intervalo de edad, Tx= suma acumulativa de Lx, expresada como número de crisopas por unidades de tiempo (días), e_x = esperanza media de vida de las crisopas al inicio de cada intervalo de edad o días que le quedan por vivir, en promedio, a cualquier individuo (crisopa) que haya cumplido cierta edad, lx = tasa de supervivencia de las crisopas al inicio de cada intervalo de edad.

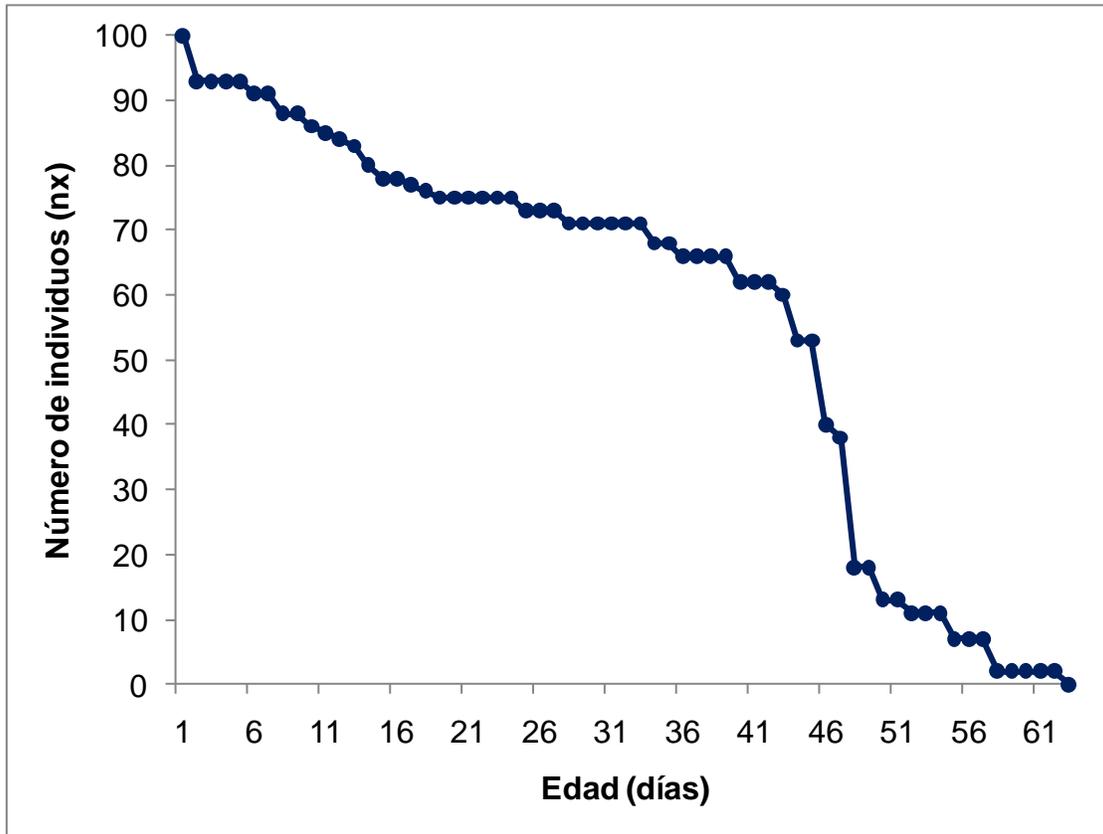


Figura 7. Curva de sobrevivencia de *Chrysoperla carnea* del laboratorio de Saltillo (UAAAN-UL 2014).

El Cuadro 4.9. muestra la tabla de fertilidad de *C. carnea* procedente del laboratorio de Saltillo (CREROB-Saltillo), Coahuila. La fecundidad registrada fue de 288.8 huevecillos totales (machos+hembras) por crisopa hembra. La tasa de reproducción bruta fue de 5848 huevecillos hembras producidos por las 45 hembras estudiadas.

El Cuadro 4.10. muestra los estadísticos demográficos para las crisopas procedentes del Laboratorio de Saltillo. La Tasa de multiplicación generacional (R_0) fue de 129.9 huevecillos hembras por hembra por generación, lo que indica una alta capacidad reproductiva de las crisopas de Saltillo. En comparación con los resultados obtenidos por Vargas (2007) para *C. carnea* ($R_0 = 117.32$ hembras por hembras por generación) se observa que estos valores son similares; mientras que para *C. comanche* ($R_0 = 84.39$ hembras por hembras por generación), el valor de R_0 del presente estudio

fue mayor. En comparación con los resultados obtenidos por Ontiveros (2001) para *C. carnea* nativas ($R_o = 31$ hembras por hembras por generación) y del CREROB-Torreón ($R_o = 47$ hembras por hembras por generación), la tasa de multiplicación generacional (R_o) obtenida en el presente estudio fue mucho mayor.

El Tiempo de generación (T) de las crisopas de Saltillo fue de un promedio de 32.93 días, en el presente estudio. En comparación con los resultados obtenidos por Vargas (2007) para *C. carnea* ($T = 33.93$ días) y para *C. comanche* ($T = 33.00$ días), el valor de T del presente estudio fue similar. En comparación con los resultados obtenidos por Ontiveros (2001) para crisopas (*C. carnea*) nativas ($T = 55$ días) y del CREROB -Torreón ($T = 40$ días de generación), se observó una marcada diferencia en este parámetro demográfico.

La tasa intrínseca de incremento ($r_m =$ hembras/hembra/día) fue de 0.0642 huevecillos hembras por hembra por día, lo que indica una alta capacidad de incremento poblacional de las crisopas de Saltillo. En comparación con los resultados obtenidos por Vargas (2007) para *C. carnea* ($r_m = 0.1543$ hembras por hembras por día) y para *C. comanche* ($r_m = 0.1499$ hembras por hembras por día), se observó que fueron diferentes, siendo menor el valor obtenido en el presente estudio. En comparación con los resultados obtenidos por Ontiveros (2001) para *C. carnea* nativas ($r_m = 0.0607$ hembras por hembras por día) y del CREROB -Torreón ($r_m = 0.0913$ hembras por hembras por día), la tasa intrínseca de incremento (r_m) obtenida en el presente estudio fue similar.

El tiempo de duplicación de la población de crisopas de Saltillo (TD) fue de 4.69 días, lo que indica la rapidez con que se incrementa este depredador. En comparación con los resultados obtenidos por Vargas (2007) para *C. carnea* ($TD = 4.52$ días) y para *C. comanche* ($TD = 4.63$ días), el valor de TD del presente estudio fue similar. En comparación con los resultados obtenidos por Ontiveros (2001) para *C. carnea* nativas ($TD = 12$ días) y del CREROB-Torreón ($TD = 6$ días), el tiempo que tarda la población de crisopas en duplicarse obtenida en el presente estudio fue mucho menor.

La tasa finita de crecimiento (λ) fue de 1.08 crisopas por día para la colonia de Saltillo en el presente estudio; mientras que Vargas (2007) reportó para *C. carnea* ($\lambda = 1.1668$ crisopas por día) y para *C. comanche* ($\lambda = 1.1617$ crisopas por día), por lo que el valor del presente estudio fue menor.

Cuadro 4.9. Tabla de fertilidad para *Chrysoperla carnea* del laboratorio de Saltillo (UAAAN-UL 2014).

| X (DÍAS) | Tasa de | | | | | | |
|----------|----------------|---------|---------|---------|------------|---------|----------|
| | Sobrevivientes | sobrev. | huevos | huevos | tasa de | | |
| | Hembras | hembras | totales | hembras | fecundidad | | |
| | nx' | lx' | hx | hx' | mx | $lx'mx$ | $xlx'mx$ |
| 0 | 45 | 1.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 42 | 0.93 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 42 | 0.93 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 42 | 0.93 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 42 | 0.93 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 41 | 0.91 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 41 | 0.91 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 40 | 0.88 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | 40 | 0.88 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 39 | 0.86 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 38 | 0.85 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 38 | 0.84 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 37 | 0.83 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 36 | 0.80 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 35 | 0.78 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 35 | 0.78 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | 35 | 0.77 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | 34 | 0.76 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | 34 | 0.75 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | 34 | 0.75 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | | | |
|----|-----------|------|------|-----|-------|-------|--------|
| 20 | 34 | 0.75 | 38 | 17 | 0.51 | 0.38 | 7.60 |
| 21 | 34 | 0.76 | 112 | 50 | 1.48 | 1.12 | 23.52 |
| 22 | 34 | 0.76 | 238 | 107 | 3.15 | 2.38 | 52.36 |
| 23 | 34 | 0.76 | 444 | 200 | 5.88 | 4.44 | 102.12 |
| 24 | 33 | 0.73 | 685 | 308 | 9.34 | 6.85 | 164.40 |
| 25 | 33 | 0.73 | 733 | 330 | 10.00 | 7.33 | 183.25 |
| 26 | 33 | 0.73 | 863 | 388 | 11.77 | 8.63 | 224.38 |
| 27 | 32 | 0.71 | 678 | 305 | 9.53 | 6.78 | 183.06 |
| 28 | 32 | 0.71 | 461 | 207 | 6.48 | 4.61 | 129.08 |
| 29 | 32 | 0.71 | 384 | 173 | 5.40 | 3.84 | 111.36 |
| 30 | 32 | 0.71 | 451 | 203 | 6.34 | 4.51 | 135.30 |
| 31 | 32 | 0.71 | 690 | 311 | 9.70 | 6.90 | 213.90 |
| 32 | 32 | 0.71 | 804 | 362 | 11.31 | 8.04 | 257.28 |
| 33 | 31 | 0.69 | 602 | 271 | 8.74 | 6.02 | 198.66 |
| 34 | 31 | 0.69 | 468 | 211 | 6.79 | 4.68 | 159.12 |
| 35 | 30 | 0.67 | 581 | 261 | 8.72 | 5.81 | 203.35 |
| 36 | 30 | 0.67 | 580 | 261 | 8.70 | 5.80 | 208.80 |
| 37 | 30 | 0.67 | 248 | 112 | 3.72 | 2.48 | 91.76 |
| 38 | 30 | 0.67 | 198 | 89 | 2.97 | 1.98 | 75.24 |
| 39 | 28 | 0.62 | 400 | 180 | 6.43 | 4.00 | 156.00 |
| 40 | 28 | 0.62 | 1850 | 833 | 29.73 | 18.50 | 740.00 |
| 41 | 28 | 0.62 | 369 | 166 | 5.93 | 3.69 | 151.29 |
| 42 | 27 | 0.60 | 311 | 140 | 5.18 | 3.11 | 130.62 |
| 43 | 24 | 0.53 | 182 | 82 | 3.41 | 1.82 | 78.26 |
| 44 | 24 | 0.53 | 165 | 74 | 3.09 | 1.65 | 72.60 |
| 45 | 18 | 0.40 | 56 | 25 | 1.40 | 0.56 | 25.20 |
| 46 | 17 | 0.38 | 123 | 55 | 3.26 | 1.23 | 56.58 |
| 47 | 8 | 0.18 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 48 | 8 | 0.18 | 33 | 15 | 1.86 | 0.33 | 15.84 |
| 49 | 6 | 0.13 | 38 | 17 | 2.85 | 0.38 | 18.62 |
| 50 | 6 | 0.13 | 117 | 53 | 8.78 | 1.17 | 58.50 |
| 51 | 5 | 0.11 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | | | |
|----|----------|------|-------|------|------|------|---------|
| 52 | 5 | 0.11 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 53 | 5 | 0.11 | 54 | 24 | 4.86 | 0.54 | 28.62 |
| 54 | 3 | 0.07 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 55 | 3 | 0.07 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 56 | 3 | 0.07 | 30 | 14 | 4.50 | 0.30 | 16.80 |
| 57 | 1 | 0.02 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 58 | 1 | 0.02 | 7 | 3 | 3.15 | 0.07 | 4.06 |
| 59 | 1 | 0.02 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 60 | 1 | 0.02 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 61 | 1 | 0.02 | 3 | 1 | 1.35 | 0.03 | 1.83 |
| 62 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | 12996 | 5848 | 216 | 130 | 4279.36 |

Cuadro 4.10. Estadísticos demográficos para *Chrysoperla carnea* del laboratorio de Saltillo (UAAAN-UL 2014).

| Estadístico demográficos* | Descripción | Valor |
|---------------------------|---|--------|
| Ro | Tasa neta de reproducción (hembras por hembra por generación) | 129.96 |
| T | Tiempo de generación (en días) | 32.93 |
| r_m | Tasa intrínseca o efectiva de incremento (hembras por hembra por día) | 0.0642 |
| λ | Tasa finita de incremento (tasa de multiplicación por unidad de tiempo, número de crisopas por día) | 1.08 |
| TD | Tiempo en que se duplica la población (días) | 4.69 |

*Ro = tasa neta de reproducción, T = tiempo de generación, r_m = tasa intrínseca de incremento, λ = tasa finita de incremento, TD = tiempo de duplicación de la población.

V. CONCLUSIONES

La viabilidad de huevecillos de crisopas mostró marcadas diferencias en los tres laboratorios de reproducción de insectos benéficos. De la muestra representativa que se tomó para los tres laboratorios el que obtuvo los mejores resultados de viabilidad fue el laboratorio del CREROB-Torreón (79.6% de eclosión), seguido del laboratorio de Deslac (66.4% de eclosión) y finalmente la menor viabilidad correspondió al laboratorio de Saltillo (47.5% de eclosión).

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que existió variación en los periodos de desarrollo de las crisopas de los tres laboratorios. Con un periodo en días que va desde los 17.86 hasta los 21.23 días en el desarrollo del ciclo completo de la crisopa. Siendo el laboratorio de Saltillo el que obtuvo un desarrollo más rápido empezando con la eclosión del huevecillo donde observe una diferencia significativa eclosionando al día siguiente comparada con los otros laboratorios que tardaron en promedio 3 días en eclosionar. La duración en días del desarrollo de la larva es similar en los tres laboratorios con una duración desde los 10.35 hasta los 12.52 días. En el desarrollo de la pupa se observó poca diferencia entre laboratorios, variando de 3.20 a 6.51 días.

Se determinaron diferencias significativas en la sobrevivencia de las crisopas entre los tres laboratorios, el que obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia de huevecillo a adulto fue el laboratorio de Saltillo (76.0%), siendo la sobrevivencia intermedia para el laboratorio del CREROB-Torreón (40%) y la menor sobrevivencia la obtuvo el laboratorio de Deslac (4.5%).

Los estadísticos vitales de las crisopas del laboratorio de Saltillo indican que este depredador posee una alta capacidad reproductiva ($R_0 = 129.96$ hembras por hembra por generación de 32.93 días) y de incremento poblacional ($r_m = 0.064$ hembras por hembra por día, $\lambda = 1.08$ crisopas por día y $TD = 4.6$ días).

VI. LITERATURA CITADA

Agnew, C W., W. L. Sterling and D. A. Dean. 1981. Notes of the Chrysopidae and Hemerobiidae of Eastern Texas with keys of their identification. Southwestern Entomologist Suppl. N° 4: 1-20.

Arredondo B., H. C. y M. A. Mellín R. 2003. Comercialización de agentes de control biológico, con énfasis en los depredadores. Pp. 122-130. In: López- Arroyo J. I., Rocha-Peña M. A. (eds.). Memorias del Curso Nacional: Identificación y aprovechamiento de depredadores en econtrol biológico: Chrysopidae y Coccinellidae. Monterrey, Nuevo León, México, Julio 21-25.

Arredondo B., H. C., E. Garza G. y M. A. Perales G. 1997. Manejo y producción de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). In: Memoria Manejo Integrado de Mosca Blanca. 21-25 de julio. México, D.F. pp.1-11.

Badii, M, H., J. Landeros, J. A. García y J. L.González R. 2000. Perspectivas del control biológico. In: Fundamentos y perspectivas de control biológico. Badii M. H., A. E. Flores y L. J. Galán W. (Eds.). Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. 462 p.

Barrera, G. J. 2010. Introducción, filosofía y alcance del control biológico. En: Memoria Curso Nacional de Control Biológico Uruapan, Michoacán, México. pp. 8.

Bordallo N., J. A. 2006. Control Biológico de plagas. Revista de consulta de la Cámara Agrícola y Ganadera de Torreón. Sector Agrícola y Ganadera. Num 3. Octubre 2011. Torreón Coahuila. Mex. pp.6.

Borror, J. D., C. A. Triplehorn, and N. F. Johnson. 1989. An Introduction to the study of Insects. Saunders College Publishing. Sixth Edition. 875 p.

Bram, R. A., and W. E. Bickley. 1963. The Green lacewing of the genus *Chrysopa* in Maryland (Neuroptera: Chrysopidae). Ed.Uni. Maryland Agr. Exp. Sta. Bul A- 124: 18 p.

Brooks, S. J. 1994. A taxonomic review of the common green lacewing genus *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae). Bulletin of the British Museum Natural History (Entomology) 63: 137- 210.

Brooks, S. J. and P. C. Barnard. 1990. The green lace wing of the world: a genetic review (Neuroptera: Chrysopidae). Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.) 59 (2): 117- 286.

Burke, H. R. and D. F. Martin. 1956. The biology of three chrysopid predators of the cotton aphid. J. Econ. Entomol. 49 (5): 698-700.

Buttler, D. G. and P. L. Ritchie. 1970. Development of *Chrysopa carnea* at constant and fluctuating temperatures. J. Econ. Ent. 63: 1028-1030.

Canard, M., and M. M. Principi. 1984. Life histories and behavior: Development of Chrysopidae, pp. 57-75. In: Canard M., Semeria Y. and New T. R. (eds.). Biology of Chrysopidae. Series Entomologica Vol. 27. Dr. W. Junk Publishers. Netherlands, The Hague.

Canard, M., and P. Duelli, 1984. Predatory behavior of larvae and cannibalism, pp 92-100. In: Canard, Y. Séméria, and T.R. New (Ed.). Biology of Chrysopidae. Dr W. Junk Publisher. Netherlands, The Hague.

Cortez, M. E., O. C. Francisco, y L. B. Monico. Especies de Chrysopidae que atacan *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae) en soya, en el norte de Sinaloa, México. XXVIII Congreso Nacional de Control Biológico, San Miguel de Allende, Gto. Noviembre 2005. pp. 35.

Costello M. J, and K. M. Daane. 1999. Abundance of spiders and insects predators on grapes in Central California. The Journal of Arachnology 27: 531- 538.

Duelli P. 2001. Lacewings in field crops, pp.158-171. In: McEwen P, New TR and Whittington AE (eds.). Lacewings in the Crop Environment. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.

Flint ML, Dreistadt SH.1998. Chapter 8: Predators of arthropods. Pp. 79-116 In: Natural enemies handbook, the illustrated guide to biological pest control. University of California Press, Berkeley, Los Angeles and London.

Gitirana W. G. P. 1955. Parasites and predators in an unsprayed apple orchard at vineland Station. Entomological Laboratory, Vineland Station, Ont. Annu. Rep. II: pp. 282-358.

Hernández, E. A. G. 1996. Biología y pruebas de patogenicidad de *Beauveria bassiana* sobre *Lygus mexicanus*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Edo. de México. 69 p.

Hunter, C. D. 1997. Suppliers of beneficial organisms in North America. California Environmental Protection Agency, Dept. of Pesticide Regulation, Sacramento, CA.

Krebs, C. J. 1985. Ecología, Estudio de la distribución y la abundancia. Harla, México. 2ª Edición. 753 p.

Leyva V., J. L. 1998. Aspectos básicos del control biológico. In: Memoria métodos alternativos para el control biológico de plagas insectiles. Vázquez N., J. M. (Ed.). FAZ, UJED- ITESMCL. 9-13 DE Marzo. Comarca Lagunera, México. pp 9-13.

López-Arroyo, J. I., C. A. Tauber, and M. J. Tauber, 1999. Effects of prey on survival, development and reproduction of trash-carrying chrysopids (Neuroptera: *Ceraeochrysa*). Environ. Entomol. 28: 1183-1188.

López-Arroyo, J. I., R. Canales C., M. A. Miranda S., J. Loera G. 2004. Evaluación de depredadores para el control del pulgón café de los cítricos (Homoptera: Aphididae). pp. 205- 209. In: Cortez M. E, Vejar C. G., Gálvez R. J. B., Barrientos C. J., Meza G. K., Apodaca S. M. A. y Quintero B. A. (eds.) Memoria XXVII Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Los Mochis, Sinaloa, Mex.

Miller, L. A. 1984. Hearing in green lacewing and their responses to the cries of bats. Pp. 134-149 In: Canard, M., Y. Séméria, and T.R. New (eds.) *Biology of Chrysopidae*. Serie Entomologica. Dr. W. Junk Publisher. The Hague. 294 p.

New, T. R. 1986. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agents: a review. *Tran. Roy. Entomol. Soc. Lond.* 127 (42): 21-29.

New, T. R. 1988. Neuroptera. pp. 249-258. In: Minks AK & HArrewiin P (eds.) *Aphids, their biology, natural enemies and control*. B. Elsevier, Amsterdam.

New, T. R. 2001. Introduction to the systematics and distribution of Coniopterygidae, Hemerobiidae, and Chrysopidae used in pest management. pp: 6-28. In: P. McEwen, T.R. New and A. E. Whittington (eds.) *Lacewings in the Crop Enviroment*. Cambridge University.

New, T.R. 1975. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidea(Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agents: a review. *Tran. Roy Entomol. Soc.Lond.* 127: 115-140.

Ontiveros Y.M., Desarrollo, sobrevivencia, fecundidad y estadísticos vitales de la crisopa verde, chrysoperla carnea (Neuroptera: Chrysopidae) nativas y de laboratorio. Universidad Juárez del Estado de Durango.2001. Pp.6-7: 36-47.

Smith, R. C. 1921. A study of the biology of the Chrysopidae. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 14: 27-35.

Smith, R. C. 1922. The biology of Chrysopidae. *Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. Mem.*, 58: 1291-1372.

Szentkirályi, F. 2001a. Ecology and hábitat relationships. pp. 82- 115. In: McEwen PK, New TR and Whittinton AE (eds.). *Lacewings in the crop environment*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.

Szentkirályi, F. 2001b. Lacewings in fruit and nut crops. pp. 172-238. In: McEwen P. K., New T. R. and Whittington A. E. (eds.). Lacewings in the crop environment Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.

Tauber, C. A. 1974. Systematics of North America chrysopid larvae: *Chrysopa carnea* group (Neuroptera). Can. Entomol. 106: 1133- 1153.

Trujillo A., J. 1998. Control biológico en México: Inventario Interpretado. En: Memoria XII Reunión Nacional de Control Biológico. Torreón, Coah., México.

Trujillo.J.A., Casos de control biológico en México. 1ª edición, 2008. México D.F.

Valencia, L. 2004. Estudio taxonómico de la familia Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) en el estado de Morelos, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. Montecillo, Estado de México.

Vargas E.,M.U., 2007. Desarrollo, Supervivencia y Fecundidad de *Chrysoperla carnea* Stephens y *chrysoperla comanche* Banks criadas con huevecillos de sitotroga cerealella(Oliver).Universidad Autónoma de Chapingo Torreón, Coahuila. Pp.43.

Vera G., J. 1990. Temas selectos sobre ecología de poblaciones. Segunda edición. Universidad Autónoma Chapingo. México. 184 p.

Vera G., J., V. M. Pinto, J. López C. y R. Reyna R. 2002. Ecología de poblaciones de insectos. 2ª. Edición. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 138 p.