

**EFFECTO LETAL Y SUBLETAL DE INSECTICIDAS SOBRE
DIFERENTES INSTARES DE *Chrysoperla carnea* (STEPHENS)
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)**

OMAR GARCÍA ANGEL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**

**EFFECTO LETAL Y SUBLETAL DE INSECTICIDAS SOBRE
DIFERENTES INSTARES DE *Chrysoperla carnea* (STEPHENS)
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)**

TESIS POR:


OMAR GARCÍA ANGEL

Elaborada bajo supervisión del Comité de Asesoría y aprobado como requisito parcial, para optar el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

COMITE PARTICULAR


Asesor principal: _____


Dr. Ernesto Cerna Chávez

Asesor: _____


Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe

Asesor: _____


Dr. Mariano Flores Davila

Asesor: _____


Dr. Jerónimo Landeros Flores

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Diciembre 2012

COMPENDIO

**Efecto letal y subletal de insecticidas sobre diferentes instares de
Chrysoperla carnea (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae)**

POR

OMAR GARCÍA ÁNGEL

MAESTRÍA EN CIENCIAS

PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, DICIEMBRE 2012

Dr. Ernesto Cerna Chávez –Asesor-

Resumen: El control químico y biológico en el manejo sostenible requiere conocer los riesgos, selectividad y condiciones de uso de los insecticidas, para esto se comparó la tolerancia de *Chrysoperla carnea* a la concentración de campo de insecticidas; abamectina, endosulfan y profenofos; El profenofos fue el insecticida que mostro una alta toxicidad para los estadios larvales y adulto. Para la abamectina presento efectos perjudiciales en L1 y un efecto negativo en la oviposición. Para el endosulfan presento efectos perjudiciales para los estadios de huevecillo, L1 y L2, sin ejercer efecto para L3 y pupa.

Palabras clave: control integrado, selectividad, tolerancia.

ABSTRACT

Lethal and sublethal effect of insecticide over different *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) instars.

BY:

OMAR GARCÍA ÁNGEL

MAESTRÍA EN CIENCIAS

PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, DICIEMBRE 2012

Dr. Ernesto Cerna Chávez –Asesor-

Abstract: The chemical and biological control in sustainable management requires knowing the risks, selectivity and conditions of use of insecticides, in that matter, tolerance of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to field concentration abamectin, endosulfan and profenofos was compared. Profenofos was the insecticide that showed the higher toxicity to larvae and adults. Abamectin showed toxicity over 1st instar larvae and a negative effect on oviposition and endosulfan had adverse effects on eggs, 1st and 2nd instar larvae, and had no negative effect over 3rd instar and pupae.

Key words: integrated control, selectivity, tolerance.

ÍNDICE GENERAL

	Página
COMPENDIO -----	III
ABSTRACT -----	IV
ÍNDICE GENERAL -----	V
ÍNDICE DE CUADROS -----	X
ÍNDICE DE FIGURA -----	XI
INTRODUCCIÓN -----	1
REVISIÓN DE LITERATURA -----	4
Importancia de los Insectos Entomófagos-----	4
Importancia de los depredadores-----	3
Familia Chrysopidae-----	7
Aspectos biológicos generales de la familia Chrysopidae-----	9
Géneros Más Importantes de la Familia Chrysopidae-----	12
Importancia del Género <i>Chrysoperla</i> -----	13
Descripción General del Género <i>Chrysoperla</i> -----	14

Especies del genero <i>Chrysoperla</i> -----	16
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)-----	16
<i>Chrysoperla rufilabris</i> (Burmeister)-----	17
<i>Chrysoperla externa</i> (Hagen)-----	18
Especies de Crisopas que se han Utilizado en el Control Biológico-----	18
Estrategias de Manejo en la Utilización de Chrysopidae-----	25
Campo de aplicación-----	25
El control biológico clásico-----	25
Aumento por medio de emisiones inoculativas-----	25
Aumento por medio de liberación por inundación-----	26
Técnicas de conservación-----	26
Métodos de liberación-----	27
Dosis de liberación-----	29
Época y frecuencia de liberación-----	30
Especies de Chrysopidos comercialmente disponibles-----	31
Características eficientes de los agentes de control biológicos de la familia Chrysopidae-----	33

Características larvarias-----	34
Amplia gama de presas -----	34
Fácil cría en masa-----	34
Resistencia a los insecticidas-----	36
Tiempo de desarrollo-----	36
Depredación eficiente-----	37
Capacidad de dispersión-----	37
Características adultos-----	38
Fácil de cría en masa-----	38
Alto potencial para la reproducción-----	39
La atracción para los hidrolizados de proteínas---	40
Especies de la familia Chrysopidae reportados en México---	41
Uso de <i>Chrysoperla</i> en el control biológico de plagas en México-----	44
Uso de <i>Chrysoperla carnea</i> en el control biológico-----	47
Ciclo biológico-----	47
Distribución geográfica-----	50
Clasificación taxonómica-----	50

Sinonimia-----	51
Morfología-----	51
Huevo-----	51
Larva-----	52
Pupa-----	53
Adulto-----	53
Cabeza-----	54
Tórax-----	54
Abdomen-----	55
Patas-----	55
Alas-----	56
Hábitos-----	56
Canibalismo-----	56
Capacidad de desplazamiento y alimentación de <i>Chrysoperla carnea</i> -----	56
Factores que limitan la actividad de <i>Chrysoperla carnea</i> -----	57
Enemigos naturales-----	58
Efectos de insecticidas sobre Chrysopidae -----	59

Efecto letal y subletal de insecticidas organoclorados-----	60
Efecto letal y subletal de insecticidas organofosforados-----	63
Efecto letal y subletal de insecticidas carbamatos-----	67
Efecto letal y subletal de insecticidas piretroides-----	69
Efecto letal y subletal de insecticidas avermectinas-----	72
Efecto letal y subletal de insecticidas IGR`S-----	74
Efecto letal y subletal de insecticidas neonicotinoides-----	77
Conclusiones generales-----	80
LITERATURA CITADA-----	81
ARTICULO CIENTÍFICO-----	128

**LETHAL AND SUBLETHAL EFFECT OF INSECTICIDE OVER
DIFFERENT *Chrysoperla carnea* (STEPHENS) (NEUROPTERA:
CHRYSOPIDAE) INSTARS.**

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Familias más importantes de artrópodos depredadores.	6
2.	Algunas especies de la familia Chrysopidae que se han estudiado para su uso en el control biológico en condiciones de campo o de laboratorio.-----	19
3.	Especies de plagas que han sido controlados con éxito por especies del genero <i>Chrysoperla</i> .-----	21
4	Diversidad de plagas atacadas a nivel mundial por <i>Chrysoperla carnea</i> , <i>C. comanche</i> , <i>C. externa</i> y <i>C. rufilabris</i> .	23
5	Diversidad de cultivos a nivel mundial con evaluación de las especies de <i>Chrysoperla carnea</i> , <i>C. comanche</i> , <i>C. externa</i> y <i>C. rufilabris</i> .-----	24
6	Estados de México en donde se producen y comercializan las especies <i>C. carnea</i> y <i>C. rufilabris</i> .-----	32
7	Especies de Chrysopidae asociadas a frutales del norte y centro de México.-----	43
8	Especies de <i>Chrysoperla</i> presentes en los agroecosistemas de México.-----	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pagina
1	Figura 1.- Ciclo biológico de <i>Chrysoperla carnea</i> : (a) huevecillos mostrando su tallo de seda, (b) las larvas se desarrollan a través de tres estadios (c) larva alimentándose e un piojo de las plantas, (d) capullos esféricos, de seda (e) cocon vacio mostrando la tapa elevada por donde emerge el adulto. (f) adulto vista dorsal (modificado de Metcalf y Flint, 1982 y Flint y Dreistadt, 1998).-----	49

INTRODUCCIÓN

Chrysopidae (Schneider) es una de las familias más importantes e interesantes dentro del orden Neuróptera en la cual se incluyen unas 1.200 especies, agrupadas en 75 géneros y 11 subgéneros (Brooks y Barnard, 1990), cifras que han venido incrementándose desde entonces. No sólo se trata de una de las familias más extensas en cuanto al número de especies, sino también de una de las más importantes por su reconocido interés económico, debido a su amplia distribución geográfica, al elevado número de ejemplares que conforman sus poblaciones y especialmente a su potencial para controlar muchas poblaciones de plagas agrícolas (Canard *et al.*, 1984; Mc Ewen *et al.*, 2001, Pineda, 2007), sus larvas son insectos polípagos y se alimentan de cualquier organismo de cuerpo blando que sean lo suficientemente pequeños para que puedan ser capturados, como los áfidos, escamas, cochinillas, moscas blancas, saltamontes, pequeñas psílidos, thrips, ácaros, huevos y larvas de otros insectos (Núñez 1985, Nuñez 1988, Olkowski *et al.*, 1996, Iannacone & Murrugarra 2000, Iannacone & Lamas 2002, 2003, Miller *et al.* 2004). La familia Chrysopidae es sobradamente conocida e importante agente de control, por su reconocida eficiencia en el consumo de gran número de

insectos fitófagos, su aplicación en distintos tipos de cultivo y su fácil manipulación, actualmente alguna especies suelen ser criados de forma masiva para su liberación en cultivos comerciales en campo abierto, invernaderos y jardines (Nordlun y Morrison, 1992).

Algunos de los géneros de mayor importancia reportados como controladores biológicos a nivel mundial son: *Chrysopa*, *Italochrysa*, *Glenochrysa*, *Meleoma*, *Anisochrysa*, *Notochrysa*, *Anomolochrysa*, *Notida*, *Chrysoperla*, *Ceraeochrysa*. Dentro del género *Chrysoperla*, la especie *C. carnea* es considerada como un valioso agente de control en sistemas de manejo integrado de plagas (New, 1975, Tauber y Tauber, 2000, Velásquez, 2004). Permitiendo un ahorro sustancial en el uso de insecticidas (Trelles y Ferrer, 2011). Sin embargo el uso de plaguicidas, ha ocasionado serios problemas en los agroecosistemas, ocasionando problemas como; resurgencia de plagas secundarias, resistencia en insectos plaga hacia los insecticidas, la eliminación de fauna benéfica como, polinizadores, enemigos naturales (López-Arroyo *et al.*, 2001). Pero los efectos provocados por los insecticidas sobre la fauna benéfica no siempre son letales, pueden causar efectos subletales que alteran su fisiología y comportamiento como; la fecundidad, fertilidad, longevidad, repelencia, dificultades para reconocer el huésped. (González y Viñuela, 2000), en este sentido el conocimiento de la actividad de los insecticidas, sobre los enemigos naturales se convierte en una necesidad (Medina *et al.*, 2002b). Al respecto existen estudios que se han realizado sobre los efectos secundarios de plaguicidas, donde se ha utilizado a la especie *C. carnea*, siendo una de las especies que ha demostrado tolerancia a los

plaguicidas (Hassan *et al.*, 1985). Sin embargo los experimentos de insecticidas se realizan generalmente en una etapa de desarrollo del insecto evaluando efectos de mortalidad, mientras que los efectos subletales pueden existir. Debido a que *C. carnea* es una especie que se distribuye en casi todo el mundo, tiene una amplia gama de plantas huésped y presas que puede estar disponible comercialmente en fases de huevos, larvas o pupas o fases mixtas. Por lo cual es la especie seleccionada para el presente trabajo, con el interés de evaluar efectos letales y subletales de los productos, Endosulfan, Profenofos y Abamectina, sobre sus diferentes fases de desarrollo bajo condiciones de laboratorio, con la finalidad de obtener datos de la selectividad de estos productos y en base a esto se puede tener una noción de la posible compatibilidad de estos con *C. carnea* en un Manejo Integrado de Plagas (MIP).

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de los insectos entomófagos

Los insectos entomófagos o depredadores pertenecen a varios órdenes, principalmente: Coleoptera, Odonata, Neuroptera, Diptera y Hemiptera. Pudiéndose alimentar de todos los estadios de sus presa, como: huevos, larvas (o ninfas), pupas y adultos. Desde el punto de vista de los hábitos alimenticios existen dos tipos de depredadores, los masticadores como; Catarinas o mariquitas (Coccinellidae), y escarabajos del suelo (Carabidae) los cuales simplemente mastican y devoran sus presas, y aquellos con aparatos bucales succionadores que chupan los jugos de sus presas como; chinches asesinas (Reduviidae), larvas de las moscas (Syrphidae), larvas de chrysopa (Chrysopidae), entre otros (Altieri y Nicholls, 2000).

Los depredadores que se alimentan por medio de la succión generalmente inyectan una sustancia tóxica que rápidamente inmoviliza la presa. Muchos depredadores son ágiles, feroces cazadores y activamente capturan sus presas en el suelo o en la vegetación como lo hacen los

escarabajos, las larvas de chrysopa y los ácaros, o los cazan en vuelo, como las libélulas y las moscas de la familia Asilidae (Altieri y Nicholls, 2000).

Muchas especies de insectos son depredadores tanto en su estado larval como en estado adulto, aunque no necesariamente sea el mismo tipo de presa la que cazan. Otros son depredadores solamente en el estado larval, mientras que como adultos tan sólo se alimentan de néctar o mielecilla. Algunos proveen presas para sus larvas, depositando sus huevos entre sus presas, ya que en algunas ocasiones las larvas son incapaces de encontrarlas por si mismas (DeBach y Rossen, 1991).

Los depredadores que se reconocen como importantes supresores de plagas en los sistemas agrícolas y forestales se distribuyen en las clases Insecta y Arácnida, los cuales pueden encontrarse en gran número de órdenes incluyendo más de 32 familias (Nicholls, 2008). Estos insectos pueden realizar un control biológico natural ya que necesitan consumir más de una presa para completar su ciclo de vida, generalmente tienen un tamaño mayor que el de la presa y son fundamentalmente oligófagos (atacan un número pequeño de especies) o polífagos (atacan muchas especies) (Badii y Abreu, 2006). Su importancia ha sido evidenciada en muchos sistemas de cultivo, la riqueza de especies depredadoras en agroecosistemas particulares puede ser impresionante y es precisamente este tipo de diversidad, el cual, puede ejercer una importante presión reguladora sobre los fitófagos, lo que ha llevado a considerar el “complejo de enemigos naturales de las plagas” como un elemento de balance natural al tender a alimentarse de casi cualquier plaga presente. Aún en situaciones donde los depredadores son incapaces de

alcanzar un control natural por debajo del nivel económico de daño, ellos disminuyen el grado de desarrollo de plagas o reducen la infestación, inclusive en situaciones donde los enemigos naturales específicos no sean efectivos (Croft, 1990), por lo que este método tiene gran importancia en la reducción de organismos indeseables en el necesario equilibrio ambiental.

Los artrópodos depredadores se encuentran en casi todos los hábitats agrícolas y naturales, más comúnmente especies de insectos de las familias: Anthocoridae, Pentatomidae, Reduviidae, Carabidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Chrysopidae, Cecidomyidae, Syrphidae y Formicidae, (Nicholls, 2008) de las cuales las familias Coccinellidae y Chrysopidae son las más utilizadas en programas de control biológico (Cuadro 1).

Cuadro 1. Familias más importantes de artrópodos depredadores.

Hymenoptera	Formicidae Vespidae Sphecidae	Neuroptera	Chrysopidae Hemerobiidae
Coleoptera	Carabidae Cicindelidae Dytiscidae Cleridae Coccinellidae Cybocephalidae Staphylinidae Elateridae	Hemiptera	Anthocoridae Gerridae Miridae Nabidae Pentatomidae Reduviidae Veliidae Phasmatidae
Thysanoptera	Aeolothripidae Phlaeothripidae Thripidae,	Diptera	Cecidomyidae Chamaemyiidae Sciomyzidae Syrphidae
Acari	Phytoseiidae Stigmaeidae Hemisarcoptidae Anystidae Cheyletidae	Araneae (arañas)	

Nicholls, 2008; Abreu *et al.*, 2010.

Familia Chrysopidae

Chrysopidae (Schneider, 1851), es una de las familias más extensas y estudiadas dentro del orden Neuróptera y de las más importantes en términos económicos. Incluyendo unas 1,200 especies reconocidas actualmente, agrupadas en 75 géneros y 11 subgéneros (Brooks y Barnard, 1990; New 2001). Se trata de una de las familias más extensas en cuanto al número de especies y una de las más importantes, debido a su potencial para controlar muchas poblaciones de plagas agrícolas (Canard *et al.*, 1984; Mc Ewen *et al.*, 2001; Pineda, 2007).

Las larvas de todas las especies son depredadores y algunos de sus adultos, se alimentan de cualquier organismo de cuerpo blando que son lo suficientemente pequeños para que puedan ser capturados, como los áfidos, escamas, cochinillas, moscas blancas, orugas, saltamontes, pequeñas psíidos, thrips, cicadelidos, ácaros, huevos y larvas de coleópteros y lepidópteros como; *Spodoptera frugiperda*, *S. eridania*, *Helicoverpa zea*, *Cydia pomonella*, *Pectinophora gossypiella*, *Orthezia olivícola* entre otros insectos que se localizan en el follaje (Canard y Principi, 1984; Núñez, 1985; Núñez, 1988; Iannacone y Murrugarra, 2000; Canard, 2001; Iannacone y Lamas, 2002, 2003; Miller *et al.*, 2004). En condiciones de escases de alimento o en cuartos confinados las larvas de chrysopidos pueden ser altamente agresivos y caníbales (Ghahari *et al.*, 2010).

Económicamente, Chrysopidae es una de las familias más importantes en temas de control biológico, debido a que está integrada por especies consideradas completamente benéficas. Su importancia radica en que al menos

15 géneros presentan especies con potencial para su uso como agentes de control de plagas (New, 2001). Debido a la voracidad de sus larvas, las convierte en un factor más a considerar en su aplicación en el control de plagas y han sido utilizadas para programas de control biológico; representa sin duda uno de los más útiles aliados del hombre en su lucha contra determinadas plagas agrícolas (Valencia, 2006).

Actualmente se les consideran como los agentes biológicos decisivos en el control de plagas agrícolas, además que su hábitad incluye zonas de gran vegetación y están presentes en muchos sistemas agrícolas, difundiendo su utilización en cultivos en campo abierto, invernaderos y jardines (Díaz-Aranda y Monserrat, 1990; Monserrat, 2008). Por esta razón, algunas especies se reproducen actualmente de manera masiva y se utilizan exitosamente como agentes de control biológico de plagas agrícolas (New, 1975; Hunter 1997; Arredondo, 2000; Canard *et al.*, 2001). Es una de las familias más interesantes debido a su amplia y casi cosmopolita distribución geográfica su adaptabilidad a muchos hábitats y al elevado número de ejemplares que con frecuencia constituyen sus poblaciones (Canard *et al.*, 1984; McEwen *et al.*, 2001).

La mayoría de las investigaciones realizadas sobre la utilización de la familia Chrysopidae han sido utilizando en técnicas de aumento y conservación y muy escasamente se han empleado en el control biológico clásico. Los estudios se han enfocado principalmente en algunos aspectos de su biología y comportamiento como: la determinación de rango de presas, su capacidad de depredación, el diseño de dietas naturales y artificiales, su resistencia a

insecticidas, la manipulación de adultos (atracción y retención) y las tasas de liberación, entre otros.

Las especies más frecuentemente estudiadas son: *Brinkochrysa scelestes* (Banks), *Chrysopa formosa* (Brauer), *C. kulingensis* (Navas), *C. nigricornis* (Burmeister), *C. oculata* (Say), *C. pallens* (Rambur), *Chrysoperla carnea* (Stephens) s.l., *C. externa* (Hagen), *C. rufilabris* (Burmeister), *Mallada boninensis* (Okamoto) y *M. basalis* (Walker) (López-Arroyo *et al.*, 2007)

En México, las especies más estudiadas son: *C. oculata*, *C. nigricornis*, *C. carnea*, *C. comanche* y *C. rufilabris* (López-Arroyo *et al.*, 2007).

Aspectos biológicos generales de Chrysopidae

Los insectos de la familia Chrysopidae, presentan metamorfosis completa y son extremadamente diversos tanto en hábitat, como en aspecto, algunos son acuáticos cuando larvas, mientras que otros se encuentran únicamente en regiones desérticas extremadamente áridas (Velásquez, 2004).

Los huevos de Chrysopidae son de forma ovalada, blanco, amarillo o verde, su tamaño oscila desde 0,7 hasta 2,3 mm y son puestos habitualmente sobre el extremo superior de un filamento hialino de seda, dicho filamento, juega un importante papel defensivo o nutricional para la larva recién nacida y su longitud es una característica específica de la especie que puede variar de 2 a 26 mm y ser influenciado por el tamaño del cuerpo de la madre, así como las condiciones ambientales (Tauber *et al.*, 2004). Sin embargo las especies que pertenecen al género *Anomalochrysa* ponen los huevos sin tallo,

depositándolos directamente sobre la superficie de la planta (Zimmerman, 1939; Tauber *et al.*, 2006).

Las hembras de la familia Chrysopidae oviposita habitualmente huevecillos individualmente o en grupos (Duelli, 1984; Gepp, 1984) en el haz o el envés de las hojas o en los brotes donde se encuentran las presas, para facilitar su descubrimiento por las larvas jóvenes (Duelli, 1984), su desarrollo embrionario depende principalmente de la temperatura. Por ejemplo, embriones de *C. carnea* desarrollar en aproximadamente 13 días a 15 °C y 2,5 días a 35 °C, mientras que para *C. externa* en 14 y 4 días, a 15,6 y 26,7 °C, respectivamente (Canard y Principi, 1984; Albuquerque *et al.*, 1994).

Las larvas de chrysopa constan de tres estadios larvarios y se pueden dividir en dos grupos en cuanto a su morfología y comportamiento (Gepp, 1984; Díaz-Aranda *et al.*, 2001; Tauber *et al.*, 2003). En el primer grupo, las larvas de escombros o carga basura (por ejemplo, las larvas de los géneros *Dichochrysa*, *Ceraeochrysa*, *Glenochrysa*, *Leucochrysa*, *Italochrysa*), recogen con sus piezas bucales varias piezas de material vegetal muerto o exuvias de sus presas y las colocan en su parte dorsal, formando así un pequeño paquete de basura que usan para protegerse de las hormigas y otros de sus enemigos (Eisner *et al.*, 1978). En el segundo grupo, las larvas no tienen basura en su parte dorsal y están desnudos (por ejemplo, las larvas de *Chrysoperla*).

Las larvas recién emergidas se mantienen afuera del corión antes de moverse hacia abajo por el pedúnculo. El segundo instar es más activo que el primero y consume más alimento, el tercer instar presenta alto grado de canibalismo y un apetito muy voraz. Todas las larvas son depredadores

polífagos con una amplia variedad de presas de cuerpo blando (Canard y Principi, 1984; Canard, 2001). La ubicación de presas es generalmente aleatoria pero también hay casos en los que ha sido medida por la secreción azucarada producida por la presa (Canard, 2001). También hay especies que son altamente específicos de una especie presa determinada, como la especie *C. slosonae*, que se asocian únicamente con el áfido del aliso lanoso, *Principilus tesselatus* (Fitsch) (Tauber y Tauber, 1987; Milbrath *et al.*, 1993)

Tras la finalización del desarrollo larvario, la tercera larva completamente crecida hace un capullo y se mantiene en su interior hasta la emergencia del adulto (Canard y Principi, 1984). Los capullos se colocan generalmente en la planta, en el interior curvado hojas o en el suelo (Canard y Volkovich, 2001). La posición de la larva en el interior del cocon es en forma de "C", esta fase es conocida como prepupa y es una fase de desarrollo hibernante. La prepupa al mudar en el interior del cocon coloca la exuvia en un extremo de este, la cual se observa a través del mismo dando la apariencia de un disco oscuro, evento biológico que indica que se ha formado la pupa. El desarrollo del capullo dura generalmente por una o dos semanas y depende de varios factores, principalmente la temperatura y el sexo. Por ejemplo, el desarrollo capullo en *C. externa* se completó en 7,1 días a 24 °C, mientras que para *C. pallens* (Rambur) en 12,7 días a 20 °C (Grimal y Canard, 1990; Carvalho *et al.*, 1998).

El adulto emergido es capaz de copular inmediatamente después de emerger y la hembra es capaz de ovipositar mas de 25 huevecillos por día, en estudios bajo condiciones controladas se indica que el total de huevecillos depositados por una hembra, más del 60% se producen en los primeros quince

días (Canard y Principi, 1984). Al respecto Figueira *et al.*, (2002) menciona que las hembras de Chrysopidae pueden producir más de 1200 huevecillos a lo largo de su periodo de vida, que puede llegar a más de 100 días.

La mayoría de los adultos no son depredadores y se alimentan de los alimentos derivados de plantas, tales como néctar y polen, así como con gotas de miel de insectos (por ejemplo, el pulgón del melón o coccidos). El adulto al igual que la prepupa tiene la capacidad de hibernación y su longevidad puede ser de varios meses (Duelli, 2001).

Géneros más importantes de la familia Chrysopidae.

En esta familia se encuentran 13 de los 75 géneros, tienen valor como agentes de control biológico (New, 2001).

Algunos de los géneros de mayor importancia reportados como controladores biológicos a nivel mundial son: *Chrysopa*, *Italochrysa*, *Glenochrysa*, *Meleoma*, *Anisochrysa*, *Notochrysa*, *Anomolochrysa*, *Notida*, *Chrysoperla*, *Ceraeochrysa*.

Al respecto, uno de los géneros más importantes más conocidos por su importancia económica y que está siendo utilizados en varios programas de control biológico es *Chrysoperla*, de la cual actualmente se le reconocen 36 especies (Brooks, 1994), entre las cuales *C. carnea* Stephens (1836) y *C. rufilabris* Burmeister (1838) han tenido la mayor atención a nivel mundial.

Las investigaciones realizadas en el uso de especies de Chrysopidae han sido en el control biológico por aumento y conservación; escasamente se ha explorado el control biológico clásico. En México, el control biológico por

aumento es una tecnología que en los últimos años ha sido altamente demandada, al igual que en otras partes del mundo (López-Arroyo *et al.*, 2007).

Al respecto existen estudios que se han enfocado principalmente a la sistemática, biología, comportamiento, determinación de rango de presas, capacidad de depredación, evaluaciones de dietas naturales y artificiales, resistencia a insecticidas, manipulación de adultos (atracción y retención) y tasas de liberación, diferenciación morfológica, entre otros (Souza y Carvalho, 2002; Silva *et al.*, 200; Muzammil, 2007; Muzammil y Gulam, 2009; Monserrat y Díaz-Aranda, 2012; Rouhani y Samih, 2012)

Importancia del género *Chrysoperla*.

El género *Chrysoperla* es sin duda, el de mayor interés económico, más conocidos y de mayor importancia habiéndose utilizado su cultivo en masa en multitud de programas de control biológico (Brooks y Barnard, 1990; Brooks, 1994).

El género está ampliamente distribuido en áreas cultivadas de todo el mundo. La proporción de especies que habitan vegetación baja o herbácea, es mucho más alta que en otros géneros (Duelli, 2001), razón por lo que muchas especies han sido aprovechadas para el control de plagas en cultivos anuales.

Las especies de este género son reconocidas a nivel mundial por ser utilizadas en el control de plagas en forma extensiva en cultivos al descubierto y en sistemas protegidos, donde además de reducir los daños por plagas, contribuyen a disminuir drásticamente el uso de plaguicidas (Tauber *et al.*, 2000; Changet *et al.*, 2000; New, 2001; Miller *et al.*, 2004).

En el continente Americano, las especies de *Chrysoperla* más utilizadas en control biológico son *C. carnea* (Stephens), *C. externa* (Hagen), y *C. rufilabris* (Burmeister) (Henry *et al.*, 2001) y suelen utilizarse en sistemas de manejo integrado de plagas en dos formas principales: a) liberaciones periódicas de individuos criados masivamente y b) manipulación de hábitat, esto es, conservando las poblaciones que están presentes naturalmente en el cultivo.

Descripción general del genero *Chrysoperla*.

El género *Chrysoperla* contiene varias especies importantes de insectos depredadores las cuales tienen un potencial significativo para la comercialización y el uso contra un gran número de plagas de cultivos en combinación con otras tácticas de control de plagas insectiles. El conocimiento de la biología juega un papel importante en la producción en masa y su utilización en programa de control de plagas, (Chakraborty, 2009).

Las especies de *Chrysoperla* generalmente son insectos de tamaño mediano (6.5-35 mm de longitud de las alas), de color verde a café claro o rojizo en adultos en diapausa, ojos verdes o dorados y antenas cuya longitud mide desde la mitad hasta dos veces la longitud del ala anterior (Brooks y Barnard, 1990).

En su estado adulto se alimentan de la mielecilla que producen algunos insectos y néctar o polen de las plantas, lo que los hace sobrevivir fácilmente en un hábitat determinado, en comparación con otros insectos benéficos. Las hembras generalmente depositan sus huevecillos en forma individual y

preferentemente en lugares donde se encuentran insectos como los áfidos, lo que además de facilitar a las larvas recién emergidas encontrar rápidamente a sus presas, existe la posibilidad de localizar una fuente de alimentos para el adulto. Los adultos recién formados, se dispersan varios kilómetros en la dirección del viento durante las primeras dos o tres noches, para posteriormente realizar vuelos contra el viento en búsqueda de señales químicas de fuentes de alimento (Duelli, 2001).

Los huevecillos al ser ovipositados son de color verde y antes de la eclosión adquieren un color blanco opaco. Están provistos de un pedicelo cuya función es protegerlo del canibalismo, depredación o parasitismo. Los huevecillos expuestos al sol mueren cuando se alcanza una temperatura de 37°C. Las larvas recién emergidas del huevecillo pueden diseminarse hasta 25 m en busca de alimento. Algunas larvas pueden recorrer 4 a 5 km, aunque algunos autores indican de 11 a 13 km, antes de convertirse en pupa (Pappas *et al.*, 2011).

La larva se caracteriza por una capacidad de búsqueda alta, actividad intensa, movimientos rápidos y por ser muy agresiva. Comúnmente todas las especies de *Chrysoperla* son consideradas depredadores generalistas; sin embargo, llegan a mostrar preferencia por determinadas presas. Solamente las larvas realizan el control biológico de plagas; de éstas, las de tercer instar son las que realizan el mayor consumo de presas. Estas prefieren insectos de cuerpo blando que se localizan en el follaje y se ha observado que pueden alimentarse de minadores, perforando la cutícula de la hoja con sus mandíbulas. (Pappas *et al.*, 2011)

Especies del genero *Chrysoperla*

Las especies de este género han mostrado condiciones de adaptabilidad a diferentes ambientes, lo que les ha permitido una amplia distribución geográfica (Gitirana *et al.*, 2001).

Algunas de las especies más conocidas y comunes son:

C. carnea (Stephens), *C. rufilabris* (Burmeister), *C. plorabunda* (Fitch), *C. mediterranea* (Hölzel), *C. oculata* (Say), *C. adamsi* (Henry, Wells and Pupedis), *C. johnsoni* (Henry, Wells and Pupedis), *C. lucasina* (Lacroix), *C. nigricornis*, *C. downesi* (Smith), *C. mohave* (Banks), *C. comanche* (Banks), *C. formosa* (Brauer), *C. pallens* (Rambur), *C. lacciperda* (Kimmins), *C. scelestes* (Banks). Dentro de estas especies del género, *C. carnea* y *C. rufilabris*, se venden comercialmente por numerosos productores y proveedores (Hunter, 1994 y 1997; Penny *et al.*, 2000; James, 2003 y 2006)

***Chrysoperla carnea* (Stephens)**

C. carnea se denomina vulgarmente como chrysopa y león de los afidos, se caracteriza por ser una especie con larvas voraces, polífagas y activas (New, 1975) y es un depredador que se encuentra comercialmente disponible y que se puede utilizar en programas de control biológico debido a su potencial para controlar muchas poblaciones de plagas agrícolas.

Se presenta como un valioso enemigo natural en una gran diversidad de agroecosistemas y su amplio rango predador incluye varias especies de plagas.

En algunas regiones se encuentran de forma natural, sin embargo estas pueden ser manipuladas para un establecimiento y aprovechamiento eficiente en un MIP (Pineda, 2007)

Esta especie se encuentra de forma natural en muchas partes de América, Europa y Asia y es considerada un importante predador en cultivos de algodón en Rusia, Egipto y Pakistán; en cultivos de remolacha azucarera en Alemania y los viñedos Europeos (Velásquez, 2004).

En México *C. carnea* se produce masivamente y comercializa en los estados de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Nuevo León, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas (Rodríguez y Arredondo, 1999)

***Chrysoperla rufilabris* (Burmeister)**

Es un depredador efectivo, sobre gran variedad de plagas, consumen vorazmente huevos, ninfas y larvas pequeñas que se encuentran en el envés de las hojas de los cultivos. Se menciona que su efectividad en regiones húmedas es mayor así como en cultivos bajo riego o en invernadero, su dominancia se hace notar en los meses de agosto y septiembre. *C. rufilabris* representa un potencial para ser incluida en un MIP en contra de *Bemisia tabaci* bajo condiciones de invernadero (Breene *et al.*, 1992).

Adicionalmente su valor como agente de control se incrementa ya que *C. rufilabris* no se ve afectada por la residualidad de algunos insecticidas químicos antes de su liberación haciéndose así un control más eficiente (Breene *et al.*, 1992).

***Chrysoperla externa* (Hagen)**

Se destaca como un excelente candidato para su utilización en programas de control biológico en América latina (Albuquerque *et al.*, 1994). Por sus características predadoras, amplia distribución, presencia de adultos a través de todo el año, fácil crianza en cautiverio, potencial para adaptarse a varios ambientes de cultivos y su resistencia a numerosos plaguicidas (Núñez y Pardo 2002; Cardoso y Lazzari, 2003; Medina *et al.*, 2003). Esta especie presenta gran voracidad en estado larval y en estado adulto, también se le ha registrado depredando un amplio rango de insectos de cuerpo blando (Soto e Iannacone, 2008) Su amplia distribución y hábitats la hace conveniente para el uso creciente en control biológico en varios cultivos, tales como: huertos citrícolas y cultivos en general (Tauber y Tauber, 1983).

Especies de *Chrysopas* que se han utilizado en el control biológico

Las larvas de las chrysopas (Chrysopidae) son depredadoras de diversos insectos. Los adultos pueden ser o no depredadores, dependiendo de la especie, su eficiencia como agentes de control biológico contra áfidos se estudió por primera vez en 1742 (Senior y McEwen, 2001). Desde entonces, la gran mayoría de los artículos de investigación publicados sobre la evaluación de determinadas especies de chrysopas para su uso en programas de control biológico se han centrado principalmente en las especies *Chrysoperla*, (Papas *et al.*, 2011)

Estas especies se consideran importantes agentes de control biológico en ciertos agroecosistemas y son las más comunes disponibles comercialmente (Tauber *et al.*, 2000). Además de *Chrysoperla sp.*, también se ha repostado sobre especies chrysopas pertenecientes a otros géneros, como *Chrysopa*, *Mallada* y *Ceraeochrysa* (Cuadro 2).

Cuadro 2.- Algunas especies de la familia Chrysopidae que se han estudiado para su uso en el control biológico en condiciones de campo o de laboratorio.

<i>Chrysopa sensu stricto</i>	<i>Chrysoperla sp.</i>
<i>Chrysopa Formosa</i> Brauer	<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens
<i>Chrysopa kulingensis</i> Navas	<i>Chrysoperla rufilabris</i> Burmeister
<i>Chrysopa nigricornis</i> Burmeister	<i>Chrysoperla externa</i> Hagen
<i>Chrysopa oculata</i> Sy	<i>Chrysoperla sínica</i> Tjeder
<i>Chrysopa pallens</i> Rambur	<i>Chrysoperla comanche</i> Banks
<i>Chrysopa perla</i> L.	<i>Chrysoperla lucasina</i> Lacroix
<i>Chrysopa septempunctata</i> Wesmael	Mallada sp.
<i>Ceraeochrysa sp.</i>	Mallada signata Schneider
<i>Ceraeochrysa cubana</i> Hagen	Mallada basalis (Walker)

(Pappas, *et al.*, 2001)

Las chrysopas se encuentran en una gran diversidad de ambientes, la mayoría asociados con árboles, arbustos, pastizales y varias especies viven en plantaciones agrícolas donde son importantes como depredadores de artrópodos plagas. Las especies de *Chrysoperla* han sido liberadas para el control de pulgones en el pimiento, guisantes, berenjena, papa y algodón. También han sido utilizados para controlar *Leptinotarsa decemlineata* (Say) en las berenjenas, *Panonychus ulmi* (Koch) en huertos de manzanas y *Heliothis virescens* (Fabricius) en algodón (Nordlund *et al.*, 2001). En invernadero, se ha utilizado a *C. carnea* (Stephens), *C. septempunctata* Wesmael, *C. formosa* Brauer y *C. perla*, se han utilizado con éxito para el control de pulgones en varios cultivos, tales como pimiento, pepino, berenjena, lechuga (Tulisalo, 1984).

Los chrysopidos liberados en Norte América, para el control biológico incluyen principalmente *C. carnea* para controlar varias plagas, como cochinillas, pulgones, cicadellidos y áfidos; *C. rufilabris* para controlar chrysomelidos, moscas blancas, pulgones y cicadellidos; *C. externa* contra noctuidos (Daane y Hagen, 2001) y *C. plorabunda* (Fitsch) para controlar los áfidos (Michaud, 2001). Algunos ejemplos de los primeros hasta los últimos intentos de utilizar especies de *Chrysoperla* en el control biológico tanto en cultivos de campo, así como en invernaderos se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3.- Especies de plagas que han sido controlados con éxito por especies del género *Chrysoperla*.

PLAGA	REFERENCIA
<i>Aphis gossypii</i> Glover	Zaki <i>et al.</i> , 1999
<i>Aphis pomi</i> DeGeer	Hagley 1989
<i>Aulacorthum solani</i> Kaltenbach	Ter-Simonjan <i>et al.</i> , 1982
<i>Bemisia argentifolii</i> Bellows and Perring	Legaspi <i>et al.</i> , 1996
<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius	Breene <i>et al.</i> , 1992
<i>Chaetosiphon fragaefolii</i> Cockerell	Easterbrook <i>et al.</i> , 2006
<i>Erythroneura elegantula</i> Osborne	Daane and Yokota, 1997
<i>Erythroneura variabilis</i> Beamer	Daane <i>et al.</i> , 1996, Daane and Yokota, 1997
<i>Heliothis</i> sp.	Ridgway and Jones (1968, 1969), Van den Bosch <i>et al.</i> , (1969), Lopéz-Arroyo <i>et al.</i> , (1976), Stark and Whitford (1987)
<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say)	Nordlund <i>et al.</i> , (1991)
<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas)	Shands <i>et al.</i> , (1972)
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	Scopes (1969), Shands <i>et al.</i> , (1992)
<i>Pectinophora gossypiella</i> (Saunders)	Irwin <i>et al.</i> , (1974)
<i>Pseudococcus longispinus</i> (Targioni Tozzetti)	Goolsby <i>et al.</i> , (2000)
<i>Pseudococcus maritimus</i> (Ehrhorn)	Doutt and Hagen, (1949, 1950)
<i>Pseudococcus obscures</i> Essig	Doutt and Hagen, (1949, 1950)
<i>Rhopalosiphum padi</i> L.	Rautapaa, (1977)
<i>Tetranychus ludeni</i> Zacher	Reddy, (2001)
<i>Tetranychus urticae</i> Koch	Hagley and Miles, (1987), Gomaa and Eid, (2008)
<i>Toxoptera citricola</i> (Kirkaldy)	Michaud, (2001)
(Pappas <i>et al.</i> , 2011)	

En el Neotrópico, de acuerdo a Albuquerque *et al.*, (2001), *C. externa* y especies *Ceraeochrysa* (por ejemplo, *C. cubana*) se considera que son de importancia primordial para la ejecución de programas de control biológico.

En la región australiana entre las especies de chrysopas muy pocos indígenas, *M. signata* es el candidato más prometedor para su uso en el control

biológico (New, 2002), mientras que en China *C. sinica* (Tjeder) ya ha sido utilizada en programas de control biológico aumentativo de liberación con éxito (Senior y McEwen, 2001).

A nivel mundial, *C. carnea* ha sido evaluada en 36 cultivos contra 61 plagas diferentes (Cuadros 4 y 5); *C. comanche* solo ha sido utilizada en vid contra las chicharritas *Erythroneura elegantula* y *E. variabilis*, además de la araña roja *Panonychus ulmi* (Szentkirályi, 2001). Para *C. externa* se tiene un registro de 18 cultivos o situaciones agrícolas donde la especie ha sido probada contra 22 plagas. *C. rufilabris* ha sido evaluada en ocho cultivos contra 12 plagas diferentes (Cuadros 4 y 5). Para *C. exotera* se carece de información sobre las plagas que ataca, en México esta especie fue colectada por Manuel Ramírez D. en nogaleras de la Comarca Lagunera y el Estado de Nuevo León.

Cuadro 4.- Diversidad de plagas atacadas a nivel mundial por *C. carnea*. *C. comanche*, *C. externa* y *C. rufilabris*.

Especie	Plagas atacadas
<i>Chrysoperla carnea</i>	<i>Aphis citricola</i> , <i>A. fabae</i> , <i>A. gossypii</i> , <i>A. pomi</i> , <i>Aonidiella aurantii</i> , <i>A. orientalis</i> , <i>Aulacortum solani</i> , <i>Brevicoryne brassicae</i> , <i>Brachycaudus amygdalinus</i> , <i>Brachycaudus persicae</i> , <i>Bryobia arborea</i> , <i>Cacopsylla pyri</i> , <i>C. notata</i> , <i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , <i>Chromaphis juglandicola</i> , <i>Dialeurodes citri</i> , <i>Drosophila melanogaster</i> , <i>Dysaphis devector</i> , <i>D. piri</i> , <i>D. plantaginea</i> , <i>Eriosoma lanigerum</i> , <i>Erythroneura elegantula</i> , <i>Erythroneura variabilis</i> , <i>Eupoecilia ambiguella</i> , <i>Ferrisia virgata</i> , <i>Hemiberlesia lataniae</i> , <i>Hyalopterus amygdali</i> , <i>H. pruni</i> , <i>Leptinotarsa decemlineata</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Myzus amygdalinus</i> , <i>M. cerasi</i> , <i>M. persicae</i> , <i>Myzus prunavium</i> , <i>Parabemisia myricae</i> , <i>Panonychus citri</i> , <i>Panonychus ulmi</i> , <i>Parlatoria blanchardii</i> , <i>Pegomyia hyoscyami</i> , <i>Phorodon humuli</i> , <i>Planococcus citri</i> , <i>P. ficus</i> , <i>Plutella xylostella</i> , <i>Prays oleae</i> , <i>Pseudococcus longispinus</i> , <i>P. maritimus</i> , <i>Psylla mali</i> , <i>Rhopalosiphum insertum</i> , <i>R. padi</i> , <i>Saissetia oleae</i> , <i>Sinomegaura citricola</i> , <i>Spodoptera litoralis</i> , <i>Tetranychus telarius</i> , <i>T. urticae</i> , <i>Thrips tabaci</i> , <i>Tortrix viridana</i> , <i>Toxoptera aurantii</i> , <i>T. citricida</i> , <i>T. odinae</i> , <i>Trichoplusia ni</i> .
<i>Chrysoperla comanche</i>	<i>Erythroneura elegantula</i> , <i>E. variabilis</i> , <i>Panonychus ulmi</i> .
<i>Chrysoperla externa</i>	1. <i>Alabama argillacea</i> , 2. <i>Anagasta kuehniella</i> , 3. <i>Aphis gossypii</i> , 4. <i>Ascia monuste orseis</i> , 5. <i>Brevicoryne brassicae</i> , 6. <i>Cydia pomonella</i> , 7. <i>Diatraea saccharalis</i> , 8. <i>Helicoverpa virescens</i> , 9. <i>H. zea</i> , 10. <i>Myzus persicae</i> , 11. <i>Palpita quadristigmalis</i> , 12. <i>Parlatoria cinerea</i> , 13. <i>Phthorimaea operculella</i> , 14. <i>Pseudoplusia includens</i> , 15. <i>Schizaphis graminum</i> , 16. <i>Selenaspis articulatus</i> , 17. <i>Sitotroga cerealella</i> , 18. <i>Spodoptera eridania</i> , 19. <i>S. frugiperda</i> , 20. <i>Trichoplusia ni</i> , 21. <i>Tuta absoluta</i>

Continuación

<i>Chrysoperla rufilabris</i>	1. <i>Aphis pomi</i> , 2. <i>Bryobia arborea</i> , 3. <i>Chrysomphalus aonidum</i> , 4. <i>Erythroneura elegantula</i> , 5. <i>E. variabilis</i> , 6. <i>Grapholita molesta</i> , 7. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> , 8. <i>Monellia caryella</i> , 9. <i>Melanocallis caryaefoliae</i> , 10. <i>Monelliopsis pecanis</i> , 11. <i>Panonychus ulmi</i> , 12. <i>Tetranychus urticae</i> .
--------------------------------------	---

(López et al., 2005)

Cuadro 5.- Diversidad de cultivos a nivel mundial con evaluación de las especies de *Chrysoperla carnea*, *C. comanche*, *C. externa* y *C. rufilabris*.

Especie	Cultivos
<i>Chrysoperla carnea</i>	Aguacate, Alfalfa, Algodonero, Almendro, Amaranto, Avellana, Calabaza, Caña De Azúcar, Cártamo, Cebada, Centeno, Chile, Cítricos, Ciruelo, Col, Durazno, Frambuesa, Fresa, Frijol, Guayaba, Haba, Maíz, Manzano, Mango, Nogal, Olivo, Palma Datilera, Papa, Pera, Rábano, Tabaco, Tomate, Trigo, Vid.
<i>Chrysoperla comanche</i>	Cítricos, Nogal, Soya, Vid.
<i>Chrysoperla externa</i>	Alfalfa, Algodonero, Caña De Azúcar, Cítricos, Col, Durazno, Granos Almacenados, Maíz, Manzano, Nogal, Olivo, Papa, Sorgo, Soya, Tabaco, Tomate, Trigo, Vid.
<i>Chrysoperla rufilabris</i>	Algodonero, Avellana, Cítricos, Durazno, Leguminosas Forrajeras, Manzano, Nogal, Sandía.

(López-Arroyo, 2005)

Estrategias de manejo en la utilización de Chrysopidae.

Campo de aplicación

Al considerar las diferentes tácticas de control biológico utilizados para controlar plagas, cuatro diferentes métodos podrían ser utilizados cuando se liberan especies de chrysopidos y pueden ser empleados bajo estrategias de control como:

1. El control biológico clásico.

El control biológico clásico es la regulación de la población de una plaga mediante enemigos naturales exóticos (parásitos, depredadores y/o patógenos) que son importados con este fin. Usualmente, la plaga clave es una especie exótica que ha alcanzado una alta densidad poblacional en el nuevo ambiente, debido a condiciones más favorables que en su lugar de origen (Rosen *et al.*, 1994). Por lo tanto, la introducción de un enemigo natural específico, autoreproductivo dependiente de la densidad, con alta capacidad de búsqueda y adaptado a la plaga exótica introducida, usualmente resulta en un control permanente (Caltagirone, 1981).

En general, chrysopidos no han sido ampliamente utilizados en el control biológico clásico, sin embargo la mayoría de los trabajos se han centrado en su aumento y la conservación en los agroecosistemas (Hagen *et al.*, 1999).

2. Aumento por medio de emisiones inoculativas

El aumento de los enemigos naturales por medio de liberaciones inoculativas tiene como objetivo el control de plagas provisional durante un

largo período de tiempo a través de la reproducción y el establecimiento del enemigo natural en el cultivo. Debido a la gran capacidad de los adultos para dispersarse y la necesidad ocasional de respuesta inmediata en el control de plagas.

3. Aumento por medio de liberación por inundación

El aumento de chrysopidos están basadas principalmente en la capacidad de los individuos liberados para suprimir las poblaciones de plagas, ha sido el más ampliamente utilizado en los casos en que el precio de lanzamiento no es restrictivo. Unos pocos investigadores han demostrado también la eficacia de chrysopidos en el control biológico de aumento (Ridgway y Jones, 1969; Daane *et al.*, 1996; Daane y Yokota, 1997; Ehler *et al.*, 1997).

4. Técnicas de conservación

El objetivo de control biológico para el establecimiento de un mayor número de especies chrysopidos en el campo a través de la mejora y la manipulación de su hábitat (por ejemplo, los campos de cultivo). La investigación relacionada con chrysopidos se ha centrado principalmente en la evaluación de ciertas sustancias químicas o mezclas que pueden ser rociados sobre las plantas y actúan como atrayentes y en el uso de complementos alimenticios, tales como melones artificiales o polen (Tauber *et al.*, 2000; Nentwig *et al.*, 2002; Toth *et al.*, 2006 y 2009; Venzon *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2006; Yu *et al.*, 2008). Otros métodos de conservación que tienen aplicación en la manipulación de chrysopidos son el uso de los refugios de hibernación para

la protección de los adultos invernantes (McEwen y Sengonca, 2001; Weihrauch, 2008), los métodos de cultivo, tales como los cultivos intercalados o el uso de plantas con flores (Senior y McEwen, 2001).

Métodos de liberación:

Los estados de desarrollo de chrysopidos utilizados para su liberación en campo son el huevecillo, las larvas de primero y segundo instar o en algunos casos los adultos. Los mejores resultados se han obtenido al liberar larvas, dada su mayor capacidad para soportar las condiciones ambientales adversas y defenderse de otros organismos depredadores, sin embargo. Los huevecillos aunque están más expuestos a factores de mortalidad que las larvas, representan la mejor opción de liberación por su fácil manejo y se han probado más ampliamente en relación con su aplicación en el campo y representan la mejor opción de liberación por su fácil manejo (Tauber *et al.*, 2000; Loera *et al.*, 2001).

Los huevos generalmente se dispersan manualmente mezclados con un medio sólido como cáscara de arroz o vermiculita (sustratos de oviposición) para asegurar su distribución uniforme en el campo (Tauber *et al.*, 1995).

Otro método de liberación de huevos es mediante los mismos papeles donde la hembra los depositó en laboratorio, estos son cortados con una proporción determinada de huevos y son adheridos a las plantas o árboles (Loera *et al.*, 2001).

En este sentido los medios sólidos (por ejemplo, cáscaras de arroz) como agentes portadores de los huevos tienen el inconveniente de no ofrecer una buena retención en la planta en comparación con medios líquidos, por ejemplo, las soluciones de agar, en donde se usa aire a baja presión y un medio líquido para la distribución y adherencia eficiente de los huevos en las plantas, ayudando a los huevos que se fijen fácilmente en las hojas (Tauber *et al.*, 2000).

Las larvas pueden liberarse manualmente mediante la colocación de unidades de cría en la planta o con la ayuda de un pincel, también se formulan mezclados con cascarilla de arroz dentro de las botellas y se aplica sobre las plantas (Nordlund *et al.*, 2001).

Se recomienda distribuir el material por todos los sitios donde se encuentre ubicada la plaga. Dado que la infestación en algunos cultivos es homogénea, la aplicación también debe hacerse de la misma manera, esparciendo la cascarilla de arroz sobre el cultivo (MIPerú, 2007).

En lo que respecta a la liberación de los adultos, se ha considerado a ser problemática, debido al hecho de que normalmente se dispersan y dejan el campo de destino antes de la oviposición (Duelli, 1984). Este problema puede ser confrontado por la liberación de adultos previamente alimentadas en el insectario durante el período de preoviposición, a fin de estar listo para ovipositar después de la liberación en el campo (Nordlund *et al.*, 2001).

La aplicación mecánica de los huevos y larvas de chrysopidos ha sido objeto de varios estudios, principalmente en términos de los efectos de la automatización y de su viabilidad sobre todo en aplicaciones por vía aérea a través de algunos modelos de aviones o helicópteros que se han probado para su uso en el control biológico aumentativo con (Nordlund *et al.*, 2001).

Dosis de liberación

La eficacia del método y cantidad de individuos por liberación está estrechamente relacionada con el tipo y densidad de la población plaga, tipo y desarrollo fenológico del cultivo y la relación depredador-presa. La relación depredador-presa ha sido usada para predecir la eficacia de algunos chrysopidos contra plagas de la papa y hortalizas. Se ha observado que algunas especies de *Chrysoperla* que han eliminado hasta el 98% de la población de áfidos cuando se liberan larvas en una proporción de 1 por cada 5-30 presas. Cuando se han liberado huevecillos de *Chrysoperla* en una proporción de 1 huevecillo por cada larva de la catarinita de la papa se ha obtenido un 74% de control (MIPerú, 2007).

Es conveniente hacer un muestreo previo de presas en el campo, estimar el promedio/planta o por metro lineal de cultivo y multiplicar por el número total de plantas para calcular el total de presas/ha. Como ejemplo, si se calculan 10 huevos de lepidópteros por metro cuadrado (100,000 presas/ha), se necesitarían, teóricamente, liberar 20.000 larvas si consideramos que cada

larva se puede alimentar de 5 presas, considerando de que habrán posturas nuevas el día siguiente. Sin embargo, debido a factores de mortalidad que pueden reducir la población liberada, es aconsejable liberar un 10 % adicional de larvas/ha, cada vez que se necesite. En siembras escalonadas es posible lograr un establecimiento de *Chrysoperla* porque al mismo tiempo va migrando hacia las plantas jóvenes en busca de alimento (MIPerú, 2007).

Considerando las características biológicas de estos depredadores, se pueden realizar dos tipos de liberaciones: las inoculativas de adultos y las inundativas de larvas en una relación depredador-presa mayor a 2.0 y menor a 5.0. Las dosis de liberación oscilan desde 25.000 hasta 100.000 individuos por ha, aunque comúnmente se liberan 25.000 huevecillos o larvas por hectárea. En adultos se recomienda liberar adultos alimentados en una dosis de 200 a 500 por ha. Esta liberación no es muy efectiva cuando se requiere de un control inmediato, sin embargo en inoculaciones iniciales es recomendable (MIPerú, 2007)

Época y frecuencia de liberación

Es recomendable iniciar las liberaciones de *Chrysoperla*, inmediatamente cuando se notan las primeras colonias de pulgones alados, los primeros huevos, los primeros thrips o ácaros. Se debe estimar que las larvas realizarán su actividad de depredación durante 10 días. Durante este lapso de tiempo y en base a muestreos, se decidirá hacer una segunda liberación. Comúnmente *Chrysoperla* logra establecerse en el cultivo y alcanza su estado adulto para ovipositar la siguiente generación. Un muestreo posterior semanal, deberá

indicarnos la presencia de menor número de presas, si *Chrysoperla* está trabajando. De acuerdo a muestreos y al establecimiento del depredador se decide si se continúa liberando. En condiciones de costa, las poblaciones naturales llegan a suplir la segunda liberación (MIPerú, 2007)

Especies chrysopidos comercialmente disponibles:

A la fecha, las especies de Chrysopidae más importantes, que han sido criadas en Norteamérica, Europa y México son: *C. carnea*, *C. rufilabris* y *C. downesi*, *C. comanche*, *C. smithii* y las especies *C. externa* *C. nipponensis*, *C. comanche*, *C. harrisit*, *C. cincta*, *C. cubana* y *C. smithi*, estas siendo utilizadas en Latinoamérica y Asia (Hunter, 1997; Arredondo, 2006; Tauber *et al.*, 2000; Nordlund *et al.*, 2001; Pineda, 2007)

En nuestro país *C. carnea* Y *C. rufilabris*, se produce masivamente en varios estados, Cuadro 6 (Rodríguez y Arredondo, 1999)

Cuadro 6.- Estados de México en donde se producen y comercializan las especies *C. carnea* y *C. rufilabris*.

Especie	Estado
<i>Chrysoperla carnea</i>	Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Nuevo León, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Tamaulipa
<i>Chrysoperla rufilabris</i>	Baja california, Campeche Chiapas, chihuahua y Sinaloa

(Rodríguez y Arredondo, 1999)

En cuanto a las diferentes etapas que pueden ser adquiridos por un productor, los huevos, larvas, pupas y adultos están disponibles a través de varias empresas y en diferentes formulaciones. Los huevos y larvas, por lo general se venden en miles, son más baratos que los capullos y adultos. Sin embargo la identificación de la especie es el primer paso antes de ser cultivados en masa, la especie que más se vende y ha sido un éxito es *C. carnea*, aunque existen muchas dudas si en todos los casos esta ha sido bien identificada o no (Tauber *et al.*, 2000).

Además de las diferentes formulaciones de chrysopidos, complementos alimenticios, atrayentes, así como cajas de hibernación también están disponibles comercialmente para ser utilizados en el control de la conservación biológica. Los complementos alimenticios para adultos incluyen botellas o bolsas que contienen levadura o polen y néctar sustitutos que podrían ser mezclados con agua y aplicarse. Se pegan o se pulveriza sobre las plantas con la finalidad de mejorar la disponibilidad de alimentos para los adultos y así aumentar la oviposición de los adultos, su mantenimiento en el campo de destino y el posterior control de plagas con éxito.

Características de los agentes de control biológicos eficientes de la familia Chrysopidae

Un enemigo natural, desde el punto de vista económico es efectivo, cuando es capaz de regular la densidad poblacional de una plaga y mantenerla en niveles por debajo del umbral económico establecido para un determinado cultivo (Guédez, 2008).

En general, los enemigos naturales más efectivos comparten las siguientes características:

- Adaptabilidad a los cambios en las condiciones del medio ambiente.
- Alto grado de especificidad a un determinado huésped/presa.
- Alta capacidad de crecimiento poblacional con respecto a su huésped/presa.
- Alta capacidad de búsqueda, particularmente a bajas densidades del huésped/presa.
- Sincronización con la fenología del huésped/presa y capacidad de sobrevivir períodos en los que el huésped/presa esté ausente.
- Capaz de modificar su acción en función de su propia densidad y la del huésped/presa, es decir mostrar denso dependencia (Guédez 2008)

Los agentes biológicos más eficaces de control de las especies del género *Chrysoperla* comparten algunas características comunes que mejoran su papel en el control biológico, en relación con las especies de otros chrysopidos.

Características larvarias

Amplia gama de presas

Los insectos de la familia Chrysopidae se alimentan de una amplia variedad de insectos fitófagos tales como: ácaros, áfidos, cóccidos, moscas blancas, thrips, pequeñas polillas, psyllidos, larvas de escarabajos, larvas y huevos de lepidópteros, entre otros insectos de cuerpo blando que se localizan en el follaje de las plantas. Aunado a esto, algunas de sus larvas tienen por hábito colocarse las exuvias o restos del exoesqueleto de sus presas sobre el dorso de su cuerpo para cubrirse y protegerse de enemigos naturales (Hoffmann y Frodsham, 1993; Figueredo *et al.*, 2012) Las larvas de *Chrysoperla sp.* se consideran polípagas y especialmente las larvas de especies comercialmente disponibles, que se recomiendan para el uso contra plagas de varios cultivos (Canard y Principi, 1984)

Fácil cría en masa

La importancia de los chrysopidos, ha generado que algunas especies se reproduzcan actualmente en forma masiva y se utilizan para el control biológico de insectos plagas en diversos cultivos agrícolas (Adams y Penny, 1987; Arredondo, 2000).

La mayoría de los laboratorios de producción de insectos benéficos en México, reproduce a *C. carnea* y una mínima proporción de éstos a *C. rufilabris* (Rodríguez y Arredondo, 1999). Bajo el nombre común de chrysopas existen registros del uso de éstos depredadores en la mayoría de los estados del país, con las excepciones de Hidalgo, Quintana Roo, y Yucatán. En los diversos

agroecosistemas del país se encuentran poblaciones naturales de *C. carnea* (Stephens), *C. comanche* (Banks), *C. exotera* (Navás), *C. externa* (Hagen), y *C. rufilabris* (Burmeister) registradas en al menos 12 cultivos de importancia agrícola en México (López-Arroyo, 2005)

El uso de chrysopidos en México, se ha reducido a utilizar a *C. carnea* bajo una gran diversidad de condiciones agroecológicas, tomando gran importancia como depredador disponible comercialmente para la liberación aumentativa bajo una gran diversidad de condiciones agroecológicas, para la gestión de la población de muchas plagas de insectos. La biología de *C. carnea* depende de muchos factores bióticos, así como abiótico. Factores bióticos tales como las especies a depredar, su etapa de desarrollo, así como la planta donde se aloja la presa (Muzammil, 2010)

El sistema de cría de chrysopidos permite la producción de suficiente número de huevecillos y larvas para ser liberados en campo y mantener una colonia en laboratorio. Hasta la fecha, la cría masiva de estados larvales de chrysopidos disponibles en el mercado se basa principalmente en huevos de especies de lepidópteros como: *Sitotroga cerealella* y *Ephestia kuehniella* y *Corcira* sp. Las cuales han sido probadas como alimentos nutricionalmente superiores, de bajo costo para producir, en comparación con otras dietas artificiales probadas (Tauber *et al.*, 2000; Riddick, 2009). Hasta ahora, los intentos por desarrollar una dieta artificial suficiente y de bajo costo que podría reemplazar el uso de huevos de especies presa no han tenido éxito (Ridgway *et al.*, 1970; Cohen y Smith, 1998).

Resistencia a los insecticidas

Las larvas de Chrysopidae son resistentes a dosis bajas de algunos insecticidas pero son muy susceptibles a otros. Los adultos tienden a ser más susceptibles que las larvas. Estas se han demostrado ser resistente a los efectos de varios insecticidas comunes, las chrysopas son adecuados para su uso en los programas MIP, dándoles una ventaja sobre otros depredadores, más sensibles y parasitoides (Nordlund *et al.*, 2001)

Por ejemplo Grafton y Hoy, (1985) compilaron datos sobre la susceptibilidad de *C. carnea* a una gama de pesticidas. Ellos encontraron que los huevos fueron la tolerancia a muchos piretroides sintéticos, productos botánicos, los insecticidas microbianos, reguladores del crecimiento de insectos, fungicidas, herbicidas, acaricidas y a sustancias insecticidas como formamidina y clordimeform.

Tiempo de desarrollo

El desarrollo relativamente rápido de las larvas de *Chrysoperla* es una característica deseable para su uso en el control biológico, ya que garantiza el establecimiento de los insectos liberados en los cultivos objetivo (Principi y Canard, 1984).

Depredación eficiente

Las larvas de Chrysopidae consumen una gran cantidad de alimentos con el fin de completar su desarrollo (Canard, 2001). Por ejemplo, cada larva *C.*

carnea consume una media de 140 ninfas de segundo instar de *Myzus persicae* o 946 huevos de *E. kuehniella* para completar su desarrollo (El-Arnaouty *et al.*, 1996). Entre las larvas de chrysopa, las del tercer instar son las más voraces (Principi y Canard, 1984). Una larva, durante todo su desarrollo larval, puede consumir un total aproximado de 300 pulgones pero el 80% es consumido por la larva del tercer instar. En el caso de huevecillos de *S. cerealella*, puede consumir 8000 de ellos, así mismo, puede alimentarse en cada caso, de 250 ninfas de chicharrita de la vid, 370 huevecillos del barrenador europeo del maíz, 510 pupas de mosquita blanca, 640 huevecillos o 2050 larvas recién nacidas de gusano cortador, 3780 queresas de la familia Coccidae, 6500 huevecillos de la queresa del pino, 11,200 arañas rojas (MIPerú, 2007)

Capacidad de dispersión

Tanto los huevos y las larvas chrysopidos se liberan con facilidad en el campo y el asentamiento de la población podría ser alcanzado debido a la capacidad de dispersión de las larvas. Además, es más fácil de lograr el número deseado de individuos liberados cuando los chrysopidos se aplican como larvas y que no están sufriendo depredación por otros depredadores, como los huevecillos (Nordlund *et al.*, 2001) El atributo individual más importante es la capacidad de búsqueda, debido a que esta habilidad permite que el enemigo natural sea capaz de sobrevivir incluso a bajas densidades de su huésped/presa (Guédez, 2008).

Características adultos

Fácil de cría en masa

Chrysoperla sp. Los adultos no son depredadores y puede ser fácilmente criado en masa con una dieta líquida que se compone principalmente de la miel y polen. Esta característica facilita su cría ya que no hay necesidad de cultivar una especie de presas adicionales y/o las plantas para los adultos.

Aunque la mayoría de los proyectos de investigación se han centrado en el desarrollo de los mejores alimentos para la cría de larvas, la cría en masa de los adultos no ha recibido mucha atención (Nordlund *et al.*, 2001). Los adultos de *chrysopa* generalmente no son depredadoras y criadas con una dieta líquida proteínica que consiste en una mezcla de hidrolizado de proteínas, sacarosa y agua (Hagen y Tassan, 1970). Sin embargo, al considerar los adultos depredadores, su cría en masa puede ser difícil y muy costoso (Tauber *et al.*, 2000).

El almacenamiento a corto plazo de los huevos y diapausa de adultos de ciertas especies de *Chrysoperla* podría lograrse a bajas temperaturas (8 a 13 °C) sin reducción de su calidad (Tauber *et al.*, 1993, 1997; López-Arroyo *et al.*, 2000). Después, dependiendo de las demandas del mercado y el ajuste adecuado en la cría masiva, se puede predecir la finalización inmediata o la sincronización del desarrollo de la diapausa y el comienzo de la puesta de huevos de las hembras.

Otro aspecto importante en la comercialización de especies de chrysopidos y otros enemigos naturales es el control de calidad de los individuos que serán liberados. Un primer paso importante en la crianza masiva

es la correcta identificación de las especies que se crían, así como la verificación de la misma en diversos períodos de tiempo después de la creación de la cría. Se sabe que las especies de *Chrysoperla sp.* se deterioran después de criar durante un largo periodo de tiempo bajo condiciones controladas de laboratorio (Jones et al., 1978; Chang et al., 1996). Inspecciones regulares de control de calidad de la colonia en términos de supervivencia y reproducción, combinado con un manejo adecuado del ciclo de vida (es decir, el mantenimiento en diapausa a bajas temperaturas) parece ser crucial para la comercialización exitosa de chrysopidos. Algunos estudios han señalado la necesidad de establecer ciertas normas en la comercialización de chrysopidos (Gardner y Giles, 1996; Daane y Yokota, 1997; O'Neil et al., 1998; Silvers et al., 2002).

Alto potencial para la reproducción

El número de huevos puestos por hembras de Chrysopidos se ve afectado por la calidad y cantidad de la comida de las larvas y adultos, así como por las condiciones ambientales (por ejemplo, temperatura, fotoperiodo, humedad relativa) (Principi y Canard, 1984). En general, las hembras del género *Chrysoperla* tienen un alto potencial reproductivo. Por ejemplo, las hembras de *C. mediterranea* establece aproximadamente 2160 huevos durante su vida a 20 °C y de *C. externa* 2304 huevos a 25 °C (Lee y Shih, 1982; Carvalho et al., 1996)

Se han desarrollado dietas artificiales para adultos de *C. carnea* (Stephens, 1836) constituidas por proteína enzimática hidrolizada de levadura

de cerveza, logrando obtener 786 huevos por hembra durante 21 días, en comparación con 391 huevos por hembra cuando se les suministró solo polen y miel natural (Ulha *et al.*, 2006).

La atracción para los hidrolizados de proteínas

Los hidrolizados de proteína (principalmente de mezcla de levadura) con miel o azúcar se han utilizado como melaza artificial de alta calidad (Tauber *et al.*, 2000.). Además, los adultos son atraídos a los hidrolizados de proteínas (Canard, 2001) y este comportamiento se ha utilizado en el control de la conservación biológica. Al respecto Pedigo y Rice, (2006) mencionan que *C. carnea* puede ser atraída mediante la aplicación de melaza artificial (un exudado de áfidos) a las plantas.

Además de las especies de *Chrysoperla*, otras características citadas han sido registrados en especies de otros géneros, tales como *Ceraeochrysa* (López-Arroyo *et al.*, 1999a, 1999b; Albuquerque *et al.*, 2001), *Mallada* (Daane, 2001; New, 2002) y *Dichochrysa* (Principi 1956; Pappas *et al.*, 2007, 2008 y 2009). Las larvas de los géneros antes mencionados se protegen de las hormigas y otros enemigos naturales cargando basura en su parte dorsal (Principi 1956; Eisner *et al.*, 1978). Debido a las características comunes deseables de *Dichochrysa*, *Mallada* y *Ceraeochrysa* comparables con las especies *Chrysoperla* y su abundancia en varios cultivos, se puede suponer su importancia en el control biológico (López-Arroyo *et al.*, 1999a y 1999b; Tauber *et al.*, 2000; Daane, 2001).

Especies de la familia Chrysopidae reportados en México

En México familia Chrysopidae está conformada por varias especies de diversos grupos taxonómicos, muchas de las cuales no se encuentran en otras partes del mundo. Actualmente Chrysopidae está representada por 82 especies válidas en México, agrupadas en 13 géneros y cinco subgéneros (Valencia, 2004)

Los géneros con mayor número de especies son *Leucochrysa* con 18 especies (Banks, 1948; Adams, 1979; Penny *et al.*, 1997); *Ceraeochrysa* (Adams, 1982b; Adams y Penny, 1987; Tauber y De León, 2001; López-Arroyo, 2001) y *Meleoma* (Adams, 1969; Tauber, 1969) con 15 especies cada uno; *Chrysopa* con 13 especies (Penny, 1977; López-Arroyo, 2001) y *Chrysoperla* con ocho especies (Banks, 1948; Brooks, 1997; López-Arroyo, 2001).

De los 13 géneros citados para el país, 12 pertenecen a la subfamilia Chrysopinae y solo el género *Pimachrysa* representa a la subfamilia Nothochrysiniae. Según Brooks (1994), las especies de *Chrysoperla* presentes en México son: *C. comanche* (Banks), *C. exotera* (Navás), *C. externa* (Hagen), *C. mexicana*, *C. plorabunda* (Fitch), *C. rufilabris* (Burmeister) y *C. carnea* (Stephens), siendo de las más importantes y más utilizadas en el control biológico de plagas agrícolas (Tauber *et al.*, 2000).

Una de las mayores aportaciones surgidas en los últimos años para el aprovechamiento de chrysopidos en el país, lo representan los estudios de Tauber y De León, (2001), quienes establecen las bases para el aprovechamiento del género *Ceraeochrysa*, a través de la generación de claves

taxonómicas para el reconocimiento de las especies más abundantes en México.

Los estudios de López-Arroyo *et al.*, (1999a, 1999b, y 2000) también constituyen una fuente importante de información para el conocimiento de la biología, comportamiento y tecnología para la cría, almacenamiento y liberación de estos importantes agentes de control biológico. López-Arroyo y De León, (2003) reseñan brevemente la información para la producción masiva de especies de *Ceraeochrysa* en diferentes documentos.

Recientemente, Ramírez-Delgado (2007) contribuye al conocimiento de la diversidad de especies de Chrysopidae en el país, asociadas a diferentes frutales del norte y centro de México (Cuadro 7).

Cuadro 7.- Especies de Chrysopidae asociadas a frutales del norte y centro de México

Especie	Frutal	Región
<i>Ceraeochrysa caligata</i> (Banks)	Mango	Veracruz
<i>Ceraeochrysa claveri</i> (Navás)	Mango	Nayarit
<i>Ceraeochrysa smithi</i> (navás)	Mango, Naranja	Nayarit, Nuevo León
<i>Ceraeochrysa sp. Nr. Cincta</i> (Schneider) (México)	Durazno, Limón, Naranja, Mango, Papayo, Nogal.	Coah., Col., Dgo., Nay., N. L., Son., Tamps., Ver.
<i>Ceraeochrysa valida</i> (Banks)	Aguacate, Durazno, Limón, Mango, Naranja, Nogal, Papayo	Coah., Col., Mich., Nay., N. L., Son., Tamps., Ver.
<i>Chrysopa nigricornis</i> Burmeister (Este)	Nogal, Vid	Coahuila
<i>Chrysopa nigricornis</i> Burmeister (Oeste)	Nogal, Vid	Chih., Coah., Dgo., N.L., Son.
<i>Chrysopa oculata</i> Say	Manzano, Nogal.	Chih., Coah., Dgo.,
<i>Chrysopa quadripunctata</i> Burmeister	Naranja, Nogal	Nuevo Leon
<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens	Durazno, Nogal, Vid	Chih., Coah., Dgo., Gto., N.L., Son., Zac.
<i>Chrysoperla comanche</i> Banks	Durazno, Guayabo, Limon, Naranja, Manzano, Nogal, Papayo.	Ags., Chih., Coah., Dgo., Gto., Mich., Nay., N.L. Son., Zac.
<i>Chrysoperla exotera</i> Navás	Durazno, Guayabo, Naranja, Nogal	Ags., Chih., Coah., Dgo., Gto., N.L., Son., Zac.
<i>Chrysoperla externa</i> Hagen	Durazno, Guayabo, Naranja, Manzano, Nogal, Vid.	Ags., Chih., Coah., Dgo., Gto., N.L., Tamps.
<i>Chrysoperla rufilabris</i> Burmeister	Durazno, Naranja, Nogal, Papaya.	Coah., Dgo., Gto., Mich., N.L. Tamps.
<i>Eremochrysa punctinervis</i> Banks	Durazno, Guayabo, Naranja, Nogal.	Ags., Chih., Coah., Dgo., Son., Zac.
<i>Leucochrysa (Nodita) sp.</i>	Naranja, Nogal	Coah., Dgo., N.L.
<i>Meleoma arizonensis</i> (Banks)	Nogal	Coahuila
<i>Meleoma colhuaca</i> Banks	Durazno, Vid	Zacatecas

(Ramírez-Delgado, 2007)

Uso de *Chrysoperla* en el control biológico de plagas en México.

En México, las especies más estudiadas son: *C. oculata*, *C. nigricornis*, *C. carnea*, *C. comanche* (Banks) y *C. rufilabris*. En el país, existe información relevante acerca de estos depredadores en diferentes áreas; por ejemplo, en la región de la Comarca Lagunera (estados de Coahuila y Durango) se han encontrado las especies *C. carnea*, *C. comanche* y *C. rufilabris*, además de *C. nigricornis* y *C. oculata*, con actividad depredadora sobre pulgones del nogal (*Monellia caryela* Fitch, y *Melanocallis caryefoliae* (Davis)); de dichas especies, *C. carnea* y *C. rufilabris* fueron las más abundantes en dicha región (Ontiveros *et al.*, 2000; Vázquez *et al.*, 2000); característicamente *C. carnea* se encontró con mayor abundancia en el área de goteo del árbol y *C. rufilabris* en el follaje de los nogales (Martínez *et al.*, 2001).

Se observó también que la presencia de las especies plaga fue notoriamente menor en huertas con alfalfa como cobertera vegetal, en comparación con huertas sin cobertera; además, la cantidad de depredadores fue significativamente más alta en huertas de nogal con cobertura de alfalfa y la proporción de pulgones por depredador fue casi cuatro veces mayor en las huertas sin alfalfa (Martínez *et al.*, 2001).

En la región de Hermosillo, Sonora, en el cultivo de la vid, los efectos del uso de la cobertera con *Sesbania* spp. Fueron inconsistentes para favorecer la actividad de *C. carnea* liberada en forma inundativa para el control de la chicharrita de la vid, *Erythroneura variabilis* (Beaver) (Fu *et al.*, 2002). *C. carnea* ha sido evaluada además para el control de otras especies de áfidos como: *Aphis citricola* (van der Goot) (= *spiraecola* Patch), *Aphis fabae* (Scopoli),

Diuraphis noxia (Mordvilko), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) y *Myzus persicae* (Sulzer) (Pérez y Acatitla, 2001), thrips del aguacate (Coria, 2000; Van Driesche, *et al.*, 2007), chinche de encaje *Corythuca cydoniae* (Fitch) en membrillo (Martínez *et al.*, 2002); dicho depredador también ha sido asociado a artrópodos plaga de la colza y algodónero (Tauber *et al.*, 1997, López-Arroyo *et al.*, 2002).

En los agroecosistemas del país ocurren poblaciones naturales de *C. carnea* (Stephens), *C. comanche* (Banks), *C. exotera* (Navás), *C. externa* (Hagen) y *C. rufilabris* (Burmeister). En el cuadro 8 se mencionan algunas que han sido registradas en al menos 12 cultivos de importancia agrícola en México (López-Arroyo, 2005).

Cuadro 8.- Especies de *Chrysoperla* presentes en los agroecosistemas de México.

Especie	Cultivo	Distribución geográfica
<i>Chrysoperla carnea</i>	Aguacate, Alfalfa, Algodonero, Canola, Cítricos, Fresa, Maíz, Membrillo, Nogal, Soya, Trigo, Vid.	Aguascalientes, Baja California, Chiapas, Coahuila, Colima, Durango, Edo. De México, Guanajuato, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Veracruz.
<i>Chrysoperla comanche</i>	Canola, Cítricos, Maíz, Nogal, Soya, Vid.	Baja California Sur, Coahuila, Durango, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz.
<i>Chrysoperla exotera</i>	Nogal	Coahuila, Chihuahua, Durango, Guerrero, Morelos, Nuevo León, Tamaulipas.
<i>Chrysoperla externa</i>	Cítricos, Maíz, Nogal, Soya, Vid.	Campeche, Coahuila, Durango, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas.
<i>Chrysoperla rufilabris</i>	Canola, Cítricos, Nogal, Vid.	Coahuila, Campeche, Chihuahua, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Tamaulipas.

(López-Arroyo, 2005)

En los diferentes agroecosistemas del país resaltan el interés de especies del genero *Chrysoperla* y su efectividad ha sido demostrada tanto en campo como en invernadero. Su uso en México, se ha reducido a utilizar a *C. carnea* bajo una gran diversidad de condiciones agroecológicas, sin embargo especies como *C. rufilabris* o *C. externa*, especies depredadoras reconocidas a nivel internacional en programas de control biológico, permanecen en el país subutilizadas o ignoradas (López-Arroyo *et al.*, 2005)

Uso de *Chrysoperla carnea* en el control biológico

C. carnea (Stephens) denominada como león de los afidos o simplemente chrysopa, es uno de los insectos depredadores más utilizados en el control biológico de plagas agrícolas. Este depredador tiene una amplia distribución geográfica, se alimenta de un gran número de insectos plaga y tiene alta capacidad de depredación, además de ser uno de los depredadores más utilizados en el manejo integrado de plagas, el 44% de las ventas de organismos benéficos producidos masivamente, corresponde a esta especie (Tauber *et al.*, 2000) sin embargo el éxito de un programa de control biológico depende del conocimiento taxonómico y biológico de la especie en cuestión con la finalidad de describir el comportamiento de las chrysopas para que los técnicos y agricultores puedan entender mejor su funcionamiento y aplicación (Valencia, *et al.*, 2006)

Ciclo biológico

Cuando existen condiciones adversas como en el invierno, los adultos se protegen enterrándose entre la hojarasca por los límites de los cultivos o en otros terrenos. En primavera emergen y se aparean, cada hembra pone cientos de huevos, depositándolos sobre las hojas o ramas próximas a sus potenciales presas, sobre todo áfidos, normalmente en los brotes más jóvenes de las plantas. La puesta de huevos se realiza normalmente en las horas de oscuridad (Bellows y Fisher, 1999)

Las larvas emergen de los huevos entre tres y seis días después de la puesta, esta fase consta de tres estadios y dura de 2 a 3 semanas, durante ese periodo comen vorazmente y realizando sus tres mudas correspondientes. No se alimentan exclusivamente de pulgones sino también de muchos otros tipos de insectos, incluso de especies mucho mayores que ellas como pueden ser orugas de mariposas. Pueden consumir gran número de presas y destruir completamente grandes colonias de pulgones, sin embargo cuando las presas escasean pueden volverse caníbales.

Después de que las larvas han madurado segregan seda y construyen un capullo en zonas ocultas de las plantas. Después de entre 10 y 14 días los adultos emergen del capullo. La duración de su ciclo biológico está muy influenciada por la temperatura y pueden tener varias generaciones al año en condiciones favorables. El período de desarrollo larval es 1-2 semanas y para pasar de huevo a adulto puede requerir entre 37 y 60 días (Velásquez, 2004).

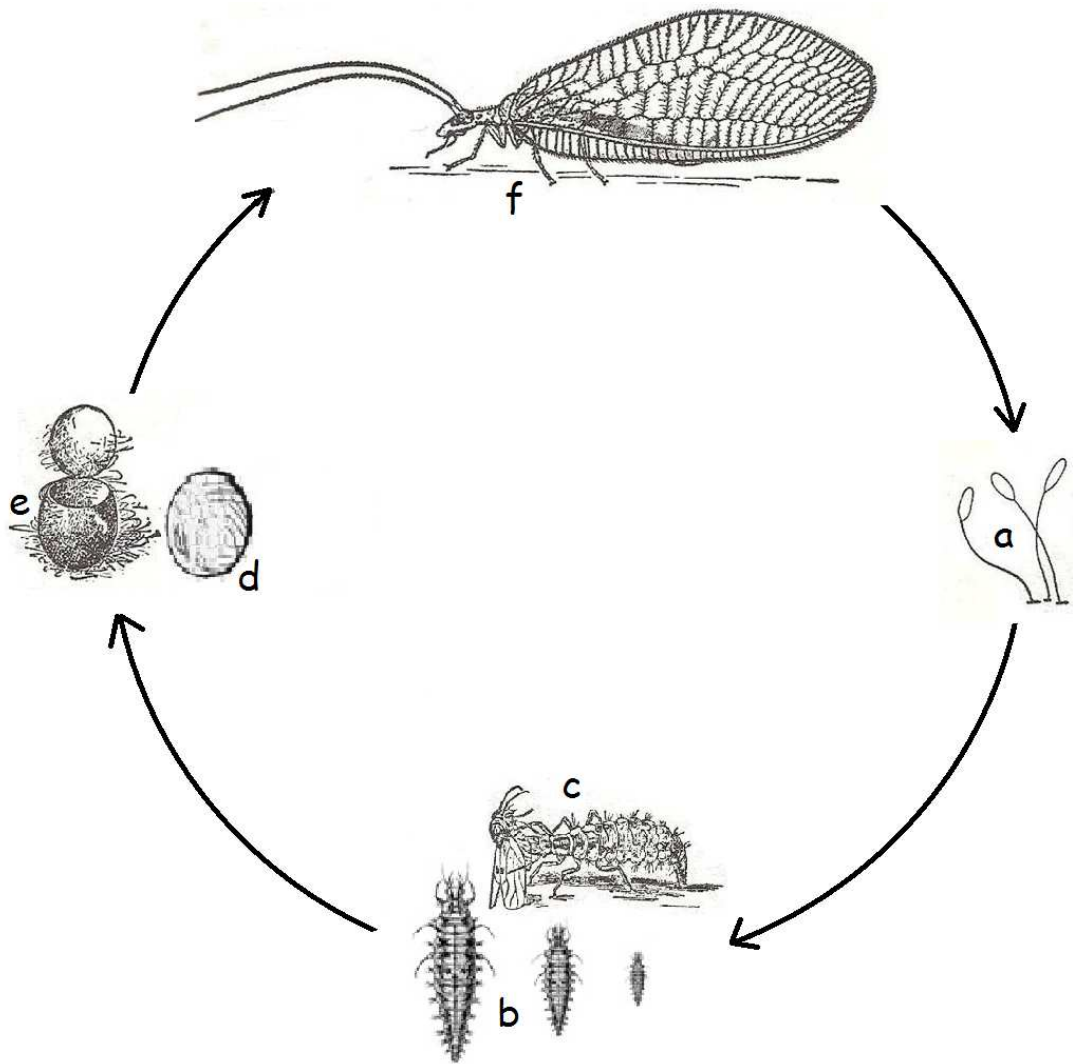


Figura 1.- Ciclo biológico de *Chrysoperla carnea*: (a) huevecillos mostrando su tallo de seda, (b) las larvas se desarrollan a través de tres estadios (c) larva alimentándose e un piojo de las plantas, (d) capullos esféricos, de seda (e) cocon vacío mostrando la tapa elevada por donde emerge el adulto. (f) adulto vista dorsal (modificado de Metcalf y Flint, 1982 y Flint y Dreistadt, 1998).

Distribución geográfica

Chrysoperla carnea es considerada como una especie cosmopolita, la cual puede ser encontrada en zonas desérticas y valles, hasta sitios de gran altitud a 2500m., se encuentra ampliamente distribuida por toda la región Holártica y las islas del océano pacífico, se reporta en todos los estados unidos de América. Incluyendo Alaska y sur de Canadá, se ha colectado en pastizales, cultivos hortofrutícolas y forrajeros, en bosques caducifolios y no caducifolios de árboles de hoja ancha y áreas madereras de encino (Tauber, 1974).

En regiones de la península ibérica y la región Paleártica se recolectaron 443 ejemplares de la familia Chrysopidae conformadas por 21 especies, de las cuales 182 ejemplares pertenecían al género *Chrysoperla* siendo 167 individuos de la especie de *C. carnea* (Marin y Monserrat, 1995).

Clasificación taxonómica

Según Borror y White (1970) la chrysopa se clasifica como:

Clase: Insecta

Orden: Neuroptera

Suborden: Planipenia

Superfamilia: Hemerobioidea

Familia: Chrysopidae

Género: *Chrysoperla*

Especie: *carnea*

Sinonimia

En el orden cronológico en la literatura, se cita a *C. carnea* Stephens con la siguiente sinonimia:

Chrysopa carnea Stephens (1836), Schneider (1852) como *C. vulgaris* Schneider; Smith (1922) como *C. plorbunda* Fitch; Pariser (1917), Withycombe (1923) como *C. vulgaris*; de igual forma la citan Killintong (1937); Neumark (1952); Agekjan (1937); Tauber y Tauber (1937) (citados por Tauber, 1974); y Finney (1947) como *Chrysopa californica* (Pineda, 2007)

Morfología

Huevos: los huevecillos son de forma subelíptica u oval, estrechándose en ambos lados, la longitud es de 0.7 a 2.3 mm, de color verde recién ovipositados y a medida que van madurando se torna de color grisáceo con áreas oscuras, presentan una protuberancia micropilar en la parte apical de forma circular (Smith, 1922; Chapman, 1982; Pineda, 2007) estos son depositados individualmente en el ápice de un pedicelo hialino, situados externamente sobre las hojas por haz o envés indistintamente, dicho pedicelo actúa como protección contra sus enemigos y o canibalismo, cuyas dimensiones pueden variar desde 2mm hasta 15mm o puede llegar a medir 26mm (Canard *et al.*, 1984). El pedicelo es producido con una sustancia hialina viscosa, que elabora la hembra, la cual se endurece al tener contacto con el aire (Chapman, 1982). La finalidad de esta estructura es la de protección en contra de parásitos, depredadores y canibalismo, inclusive en algunos casos los

protege del exceso de humedad circular (Smith, 1922; Pineda, 2007) Al eclosionar los huevecillos, los coriones residuales son color blanco, y su periodo de incubación es de aproximadamente 3 días (Weeden *et al.*, 1999).

Larva: Las larvas son campodeiformes con el cuerpo alargado, estrechamente hacia ambos extremos, recién emergidas miden 2mm de largo y se mantienen afuera del corion antes de moverse hacia abajo por el pedúnculo cuando estas maduran la longitud puede ser de 6 a 10mm, son grises o cafés con forma de caimán, la cabeza es ancha de tipo prognata aplanada y poseen una mandíbula grande especializada que forman dos tubos en forma de pinza, las cuales las introduce en sus presas inyectándoles enzimas digestivas, succionando posteriormente los fluidos corporales de las presas, presentan patas translucidas y abdomen blanco o coloreado según el tipo de alimentación. En su desarrollo pasa por tres instares bien definidos, presentando diferencias notables en cuanto a tamaño. Las larvas neonatas miden menos de 1 mm, pero llegan a medir de 6 a 8mm, cuando están completamente desarrolladas (Weeden *et al.*, 1999). El tercer instar es el más importante en cuanto a capacidad de depredación ya que alcanza a consumir el 80% del total de alimento consumido. No poseen ocelos, antenas cortas filiformes multisegmentadas que nacen encima de las mandíbulas. La duración promedio del estado larval es de 10 días. Las larvas de chrysopa son caníbales, en ciertas condiciones, según Arzet (1973) y Duelli (1981) el canibalismo está en función del hambre. Menciona Duelli (1981) que las larvas satisfechas nunca se vuelven caníbales y que una larva bien alimentada tiende a retirarse rápidamente, al ser atacada;

mientras que una hambrienta regresa a pelear. En un encuentro canibalístico de larvas igualmente activas y hambrientas, usualmente es la más grande quien sobrevive. En larvas neonatas, la función del pedicelo del huevecillo es evitar el canibalismo por sus congéneres y prevenir la depredación por otras especies (Canard y Duelli, 1984; Monserrat *et al.*, 2001; Monserrat, 2008).

Pupa: Son por lo general de tipo exarate, el capullo es de color blanco o verde según la especie, esféricas de apariencia algodonosa, pueden tener una duración de 6 a 10 días en este estado pudiéndose observar el adulto inmaduro a través del corion. Se menciona que estas pueden variar de 1.5 a 7mm, la pupa de los machos es más pequeña y brillante que la de las hembras, con colores que van de blanco a blanco grisáceo, A medida que se produce su desarrollo por lo general los capullos son ubicadas en lugares protegidos de las plantas (Canard *et al.*, 1984)

Adulto: Los adultos son insectos de cuerpos frágiles, de color verde pálido, bandas amarillas en el dorso del tórax y el abdomen, mancha genal marrón oscuro, setas del pronoto gruesas y negras en su base. Los adultos no son depredadores. Se alimentan con néctar, melaza y polen. Miden de 12 a 20mm de longitud, tienen antenas largas, brillantes y los ojos dorados. Sus alas son grandes y transparentes, de color verde pálido. Los adultos son voladores activos; particularmente al atardecer y en la noche, se desplazan con un vuelo ondulado característico (Weeden *et al.*, 1999). *C. carnea* es un insecto de metamorfosis completa; el período que va desde la postura del huevecillo hasta

la emergencia del adulto varía de 37 a 70 días, dependiendo principalmente de la temperatura y de la fuente de alimento (Balduf, 1939). De acuerdo con Kuznetsova (1969), la máxima longevidad en adultos de *C. carnea* se presentó a 20°C y 80% de humedad relativa, en estas condiciones la longevidad fue de 82 días. Los adultos se aparean prácticamente al siguiente día de su emergencia y durante todo su período de vida son capaces de ovipositar de 500 a 700 huevecillos aproximadamente (Sweetman, 1958).

Cabeza.- No presenta ocelos, pero los ojos compuestos son prominentes y hemisféricos, generalmente de color verde metálico, con reflejos dorados y cobrizos debido a esto en algunas regiones se les conoce con el nombre común de “ojos dorados” (Borror y White, 1970) las antenas son filiformes, largas y multisegmentadas varían en tamaño, aproximadamente la mitad y en algunas ocasiones dos veces la longitud del ala anterior, los palpos maxilares son de 5 segmentos, mientras que los palpos labiales son de tres segmentos, la galea es oval ensanchada y la lacinia es frecuentemente angosta, la mandíbula puede ser corta y ensanchada circular (Canard *et al.*, 1984; Pineda, 2007).

Torax.- El pronoto es usualmente del mismo ancho que la cabeza excluyendo a los ojos, puede ser más o menos de forma cuadrada pero en algunas otras especies es más alargado que ancho. El mesotórax presenta un prescutum bien desarrollado, está dividido por una sutura media longitudinal

y ambos mesotórax y metatórax están estrechamente divididos al centro, por lo que cada uno forman un par de bulbosos, el mesoescutelo es largo y conspicuo, en tanto que el metaescutelo es ligeramente más pequeño. El torax presenta una franja amarilla situada mesalmente, característica para identificación de la especie *carnea* (Agnew *et al.*, 1981)

Abdomen.- Presenta nueve segmentos en ambos sexos, donde el primero es reducido y los ocho segmentos restantes son generalmente iguales, los primeros ocho presentan espiráculos. En los individuos machos, el segmento posterior al octavo presenta una placa transversal llamada “trichobotria”, a la cual se le denomina estrenito o noveno segmento, aparentando estar fusionados, sin embargo es visible la sutura que divide al octavo del noveno segmento (Killington, 1936). El noveno segmento está fusionado con la estructura denominada ectoprocto, que se ha denominado como decimo tergito (Canard *et al.*, 1984).

Patas.- Generalmente están bien desarrolladas, largas y delgadas, siendo más largas las posteriores que las anteriores (Killington, 1936), con cinco segmentos tarsales, la forma de las uñas tarsales son un rasgo distintivo para clasificación en la familia Chrysopidae, para el caso de *C. carnea* la base de la uña es ancha constriñiéndose de un lado hacia el interior y al centro semejando a un gancho afilado (Canard *et al.*, 1984).

Alas.- Las alas de individuos de la familia Chrysopidae son usualmente largas ovaladas hacia lo ancho, sin embargo las alas anteriores son frecuentemente mas angostas que las posteriores. Presenta una compleja venación de color verde y abundante, de donde deriva el nombre común de alas de encaje verde. El ala anterior aparentemente presenta el sector radial 1, subcosta y radial 1 no fusionada en el ápice de la misma y las venas costales transversales no bifurcadas (Borror y White, 1970)

Hábitos

Canibalismo

La depredación intraespecifica es común observarla en crías masivas en condiciones de laboratorio, donde este comportamiento sucede cuando las larvas al emerger y no encontrar alimento de otra especie, optan por alimentarse de cualquier estado biológico de su misma especie. Canard *et al.*, (1984) argumenta que la razón principal de este comportamiento es el alto nivel de requerimiento alimenticio del insecto.

Capacidad de desplazamiento y alimentación de *C. carnea*.

Las larvas recién emergidas pueden desplazarse hasta 25 m en busca de alimento y larvas de segundo llegan a recorrer de 4 a 5 km antes de pasar a estado de pupa, el control de plagas lo realizan únicamente en estado de larva y las larvas de tercer instar son las que hacen la mayor parte de la actividad de control biológico. Las larvas de tercer instar llegan a consumir 191 huevecillos o 124 larvas de primer instar del gusano del fruto en un lapso de 48 h, la larva de

primer instar sólo consume 10 huevecillos o nueve larvas de primer instar durante el mismo periodo de tiempo. (Velasco, 2005)

Durante todo el estado larval una *Chrysoperla*, puede consumir un total aproximado de 300 áfidos pero el 80% lo consume en el periodo de tercer instar, puede alimentarse en cada caso de 250 ninfas de chicharrita, 350 huevecillos del barrenador europeo del maíz, 510 pupas de mosquita blanca, 640 huevecillos o 2,050 larvas recién emergidas de gusano cortador, 3,780 escamas de la familia Coccidae, 6,500 huevecillos de escamas del pino, 11,200 arañas rojas (Velasco, 2005).

Factores que limitan la actividad de *Chrysoperla carnea*

Las lluvias torrenciales limitan la actividad de las larvas; así mismo, los vientos fuertes, las temperaturas por debajo de 12° C y superiores a 30°C, los huevecillos expuestos al sol mueren cuando se superan los 37°C. Las plantas con hojas pegajosas o con abundante tricomas dificultan el encuentro con la presa, ya que las crisopas detectan por contacto directo. Definitivamente la aplicación de insecticidas limita drásticamente la actividad de este insecto benéfico (Velasco, 2005)

Enemigos naturales.

Entre los enemigos naturales de los chrysopidos que limitan su utilidad como agentes de control se encuentran los microhimenópteros que parasitan sus posturas, a su vez, poseen enemigos naturales que atacan otros de sus estados de desarrollo. Al respecto se han descrito distintas especies de los

géneros *Telenomus* (Scelionidae) sobre huevos (Jhonson y Bin, 1982), *Catolccus* (Pteromalidae) y *Barispus* (Eulophidae) sobre larvas (Karut *et al.*, 2003) y *Tetrastichus* (Eulophidae) e *Isodromus* (Encyrtidae) sobre pupas (Krishnamoorthy y Many, 1989). Dichos parasitoides son reportados para la Región Paleártica y el género *Telenomus* se ha citado en distintos países Mediterráneos (Loiácono *et al.*, 2006; Pascual-Ruiz *et al.*, 2007). La especie *Telenomus acrobates* se ha detectado en huevos de *C. carnea* en algodón, otras especies del mismo género, han sido citadas en Israel y en Turquía, también en *C. carnea* sobre algodón (Adnm-Babi *et al.*, 2002; Karut *et al.*, 2003)

En América del norte se conocen dos especies de himenópteros; *Helorus anomalipes* Panzer y *H. ruficornis* Foerster pertenecientes a la familia Heloridae, las cuales son parasitoides de larvas, los adultos de estas especies son de color negro de aproximadamente 4mm de longitud, con la venación completa en las alas anteriores, estos emergen de los capullos infestados (Borrer *et al.*, 1989) estos mismos autores reportan avispa de la familia Scelionidae que parasitan a huevecillos de chrysopa.

Agnew *et al.*, 1981, encontraron un parasitoide de la familia Eulophidae *Tetrastichus chrysopae* (Cradford), que parasita a larvas y pupas de chrysopa, colectados en campos experimentales en el estado de Texas, E.U.

En cultivos en exteriores, el ataque de otros depredadores generalistas, a las chrysopas liberadas como parte de un control biológico aumentativo, disminuye su habilidad para suprimir plagas como los áfidos (Rosenheim *et al.*, 1999).

Efectos de insecticidas sobre Chrysopidae

La familia Chrysopidae se conforma de especies que ayudan a mantener las poblaciones plaga dentro de umbrales económicamente rentables permitiendo reducir el uso de insecticidas y por tanto los efectos indeseables de los mismos, (Huerta *et al.*, 2004). Sin embargo el uso de insecticidas no selectivos tiene un efecto depresor de las poblaciones de enemigos naturales presentes, provocando efectos letales y subletales que disminuyen su efectividad, lo cual ha llevado a la necesidad de conocer tales efectos (Medina *et al.*, 2002b; Stark *et al.*, 2004)

Sobre la familia Chrysopidae se han evaluado los efectos de más de 150 productos plaguicidas formulados sobre larvas, pupas y adultos (Bozsik, 1991; Bigler y Waldburger, 1994; Rumpf *et al.*, 1997). De Bach y Bartlett (1951) fueron los primeros en estudiar los efectos de los plaguicidas sobre los artrópodos beneficiosos. En este sentido Croft, 1990 y Desneux *et al.*, (2007) mencionan que por lo general, hay dos tipos de estudios toxicológicos sobre los enemigos naturales: toxicidad aguda y efectos subletales.

La toxicidad aguda se determina normalmente después de una corta exposición a una sustancia química (por ejemplo, unas pocas horas hasta varios días) y el punto final es la muerte del organismo (Croft, 1990; Stark y Banks, 2003). Al respecto se han desarrollado diferentes protocolos de bioensayos para determinar el efecto de plaguicidas sobre la fauna benéfica (Calow, 1993; Iannacone *et al.*, 2000; Iannacone y Alvariño, 2005). El parámetro

de toxicidad aguda más comúnmente empleado es la concentración letal media (CL50) (en mg o mgL⁻¹) o la dosis letal media (DL50) (mg o μ g kg⁻¹) (Croft, 1990; Throne *et al.*, 1995; Stark y Banks, 2003).

Estos datos se utilizan para comparar la sensibilidad a un producto químico en una especie o en especies diferentes (Rumpf *et al.*, 1997). Poner en contacto con superficies tratadas con insecticida es uno de los mejores métodos para evaluar el efecto de los residuos de insecticidas sobre los enemigos naturales (Tillman y Mulrooney, 2000).

Insecticidas tales como organofosfatos, carbamatos y piretroides sintéticos son en general altamente tóxicos para los agentes de control biológico, debido a su amplio espectro de actividad (Croft, 1990). Al respecto existen varios trabajos de efectos de los insecticidas sobre distintas especies de Chrysopidos (Medina *et al.*, 2001; 2003a; 2003b; 2004; Huerta *et al.*, 2003; Carvalho *et al.*, 2002; Godoy *et al.* 2004; Chakraborty *et al.*, 2011; Nasreen *et al.*, 2003, 2005; Giolo *et al.*, 2009; Muzammil, 2010)

Efecto letal y subletal de insecticidas organoclorados

De acuerdo a la IOBC (International Organization for Biological Control), podemos mencionar que la mayoría de los insecticidas organoclorados son nocivos (Clase 4) para las diferentes especies de chrysopas (Sterk *et al.*, 1999). Sin embargo los productos clorobencilato, dicofol y endosulfan, son clasificados como inocuos (Clase 1) en la mayoría de las evaluaciones realizadas sobre estos depredadores (Nasreen *et al.*, 2005)

La baja toxicidad de estos productos es confirmada por evaluaciones de CL_{50} o DL_{50} , clorobencilato tuvo una DL_{50} de 1445.40 mg/g para larvas de *C. rufilabris* (Lawrence, 1974), En lo que respecta a dicofol Navarro *et al.*, (2006) lo clasifica como inofensivo (Clase 1) para larvas y poco perjudicial (Clase 2) para adultos de *C. carnea*, en otros estudios se clasifica como un insecticida inocuo (Clase 1) para huevos y adultos de *C. cubana* (Carvalho *et al.*, 2011). Para el caso de endosulfan, este presentó CL_{50} de 14776 ppm para larvas de *C. carnea* (Plapp y Bull, 1978). Golmohammadi, *et al.*, (2009) menciona mayor tolerancia de las larvas de *C. carnea* al endosulfán, a su vez Nasren *et al.*, (2003) y Silva *et al.*, (2006) clasifican a endosulfan como un insecticida inocuo (Clase 1). En estudios realizados por Chakraborty *et al.*, (2011) menciona que endosulfan mostro menor acción ovicida y mortalidad en larvas de *C. zastrowi* (Silleni), mostrando mortalidades de 0.07 % y 4.75 respectivamente. Al respecto Elzen *et al.*, (2000) menciona que uno de los aspectos que se consideran para determinar mayor tolerancia de las larvas de *C. carnea* a endosulfán se refiere probablemente a su larga historia de aplicación en el campo. Sin embargo existen reportes de alta toxicidad de endosulfan para larvas y adultos de *C. externa* y *C. carnea* (Bartlett, 1964; Carvalho *et al.*, 2002; Ulhoa *et al.*, 2002) Al respecto Bezerra *et al.*, 2003 menciona que acción residual de endosulfan a larvas de segundo instar de *C. externa* cuando se aplica sobre la planta se clasifica como ligeramente nocivo (clase 2), en contraste en investigaciones realizadas por Muzammil, (2010) encontró que endosufan es toxico para huevos, larvas, y adultos de *C. carnea*, mostrando mortalidades de 100% para huevecillos, 100% para larvas y 95% en adultos. En este sentido Ulhoa *et al.*,

(2002) reporta alta mortalidad en adultos de *C. externa*, clasificándolo como nocivo (Clase 4). Todos estos datos sugieren que este insecticida no es recomendable para su integración en sistemas de MIP.

Respecto a los efectos subletales que provocan estos plaguicidas, no se encontraron reportes de estudios donde se indiquen efectos de clorobenzilato sobre especies de Chrysopidae, lo que pudiera confirmar o descartar su potencial en la integración con estos depredadores en sistemas de MIP. Lo referente al insecticida dicofol en estudios realizados por Carvalho *et al.*, (2011) lo clasifican como un insecticida inocuo (Clase 1) para *C. cubana*, ya que no presenta efectos negativos en la la viabilidad de los huevos, así como en la longevidad y capacidad de ovoposición de adultos tratados.

En relación al endosulfan, existen reportes contradictorios, Ulhoa *et al.* (2002) y Silva *et al.*, (2006) reportan inocuidad de este insecticida (Clase 1) sobre pupas de *C. externa*, así también mencionan que endosulfan no influyo sobre la duración de la fase de pupa, tampoco sobre el periodo de oviposición, fecundidad y fertilidad de adultos provenientes de pupas tratadas. Cabe mencionar que la fase de pupa se ha encontrado que es más tolerante a los efectos de diversos insecticidas, posiblemente por la protección que proporciona el formado de ceda del capullo (Ulhoa *et al.*, 2002; Godoy *et al.*, 2004). Silva *et al.*, 2006 clasifica a endosulfan como inocuo (clase 1), sin embargo observó que las hembras *C. externa* rociadas con tal insecticida influyo en la reducción en el porcentaje de ovoposición media diaria, y en la fertilidad de los mismos. Rimoldi *et al.*, (2008) reportan baja mortalidad sobre

huevos de *C. externa* tratados con endosulfan, donde, causó 95% de mortalidad de las larvas, durante las primeras 48 h después de la emergencia y el resto murió antes de llegar al segundo estadio larval sumando una mortalidad de 100%. Tales observaciones sugieren que este insecticida no es recomendable para su integración en sistemas de MIP en esta fase de desarrollo del depredador.

Efecto letal y subletal de insecticidas organofosforados

En general los insecticidas organofosforados son altamente tóxicos a las especies de Chrysopidae, tal como *C. carnea* (Bartlett, 1964; Badawy y Arnauty, 1999; Nasreen, 2003, 2005; Giolo *et al.*, 2009; Pathan *et al.*, 2010; Sabry y El-Sayed, 2011), *C. rufilabris* (Lawrence *et al.*, 1973; Lawrence, 1974), *C. externa* (Carvalho, 2002; 2010; Bezerra *et al.*, 2003; Ferreira *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2006; Moura *et al.*, 2009; Vargas *et al.*, 2011; 2012;), *C. zastrowi* (Chakraborty *et al.*, 2011), *C. oculata* (Lecrone, 1980) *C. cubana* (Souza *et al.*, 1996), sin embargo existen reportes de que los clasifican como inocuos o ligeramente nocivos. Sin embargo algunos insecticidas presentan baja toxicidad y son clasificados como inocuos de acuerdo a la clasificación de la IOBC (Sterk *et al.*, 1999), entre los cuales se encuentran; bromofos, dimetoato, triclorfon, fosmet, metidation. Así también se observan insecticidas altamente tóxicos como; fenitrotión, clorpirifos, diazinon, dimetoato, metamidofos, monocrotofos, dieldrin, paration etílico, malation, paration metílico, profenofos, fosmetil, fenitrotiona, pirimifos metil, quinalvo, triclorfon y diclorvos. Sin embargo los

insecticidas malation, diclorvos, monocrotofos, clorpirifos y triclorfon presentaron baja toxicidad en este tipo de evaluaciones.

Respecto a las evaluaciones de insecticidas que presentaron baja toxicidad pudieran ser posibles candidatos compatibles con chrysopas en un MIP. Al respecto Moura *et al.*, (2009) observo que triclorfon es inocuo (clase 1) para adultos de *C. externa*, sin embargo también observó que afecta el porcentaje de oviposición, pero no afecto la viabilidad de huevecillos.

Triclorfón se clasifica como inofensivo para para las larvas de primer estadio de *C. carnea* causando una tasa de mortalidad acumulada de 5,7 % (porcentaje de larvas muertas y pupas) (Giolo *et al.*, 2009). A su vez Moura *et al.*, (2009) y Giolo *et al.*, (2009) evaluaron la toxicidad de este producto sobre huevos de *C. externa* y *C. carnea* respectivamente, encontrando el mismo resultado para ambas especies, bajo efecto de triclorfon sobre la viabilidad de los huevos tratados, por tanto fue clasificado como inocuo (Clase 1).

En evaluaciones realizadas por Muzammil, (2010) mostro que triclorfon es altamente toxico para larvas L1, L2 y adultos, también observo que este insecticida provoca un solo un ligero efecto para huevecillos y larvas L3. A su vez Silva *et al.*, (2006) clasifica a triclorfon como nocivo (clase 4) para adultos de *C. externa*, pero en aplicación en la fase de pupa mostro ligeros efectos de mortalidad, así mismo en estadios subsecuentes a la aplicación como en el porcentaje de ovoposición y en la viabilidad de los mismos, clasificándolo como ligeramente nocivo (Clase 2), esto reduce el posible potencial para su integración en el MIP. De igual manera Bezerra *et al.*, (2003) clasifica a

triclorfon en acción residual como poco persistente (Clase 2) para larvas de segundo instar de *C. externa*.

Al respecto las bajas toxicidad presentadas por triclorfón se relaciona a la alta tolerancia de insectos pertenecientes a la familia Chrysopidae a este plaguicida, como informó Croft (1990) donde comprobó que *C. carnea* mostro una gran tolerancia a triclorfón, debido a la capacidad de penetración reducida del pesticida a través del integumento del insecto, lo que probablemente haya provocado su tolerancia. Es así que se clasifica como inocuo (Clase 1) para pupas de *C. externa* y ligeramente nocivo para adultos (Clase 2) (Ulhoa *et al.*, 2002)

Para el caso de malation, diclorvos y monocrotofos fueron moderadamente tóxicos par larvas de *C. zastrowi* (Chakraborty *et al.*, 2011) sin embargo es necesario conocer los efectos subletales de estos insecticidas sobre chrysopidos, que confirmen su potencial para su integración o descartar su uso en sistemas MIP. Por su parte Giolo *et al.*, (2009) encontraron que el fosmet no influyo en la fecundidad y fertilidad de adultos provenientes de larvas L₁ *C. carnea* tratadas con este producto. Así también evaluaron su toxicidad sobre adultos, reportando alta toxicidad y se clasifiko como moderadamente toxico (Clase 3) y por la alta mortalidad no se evaluó el efecto sobre la fecundidad y fertilidad. Debido a la mortalidad registrada para fosmet sobre adultos de *C. carnea*, se descarta a este insecticida para su integración a en sistemas de manejo integrado de plagas. Por su parte Ferreira *et al.*, (2006) clasifica a fosmet como ligeramente y moderadamente toxico para larvas de dos

poblaciones de *C. externa*, así mismo menciona estos compuestos pueden ser recomendados para los programas de manejo de plagas en cultivo de manzana en asociación con este depredador.

En relación a clorpirifós su alta toxicidad se notó por Balasubramani y Swamiappan, (1997) en laboratorio, que verificó un efecto muy perjudicial sobre las larvas de *C. carnea* cuando se rocía con dicho insecticida. A su vez Ferreira *et al.*, (2006) evaluó dos poblaciones de *C. externa* donde el insecticida clorpirifós mostro efectos altamente tóxicos (Clase 4) para larvas. En contraste Bezerra *et al.*, (2003) en estudios de acción residual sobre algodón, determino que clorpirifos es moderadamente persistente (Clase 3) para larvas L2 de *C. externa*, hasta 25 días después de su aplicación, si mismo menciona que tal insecticida es recomendable para su uso en MIP para el cultivo del algodón, para lo cual se recomienda la utilización de larvas de segundo instar de *C. externa* en adelante, además las emisiones de este depredador debe hacerse después de 25 días a partir de la aplicación de este insecticida.

La alta toxicidad de los organofosforados a los depredadores puede estar asociado a la actividad pro-insecticida de este grupo. Cuando estos compuestos penetran en organismos, sufren reacciones y ser más tóxico. Otro factor que posiblemente relacionadas con la toxicidad de organofosforados es el carácter lipófilo de algunos insecticidas asociados con el espesor y la composición lipídica de la cutícula del insecto. Esta relación es la responsable de la penetración del producto en la cutícula del insecto y la translocación al objetivo de acción. Los compuestos lipofílicos presentan una mayor afinidad con la

cutícula del insecto y son más fácilmente absorbido y translocado al lugar de acción (Lemes *et al.*, 2010)

Efecto letal y subletal de insecticidas carbamatos

Los carbamatos, al igual que los insecticidas organofosforados, presentaron alta toxicidad para las diferentes especies de Chrysopidae, clasificándose como nocivos (Clase 4) principalmente sobre larvas de estos depredadores (Bartlett, 1964; Salama *et al.*, 1990; Hassan *et al.*, 1991; Nasreen *et al.*, 2005, 2007; Moura *et al.*, 2009, 2011, 2012).

Sin embargo Muzammil (2010) en experimentos con el insecticida thiodicarb, observo que no mostro efectos negativos para huevecillos de *C. carnea*, pero en estadio de larvas si es considerado toxico sobre todo para larvas de primer instar, mostrando efectos de mortalidad del 100 % en el primer instar, para el segundo instar con un 98.70 % y para el tercero 43.75 %, esto demuestra que a medida que las larvas se hizo más grande en tamaño desde el primero al tercer instar, su tolerancia a los insecticidas también aumentó. Así mismo en la fase de adulto thiodicarb provoco una mortalidad del 93.75 %. A su vez Moura *et al.*, (2009, 2011, 2012) menciona que carbaryl causo una mortalidad del 100 % de larvas de primero y segundo instar de *C. externa*, clasificándolo como nocivo (Clase 4). Salama *et al.*, (1990) describieron que el insecticida metomil, resultó ser tóxico para las larvas de *C. carnea* en condiciones de campo de soya.

Sin embargo en estudios realizados por Nasreen *et al.*, (2007) se menciona que los insecticidas probados (Metomil y carbosulfan) presentó una mortalidad de huevos de 27,90 % y 21,90 % respectivamente, después de 48 horas posteriores a la aplicación, también encontraron que metomilo y carbosulfan resultaron ser nocivos para larvas de *C. carnea*. Sin embargo en dicho estudio se observó que las larvas más grandes muestran mayor tolerancia a insecticida. En lo que respecta a la mortalidad en adultos mostraron mortalidades de 43 % y 48 % por metomil y carbosulfan respectivamente. Según estos datos y de acuerdo con las recomendaciones de la OILB, los plaguicidas evaluados pueden ser clasificados como inofensivos (Clase 1) y ligeramente nocivo (Clase 2) (Sterk *et al.*, 1999)

Lo referente a efectos subletales de estos insecticidas, Nasreen *et al.*, (2007) demuestra efectos causados por metomil y carbosulfan en adultos de *C. carnea* redujeron la longevidad la fecundidad de huevos por hembra con respecto al testigo. A su vez Carvalho *et al.*, (2011) clasifica a carbosulfan como un insecticida inofensivo para huevos de *C. cubana*, sin embargo fue altamente toxico para adultos. En este sentido, se puede decir que en casos en donde el efecto de estos insecticidas fue bajo, se puede decidir su uso de estos insecticidas en el MIP.

La selectividad de los carbamatos puede estar asociada a los cambios en la enzima acetil-colinesterasa en el cuerpo de los depredadores o a la mayor velocidad con la cual la enzima cataliza la hidrólisis del neurotransmisor

acetilcolina en los insectos, en comparación con la velocidad de plagas (Silver *et al.*, 1995)

Efecto letal y subletal de insecticidas piretroides

Los insecticidas piretroides han sido reportados como tolerantes por diferentes especies de Chrysopidae, como los reportes de Ulhoa, *et al.*, (2002) mencionan que los insecticidas fenpropatrin y esfenvalerato no mostraron efectos negativos en pupas de *C. externa* clasificándolo como inofensivo (Clase 1). En cuanto a la capacidad de oviposición de los adultos obtenidos de pupas tratadas no se observaron diferencias significativas, sin embargo las mortalidades en la fase de adultos fue de 100% (Clase 4) para ambos insecticidas. A su vez Vilela *et al.*, (2009) evaluó el insecticida fenpropatrina en dos diferentes dosis (0.15 y 0.3 g.i.a./L) en adultos de *C. externa* menciona que el efecto total de ambas dosis tuvieron un efecto nocivo (Clase 4). Bezerra *et al.*, (2003) reporta que el efecto residual de esfenvalerato para *C. externa* sobre plantas de algodón es poco persistente (Clase 1) para larvas de segundo instar, pero para el caso de fenpropatrina es moderadamente persistente (Clase 3). A su vez Carvalho *et al.*, (2003) reportan que larvas de segundo instar de *C. externa* fueron tolerantes a esfenvalerato y fenpropatrina. Por su parte Godoy *et al.*, (2004) menciona que el insecticida deltametrina es ligeramente toxico para pupas de *C. externa* (Clase 2) y que para la fase de adulto es muy toxico (Clase 4). En huevecillos tratados con cipermetrina la mortalidad final fue del 100 % (Clase 4) ya que las larvas eclosionadas provenientes de huevecillos tratados, murieron durante las 48 horas posteriores a su eclosion (Rimoldi *et al.*, 2008)

Vargas (2011) menciona que el insecticida deltametrina se clasificó como moderadamente nocivo (Clase 3) para larvas de *C. externa*, pero con respecto al efecto en la etapa adulta la toxicidad de deltametrina calificó como de tipo inofensivo (Clase 1) para este depredador a las 24 y 72 horas después de la exposición, con una mortalidad del 2,5 % y 7,5 %, respectivamente, sin embargo, a las 120 horas, causó mortalidad de 32,5 % y clasificados como ligeramente perjudicial (Clase 2) el adulto. Grafton-Cardwell and Hoy (1985) mencionan que larvas de *C. carnea* son tolerantes a permetrina, por su parte Sabry y El-Sayed (2011) clasifica a los insecticidas lambda-cihalotrina y cipermetrina como moderadamente nocivo (Clase 3) para larvas de segundo instar y adultos de *C. carnea*. A su vez Giolo *et al.*, (2009) menciona que deltametrina tiene muy poca o ninguna toxicidad a *C. carnea*, para lo cual se podría decir que es compatible y adecuado para ayudar a minimizar el impacto de los plaguicidas en los agroecosistemas.

Souza *et al.*, (1996) mencionan que larvas de *C. cubana* fueron tolerantes a los insecticidas fenvalerato y fenpropatrina. Carvalho *et al.*, (2011) menciona que el insecticida fenpropatrina y bifentrina son inocuo (Clase 1) para huevecillos de *C. cubana*, sin embargo para la toxicidad en adultos lo clasifica como ligeramente nocivo, estos resultados indican un alto potencial del uso de este insecticida y *C. cubana* en un MIP.

En estudios realizados por Silva *et al.*, (2006) clasifica al insecticida betaciflutrina como un insecticida inofensivo (Clase 1) para la fase de pupa de *C. externa* sin afectar la fertilidad y viabilidad de huevecillos a partir de pupas

tratadas, sin embargo también observo que es moderadamente tóxico para adultos (Clase 3).

Para el caso de los efectos subletales, se tienen reportes que los insecticidas piretroides pueden incrementar el periodo embrionario de huevos de chrysopas, el esfenvalerato provocó un incremento del periodo embrionario en huevos de *C. externa* en 1.6 % (Carvalho *et al.*, 2002) También se han reportado efectos subletales de piretroides sobre la reproducción de chrysopas, para el caso de *C. cubana*, las hembras sobrevivientes al tratamiento con fenpropatrina, no lograron ovipositar, lo que indica que el producto afectó el mecanismo reproductivo, para el caso de fenvalerato, la fecundidad de hembras tratadas fue reducida en comparación al testigo, además estos huevos fueron infértiles (Santa-Cecilia *et al.*, 1997; Carvalho *et al.*, 2003).

La selectividad de los piretroides para los enemigos naturales puede estar asociada a la baja tasa de penetración en el integumento debido a los cambios en el lugar de acción de estos compuestos y/o la tasa de metabolización alta del insecticida. La velocidad de penetración del insecticida en el integumento de estos insectos es el resultado de la relación entre la afinidad del insecticida, el grosor de la cutícula y la composición química. Por lo tanto, teniendo en cuenta que la lipofilia es inversamente proporcional a la solubilidad de los insecticidas en agua, compuestos lipófilos generalmente penetran en el cuerpo de los insectos en tasas más altas, debido a la similitud con su cutícula. Los cambios en los canales de sodio, que alteran la sensibilidad de las enzimas (Na-K)-ATPasa y Mg²⁺-ATPasa también pueden ser

responsable de la reducción en la acción neurotóxica de estos insecticidas (Lemes, *et al.*, 2010)

Efecto letal y subletal de insecticidas avermectinas

La toxicidad de avermectinas sobre las diferentes especies de Chrysopidae mediante la metodología de la IOBC reporta tolerancia de las especies; *C. carnea* (Badawy y Arnauty, 1999; Nasreen *et al.*, 2003; Giolo *et al.*, 2009; Muzammil, 2010) *C. externa* (Godoy *et al.*, 2004; Ferreira *et al.*, 2006; Vilela *et al.* 2009; Moura *et al.*, 2009, 2011, 2012), *C. cubana* (Carvalho *et al.*, 2010)

En la especie *C. carnea* Nasreen, (2003) reportan baja toxicidad de abamectina (Clase 1) sobre larvas de *C. carnea*. A si mismo Badawy y Arnauty, (1999) reporta ligeros efectos en de abamectina hacia huevos, larvas y pupas de *C. carnea*, tampoco observo efectos en estadios subsecuentes a la aplicación. Navarro *et al.*, (2006) clasifica a abamectina como inofensivo (Clase 1), sin embargo en contraste menciona como nocivo para el estado adulto (Clase 4) de *C. carnea*. A su vez Giolo *et al.*, (2009) reportan menor impacto toxico (Clase 1) de abamectina sobre todas las distintas fases del ciclo (huevo, larva, pupa y adulto) de *C. carnea*, por su parte Muzammil (2010) reporta que abamectina muestra poco efecto en larvas (L1, L2, L3) y adultos de *C. carnea*, lo que confirma los resultados de Godoy *et al.*, (2004), quien encontró que abamectina no mostro ningún efecto negativo sobre la viabilidad de este insecticida sobre huevos de *C. externa* tratada. En contraste Moura *et al.*, (2012) menciona que Abamectina redujo la viabilidad de huevos puestos por

hembras a partir de larvas de primer estadio, de dos poblaciones de prueba de *C. externa*.

Al respecto Bueno y Freitas (2004) quienes evaluaron tres diferentes dosis de abamectina (25, 30, 35 ml/100l agua) sobre *C. externa*, donde mostro que la viabilidad de los huevos no se vio afectada. Las larvas recién eclosionadas a partir de los huevecillos tratados se desarrollaron normalmente hasta el estadio de adultos. Los valores calculados para el efecto total fueron consistentemente menores por lo que lo clasifica como inocuo (Clase 1) para los huevos de todas las dosis ensayadas. Las pruebas con este insecticida se llevaron a cabo con larvas de primero, segundo y tercer instar, mostró que el producto no causa el efecto nocivo. El efecto total fue de menos de 30 % para todas las dosis, para las diferentes etapas y estadios ensayados, resultados que demuestran que abamectina se clasifica como de Clase 1 (inocuo). A su vez resultados similares para *C. externa* (Hagen) se obtuvieron en estudios anteriores (Pérez, 1983; Ribeiro *et al.*, 1988), utilizando otros métodos de prueba. Abamectina también demostró selectividad para otras especies, como *C. cubana* (Hagen) (Moraes, 1989). Así mismo Carvalho *et al.*, (2011) menciona que abamectina es inofensivo para huevos y adultos de *C. cubana*, no afecto el periodo de ovoposición, la viabilidad de huevecillos ni la longevidad de adultos tratados. Vilela *et al.*, 2009 clasifica a abamectina como un insecticida ligeramete toxico (Clase 2) para prepupas y adutos de *C. externa*, no afecto la fertilidad y viabilidad de huevecillos. Bueno y Freitas (2004) reporta

que abamectina es selectivo para los huevos y larvas de *C. externa*, lo que permite la compatibilidad del uso de este producto en el MIP.

En relación a benzoato de emamectina Ferreira *et al.*, (2005), evaluaron el efecto de este insecticida sobre huevos de *C. externa*, encontraron que no hubo efecto sobre la viabilidad de estos y no se presentaron efectos de mortalidad sobre larvas de primer y segundo instar provenientes de estos huevos. Por otro lado Ferreira *et al.*, (2006) reportan que este insecticida, no tuvo efecto sobre la fecundidad y fertilidad de adultos provenientes de larvas de primer instar tratadas con benzoato de emamectina, así también mencionan que este producto no afecto estadios subsecuentes de desarrollo. Estos reportes confirman su potencial para su uso con chrysopas, en programas de MIP.

Efecto letal y subletal de insecticidas IGR`S

En lo que respecta a los reguladores de crecimiento tales como: clorfluazuron, ciromacina, diflubenzuron, fenoxicarb, flubenzimina, flufenoxuron, lufenuron, piriproxifen, teflubenzuron y tebufenozide, fueron clasificados al menos una vez como nocivos (Clase 4) para diferentes especies de chrysopas, según la escala de toxicidad de la IOBC (Sterk *et al.*, 1999).

Al respecto Medina *et al.*, (2003) menciona que tebufenozide, diflubenzuron y piriproxifen no mostraron efectos nocivos a pupas y huevos de *C. carnea* independientemente de la edad de las pupas o huevos. Sin embargo

solo tebifenocide resulto ser completamente selectivo. Ya que diflubenzuron fue más tóxico, sobre las etapas de larvas y adultos (Clase 4), también mencionan que además de la mortalidad causada por piriproxifen y tebufenozide, los porcentajes de formación de pupa, emergencia de adultos, fecundidad y oviposición de huevos fueron normales y no difieren mucho de los testigos.

Medina *et al.*, (2002) menciona que piriproxifen y tebufenozide son inofensivos a los adultos de *C. carnea* y no se ve afectada la fecundidad, independientemente del insecticida o el tiempo de aplicación, en cuanto a la fertilidad, sólo piriproxifen ejerció un efecto negativo sobre la eclosión cuando los huevos fueron puestos por las hembras tratadas a la mayor concentración evaluada (75 mg a.i./L), así mismo menciona que el efecto sobre la eclosión causada por piriproxifen depende de la edad de los adultos. Al respecto Bull y Meola (1993) mencionan que el desarrollo de los ovarios en las hembras en el momento del tratamiento tiene una influencia relevante en la respuesta al insecticida.

Por su parte Bueno y Freitas (2004) reportan alta toxicidad de lufenuron, sobre los tres instares larvales y huevos de *C. externa*, debido a esto fue clasificado como nocivo (Clase 4). Así mismo Velloso *et al.*, (1999) lo reporta nocivo (Clase 4) para larvas de segundo instar de *C. externa*. Estos reportes nos indican que estos insecticidas no son recomendables para su integración con chrysopas en sistemas de MIP.

Sin embargo existe reportes de efectos menores, por ejemplo Muzammil, (2010) reporto que flufenoxuron, no mostro efectos severos en huevos, larvas (1°, 2° y 3er instar) y adultos de *C. carnea*, donde el mayor efecto causado en una fase larval (1er instar) con una mortalidad total de 6.25%. Al respecto es necesario dilucidar cómo usar IGRs en programas de MIP.

En lo que se refiere al insecticida fenoxicarb Liu y Chen (2001) reportan resultados que indican que la aplicación de fenoxicarb sobre huevos y las larvas de *C. Rufilabris* resultó en tasas de disminución en la supervivencia y tiempos prolongados de desarrollo cuando se tratan en diferentes estadios inmaduros y en diferentes concentraciones (0.1, 1 y 10 mg i.a./L). Fenoxicarb mostró efecto ovicida significativo en huevos de *C. rufilabris*, con tasas de supervivencia de 66.7-80.0%, dependiendo de los estadios larvarios tratados y las concentraciones utilizadas. Generalmente, las concentraciones más altas mostraron mayores efectos sobre los estadios larvarios tratados y las etapas posteriores de las larvas. A si también observaron que entre las etapas inmaduras, el tercer estadio fue la etapa más vulnerable y susceptible a una mayor mortalidad y a un mayor retraso del desarrollo, independientemente si el tratamiento se hizo en el huevo o larva (1°, 2° 3er instar). Es así que no se sabe por qué el tercer estadio es el estadio más susceptible. En comparación con el tercer instar, el primer y segundo instar tienen niveles relativamente altos de hormona juvenil, además de tener el tiempo suficiente y la capacidad para metabolizar el análogo juvenil añadido. Al respecto se menciona que fenoxicarb no sólo causa altas mortalidades y prolongados tiempos de desarrollo, sino que

también inhibe la producción de huevos del adulto de *C. Carnea* cuando el tratamiento se realiza en instares segundo o tercero (Celli *et al.* 1997).

Los resultados de Liu y Chen (2001) indican que fenoxicarb no es selectivo para *C. Rufulabris* y no se puede utilizar cuando estos depredadores son dominantes. Aunque los datos obtenidos de los estudios de toxicidad de laboratorio han sido suficientes para decidir sobre el uso de insecticidas en el MIP (en los casos donde la mortalidad fue baja en los experimentos de laboratorio)

Efecto letal y subletal de insecticidas neonicotinoides.

Los neonicotinoides representan una clase muy activa contra insectos dentro de los cuales están imidacloprid, tiametoxam, tiacloprid y acetamiprid, los cuales han demostrado su eficacia en el control plagas, sin embargo sus efectos también dañan a los organismos depredadores de la familia Chrysipidae como; *C. carnea* (Huerta *et al.*, 2003; Muzammil, 2010; Preetha *et al.*, 2009; Godoy. *et al.*, 2010), *C. externa* (Buen y Freitas, 2001), *C. cubana* (Godoy *et al.*, 2010), *C. zastrowi* (Chakraborty *et al.*, 2011)

Al respecto trabajos como los de Muzammil, (2010) que reporta que imidacloprid, no mostro efectos severos en huevos, larvas (1°, 2° y 3er instar) y adultos de *C. carnea*, pudiéndose clasificar como inocuo (Clase 1), así mismo Rezaei *et al.*, (2007) menciona que imidacloprid fue moderadamente tóxico para las larvas de *C. carnea*, así mismo menciona que imidacloprid fue

moderadamente tóxico para las larvas de *C. carnea* en larvas de dos días de edad de *C. carnea* en condiciones de laboratorio y encontraron que la causó 36,83%. Al respecto Bueno y Freitas (2001) reporta que imidacloprid mostro efectos severos en todas las dosis evaluadas (3.5, 7, 10.5, 14, 17.5, 21 gr. De producto /100L solvente) para lo cual este producto se clasifica como nocivo para la fase de huevo y larva L1, sin embargo para las larvas L2 y L3 se clasificaron como ligeramente nocivos para en las dos dosis más bajas y para los adultos se clasifico como ligeramente nocivo solo para la dosis más baja, moderada para dos siguientes dosis (7 y 10.5 g/100L) y para las tres dosis más altas se clasifica como altamente toxico (Clase 4)

Huerta *et al.*, (2003) observaron que el imidacloprid es muy tóxico para el tercer estadio de las larvas de *C. carnea* y se inhibe la emergencia de adultos. Al respecto Nasreen *et al.*, (2005) Encontró que los insecticidas, tiametoxam, acetamiprid, e imidacloprid, fueron encontrados tóxicos para las larvas de *C. carnea*, observando también que una vez que las larvas de *C. carnea* toleran la exposición a insecticidas, podrían pupar y emergen adultos con éxito.

Rezai *et al.*, (2007) clasificaron a imidacloprid como ligeramente nocivo (Clase 2), además estos autores mencionan que la fecundidad de las hembras de *C. carnea* no fue afectada, los mismos resultados se obtuvieron en ensayos de tablas de vida para esta misma especie de chrysopa que fue tratada con dosis subletales de este insecticida. Al respecto Preetha *et al.*, (2009) menciona que imidacloprid tuvo un impacto menor en *C. carnea* registrando baja mortalidad de huevos, clasificándolo como inofensivo (Clase 1).

Rocha (2008) reportó una mortalidad del 100 % en adultos *C. externa* debido a la aplicación de imidacloprid. Godoy *et al.*, (2010) menciona que imidacloprid y tiametoxam mostraron mortalidad en adultos de *C. externa* y *C. cubana*, clasificándolo como dañino (Clase 4). El imidacloprid se clasificó como moderadamente tóxico (Clase 3) a larvas de *C. externa*, sin embargo reportan que este insecticida no causó efecto sobre la fecundidad y fertilidad de adultos de *C. externa* provenientes de pupas tratadas, pero cuando este insecticida se evaluó sobre adultos de esta misma especie la mortalidad fue alta y debido a eso el efecto sobre la fecundidad y fertilidad no se determinó.

En estudios realizados por Chakraborty *et al.*, (2011) reporta que el insecticida imidacloprid fue relativamente tóxico para huevos y larvas de *C. zastrowi* mostrando mortalidades de 25.96 y 8.35 % respectivamente.

Al respecto los estudios de estos productos pueden tener una mayor capacidad para penetrar en la cutícula de los insectos y se acumulan en sus cuerpos, por ejemplo, en los tejidos grasos, este hecho puede afectar el desarrollo de los organismos, así como comprometer la cría de las generaciones posteriores. (Tomizawa y Casida, 2005).

CONCLUSIONES GENERALES

El profenofos fue el insecticida que mostro una alta toxicidad para los estadios larvales (L1 a L3) y en el estado adulto. Para la abamectina presento efectos perjudiciales en L1, así mismo mostro un efecto negativo en la oviposición en larvas tratadas (L1 a L3). Para el endosulfan presento efectos perjudiciales para los estadios de huevecillo, L1 y L2, sin ejercer efecto para L3 y pupa. Por lo anterior podemos mencionar que la abamectina y el endosulfan pudieran funcionar en un esquema de MIP, siempre y cuando las dosis utilizadas sean las dosis bajas o intermedias recomendadas.

LITERATURA CITADA

- Abreu, A. R. Milán, V. O. y Cueto, Z. N. 2010. Entomófagos: Características Generales Producción Y Utilización En Cuba. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal Grupo de Tecnologías de Producción de Bioplaguicidas y Artrópodos Benéficos.: 1-13
- Adams, P. y N. A., Penny. 1987. Neuroptera of the Amazon Basin, part 11a. Introduction and Chrysopini. *Acta Amazonica*. 15(3-4): 413-479.
- Adams, P.A. 1979. A new species of *Leucochrysa* from México (Neuroptera: Chrysopidae). *Folia Entomológica Mexicana*. 41: 95 101.
- Adams, P.A.1969. New species and synonymy in the genus *Meleoma* (Neuroptera: Chrysopidae), with a discusión of genitalic homologies. *Postilla* 136: 1-18.
- Adams, P.A.1982b. *Ceraeochrysa*, a new genus of Chrysopinae (Neuroptera) (Studies in New World Chrysopidae, Part II). *Neurop. Internatl.* 2: 69-75.
- Adnan-Babi, M. al-nabhan y b. pintureau. 2002. A study on the effects of *trichogramma principium*. Releases on cotton bullworms anf the

ccryspid predator *chrysoperla carnea* in Syrian cotton fields. Arab J. Plant. Protect., 20: 59-61.

Agnew, C.W., Sterling, W. L. and Dean, D.A. 1981. Notes of the Chrysopidae and Hemerobidae of eastern Texas for their identification. The Southwestern Entomologist Texas. E. U. P: 20.

Albuquerque, G.S., C.A. Tauber and M.J. Tauber, 1994. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Life history and potential for biological control in Central and South America. Biol. Control. 4: 8-13.

Albuquerque, G.S., C.A. Tauber and M.J. Tauber, 2001. *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa* spp.: Potential Use in Biological Control in the New World Tropics and Subtropics. In: Lacewings in the Crop Environment, McEwen, P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 408-423.

Altieri, M. y Nicholls, C. I. 2000 Agroecología: Teoría Y Práctica Para Una Agricultura Sustentable. 1ª edición, capítulo 7; Control Biológico En Agroecosistemas Mediante El Uso De Insectos Entomofagos. 147-165

Arredondo, B. H. 2000. Manejo y producción de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) y reconocimiento de especies de *Chrysoperla*. In: Entrenamiento de cría de entomófagos. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. Tecomán, Colima, México. pp. 24-33.

Arredondo-Bernal, H. C. 2006. Aportaciones del control biológico en México, pp.218-232. En: C.A. Ángel-Sahagún, (ed.), XVII Curso Nacional de

- Control Biológico. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Sociedad Mexicana de Control Biológico. 250 p.
- Arzet, H. R., 1973: Searching behaviour of the larva of *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae). Zeitschrift fur Angewandte Entomologie 74(1): 64-79.
- Badawy, A. M. H. and El-Arnaouty, A. S. 1999. Direct and Indirect Effects of Some Insecticides on *Chrysoperla carnea* (Stephens) s.l. (Neuroptera: Chrysopidae) Journal of Neuropterology 2: 67-74.
- Badii, M. H. y J. L. Abreu. 2006. Control Biológico Una Forma Sustentable De Control De Plagas. Daena: International Journal of Good Conscience. 1(1): Pp. 82-89.
- Balasubramani, V., Swamiappan, M. 1997. Persistent toxicity of some insecticides to the green lacewing *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). Journal of Ecotoxicology and Environmental Monitoring, V. 7, n. 3, P. 197-200.
- Banks, N. 1948. Chrysopidae (Nothochrysidae) collected in Mexico by Dr. A. Dampf (Neuroptera). Psyche 55: 151-177.
- Bartlett, B. R. 1964. Toxicity of Some Pesticide to Eggs, Larvae, and Adults of the Green Lacewing, *Chrysopa carnea* J. Econ. Entomol. 57 (3):366-369.
- Bellows, S. T. y T. W. Fisher, 1999. Handbook of biological control: principles and applications of biological control. Ed. Academic Press. United States of America. pp. 418.

- Bezerra C. D., Souza, B., G. A., Carvalho, C. F. Carvalho, 2003. Residual Action Of Insecticides To Larvae Of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) Under Greenhouse Conditions. Ciênc. Agrotec., Lavras. V.27, N.4, P.835-839.
- Bezerra, C. D., Souza, B. Carvalho, A. G. And Carvalho, F. C. 2003. Residual Action Of Insecticides To Larvae Of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) Under Greenhouse Conditions. Ciênc.agrotec.,Lavras. V.27, n.4, p.835-839.
- Bigler, F. and M. Waldburger, 1994. Effect of pesticides on *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae) in the laboratory and semifield. IOBC/WPRS Bulletin, 17: 55-69.
- Borror, D.J y R. E. White.1970. Afield Guide To Insects America Noth Of Mexico. The Peterson Field Guide Series. New York. P. 404.
- Borror, J. D., Triplehorn, A. C., and Johnson, N. F. 1989. An Introduction to the study of insects. Saunders colleg publishing E. U. P: 665-774
- Breene, G. R., Meagher, L. R., Donad, A., Nordlund., Yin-tung Wang., 1992. Biological Contrl of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in a Greenhouse Using *Chrysoperla rifulabris*(Neuroptera: chrysopidae). In: Biological Control P: 9-14.
- Brooks, S. J. 1994. A taxonomic review of the common green lacewing genus *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae).Bulletin Br Mus. Nat. Hist. Ent. 63(2): 137-210.

- Brooks, S. J. And Barnard, P. C., 1990. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, 59(2): 117-286.
- Brooks, S.J., 1997. An overview of the current status of chrysopidae (Neuroptera) systematics. *Deut. Entomol. Zeitschrift*, 44: 267-275.
- Bueno A. F. And S. Freitas, 2004. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. *BioControl* 49: 277–283. P: 628-633.
- Bueno, A. F., And S. Freitas. 2001. Efeito Do Hexythiazox E Imidacloprid Sobre Ovos Larvas E Adultos De *Chrysoperla externa* (hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Rev. Ecosistma* vol. 26, No.1 P: 74-76.
- Bueno, F. A. And Freitas, S. 2004. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. *Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. BioControl* 49: 277–283.
- Bull D L, Meola R W. 1993. Effect and fate of the insect growth regulator pyriproxyfen after application to the horn fly (Diptera: Muscidae). *Journal of Economic Entomology* 86:1754-1760.
- Calow, P., 1993, *Handbook of ecotoxicology*. Vol. I. Sheffield, Blackwell, Science Ltd., UK, 478 p.
- Caltagirone, C. E. 1981. Landmark examples in classical biological control. *Ann.*

- Canard, M. 2001. Natural Food and Feeding Habits of Lacewings. In: Lacewings in the Crop Environment, McEwen P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 116-129.
- Canard, M. and M. M. Principi, 1984. Development of Chrysopidae. In: Biology of Chrysopidae, Canard, M., Y. Semeria and T.R. New (Eds.). Dr W. Junk Publishers, The Hague, Netherlands, pp: 57-75.
- Canard, M., Y. Semeria and T.R. New, 1984. Biology of Chrysopidae. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, pp: 294.
- Canard, M. and T. Volkovich, 2001. Outlines of Lacewing Development. In: Lacewings in the Crop Environment, McEwen P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 130-153.
- Canbulat, S. 2007. A checklist of Turkish Neuroptera with annotating on provincial distributions. Zootaxa 1552: 35-52.
- Cardoso, J. T. and S. M. N. Lazazari. 2003. Development and consumption capacity of *chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) fed with *Cinara spp.* (Hemiptera: Aphididae) under three temperatures. Rev. Bras. Zool. 573-576.
- Carvalho G. A., Bezerra D., Souza B., Carvalho C. F. 2003. Efeitos de insecticidas usados na cultura do algodoeiro sobre *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Neotropical Entomology. 32(4): 699-706.

- Carvalho, A. G. Carvalho, F. C. Souza, B. E Uilhôa, R. L. J. 2002. Seletividade de Inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) *Depto. Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Neotropical Entomology* 31(4):615-621.
- Carvalho, A. G., Carvalho, F. C. Ferreira, do N. M. 2011. Toxicity of acaricides to eggs and adults of *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) *Ciênc. agrotec., Lavras*, v. 35, n. 1, p. 165-171.
- Carvalho, C.F., B. Souza and T.M. Santos, 1998. Predation capacity and reproduction potential of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Alabama argillacea* (Hubner) eggs. *Acta Zool. Fen.*, 209: 83-86.
- Carvalho, C.F., M. Canard and C. Alauzet, 1996. Comparison of the Fecundities of the Neotropical Green Lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) and the West-Palearctic *Chrysoperla mediterranea* (Holzel) (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae). In: *Pure and Applied Research in Neuropterology, Proceedings of the 5th International Symposium on Neuropterology*, Canard, M., H. Aspöck and M.W. Mansell (Ed.). Giza, Egypt, pp: 103-107.
- Carvalho, G. A., C. F. Carvalho, M. do N. Ferreira. 2011. Toxicidade De Acaricidas A Ovos E Adultos De *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciênc. agrotec., Lavras*, v. 35, n. 1, p. 165-171.

- Carvalho, G. A.; Carvalho, C. F.; Souza B. AND Uihôa. J. L. R. 2002. Seletividade de inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical Entomology* 31: 615–621.
- Celli, G., Bortolotti, L., Nanni, C. Porrini, C. And Sbrenna, G. (1996) Effects of the IGR fenoxycarb on eggs and larvae of *Chrysoperla carnea*. Laboratory test, in *Proceedings of the International Conference on Ecotoxicology: Pesticides and Beneficial Organisms*. Cardiff, pp 15± 18
- Celli, G., L. Bortolotti, C. Nanni, C. Porrini, And G. Sbrenna. 1997. Effects of the IGR fenoxycarb on eggs and larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). Laboratory test, pp. 15-18. *In* New studies in ecotoxicology. P. T. Haskell, and P. K. McEwen [eds]. The Welsh Pest Management in Forum, Cardiff, UK.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanzas (CATIE) 2004. Control biológico de plagas agrícolas. Carballo, E. C., Carballo, F. G., López, J. A. 1ª edición. Managua 232 páginas. (Serie técnica. Manual técnico/ CATIE; N° 53).
- Chakraborty D. M. 2010. Biology of green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stephens) in middle Gujarat conditions, Biological Control Research Laboratory, Anand Agricultural University, Anand - 388110, Gujarat, India. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 23 (3) : (500-502)
- Chakraborty, D., Korat, M. D. And Deb, S. 2011. Relative Ovicidal And Larvicidal Toxicity Of Eleven Insecticides To The Green Lacewing, *Chrysoperla Zastrowi Silleni* (Esben-Peterson). *Insect Pest Management, A Current Scenario*, (ed.), Dunston P. Ambrose,

Entomology Research Unit, St. Xavier's College, Palayamkottai, India, pp.107-110.

- Chakraborty, D., Korat, M. D. And Deb, S. 2011. Relative Ovicidal And Larvicidal Toxicity Of Eleven Insecticides To The Green Lacewing, *Chrysoperla saastrowi Silleni* (Esben-Peterson) Insect Pest Management, A Current Scenario, (ed.), Dunston P. Ambrose, Entomology Research Unit, St. Xavier's College, Palayamkottai, India, pp.107-110.
- Chang, Y.F., M.J. Tauber and C.A. Tauber, 1996. Reproduction and quality of F1 offspring in *Chrysoperla carnea*: Differential influence of quiescence, artificially-induced diapause and natural diapause. J. Insect Physiol., 42: 521-528.
- Chang, Yin-Fu., M. J. Tauber, C. A. Tauber, J. P. Nyrop and Y. F. Chang. 2000. Interspecific variation in *Chrysoperla carnea* reproduction: implications for mass-rearing and storage. Entomologia Experimentalis Applicata, 95: 293-302.
- Chapman, R. F. 1982. The insects structure and function. Harvard University Press Ed. 3rd E. U P: 919
- Cohen, A.C. and L.K. Smith, 1998. A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*: The efficacy of solid diets. Biol. Control, 13: 49-54.
- Coria, V.M. 2000. Exploración de depredadores y parasitoides del "trips" (Varias Especies) (Thysanoptera: Thripidae) en huertos de aguacate de Uruapan, Michoacán, México. In: SMCB. Memorias del XXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Guanajuato, Gto. Pp. 98-100.

- Croft, B.A., 1990. *Arthropod Biological Control Agents and Pesticides*. Wiley, New York. 723 pp.
- Daane, K.M and G.Y. Yokota, 1997. Release strategies affect survival and distribution of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) in augmentation programs. *Environ. Entomol.*, 26: 455-464.
- Daane, K.M. and K.S. Hagen, 2001. An Evaluation of Lacewing Releases in North America. In: *Lacewings in the Crop Environment*, McEwen P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 398-407.
- Daane, K.M., 2001. Ecological Studies of Released Lacewings in Crops. In: *Lacewings in the Crop Environment*, McEwen P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 338-350.
- Daane, K.M., G.Y. Yokota, Y. Zheng and K.S. Hagen, 1996. Inundative release of common green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) to suppress *Erythroneura variabilis* and *E. elegantula* (Homoptera: Cicadellidae) in vineyards. *Environ. Entomol.*, 25: 1224-1234.
- De Bach, P. & Bartlett, B. 1951. Effects of the insecticides on biological control of insect pests of citrus. *Journal of Economic Entomology* 41, 1188-1191.
- DeBach, P. y D. Rosen. 1991. *Biological control by natural enemies*. Cambridge University Press, Cambridge. 440 p.
- Desneux N., A. Decourtye, and J.-M. Delpuech. 2007. The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 52:81-106.

- Diaz-Aranda, L. M. and Monserrat V. J. 1990. Estadios larvarios de los Neuropteros Ibericos. 6. *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836), *Chrysoperla mediterranea* (Holzel, 1972) y *Chrysoperla ankylopteryformis* (Monserrat y Diaz-Aranda, 1989). (Insecta, Neuroptera: Chrysopidae). Boletin Sanidad Vegetal. Spain. V. 16(4) p. 675-689.
- Diaz-Aranda, L.M., V.J. Monserrat and C.A. Tauber, 2001. Recognition of Early Stages of Chrysopidae. In: Lacewings in the Crop Environment.
- Duelli, P. 1981. Is larval cannibalism in lacewings adaptive? Researches on population Ecology, 23: 193-209.
- Duelli, P., 1984. Oviposition. In: Biology of Chrysopidae, Canard M., Y. Semeria and T.R. New (Eds.). Dr W. Junk Publishers, The Hague, pp: 129-133.
- Duelli, P., 2001. Lacewings in Field Crops. In: Lacewings in the Crop Environment, McEwen, P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 158-171.
- Ehler, L.E., R.F. Long, M.G. Kinsey and S.K. Kelley, 1997. Potential for augmentative biological control of black bean aphid in California sugarbeet. Entomophaga, 42: 241-256.
- Eisner, T., K. Hicks, M. Eisner and D.S. Robson, 1978. Wolf-in-sheep's-clothing strategy of a predaceous insect larva. Science, 199: 790-794.
- El-Arnaouty, S.A., A. Ferran and V. Beyssat-Arnaouty, 1996. Food Consumption by *Chrysoperla carnea* (Stephens) and *Chrysoperla sinica* (Tjeder) of Natural and Substitute Prey: Determination of Feeding Efficiency

- (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae). In: Pure and Applied Research in Neuropterology, Proceedings of the 5th International Symposium on Neuropterology, Canard, M., H. Aspöck and M.W. Mansell (Eds.). Giza, Egypt, pp: 109-117.
- Elzen, G. W., Maldonado, S. N. and Rojas, M. G. 2000. Lethal and sublethal effects of selected insecticides and a growth regulator on the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) ectoparasitoid *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Petromalidae). *Journal of Economic Entomology* 93, 300-303.
- Ferreira AJ, Carvalho GA, Botton M, Lasmar O. 2006. Seletividade de inseticidas usados na cultura da maieira a duas populações de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciencia Rural*. 36(2): 378-384.
- Ferreira, A. J.; Carvalho, G. A.; Botton, M.; Mendonca, L. A.; Correa, A. R. B. 2005. Seletividade de inseticidas usados na cultura da maieira a ovos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciencia Rural*. 35(4): 756-762.
- Ferreira, J. A., Carvalho, A. G., Botton, M., Lasmar, O. 2006. Seletividade de inseticidas usados na cultura da maieira a duas populações de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.2, p.378-384.
- Figueira, L. K.; Carvalho, C. F.; Souza, B. 2002. Influencia da temperatura sobre alguns aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)

(Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidade). Ciencia e Agrotecnologia, Lavras 26: 1439-1450.

Figueredo, L., Torres, J., Sánchez, A., Monasterio, P. Y Cova, J. 2012. Espectro de biorregulación del genero *Ceraeochrysa* spp; (Neuroptera: Chrysopidae) en el agroecosistema maíz. Municipio Peña, estado Yaracuy. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, facultad de agronomía:Pp 47-50.

Flint, M. L., and S. H. Dreistadt. 1998. Natural Enemies Handbook. The illustrated guide to biological pest control. Publication University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Ed. III p: 154.

Fú, A.A., G. Osorio, J.L. Miranda, y J. Grageda. 2002. Evaluación de una cubierta vegetal con *Sesbania* spp. y liberaciones de *Chrysoperla carnea* para el control biológico de la chicharrita de la vid, pp. 225-227. In: SMCB. Memorias del XXV Congreso Nacional de Control Biológico. Hermosillo, Son., Méx.

Gardner, J. and K. Giles, 1996. Handling and environmental effects on viability of mechanically dispensed green lacewing eggs. Biol. Control, 7: 245-250.

Gepp, J., 1984. Morphology and Anatomy of the Preimaginal Stages of Chrysopidae: A Short Survey. In: Biology of Chrysopidae, Canard, M., Y. Semeria and T.R. New (Eds.). Dr W. Junk Publisher, The Hague, pp: 9-19.

- Ghahari, H., A. Satar, F. Anderle, M. Tabari, M. Havaskary and H. Ostovan. Lacewings (insecta: neuroptera) of iranian rice fields and surrounding grasslands. Mun. Ent. Zool. Vol. 5, No. 1, January 2010.
- Giolo, F. P., Medina P., Grützmacher D. A. And Viñuela. E. 2009. Effects of pesticides commonly used in peach orchards in Brazil on predatory lacewing *Chrysoperla carnea* under laboratory conditions. BioControl 54: 625–635.
- Gitirana, J.; Carvalho, C.F.; Souza, B.; Santa, L.V. (2001). *Fluctuação populacional de especies de Ceraeochrysa Adams. 1982 (Neuroptera: Chrysopidae) en citrosna região de Lavras – MG. Cienc. Agrotec. 25(3): 550-559.*
- Godoy M. S., G. A. Carvalho, J. C. Moraes, L. V. Cosme, M. M. Goussain, C. F. Cavalho e A. Morais. 2004. Seletividade de seis inseticidas em citros a pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Ciencia e Agrotecnologia, Lavras, v.33, p. 359-364.
- Godoy, M. S. G. A. Carvalho, B. F. Carvalho e O. Lasmar.2010. Seletividade fisiológica de inseticidas em duas espécies de crisopídeos. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.45, n.11, p.1253-1258
- Godoy, S. M. Carvalho, A. G., Moraes, C. J. Júnior, M. G., Morais, A. A., E Cosme, V. L. 2004 Seletividade de Inseticidas Utilizados na Cultura dos Citros Para Ovos e Larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Depto. Lavras, MG Neotropical Entomology 33(5):639-646.

- Golmohammadi, Gh., Hejazi, M., Iranipour, Sh. and Mohammadi, S. A. 2009, Lethal and sublethal effects of endosulfan, imidacloprid and indoxacarb on first instar larvae of *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae) under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran* 28(2), 37-47.
- González, M. y Viñuela, E. 2000. Evaluación de efectos secundarios de plaguicidas sobre enemigos naturales de las plagas. Métodos de investigación en las ciencias ambientales. *In: López-Olgín, J. E; Aragón, A.; Varela, M. A. (eds.), Métodos de investigación en las ciencias ambientales. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México: 57-73.*
- Grafton – Cardwell, E. E., and M.A. Hoy. 1985. Intraspecific variability in response to pesticides in the common green lacewings. *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Hilgardia* 53: 1-32.
- Grafton-Cardwell, E.E. and M.A. Hoy, 1985. Intraspecific variability in response to pesticides in the common green lacewing, *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). *Hilgardia* 53: 1–31.
- Grafton-Cardwell, E.E. and M.A. Hoy, 1985a. Short-term effects of permethrin and fenvalerato on oviposition by *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Econ. Entomol.* 78(4): 955-959.
- Grimal, A. and M. Canard, 1990. Modalites du developpement de *Chrysopa pallens* (Rambur) (Neuroptera: Chrysopidae) au laboratoire. *Neurop. Int.*, 6: 107-115.

- Guédez, C. Castillo, C. Cañizales, L. y Olivar, R. 2008. Control Biológico: Una Herramienta Para El Desarrollo Sustentable Y Sostenible. Control Biológico - Academia – Trujillo – Venezuela. Vol. VII. (13): 50-74
- Güven, B., and Göven, A. M. 2003. Side effects of pesticides used in cotton and vineyard areas of Aegean Region on green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae), in the laboratory. Pesticides and beneficial organisms. IOBC/wprs Bulletin Vol. 26(5): 21-24.
- Hagen, K.S. and R.L. Tassan, 1970. The influence of food wheast and related *Saccharomyces fragilis* yeast products on the fecundity of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). Can. Entomol., 102: 806-811.
- Hagen, K.S., N.J. Mills, G. Gordh and J.A. McMurtry, 1999. Terrestrial Arthropod Predators of Insect and Mite Pests, Chrysopidae. In: Handbook of Biological Control: Principles and Applications of Biological Control, Bellows T.S. and T.W. Fisher (Eds.). Academic Press, San Diego, California, pp: 415-423.
- Hassan SA, Bigler F, Bogenschu"tz H, Boller E, Brun J, Calis JNM, Chiverton P, Coremans-Pelseneer J, Duso C, Lewis GB, Mansour F, Moreth L, Oomen PA, Overmeer WPJ, Polgar L, Rieckmann W, Samsoe-Petersen L, Sta"ubli A, Sterk G, Tavares K, Tuset JJ, Viggiani G. 1991. Results of the fifth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS—Working Group "pesticides and beneficial organisms". Entomophaga 36:55–67.

- Hassan, S. A., Bigler F., Bogenschütz, H., Brown, J.U., Firth, S. I., Huang, P., Ledieu, M. S., Naton, E., Oomen, P. A., Overmeer. W. P. J., Rieckmann, W., Samsoe-Petersen, L., Viggiani, G., And Van Zon, A. Q. 1983. Results of the second joint pesticidetesting programme by the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Arthropods". *Journal of Applied Entomology* 95(2): 151-158.
- Hassan, S. A., Klinghauf, F., And Shanin, F. 1985. Role of *Chrysoperla carnea* as an aphid predator on sugar beet and the effect of pesticides. *Zeitschrift fur angewandte Entomologie*. 100: 163-174.
- Hassan, S. A.; Albert, R.; Bigler, F.; Blaisinger, P.; Bogenschütz, H.; Boller, E.; Brun J, Chiverton P, Edwards P, Englert WD, Huang P, Inglesfield C, Naton E, Oomen PA, Overmeer WPJ, Rieckmann W, Samsoe-Petersen L, Stäubli A, Tuset JJ, Viggiani G, Vanwetswinkel G. 1987. Results of the third joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". *Journal of Applied Entomology* 103(1): 92-107.
- Henry, C.S., S.J. Brooks, D. Thierry, P. Duelli and J.B. Johnson, 2001. The Common Green Lacewing (*Chrysoperla carnea* s. lat.) and the Sibling Species Problem. In: *Lacewings in the Crop Environment*, McEwen, P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 29-42.
- Hoffmann, M.P. and Frodsham, A.C. (1993) *Natural Enemies of Vegetable Insect Pests*. Cooperative Extension, Cornell University, Ithaca, NY. 63 pp

- Huerta, A., Medina, P., Budia, F., Viñuela, E. 2004. Evaluación de la toxicidad por ingestión de cuatro insecticidas y el colorante Floxín-B en larvas y adultos de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) *Bol. San. Veg. Plagas*, 30: 721-732, 2004.
- Huerta, A., Medina, P., Castañera, P., Vinuela, E. 2003. Residual effects of some modern pesticides on *Chrysoperla carnea*(Stephens) adults under laboratory conditions. Integrated Control in Protected Crops. Mediterranean Climate *IOBC wprs Bull.* 26 (10): 165-170.
- Huerta, A., P. Medina, P. Castanera and E. Vinuela. 2003. Residual effects of some modern pesticides on *Chrysoperla carnea* (Stephens) adults under laboratory conditions. *IOBC/WPRS Bulletin* 26, 165-170.
- Hunter, C. D. 1994. "Suppliers of Beneficial Organisms in North America".California Environmental Protection Agency.Department of Pesticide Regulation.
- Hunter, C. D. 1997. Suppliers of beneficial organisms in North America.California Environmental Protection Agency, Dept. of Pesticide Regulation, Sacramento, CA.
- Iannacone, J. & G. Lamas. 2003. Efectos toxicológicos de Molle (*Schinus molle*) y Lantana (*Lantana camara*) sobre *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), *Trichogramma pinto* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *opidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae) en el Perú. *Agric. Téc. (Chile)* 63: 347-360.

- Iannacone, J. And Alvariño, L., 2005, Selectividad del insecticida cartap empleando bioensayos con organismos no destinatarios. *Ecol. Apl.*, 4: 91-104.
- Iannacone, J. and Lamas, G. 2002. Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 65: 92-101
- Iannacone, J. and Murrugarra, Y. 2000. Fluctuación poblacional del predador *Metacanthus tenellus*Stal (Heteroptera: Berytidae) por los insecticidas botánicos rotenona y neem en el cultivo de tomate en el Perú. *Rev. Colomb. Entomol.* 26: 89-97.
- Iannacone, J., Alvariño, L., Murrugarra, Y. Arrascue, A., Alayo, M. And Salazar, N. 2007. Selectividad del Insecticida Metamidofos en Ocho Organismos Terrestres no Destinatarios. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.*, v. 3, n. 1, 2008, 23-34.
- Iannacone, J., Alvariño, L., Caballero, C. And Sánchez, J. 2000. Cuatro ensayos ecotoxicológicos para evaluar lindano y clorpirifos. *Gayana*, 64: 139-146.
- James, D. G. 2003. Field evaluation of herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects: methyl salicylate and the green lacewing, *Chrysoperlanigricornis*. *Journal of Chemical Ecology*, 29: 1601-1609.
- James, D. G. 2006. Methyl salicylate is a field attractant for the golden eyed lacewing, *Chrysopaoculata*. *Biocontrol Science and Technology*, 16: 107-110.

- Johnson, N. F. & Bin, F. 1982. Species of *Telenomus* (Hym.: Scelionidae), parasitoids of stalked eggs of Neuroptera (Chrysopidae and Berothidae). *Estratto da Redia*, Vol. 65. P: 189-206.
- Jones, S.L., R.E. Kinzer, D.L. Bull, J.R. Ables and R.L. Ridway, 1978. Deterioration of *Chrysopa carnea* in mass culture. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 71: 160-162.
- Karut, K., C. Kazak, A. Arslan and E. Sekeroglu, 2003. Natural Parasitism of *Chrysoperla carnea* by Hymenopterous Parasitoids in Cotton-Growing Areas of Cukurova, Turkey. *Phytoparasitica* 31(1) P: 1-4.
- Krishnamoorthy, A. y M. Many, 1989. Records of green lacewings preying on mealybug in India *Courren science*, 58 (3): 155-156.
- Kuznetsova, Y.I. 1969. The effects of temperature and humidity of the air on *Chrysopa carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). *Zoologicheskyy Zhurnal*, 49: 1349-1357.
- Kyllington, F. J. 1936 A monograph of the British Neuroptera. Vol. 1 Ray Society. London. P: 229
- Lawrence, P.O. 1974. Susceptibility of *Chrysopa rufilabris* to selected insecticides and miticides. *Environ. Entomol.* 3(1): 146-150.
- Lawrence, P.O., Kerr, S.H. and Whitcomb, W.H., 1973. *Chrysopa rufilabris*: Effect of selected insecticides on the duration of the third larval stadium, pupal stage, and adult survival. *Environ. Entomol.*, 2; 477-480.

- Lecrone, S., and Z. Smilowitz. 1980. Selective toxicity of pirimicarb, carbaryl, and methamidophos to green peach aphid, *Myzus persicae* (Sultzer), *Coleomegilla maculata lengi* (Timberlake), and *Chrysopa oculata* Say. *Environ. Entomol.* 9: 752-755.
- Lee, S.J. and C.I.T. Shih, 1982. Biology, predation and field-cage release of *Chrysopa boninensis* Okamoto on *Paurocephala psylloptera* Crawford and *Corcyra cephalonica* Stainton. *J. Agr. For.*, 31: 129-144.
- Lemes, F. F., L. Bacci And M. S. Fernandes. 2010. Impact and Selectivity of Insecticides to Predators and Parasitoids *Entomo Brasiliis* 3(1): 01-10 (2010).
- Liu, Tong-Xian And Chen, T Ian-Ye. 2001. Effects Of The Insect Growth Regulator Fenoxycarb On Immature *Chrysoperla Rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) Vegetable IPM Laboratory, Texas Agricultural Experiment Station, Texas A & M University. *Florida Entomologist* 84(4).
- Loera, J., J. Vargas, J. López y M. Reyes. 2001. Uso y manejo de *Chrysoperla carnea*. Disponible en <http://www.inifap.gob.mx>. Consultado el 1 julio de 2007.
- Loiácono, M. S., S. J. Lanati Y C. Neila. 2006. Una especie nueva del género *Telenomus* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoide de posturas de Chrysopidae (Neuroptera) en Mendoza, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 65 (1-2): 23-26.
- López Arroyo, J. I., E. Cortez-Mondaca, H. C. Arredondo-Bernal, M. Ramírez-Delgado, J. Loera-Gallardo y M. A. Mellín-Rosas. 2007. Uso de

artrópodos depredadores para el control biológico de plagas en México, pp. 90-105. *En*: L. A.

López-Arroyo J. I. y T. De León. 2003. Potencial para la cría masiva de especies de *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae). *En*: J.I. López-Arroyo & M.A. Rocha-Peña (eds.) Memorias del curso nacional Identificación y Aprovechamiento de Depredadores en Control Biológico: Chrysopidae y Coccinellidae. INIFAP, UANL. Julio 21-25, 2003. Monterrey, N. L., México.

López-Arroyo J. I., De León, H. T., Ramírez D. M., Loera, G. J. 2005. Especies De *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae) Presentes En México P: 62-77.

López-Arroyo J. I., J. Martínez-Medina y N. Bautista-Martínez. 2002. Artrópodos plaga y benéficos asociados a la canola en Nuevo León, México, pp. 131-134. *En*: Memorias del XXV Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2002. Hermosillo, Son. México.

López-Arroyo, J.I. 2001. Depredadores de áfidos asociados a los cítricos en Nuevo León, México, pp. E-153. *In*: Memorias XXXVI Congreso Nacional de Entomología. Querétaro, Qro., México.

Lopez-Arroyo, J.I., C.A. Tauber and M.J. Tauber, 1999. Comparative life histories of the predators *Ceraeochrysa cincta*, *C. cubana* and *C. smithi* (Neuroptera: Chrysopidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 92: 208-217.

- Lopez-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.
- Lopez-Arroyo, J.I., C.A. Tauber and M.J. Tauber, 2000. Storage of lacewing eggs: Post-storage hatching and quality of subsequent larvae and adults. *Biological Control* 18: 165-171.
- López-Arroyo, J.I., E. Cortez-Mondaca, H.C. Arredondo Bernal, M. Ramírez-Delgado, J. Loera-Gallardo, y M.A. Mellín. 2007. Uso de depredadores para el control biológico de plagas en México. pp. 91-105. En: L.A. Rodríguez y H.C. Arredondo (eds.) *Teoría y Aplicación del Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. México. 303 p.
- Marin, F.; y V. J. Monserrat. 1995. Contribución al conocimiento de los neurópteros de Zaragoza (Insecta, Neuropteroidea). *ZAPATERI Revta. Aragon. Ent.*, 5: 109-126
- Martínez, I. P., M. Ramírez, U. Nava y J. M. Vázquez. 2001. Fluctuación poblacional de pulgones y sus depredadores en huertas de nogal pecanero (*Carya illinoensis* Koch), con alfalfa como cobertura vegetal en la Comarca Lagunera, pp. 127-130. *En: Memorias del XXIV Congreso Nacional de Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2001. Chihuahua, Chih. México.
- Martínez, L., A. Iturbide, y G. Hernández. 2002. Enemigos naturales de *Corythuca cydoniae* (Hemiptera: Tingidae) y *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) en membrillero, en Durango, México, pp. 128-

131. In: SMCB. Memorias del XXV Congreso Nacional de Control Biológico. Hermosillo, Son., Méx.
- McEwen P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 60-81.
- McEwen, P., T.R. New and A.E. Whittington, 2001. Lacewings in the Crop Environment. Cambridge University Press, Cambridge, pp: 546.
- McEwen, P.K. and C. Sengonca, 2001. Artificial Overwintering Chambers for *Chrysoperla carnea* and their Application in Pest Control. In: Lacewings in the Crop Environment, McEwen, P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 487-491.
- Medina, P., Budia, F., Del Estal, P., Adán, A..Viñuela 3 - 2004. Toxic effects of fipronil in the predatory Lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Biocontrol Science and Technology. Vol. 00, No. 00, 1_/8.
- Medina, P., Budia, F., Del Estal, P., Viñuela, E. 2003a. Effects of three modern insecticides: pyriproxyfen, spinosad and tebufenozide on survival and reproduction of *Chrysoperlacarnea*(Stephens) adults. *Ann. Appl. Biol.* 142: 55-61.
- Medina, P., Budia, F., Smagghe, G.; Viñuela, E. 2001 Compatibility of Spinosad, Tebufenozide and Azadirachtin on eggs and pupae of the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) under laboratory conditions. *BiocontrolSci. Technol.* 11: 597-610.
- Medina, P., Budia, F., Vogt, H., Del Estal, P., Vinuela, E. 2002a. Influencia de la ingestión de presa contaminada con tres modernos insecticidas en

Chrysoperla carnea (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Bol. San. Veg. Plagas*. 28: 375-384.

Medina, P., F. Budia, H. Vogt, P. Del Estal, And E. Viñuela. Influencia de la ingestión de presa contaminada con tres modernos insecticidas en *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 28: 375-384.

Medina, P., f. Budia, P. del Estal, A. Adán and E. Viñuela 2003. Side-effects of six insecticides on different developmental stages of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *OILB/wprs Bulletin* 26 (5): 33-40.

Medina, P., G. Smagghe, F. Budia, L. Tirry and E. Vinuela, 2003. Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol.*, 32: 196-203.

Medina, P., Smagghe, G., Budia, F., Tirry, L., Viñuela, E. 2003b. Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) *Environ. Entomol.* 32: 196-203.

Medina, P., Smagghe, G., Budia, F., Tirry, L., Viñuela, E. 2002b. Significance of penetration, excretion and transovarial uptake to toxicity of three insect growth regulators in predatory lacewing adults. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 51: 91-101.

Medina, P., Smagghe, G., Budia, F., Tirry, L., Viñuela, E. 2002b. Significance of penetration, excretion and transovarial uptake to toxicity of three insect

- growth regulators in predatory lacewing adults. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 51: 91-101.
- Metcalf, C. L. y W. P. Flint, 1982. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su control. 4ª. Ed. Continental. Pp. 89.
- Michaud, J.P., 2001. Evaluation of green lacewings, *Chrysoperla plorabunda* (Fitch) (Neurop., Chrysopidae), for augmentative release against *Toxoptera citricida* (Hom., Aphididae) in citrus. *J. Applied Entomol.*, 125: 383-388.
- Milbrath, L.R., M.J. Tauber and C.A. Tauber, 1993. Prey specificity in *Chrysopa*: An interspecific comparison of larval feeding and defensive behavior. *Ecology*, 74: 1384-1393.
- Miller, G.L., Oswald, J.D. and Miller, D.R. 2004. Lacewings and scale insects: A review of predator/prey associations between the Neuropterida and Coccoidea (Insecta: Neuroptera, Raphidioptera, Hemiptera). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97: 1103-1125.
- MIPerú, 2007. Comportamiento De Las Chysopas: Guía Para Entender Su Uso Como Agente De Control Biológico. Manejos Integrados Perú S. A. Perú. P: 1-6.
- Mohammad R., M. Amin Samih. 2012. Functional Response Of *Chrysoperla Carnea* Larvae To *Aphis Punicae*, *Empoasca Decipiens* And *Agonosцена Pistaciae*. *International Journal Of Agriculture: Research And Review*. Vol., 2 (5), 535-541.

- Montserrat, J. V. And Díaz-Aranda., M. L. 2012. Los estadios larvarios de los Crisópidos ibéricos (Insecta, Neuroptera, Chrysopidae), nuevos elementos sobre la morfología larvaria aplicables a la sistemática de la familia. *Graellsia*, 68(1): 31-158.
- Montserrat, V. J., 2008. Nuevos datos sobre algunas especies de crisópidos (Insecta: Neuroptera, Chrysopidae). *Heteropterus Revista de Entomología*, 8(1): 171-196.
- Montserrat, V. J., Oswald, J. D., Tauber, C. A. and Díaz- Aranda, L. M., 2001. Recognition of larval Neuroptera. In: P. McEwen, T. R. New & A. E. Whittington (eds.). *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press. Cambridge: 43-81.
- Moraes, J. C., 1989. Aspectos biológicos e seletividade de alguns acaricidas a *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. Dissertação de mestrado, UFLA, Lavras. P: 86.
- Moura A. P., Carvalho G. A., Moscardini V. F. Marques, M. C., Souza J. S. 2009. Toxicidade de pesticidas recomendados na producao integrada de maca (PIM) a populacoes de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical Entomology*. 38(3): 395-404.
- Moura, P. A., Carvalho, A. G., And Botton, M. 2012. Residual Effect Of Pesticides Used In Integrated Apple Production On *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) Larvae. *Chilean Journal Of Agricultural Research* 72(2): 217-223.

- Moura, P. A., Carvalho, A. G., Cosme, V. L., Alves, E., Botton, M. And Silva, S. P. 2011. Toxicological and ultrastructural analysis of the impact of pesticides used in temperate fruit crops on two populations of *Chrysoperla externa* (Neuroptera, Chrysopidae) Revista Brasileira de Entomologia 55(3): 411–418.
- Muzammil S. M. 2010, investigation on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (neuroptera: chrysopidae) as a biological control agent against cotton pests in pakistan, department of entomology faculty of crop protection Sindh agriculture university, tandojam. Tesis de doctorado
- Muzammil, S. and Ghulam, H. A. 2009. Comparative Effect of Natural and Artificial Larval Diets on Biology of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Pakistan J. Zool.*, vol. 41(5), pp. 335-339
- Muzammil, S. M. 2010. Investigations On *Chrysoperla Carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) As A Biological Control Agent Against Cotton Pests In Pakistan. Ph.D. Thesis. Department Of Entomology Faculty Of Crop Protection Sindh Agriculture University, Tando Jam.
- Muzammil, S. M., Bilquis F., Nazir A. And Ghulam H. A. 2007. Development of Larval Artificial Diet of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae), *Pakistan J. Zool.*, vol. 39(2), pp. 103-107
- Nasreen, A., A. Mustafa, G. And Ashfaq, M. 2005. Mortality of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) after exposure to some insecticides; laboratory studies South Pacific Studies Vol. 26, No.1. p: 6.

- Nasreen, A., Ashfaq, M., Mustafa, G., and Khan, R. R. 2007. Mortality Rates Of Five Commercial Insecticides On *Chrysoperla Carnea* (Stephens) (*Chrysopidae: Neuroptera*) Pak. J. Agri. Sci., Vol. 44(2): 266-271.
- Nasreen, A., Mustafa, G. And Ashfaq, M. 2003. Selectivity of Some Insecticides to *Chrysoperla carnea* (Stephen) (Neuroptera: Chrysopidae) in Laboratory. Pakistan Journal of Biological Sciences 6 (6): 536-538.
- Navarro, V. M., Acevedo, V. M. M., Rodriguez, R. M. P., Alcazar, A. M. D., Belda, S. J. E. 2006. Organismos para el control biológico de plagas en cultivos de la provincia de Almería. Ed. CAMAJAR. 2^a Ed. Almeria España. P: 232.
- Nentwig, W., M. Sorg and J. Eichenberger, 2002. Chemical extracts of plants as possible attractants for the green lacewing *Chrysoperla carnea* (Planipennia, Chrysopidae). Z. Pflanzenk. Pflanzen., 109: 318-326.
- New, T. R. R. 1975. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera) with reference to their use as biological agents: a review. Transactions of the Royal Entomological Society of London, 127: 115-140.
- New, T. R., 2001a. Introduction to the Neuroptera: what are they and how do they operate? In: P. K. McEwen, T. R. New & A. E. Whittington (eds.). *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press. Cambridge: 3-5.
- New, T. R., 2001b. Introduction to the systematic and distribution of Coniopterygidae, Hemerobiidae, and Chrysopidae used in pest management. In: P. K. McEwen, T. R. New & A. E. Whittington (eds.).

Lacewings in the Crop Environment. Cambridge University Press.
Cambridge: 6-28.

- New, T.R., 2001. Introduction to the Neuroptera: What are They and How do They Operate. In: *Lacewings in the Crop Environment*, McEwen P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 3-5.
- New, T.R., 2002. Prospects for extending the use of Australian lacewings in biological control. *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.*, 48: 209-216.
- Nicholls, E. C. I. 2008. Control biológico de insectos : un enfoque agroecológico. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2008. P 282.
- Nordlund, D. A. & R. K. Morrison. 1992. Mass rearing of *Chrysoperla* species. Pp. 427 – 439. In: Anderson, T. E. & N. C. Lepla (Eds.) *Advances in insect rearing for research and pest management*. Westview Press. USA. 521 p.
- Nordlund, D.A., A.C. Cohen and R.A. Smith, 2001. Mass-Rearing, Release Techniques, and Augmentation. In: *Lacewings in the Crop Environment*, McEwen P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 303-319.
- Núñez, E. & J. Pardo. 2002. Contribución al conocimiento de los Chrysopidae: taxonomía, biología, ecología y manejo. Pp. 25-40. In: *Memorias Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN) XXIX Congreso*, SOCOLEN. Monteria, Colombia.

- Núñez, E. 1985. Primer registro y utilización en el Perú de *Chrysoperla externa* (Hagen) y *Cereaochrysa cincta*(Schneider). *Informativo del área andina* 4(1). IICA. Pp. 19
- Núñez, Z. E. 1988. Chrysopidae (Neuroptera) del Perú y sus especies más comunes. *Rev. Peruana Entomol.* 31: 69-75.
- O'Neil, R.J., K.L. Giles J.J. Obrycki, D.L. Mahr, J.C. Legaspi and K. Katovich, 1998. Evaluation of the quality of four commercially available natural enemies. *Biol. Control*, 11: 1-8.
- Ontiveros, Y., M. Ramírez, U. Nava y G. Hernández. 2000. Desarrollo, sobrevivencia, fecundidad y estadísticos vitales de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), pp. 107-110. *En: Memorias del XXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2000. Guanajuato, Gto. México.*
- Oswald, D. J. 2003. Bibliography of the Neuropterida. A Working Bibliography of the Literature on Extant and Fossil Neuroptera, Megaloptera, and Raphidioptera (Insecta: Neuropterida) of the World. Consultado el 09 febrero 2010. Disponible en <http://insects.tamu.edu/research/neuropterida/bibhome.html>
- Pacheco, F.1985. Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. SARH-INIA-CIANO. Campo Agr. Exp. Valle del Yaqui. Ciudad Obregón. 414 pp.
- Pacheco, M. F. 1986 Plagas de los cultivos agrícolas de sonora y baja california. Ciano. 339-340

- Pappas M.L., G.D. Broufas and D.S. Koveos, 2008. The two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), alternative prey for the lacewing *Dichochrys aprasina* (Neuroptera: Chrysopidae). Eur. J. Entomol., 105: 461-466.
- Pappas M.L., G.D. Broufas and D.S. Koveos, 2009. Effect of prey availability on development and reproduction of the predatory lacewing *Dichochrys aprasina* (Neuroptera: Chrysopidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 102: 437-444.
- Pappas, M.L., G.D. Broufas and D.S. Koveos, 2007. Effects of various prey species on development, survival and reproduction of the predatory lacewing *Dichochrys aprasina* (Neuroptera: Chrysopidae). Biol. Control, 43: 163-170.
- Pascual-Ruiz, S., M. J. Verdu, J. A. Jacas, A. Urbaneja. 2007. Parasitismo natural de huevos de crisopidos por el parasitoide *Telenomus acrobates* Giard (Hymenoptera: Scelionidae). Bol. San. Veg. Plagas. 33: 65:68.
- Pathan. A. K, Sayyed, H. A., Aslam, M. Liu, T.-X., Razzaq, M. And Gillani, A. W. 2010. Resistance to Pyrethroids and Organophosphates Increased Fitness and Predation Potential of *Chrysoperla carnae* (Neuroptera: Chrysopidae). J. Econ. Entomol. 103(3): P: 823-824.
- Pedigo, P. L. Y Rice, E. M. 2006. Entomology And Pest Management. Pearson Prentice Hall. 5a Ed. USA. Pp. 749.
- Penny, N. D. 1997. For new species of Costa Rican *ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae). Pan-Pacific Entomol. 73 (2): 61-69.

- Penny, N. D. 2002. A guide to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 53 (12):161-457.
- Penny, N. D., C. A. Tauber and T. De Leon. 2000. A new species of *Chrysopa* from western North America with a key to North American species (Neuroptera: Chrysopidae). *Annals of Entomological Society of America*, 93: 776-784.
- Penny, N.D., P.A. Adams, y L.A. Stange. 1997. Species catalog of the Neuroptera, Megaloptera, and Raphidioptera of America north of Mexico. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 50:39-114.
- Pérez, A. y C. Acatitla. 2001. Capacidad depredadora de *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) en el control de cinco especies de áfidos de importancia agrícola en Chapingo, México, pp.209-211. *En: Memorias del XXIV Congreso Nacional de Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2001. Chihuahua, Chih. México.
- Perez, C.A., 1983. Efeito de produtos químicos esterilizantes sobre *Ceratitits capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), seus simbioses e o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Dissertação de Mestrado ESALQ-USP, Piracicaba. 93 pp.
- Pineda, G. M. 2007. Efectividad Biológica Del Depredador *Chrysoperla carnea* Stephens En El Control De Plagas. Tesis Licenciatura. Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo. Escuela de Ciencias Agropecuarias. Apatzingán, Michoacán México. Pp. 1-68

- Plapp F. W. Jr., and D. L. Bull. 1978. Toxicity and selectivity of some insecticide to *Chrysopa carnea*, a predator of the tobacco budworm. *Environ. Entomol.* 7: 431-434.
- Preetha, S. G Johnson, T. Manoharan, S. Chandrasekaran, S. Kuttalam. 2009. Toxicity Of Imidacloprid And Diafenthiuron To *Chrysoperla Carnea* (Stephens) (*Neuroptera: Chrysopidae*) In The Laboratory Conditions. *Journal Of Plant Protection Research* Vol. 49, No. 3 (2009)
- Principi, M.M. and M. Canard, 1984. Feeding Habits. In: *Biology of Chrysopidae*, Canard, M., Y. Semeria and T.R. New (Ed.). Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands, pp: 76-92
- Principi, M.M., 1956. Contributi allo studio dei Neurotteri italiani XIII. Studio morfologico, etologico e sistematico di un gruppo omogeneo di specie del Gen. *Chrysopa* Leach (*C. flavifrons Brauer, prasina* Burm. e. *clathrata* Sch.). *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 21: 319-410.
- Principi, M.M., 1956. Contributi Allo studio dei Neurotteri Italian XIII. Studio morfologico, etologico e sistematico di un grupo omogeneo di specie del Gen. *Chrysopa* Leach (*C. flavifrons Brauer, prasina* Burm. e. *clathrata* Sch.). *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 21: 319-410.
- Ramírez-Delgado, M. 2007. Diversidad, distribución y atributos bioecológicos de especies de Chrysopidae asociadas a los frutales del Norte y Centro de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de Los Garza, N. L., México. 145 p.

Rev. Entomology 26: 213-32.

- Rezaei, M., K. Talebi, V. H. Naveh, and A. Kavousi. 2007. Impacts of the pesticides imidacloprid, propargite and pymetrozine on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): IOBC and life table assays. *BioControl*, 52: 385-398.
- Ribeiro, M.J., J.C. Matioli and C.F. Carvalho, 1988. Efeito da Avermectina-B1 (MK-936) sobre o desenvolvimento larval de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Pesq. Agropec. Bras.* 23: 1189–1196.
- Riddick, E.W., 2009. Benefits and limitations of factitious prey and artificial diets on life parameters of predatory beetles, bugs, and lacewings: A mini-review. *BioControl*, 54: 325-339.
- Ridgway, R.L. and S.L. Jones, 1969. Inundative releases of *Chrysopa carnea* for control of *Heliothis* on cotton. *J. Econ. Entomol.* 62: 177-180.
- Ridgway, R.L., R.K. Morisson and M. Badgley, 1970. Mass rearing green lacewing. *J. Econ. Entomol.*, 63: 834-836.
- Rimoldi, F., Schneider, M. I. and Ronco, A. E. 2008. Susceptibility Of *Chrysoperla externa* Eggs (Neuroptera: Chrysopidae) To Conventional And Biorational Insecticides. *Environmental Entomology*. 37(5): 1252-1257.
- Rocha, L.C.D. 2008. Seletividade fisiológica de inseticidas utilizados em cultura cafeeira sobre os predadores *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1853

- (Coleoptera: Coccinellidae). Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Lavras, P 133.
- Rodríguez del Bosque, L.A. y H. C. Arredondo Bernal. 1999. Quien es Quien en el Control Biológico en México. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Rio Bravo. Folleto técnico Núm. 23. Tamaulipas, México. P.147.
- Rodríguez del-Bosque y H. C. Arredondo-Bernal (eds.), Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.
- Rodríguez, L.A., y H.C. Arredondo. 1999. Quién es quién en control biológico en México. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Tamaulipas, Méx. Folleto técnico no. 23. 147 pp.
- Rosen, D., F. D. Bennett y J. L. Capinera. 1994. *Pest management in the Tropics: Biological control-A Florida perspective*. Intercept. Andover. 737 p.
- Rosenheim, J. A., D. D. Limburg, R. G. Colfer, D. K. Letourneau, and D. A. Andow. 1999. Impact of generalist predators on a biological control agent, *Chrysoperla carnea*: direct observations. *Ecological Applications* 9: 409-417.
- Rouhani, M. y A. Samih, 2012. Functional Response Of *Chrysoperla Carnea* Larvae To *Aphis Punicae*, *Empoasca Decipiens* And *Agonoscena Pistaciae*. *Intl. J. Agric: Res & Rev. Vol.*, 2 (5), 535-541.
- Rumpf, S., C. Frampton, And B. Chapman. 1997. Acute toxicity of insecticides to *Micromus tasmaniae* (Neuroptera: Hemerobiidae) and *Chrysoperla*

- carnea* (Neuroptera: Chrysopidae): LC50 and LC90 estimates for various test durations. J. Econ. Entomol. 90: 1493-1499.
- Sabry, H. K. And El-Sayed, A. A. 2011. Biosafety Of A Biopesticide And Some Pesticides Used On Cotton Crop Against Green Lacewing, *Chrysoperla Carnea* (Stehens) (Neuroptera: Chrysopidae). Journal Of Biopesticides, 4 (2): 214-218.
- Salama, H.S., Zaki, N. F., Salam, A. S. and EL-Din. S. A. 1990. Comparative Effectiveness of *Becillus thuriengensis* and Lannate against *Spodoptera lituralis*. Journal of Islamic Academy of Society. 3(4): 325-329.
- Santa-Cecilia L. V. C., B. Souza e C. F. Carvalho. 1997. Seletividade de alguns insecticidas/acaricidas aos adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratorio. Pesq. Agropec. Bras. 31(11): 803-806.
- Senior, L.J. and P.K. McEwen, 2001. The use of Lacewings in Biological Control. In: Lacewings in the Crop Environment, McEwen, P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 296-302.
- Silva, R. A, Carvalho GA, Carvalho CF, Reis PR, Souza B, Pereira AMAR. 2006. Ação de productos fitossanitários utilizados em cafeeiros sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência Rural* 36(1): 8-14.
- Silva, R. A., Carvalho, A. G., Carvalho, F. C., Reis, R. P., Souza B, Pereira A. 2006. Ação de produtos fitossanitários utilizados em cafeeiros sobre

- pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência Rural* 36(1): 8-14.
- Silva, R. A., Carvalho, A.G., Carvalho, F.C. Reis, R.P., Souza, B., Rezende, P. A. M. A. 2006. Ação de produtos fitossanitários utilizados em cafeeiros sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.1, p.8-14.
- Silva, R. A., Reis, R. P., Souza, B., Carvalho, F. C. Carvalho, A. G., Cosme, V. L. 2006. Flutuação populacional de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em cafeeiros conduzidos em sistemas orgânico e convencional. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (Costa Rica) No. 77.
- Silva, R.A.S.; Carvalho, G.A.; Carvalho, C.F.; Reis, P.R.; Souza B., Pereira A. M. A. R. 2006. Acao de produtos fitossanitarios utilizados em cafeeiros sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciencia rural*. 36(1): 8-14.
- Silver, A.R.J., H.F. Emden and M. Battersby. 1995. A biochemical mechanism of resistance to pirimicarb in two glasshouse clones of *Aphis gossypii*. *Pesticide Science*, 43: 21-29.
- Silvers, C.S., J.G. Morse and E.E. Grafton-Cardwell, 2002. Quality assessment of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) producers in California. *Fla. Entomol.*, 85: 594-598.

- Smith, R. C. 1922. THE BIOLOGY OF THE CHRYSOPIDAE. Men. Cornell. Univ. Agric. Exp. Sta. 58: 1287-1372.
- 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
- Souza B., L. V. C. Santa-Cecilia e C. F. Carvalho. 1996. Seletividade de alguns insecticidas e acaricidas a ovos e larvas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratorio. *Pesq. Agropec. Bras.* 31(11): 775-779.
- Souza, B. and Carvalho F. C. 2002. Population Dynamics And Seasonal Occurrence Of Adults Of *Chrysoperla Externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) In A Citrus Orchard In Southern Brazil. *Acta Zoologica Academia e Scientiarum Hungaricae* 48 (Suppl. 2), pp. 301–310.
- Souza, B., Costa S-C. L. V., Y Freire, C. C. 1996 Seletividade De Alguns Inseticidas E Acaricidas A Ovos E Adultos De *Ceraeochrysa Cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) Em Laboratório1. *Pesq. Agropec. Bras., Brasília*, v. 31, n. 11, p. 775-779.
- Staple, J. O., Cortesero, A. M. & Lewis, W. J. (2000) Disruptive sublethal effects of insecticides on biological control: altered foraging ability and life span of the parasitoid after feeding on extra floral nectar of cotton treated with systemic insecticides. *Biological Control* 17, 243-249.
- Stark J. D, and J. E. Banks 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 48:505-19.

- Stark, J. D., Banks, J. E. & Acheampong, S. (2004) Estimating susceptibility of biological control agents to pesticides: influence of life history strategies and population structure. *Biological Control* 29, 392-398.
- Stelzl, M. and Devetak, D. 1999. Neuroptera in agricultural ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 305-321.
- Sweetman, H. L. 1958. The principles of Biological Control W.M.C. Brown Co. Publ., Dubuque.
- Szentkirályi, F. 2001. Lacewings in fruit and nut crops, pp. 172-238. *In*: P. McEwen, T.R. New, y A.E. Whittington (Ed.). *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- Tauber, C. A. 1969. Taxonomy and biology of the lacewing genus *Meleoma* (Neuroptera: Chrysopidae) University of California Press (Berkeley) vol. 58. P: 94.
- Tauber, C. A. 1974. Sistmatics of North American Chrysopid larve: *chrysoperla carnea* group (neuroptera) *Can. Ent.* 106: 1133-1153.
- Tauber, C. A. 1974. Systematics of North American chrysopid larvae: *Chrysopa carnea* group (Neuroptera). *Canadian Entomol.* 106: 1133-1153.
- Tauber, C. A. 2003: Generic characteristics of Chrysopodes (Neuroptera: Chrysopidae), with new larval descriptions and a review of species from the United States and Canada. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **96**: 472–490.
- Tauber, C. A. 2004. A Systematic Review of the Genus *Leucochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) in the United States. *Annals of the Entomological Society of America*, 97 (6): 1129-1158.

- Tauber, C.A. y T. De León. 2001. Systematics of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): Larvae of *Ceraeochrysa* from Mexico. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 94: 197-209.
- Tauber, C.A., M.J. Tauber and J.R. Nechols, 1987. Thermal requirements for development in *Chrysopa oculata*: A geographical stable trait. *Ecology*, 68: 1479-1487.
- Tauber, J. M., Tauber, A.C. And Hilton, W.T. 2006. Life History And Reproductive Behavior Of The Endemic Hawaiian *Anomalochrysa Hepatica* (Neuroptera: Chrysopidae): A comparative approach. *Eur. J. Entomol.* 103: 327–336.
- Tauber, M. J., C. A. Tauber, y J. I. Lopez-Arroyo. 1997. Life-History variation in *Chrysoperla carnea*: implications for rearing and storing a Mexican population. *Biological Control* 8:185-190.
- Tauber, M. y Tauber. 2000. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). *Amer. Entomol.* 46(1): 26-38.
- Tauber, M., C. Tauber, K. Daane and K. Hagen. 1995. Evaluation of augmentative releases. Available at <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/proj6.html>.
- Tauber, M.J. and C.A. Tauber, 1983. Life history traits of *Chrysopa carnea* and *Chrysopa rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae): Influence of humidity. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 76: 282-285.

- Tauber, M.J., C.A. Tauber and S. Gardescu, 1993. Prolonged storage of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol.*, 22: 843-848.
- Tauber, M.J., C.A. Tauber, K.M. Daane and K.S. Hagen, 2000. Commercialization of predators: Recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae). *Am. Entomol.*, 46: 26-37.
- Tauber, M.J., G.S. Albuquerque and C.A. Tauber, 1997. Storage of nondiapausing *Chrysoperla externa* adults: Influence on survival and reproduction. *Biol. Control*, 10: 69-72.
- Throne, J. E., Weaver, D. K., Chew, V. And Baker, J. E., 1995, Probit analysis of correlated data: multiple observations over time at one concentration. *J. Econ. Entomol.*, 88: 1510-1512.
- Tilman, P. G. and J. E. Mulrooney. 2000. Effect of selected insecticides on the natural enemies in cotton. *Journal of Economic Entomology*, 93: 1638-1643.
- Tomizawa, M., J.E. Casida. 2005. Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action. *Annual Review Pharmacology Toxicology*, v.45, p.247-248,
- Toth, M., A. Bozsik, F. Szentkiralyi, A. Letardi and M.R. Tabilio *et al.*, 2006. Phenylacetaldehyde: A chemical attractant for common green lacewings (*Chrysoperla carnea* s.l., Neuroptera: Chrysopidae). *Eur. J. Entomol.*, 103: 267-271.

- Toth, M., F. Szentkiralyi, J. Vuts, A. Letardi, M.R. Tabilio, G. Jaastad and G.K. Knudsen, 2009. Optimization of a phenylacetaldehyde-based attractant for common green lacewings (*Chrysoperla carnea* s.l.). *J. Chem. Ecol.*, 35: 449-458.
- Trelles, A. y Ferrer, F. 2001. Utilización de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) dentro de los programas de manejo integrado de plagas en diversos cultivos. XVII Congreso Venezolano de Entomología. Sociedad Venezolana de Entomología. Maturín, Venezuela. P 26.
- Tulisalo, U., 1984. Biological Control in the Greenhouse. In: *Biology of Chrysopidae*, Canard, M., Y. Semeria and T.R. New (Eds.). Dr. W. Junk, The Hague, pp: 228-233.
- Ulhaq, M. M., A. Sattar, Z. Salihah, A. Farid, A. Usman & S.U.K. Khattak. 2006. Effect of different artificial diets on the biology of adult green lacewing (*Chrysoperla carnea* Stephens.). *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 28: 1-8.
- Ulhôa, J.L.R., A.C. Geraldo, F.C. César and S. Brígida. 2002. Ação de inseticidas recomendados para o controle do curuquerê-do-algodoeiro para pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.26, p.1365-1372.
- Ulhôa, R. J. L., Carvalho, A. G., Carvalho, F. C., Souza, B., 2002. Ação De Inseticidas Recomendados Para O Controle Do Curuquerê-Do-Algodoeiro Para Pupas E Adultos De *Chrysoperla Externa* (Hagen,

- 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Ciênc. Agrotec., Lavras. Edição Especial, P.1365-1372.
- Ulhôa, R. L. J., Carvalho, A. G., Carvalho, F. C., Souza, B. 2002. Ação De Inseticidas Recomendados Para O Controle Do Curuquerê-Do-Algodoeiro Para Pupas E Adultos De *Chrysoperla Externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) Ciênc. agrotec., Lavras. Brazil. Edição Especial, p.1365-1372.
- 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.
- Valencia, L. L. A., Romero, N. J., Valdez, C. J., Carrillo, S. J. L. Y López, M. V. 2006. Taxonomía y Registros de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) en el Estado De Morelos, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 22(1): 17-61.
- Van Driesche, R. G., Hoddle M. S. y Center T. D. 2007. Control De Plagas Y Malezas Por Enemigos Naturales. Ed. USDA.
- Vargas, C. R., Dionei G. A., Edson, N. D. Baier, S. P. R., Spagnol, D. João Z. M. 2011. Seletividade de Agrotóxicos Recomendados na Persicultura ao Predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)^{1ª} Edição, Pelotas, RS. Boletim de pesquisa e desenvolvimento (152). P: 36.
- Vázquez, J. M. y R. Muñoz. 2000. Fluctuación poblacional de crisópidos (Neuroptera: Chrysopidae) en huertas de nogal pecanero de la

- Comarca Lagunera, pp. 230-232. *En*: Memorias del XXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2000. Guanajuato, Gto. México.
- Vázquez, J.M., y R. Muñoz. 2000. Fluctuación poblacional de crisópidos (Neuroptera: Chrysopidae) en huertas de nogal pecanero de la Comarca Lagunera, pp. 230-232. *In*: SMCB. Memorias del XXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Guanajuato, Gto., Méx.
- Velasco, S. J. S., 2005. Técnicas De Liberación Y Manejo De *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysoperla) Para El Control De Mosquita Blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodide) Y Pulgón Saltador *Bactericera = Paratrioza Cockerelli* Sulc. (Homoptera: Psillidae) En Cultivos Horticolas. Memorias Del Taller De Entomófagos. XVIII Congreso Nacional De Control Biológico. P: 57-61.
- Velasquez, G. L. P. 2004. Estudio De La Biología De *Ceraeochrysa Claveri* (Neuroptera: Chrysopidae) Alimentada Con Dos Tipos De Presa En Condiciones De Laboratorio. Centro Internacional De Agricultura Tropical. Universidad De Caldas Facultad De Ciencias Agropecuarias: 1-43.
- Velloso A. H. P. P., R. L. O. Riginato, G. A. Carvalho, e C. F. Carvalho. 1999. Efeitos de compostos reguladores de crecimiento de insectos sobre lavas e adultos de *Chrysoperla carnea* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Cien. e Agrotec.* 23(1): 96-101.

- Venzon, M., M.C. Rosado, D.E. Euzebio, B. Souza and J.H. Schoereder, 2006. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Neotrop. Entomol., 35: 371-376.
- Vilela, M. Carvalho, A. G., Carvalho, F. C. Vilas Boas, A. A. 2009. Toxicidade De Acaricidas Utilizados Em Cafeeiro Para Adultos De *Chrysoperla Externa* (Hagen, 1861). VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. P: 4.
- Weeden, C., S. Shelton, And M. P. Hoffmann. 1999. Biological control: a guide to natural enemies in North America. Lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae).
<http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/predators/ladybintro.html>.
- Weihrauch, F., 2008. Overwintering of common green lacewings in hibernation shelters in the Hallertau hop growing area. Bull. Insectol., 61: 67-71.
- Yamamoto, I. Y Casida, J.E. 1999. Nicotinoid insecticides and the nicotinic acetylcholine receptor. Ed. Springer Tokyo, p.300.
- Younis, A. M., S. H. H. Hamouda, S. A. Ibrahim And Z. A. A. Zeitoun. 2007. Field evaluation of certain pesticides against the bollworms with speial reference to their negative impact on beneficial artropds (2006 cotton season, Minia region, Egypt). African Crop Science Conference Proceedings Vol. 8 P: 993-1002.
- Yu, H., Y. Zhang, K. Wu, X.W. Gao and Y.Y. Guo, 2008. Field-testing of synthetic herbivore induced plant volatiles as attractants for beneficial insects. Environ. Entomol., 37: 1410-1415.

Zhang, Q. H., M. Sheng, G. Chen, J.R. Aldrich and K.R. Chauhan, 2006.
Iridodial: A powerful attractant for the green lacewing, *Chrysopa septempunctata* (Neuroptera: Chrysopidae). Naturwissenschaften, 93: 461-465.

LETHAL AND SUBLETHAL EFFECT OF INSECTICIDE OVER DIFFERENT *Chrysoperla carnea* (STEPHENS) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) INSTARS.

Abstract: The chemical and biological control in sustainable management requires knowing the risks, selectivity and conditions of use of insecticides, in that matter, tolerance of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to field concentration abamectin, endosulfan and profenofos was compared. Profenofos was the insecticide that showed the higher toxicity to larvae and adults. Abamectin showed toxicity over 1st instar larvae and a negative effect on oviposition and endosulfan had adverse effects on eggs, 1st and 2nd instar larvae, and had no negative effect over 3rd instar and pupae.

Key words: integrated control, selectivity, tolerance.

INTRODUCTION

Chrysoperla carnea (Stephens) is a voracious generalist predator in agricultural systems (Tauber *et al.*, 2000), having a wide host range (McEwen *et al.*, 2001), and effective as a biological control agent (Hagley and Miles, 1987). However, in some cases, using only biological control agents is not enough to provide adequate control, but through its integration with other management tools, can be a source of sustainable control (Cock, 1994). The indiscriminate use of insecticides can jeopardize biological control success due to its toxic effects on natural enemies; therefore, it is important to know the risks, selectivity and conditions of use of these products, to maximize compatibility between chemical and biological control (Stevenson and Walters, 1983). The effect of insecticides on beneficial arthropods were measured first by bioassays, usually designed to assess the acute toxicity of individuals of specific age and size, in order to estimate their mortality through LC50s or LD50s (Desneux *et al.*, 2007); later, the effect was examined through selectivity tests, to identify products with lower toxicity on non-target organisms (Purcell *et al.*, 1994). The estimated lethal dose for acute toxicity tests and selectivity is only a partial measure of the total effect of insecticides on these beneficial organisms; in addition to direct mortality induced by pesticides, sub lethal effects on arthropod physiology and behavior should be considered for a complete analysis of its impact (Desneux *et al.*, 2007). Sublethal effects are defined as effects on individuals which survive exposure to a pesticide and can be show a reduction in cycle life, rate of development, fertility, fecundity, change in sex ratio and changes in feed and search capacity and

oviposition (Desneux *et al.*, 2004). Therefore, the objective of this research was to evaluate the lethal and sublethal effects of endosulfan, abamectin and profenofos over *C. carnea* under laboratory conditions.

MATERIALS AND METHODS

Insect colony: Lacewing colony was obtained from eggs provided by the Centro de Reproduccion de Organismos Beneficos (CROB) of the state of Coahuila, placed individually in plastic cups (3 cm x 3 cm) and after emergence, larvae were fed with *Sitotroga cerealella* eggs and maintained under controlled conditions at a temperature of 25 ± 2 °C and $70 \pm 10\%$ Relative Humidity.

Insecticides: Insecticides evaluated were endosulfan (EC Thiodan 33%), abamectin (EC Agrimec 1.8%) and profenofos (73% Curacrón EC) whose field concentrations were 180, 18 and 1400 ppm L⁻¹, respectively, and the control in which only water was applied.

Treatments: Treatments consisted of a petri dish (6 cm diameter) with 50 individuals per developmental stage (eggs, larvae 1-3, pupae and adult), individually placed in each petri dish. Approximately 2 mg per cm² of the insecticide solution was sprayed in each case and subsequently transferred into individual containers for food as appropriate. Mortality for larval stages, eggs and pupae was assessed daily until the adult stage, while in treated adults only oviposition rate was measured. Larval stages were fed every other day with *S. cerealella* eggs. Death was recorded when insects displacement was less than the length of his body, after stimulating them with a brush. All bioassays were performed at a temperature of 25 ± 2 °C and relative humidity of $70 \pm 10\%$.

Statistical analysis: Mortality data, life cycle in days and oviposition were analyzed with a one-way ANOVA using the GLM SAS / STAT (SAS, 2001 procedure), and means of the least squares were compared using Tukey ($p \leq 0.05$) (SAS, 2001).

RESULTS AND DISCUSSION

Evaluation of commercial doses of endosulfan, profenofos and abamectin over eggs of *C. carnea* are shown in Table 1. Endosulfan and abamectin showed higher cumulative mortality with 20 and 30% respectively. For life cycle duration, all treatments showed similar results; for oviposition,

profenofos was the insecticide that had the higher average (35.2 eggs per female), while for sex ratio, abamectin presented the greater difference (21:14, female: male). Regarding endosulfan, Carvalho *et al.*, (2002), evaluating the toxic effect of this insecticide on eggs of *C. externa* (Hagen), found low mortality and reported no mortality on 1st instar larvae. Rimoldi *et al.*, (2008), reported less than 20% mortality of eggs of the same specie treated with endosulfan; however, these authors consider it highly toxic because in subsequent stages of development from eggs treated, mortality was 100%. All these data suggest that

this insecticide is not recommended for inclusion in Integrated Pest Management (IPM) systems. In relation to abamectin, there are reports which indicate tolerance of *C. carnea* to this product, for example, Giolo *et al.*, (2009), reported low toxicity on the complete cycle (egg, larva, pupa and adult) of *C. carnea*, which differs to results found in this investigation. In relation to the other biological parameters, Giolo *et al.*, (2009), mentioned that there was no effect on fertility of adults of *C. carnea* from eggs treated with abamectin.

Table 1. Cummulative mortality (%) (\pm SE), days of development and oviposition of *Chrysoperla carnea* treated on the egg stage.

Treatment	% mortality						Development days					Oviposition			
	E	L1	L2	L3	P	A	L1	L2	L3	P	A	E	α	β	%T
Control	50	12	0	0	0	0	4.5 ^a	3 ^a	3 ^a	6.5 ^a	4.5 ^a	29 \pm 1.09 ^a	21	21	16
Endosulfan	50	16	0	0	0	0	4.5 ^a	3 ^a	3 ^a	6.5 ^a	4.5 ^a	32.2 \pm 2.11 ^b	23	19	20
Abamectin	50	30	0	0	0	0	4.5 ^a	3 ^a	3 ^a	6.5 ^a	4.5 ^a	32.1 \pm 2.17 ^b	21	14	30
Profenofos	50	14	0	0	0	0	4.5 ^a	3 ^a	3 ^a	6.5 ^a	4.5 ^a	35.2 \pm 3.16 ^c	23	20	14

α : Females, β : Male, % T: total mortality.

In the case of *C. carnea* treated in 1st instar larvae (Table 2), profenofos was very toxic to this developmental stage, with 100% mortality, followed by abamectin with 50% mortality. Life cycle based on development days, the control without treatment showed differences for

3rd instar larvae and pupal stages as compared with abamectin and endosulfan; for oviposition, endosulfan had the higher average 34.6 eggs per female, and no difference was found in relation of sex ratio.

Table 2. Cummulative mortality (%) (\pm SE), days of development and oviposition of *Chrysoperla carnea* treated in first instar stage.

Treatment	% mortality					Development days				Oviposition			
	L1	L2	L3	P	A	L2	L3	P	A	H	α	β	%T
Control	12	0	2	4	0	3 ^b	3 ^b	6.5 ^b	4.5 ^b	28.9 \pm 1.19 ^b	26	15	18
Endosulfan	16	2	2	0	0	3.5 ^b	4 ^c	8.5 ^c	4.5 ^b	34.6 \pm 2.33 ^c	24	16	20
Abamectin	14	30	2	2	2	3.5 ^b	4 ^c	8.5 ^c	4.5 ^b	27.3 \pm 1.46 ^b	15	10	50
Profenofos	100	0	0	0	0	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0	0	100

α : Females, β : Male, % T: total mortality.

In larvae treated on 2nd instar, profenofos was very aggressive (Table 3), having 100% mortality as compared with other treatments that had 28% and 20% mortality for endosulfan and abamectin

respectively. For the duration of the life cycle, endosulfan and abamectin caused a decrease in 3rd instar larvae as well as in the pupal and adult stages and in the effect on oviposition, endosulfan

had higher the higher oviposition average with 32.1 eggs per female and a sex ratio of 23:13,

female: male, whereas abamectin had a negative effect on the predator with 19.1 eggs per female.

Table 3. Cumulative mortality (%) (\pm SE), days of development and oviposition of *Chrysoperla carnea* treated in second instar stage.

Treatment	% of mortality				Development days			Oviposition			
	L2	L3	P	A	L3	P	A	E	α	β	%T
Control	4	2	0	0	3 ^b	6.5 ^c	4.5 ^b	29.9 \pm 1.89 ^c	26	21	6
Endosulfan	24	2	0	2	1.5 ^a	5 ^b	5.5 ^c	32.1 \pm 2.23 ^d	23	13	28
Abamectin	18	2	0	0	1.5 ^a	5 ^b	5.5 ^c	25.8 \pm 1.05 ^b	22	15	20
Profenofos	96	4	0	0	5.5 ^c	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0	0	100

Profenofos 96 4 0 0 5.5^c 0^a 0^a 0 0 100

α : Females, β : Male, % T: total mortality.

Profenofos was the most damaging product causing 100% mortality over 3rd instar *C. carnea* larvae (Table 4). For the duration of the cycle based on development days, the control without treatment had the least time to developed (6.5), whereas abamectin and endosulfan the pupal stage lasted 8.5 days. For oviposition the insecticide

endosulfan and the control had the higher average with 31.7 eggs per female and abamectin showed an adverse effect on oviposition with 19.1 eggs per female, and no effect was obtained in regard to sex ratio where all treatments presented a similar sex proportion.

Table 4. Cumulative mortality (%) (\pm SE), days of development and oviposition of *Chrysoperla carnea* treated on third instar stage.

Treatment	% mortality			Development days		Oviposition			
	L3	P	A	P	A	E	α	β	T
Control	6	0	0	6.5 ^a	4.5 ^b	29.2 \pm 2.16	23	24	6
Endosulfan	0	0	2	8.5 ^b	4.5 ^b	31.7 \pm 2.44	27	22	2
Abamectina	8	0	0	8.5 ^b	4.5 ^b	19.1 \pm 1.11	22	24	8
Profenofos	98	2	0	6.5 ^a	0 ^a	0	0	0	100

α : Females, β : Male, % T: total mortality.

In this regard, we can mention that the insecticide profenofos, is reported as an insecticide extremely toxic to different larval stages of *C. carnea* (Nasreen *et al.*, 2003), results similar to those reported in this study. For the insecticide abamectin, Good and Freitas (2004) reported low mortality in the three larval instars of *C. externa* exposed to this insecticide, however, in this study, a high mortality (50%) was found for 1st instar larvae. In relation to the fecundity, Giolo *et al.*, (2009), mentioned that there was no effect on fecundity of *C. carnea*, from larvae treated with abamectin, but in this research it was a marked

decrease in the average number of eggs per female when all larval stages were treated with this insecticide. Endosulfan is classified as harmless in most evaluations conducted on larvae of this predator (Silva *et al.*, 2005), results similar to these results found in this investigation for 3rd instar larvae (2% mortality): however, there are reports stating that the product is highly toxic to larvae of *C. carnea*, (Ulhôa *et al.*, 2002), similar to those reported in this study with mortalities of 20 to 28% for 1st and 2nd instars respectively. Furthermore, Silva *et al.*, (2005), found that the three larval instars exposed to endosulfan, the

duration of each instar larva was not affected, nor the subsequent phases of development and also did not have an adverse effect on fertility and fecundity.

In the case of *C. carnea* treated pupa, Table 5, which all treatments caused low mortality to the predator pupal stage; however, abamectin and

profenofos had an effect on development time in the adult stage. For oviposition, the insecticide abamectin presented the lower average (40.8) eggs per female compared with the other treatments while no effect was found in sex ratio where all showed a similar proportion.

Table 5. Cummulative mortality (%) (\pm SE), days of development and oviposition of *Chrysoperla carnea* treated in pupal stage.

Treatment	% mortality		Development days	Oviposition			%T
	P	A	A	E	α	β	
Control	0	0	4.5 ^b	42.7+2.24 ^b	29	21	0
Endosulfan	4	0	4.5 ^b	43.9+2.45 ^b	29	19	4
Abamectin	0	0	3.5 ^a	40.8+2.16 ^a	31	19	0
Profenofos	0	2	3.5 ^a	43.3+2.34 ^b	31	18	2

α : Females, β : Male, % T: total mortality.

In relation to endosulfan, there are conflicting reports, Silva *et al.*, (2006), reported this insecticide safe on pupae of *C. externa*, they also mentioned that endosulfan had no influence on the duration of the pupal stage, not on the oviposition period, fecundity and fertility of adults from pupae treated resultssimilar to that reported in this study. On the other hand, Godoy *et al.*, (2004), for the insecticide abamectin, reported that when pupae of *C. externa* were treated with this insecticide, did not show an adverse effect on mortality, fecundity and fertility of adults from pupae treated; however, in this study, no effect

was observed on mortality, but had a reduction on fecundity.

Finally, for treated adults, Table 6 shows that profenofos caused a 100% mortality, whereas endosulfan and abamectin only caused a 20 and 12% mortality, respectively; abamectin and endosulfan had an effect on oviposition with 24.5 and 26.4 eggs per female respectively as compared with the untreated control that had a higher average (41.4) eggs per female, while no effect was found on sex ratio, although abamectin presented a greater difference (20:12 female: male).

Table 6. Cummulative mortality (%) (\pm SE), days of development and oviposition of *Chrysoperla carnea* treated in adult stage.

Treatment	% mortality	Oviposition			
	A	E	α	β	%T
Control	6	41.4 \pm 2.25 ^d	24	23	6
Endosulfan	20	26.4 \pm 1.13 ^c	23	17	20
Abamectin	12	24.5 \pm 2.11 ^b	24	20	12
Profenofos	100	0 ^a	0	0	100

In this regard we can mention that the insecticide profenofos, is reported as an insecticide extremely toxic to different larval stages and adults of *C.*

carnea (Nasreen *et al.*, 2003), results similar to those reported in this study; however, Godoy *et al.* (2004), reported that abamectin does not affect mortality of *C. carnea* but does affect fertility. Finally, in regard to endosulfan, adults of *C. externa* exposed to this insecticide, Ulhôa *et al.* (2002), found high mortality and Silva *et al.* (2006), in the other hand, mentioned it safe to use and also mention that endosulfan did not affect fertility on treated adults.

CONCLUSIONS

The insecticide profenofos showed a high toxicity to all larval stages and adults of *Chrysoperla carnea*. Abamectin had detrimental effects in 1st instar larvae, also showed a negative effect on adult oviposition from treated larvae. Endosulfan caused adverse effects on eggs, 1st and 2nd instar larvae, and not to 3rd instar and pupa. Therefore, abamectin and endosulfan are better products to use in Pest Management scheme as long as the doses used are the recommended low and intermediate dosages.

LITERATURE CITED

- Bueno A. F., and S. Freitas. 2004. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. *Biocontrol*. 49: 277-283.
- Carvalho G. A., C. F. Carvalho, B. Souza e J. L. R. Ulhoa. 2002. Seletividade de insecticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera:Chrysopidae). *Neotropical Entomology*. 31(4): 615-621.
- Cock, M. J. W. 1994. Integrated management of whitefly pest problems in the Middle and Near East with special emphasis on biological control. *The Arab Journal of Plant Protection*. 12: 127-136.
- Godoy M. S., G. A. Carvalho, J. C. Moraes, L. V. Cosme, M. M. Goussain, C. F. Cavalho e A. Morais. 2004. Seletividade de seis insecticidas em citros a pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical Entomology*. 33(3): 359-364.
- Desneux N, E Wajnberg, X Fauvergue, S Privet, L. Kaiser. 2004. Sublethal effects of a neurotoxic insecticide on the oviposition behavior and the patch-time allocation in two aphid parasitoids, *Diaeretiella rapae* and *Aphidius matricariae*. *Entomol. Exp. Appl.* 112:227-35
- Desneux N., A. Decourtye, and J.-M. Delpuech. 2007. The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 52:81-106
- Giolo F. B. P. Medina, A, D, Grutzmacher, and E. Viñuela. 2009. Effects of pesticides commonly used in peach orchards in Brasil on predatory lacewing *Chrysoperla carnea* under laboratory conditions. *Biocontrol*. 54: 625-635.
- Hagley, E. A. C., and N. Miles. 1987. Release of *Chrysoperla carnea* Stephen (Neuroptera: Chrysopidae) for control of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina:Tetranychidae) on peach grown in a protected environment structure. *Canadian Entomologist*. 119: 119-205.
- McEwen, P. K., T. R. R. New, A. Whittington. 2001. Lacewing in the crop management. Cambridge University Press. 546 p
- Nasreen A., G. Mustafa, and M. Ashfaq. 2003. Selectivity of some insecticides to *Chrysoperla carnea* Stephen. (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory. *Pak. J. Biol. Sci.* 6: 536-538.
- Purcell, M. F., J. D. Stark, and R. H. Messing. 1994. Effects of insecticides on three tephritid fruit flies and associated braconid parasitoids in Hawaii. *Journal of Economic Entomology*. 87: 1455-1462.
- Rimoldi F., M. I. Schneider, and A. E. Ronco. 2008. Susceptibility of *Chrysoperla externa* eggs (Neuroptera: Chrysopidae) to conventional and biorational insecticides. *Environ. Entomol.* 37(5): 1252-1257.
- SAS Institute 2001. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Silva, R.A.S.; Carvalho, G.A.; Carvalho, C.F.; Reis, P.R.; Pereira, A.M.A.R.;

- Cosme, L.V. 2005. Toxicidade de productos fitossanitários utilizados na cultura do cafeeiro a larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e efeitos sobre as fases subseqüentes do desenvolvimento do predador. *Neotropical Entomology*. 34(6): 951-959.
- Silva, R.A.S.; Carvalho, G.A.; Carvalho, C.F.; Reis, P.R.; Souza B., Pereira A. M. A. R. 2006. Acao de productos fitossanitarios utilizados em cafeeiros sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciencia rural*. 36(1): 8-14.
- Stevenson, J. H., and J. H. H. Walters. 1983. Evaluation of pesticides for use with biological control. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 10: 201-215.
- Tauber, M. J., C. A. Tauber, K. M. Daane, and K. S. Hagen. 2000. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). *American Entomologist*. 46: 26-38.
- Ulhôa, J.L.R., A.C. Geraldo, F.C. César and S. Brígida. 2002. Ação de inseticidas recomendados para o controle do curuquerê-do-algodoeiro para pupas e adultos de *Chrysoperla externa*(Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v.26, p.1365-1372, 2002. (Edição Especial).

Omar García-Ángel¹
Ernesto Cerna-Chávez¹
Luis Aguirre-Uribe¹
Mariano Flores-Dávila¹
Jerónimo Landeros-Flores¹
Carlos Ail-Catzim¹

¹Graduate Student in Agricultural Parasitology
 University Autonomus Agrarian Antonio Narro
 Department of parasitology
 Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P.
 25315
 Tel y Fax (52) 844 411 03 26;
 064rcia@gmail.com