

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**ESCUELA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL DEPREDADOR *Chrysoperla carnea*  
STEPHENS EN EL CONTROL DE PLAGAS**

TESINA  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO HORTICULTOR

PRESENTA:

**MELCHOR PINEDA GARIBO**

APATZINGÁN, MICHOACÁN, MEX.

MARZO 2007

## DEDICATORIA

A mis padres Melchor y Esther, que siempre me han brindado su invaluable apoyo para cumplir con mis obligaciones universitarias y contribuir con mi desarrollo humano.

A mi esposa Victoria Gizéh, que con su confianza, amor, y paciencia me motivó y ayudo a cumplir una meta más en mi vida profesional.

A mis hermanos Octavio, Julio y Christian, con cariño y aprecio para que se motiven a desarrollarse académicamente y puedan conseguir más logros que yo.

## AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Ciencias Agropecuarias, dependiente de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por la oportunidad que me brindó de realizar mis estudios de Licenciatura y titulación.

A la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”, por la impartición del diplomado en “Producción de Frutales”, y las facilidades otorgadas para esta investigación.

Al Ing. Salvador Venegas Flores, por su valiosa experiencia brindada en el asesoramiento del presente trabajo.

Al Lic. José Zúñiga Ceja, por su apoyo, planeación y dirección de esta obra.

Al Dr. José Luis Escamilla García, investigador comprometido, cuya asesoría y sugerencias mostraron siempre un espíritu altamente académico.

Al Biol. Javier Rodríguez Aguirre, investigador y promotor indiscutible del control biológico en el Estado de Michoacán, quién brindó invaluable sugerencias a la estructura y conformación de esta investigación.

Al Ing. Santiago Ayala, por su colaboración y apoyo desinteresado que mostró durante el desarrollo de este trabajo.

## INDICE

	Página
INDICE DE FIGURAS.....	i
INDICE DE CUADROS.....	iii
RESUMEN.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.1.1 Objetivos específicos.....	4
2.2 Hipótesis .....	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3.1 Biología y ecología de los áfidos .....	9
3.1.1 Pulgón café de los cítricos, <i>Toxoptera citricida</i> (Kirkaldy).....	12
3.1.1.1 Importancia económica.....	12
3.1.1.2 Distribución.....	13
3.1.1.3 Hospederos.....	13
3.1.2 Pulgón del melón, <i>Aphis gossypii</i> Glover.....	13
3.1.2.1 Daños.....	14
3.1.3. <i>Mizus persicae</i> (Sulzer) (Aphididae).....	14
3.1.3.1 Descripción.....	14
3.1.3.2 Biología .....	15
3.1.3.3 Daños.....	15
3.1.3.4 Diagnóstico.....	15
3.2 Mosca blanca .....	16
3.2.1 Mosca blanca del tabaco <i>Bemisia tabaco</i> .....	17
3.2.2 Morfología y ciclo de vida.....	18
3.2.3 Daños causados por <i>Bemisia tabaci</i> en cultivos en invernadero .....	20
3.3. Ácaros .....	21

	Página
3.3.1 Morfología.....	22
3.3.2 Ciclo de vida.....	23
3.3.3 Huéspedes vegetales.....	24
3.3.4 Daños.....	24
3.4 Las arañas blancas.....	24
3.4.1 Morfología.....	25
3.4.2 Ciclo de vida.....	25
3.4.3 Huéspedes vegetales .....	26
3.4.4 Daños.....	26
3.5 Familia Chrysopidae.....	27
3.5.1 Especies.....	27
3.5.1.1 <i>Chrysoperla carnea</i> S.....	28
3.5.1.2 <i>Chrysoperla externa</i> .....	28
3.5.1.3 <i>Chrysoperla rufilabris</i> .....	29
3.5.2 Comportamiento.....	29
3.5.3 Efectividad.....	31
3.6 Generalidades del depredador <i>Chrysoperla carnea</i> S.....	32
3.6.1 Distribución geográfica .....	32
3.6.2 Clasificación taxonómica.....	33
3.6.3 Sinonimia.....	33
3.6.4 Morfología.....	33
3.6.4.1 Estados inmaduros.....	33
3.6.4.1.1 Huevecillo.....	33
3.6.4.1.2 Larva.....	35
3.6.4.1.3 Pupa.....	37
3.6.4.2 Estado adulto .....	38
3.6.4.2.1 Cabeza.....	38
3.6.4.2.2Tórax.....	39

	Página
3.6.4.2.3 Patas.....	39
3.6.4.2.4 Alas.....	39
3.6.4.2.5 Abdomen.....	40
3.6.4.3 Biología.....	41
3.6.4.3.1 Eclosión del huevecillo.....	41
3.6.4.3.2 Desarrollo larvario.....	42
3.6.4.3.3 Pupación .....	43
3.6.4.4 Adulto.....	44
3.6.4.4.1 Emergencia.....	44
3.6.4.4.2 Periodo de preoviposición .....	45
3.6.4.4.3 Radio sexual.....	46
3.6.4.5 Voltinismo.....	46
3.6.4.5 Hábitos.....	47
3.6.4.5.1 Preferencias alimenticias.....	47
3.6.4.5.2 Canibalismo .....	47
3.6.4.6 Enemigos naturales .....	47
IV. MATERIALES Y METODOS.....	49
4.1 Materiales.....	49
4.2 Métodos.....	49
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
5.1 Resultados.....	50
5.2 Discusión.....	59
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. LITERATURA CITADA.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	<u>Áfidos. Fuente: <a href="http://www.bioplanet.it/es/dcas/crisopak">www.bioplanet.it/es/dcas/crisopak</a> .....</u>	10
2	Colonia de pulgones en alcachofa. Fuente: <a href="http://www.jardinmundani.com/galeriafotosAB.htm">www.jardinmundani.com/galeriafotosAB.htm</a> .....	11
3	Mosca blanca Fuente: <a href="http://www.infojardin.com/PLAGAS_Y_ENF/PLAGAS/Mosca_blanca.htm">www.infojardin.com/PLAGAS_Y_ENF/PLAGAS/Mosca_blanca.htm</a> .....	16
4	Mosca blanca en hoja de tomate. Fuente: <a href="http://www.agroterra.com/plagasyenfermedades/detalles_PE.asp?IdPE=80#">www.agroterra.com/plagasyenfermedades/detalles_PE.asp?IdPE=80#</a> .....	18
5	Ácaro rojo. Fuente: <a href="http://tarjeplanta.com/blog/?p=34">http://tarjeplanta.com/blog/?p=34</a> .....	22
6	Ciclo de vida de <i>Chrysoperla carnea</i> S. Fuente: <a href="http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/predators/chrysoperla.html">www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/predators/chrysoperla.html</a> .....	31
7	Huevecillo de <i>Chrysoperla carnea</i> S. Fuente: <a href="http://www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla_carnea/Chrysoperla_carnea.htm">www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla_carnea/Chrysoperla_carnea.htm</a> .....	34
8	Larva de <i>Chrysoperla carnea</i> S. Fuente: <a href="http://www.inta.gov.ar/imyza/info/gal/chrysoperla.htm">http://www.inta.gov.ar/imyza/info/gal/chrysoperla.htm</a> .....	35
9	Larva de <i>Chrysoperla carnea</i> S. atacando pulgón. Fuente: <a href="http://www.champignon.champyves.free.fr/FicsHtml/l_Chrysoperla.htm">http://www.champignon.champyves.free.fr/FicsHtml/l_Chrysoperla.htm</a> .....	36
10	Pupa de <i>Chrysoperla carnea</i> S. Fuente: <a href="http://www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla_carnea/Chrysoperla_carnea.htm">www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla_carnea/Chrysoperla_carnea.htm</a>	38

11	Adulto de <i>Chrysoperla carnea</i> S. Fuente: <a href="http://www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla_carnea/Chrysoperla_carnea.htm">www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla_carnea/Chrysoperla_carnea.htm</a> .....	40
12	Mosca “ojos dorados” <i>Chrysoperla carnea</i> S. Fuente: <a href="http://champignon.champyves.free.fr/FicsHtml/I_Chrysoperla.htm">http://champignon.champyves.free.fr/FicsHtml/I_Chrysoperla.htm</a> .....	45

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Principales plagas del trópico seco de Michoacán.Valle de Apatzingán 1999.....	6
2	Tiempo de desarrollo de <i>C. rufilabris</i> . 27° C y 14 horas luz.....	30

## RESUMEN

En 1994 el Campo Experimental INIFAP del Valle de Apatzingán reportó que los cultivos hortícolas como melón, pepino, jitomate entre otros; fueron afectados hasta en un 90% por el ataque de insectos chupadores y transmisores de virus como el pulgón *Mizus persicae* y *Aphis gossypii*, y mosquita blanca *Bemisia tabaci*. Los cuales han causado una importante reducción del volumen de producción y de la calidad del fruto. Los productores de papaya cubana de la región también han reportado como plagas importantes a los ácaros y trips; ya que estas plagas también han causado daños de importancia económica a los cítricos y al mango del Valle de Apatzingán. Para controlar estas plagas, los productores aplican agroquímicos muy costosos y altamente tóxicos para las plantas y humanos.

El control biológico es una forma de reducir el uso de agroquímicos mediante el uso de insectos benéficos como las Crisopas. Por esta razón me propuse recopilar información sobre “el león de los áfidos” *Chrysoperla carnea* Stephens, su acción depredadora, y los efectos que tiene sobre las poblaciones de insectos plaga. Para esto realicé visitas a la Biblioteca de la Escuela de Ciencias Agropecuarias, de la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”, Campo Experimental INIFAP Valle de Apatzingán, Junta Local de Sanidad Vegetal Apatzingán y el laboratorio de reproducción de insectos benéficos de la empresa Biocontrol Grupo Purépecha de Uruapan Michoacán; así como entrevistas y visitas de campo a productores de hortalizas, aguacate y papaya.

Los resultados fueron muy satisfactorios; ya que logré recabar suficiente información sobre la familia Chrysopidae y la especie *Chrysoperla carnea* Stephens. Además visité el laboratorio de reproducción de insectos benéficos de la empresa Biocontrol, donde tuve la oportunidad de conocer y observar el proceso de producción de huevecillos, larvas y adultos del *Chrysoperla carnea* Stephens, además de escuchar algunas experiencias de productores de hortalizas y frutales que han utilizado a las Crisopas con muy buenos resultados en sus cultivos. Por lo tanto podemos concluir que el uso de insectos benéficos especialmente *Chrysoperla carnea* Stephens representa una excelente alternativa para los productores de la región del Valle de Apatzingán, ya que con su liberación disminuyen las poblaciones de insectos plaga, reducen el uso de agroquímicos, la incidencia de virus y contribuyen con esto a la obtención de altos rendimientos en productividad, además de promover la práctica de la Agricultura Orgánica.

## I. INTRODUCCIÓN

Los organismos entomopatógenos y entomófagos nativos evitan que las plagas incrementen sus densidades de población a niveles de riesgo. Tales organismos significan una fuente gratuita y efectiva de control en la naturaleza manteniendo a los insectos y ácaros plaga a un nivel más bajo que el que ocurriría en ausencia de ellos. De Bach (1964) indica que el 99.9% de las plagas potenciales están bajo un control biológico natural. El control biológico natural o inducido es una de las tácticas del manejo integrado de plagas. Actualmente, la cría masiva de parasitoides y depredadores y su liberación en campo representa un método de control de plagas, exitoso económico y no contaminante.

Las plagas tales como: áfidos, mosca blanca y arañas rojas, han causado grandes pérdidas a productores de hortalizas, granos básicos y frutales de las más importantes zonas productoras del mundo; tales como: Rusia, Egipto, Alemania, y Europa, entre otros. En Estados Unidos los áfidos han disminuido la producción de chile, papa, berenjena, maíz, frijol, lechugas, tomates y algodón entre otros (Tauber et al., 2000).

En México, la mosquita blanca *Bemisia argentifolii* B., ocasionó durante 1991, fuertes pérdidas económicas en cultivos de hortalizas así como en algodón en el Valle de Mexicali, B. C. Cota en 1982 reportó que *Bemisia tabaci* G. dañó hasta en un 95% el cultivo de sandía y en menor grado al melón. Así mismo el cultivo de algodón fue afectado por la baja en rendimiento y manchado de la fibra, lo que repercutió en la calidad del mismo. Durante la primavera de 1991 *Bemisia argentifolii* B. ocasionó fuertes daños al cultivo del melón, hasta un 100% de pérdidas, estimadas en \$27,500,000.00 pesos, mientras en el algodón las pérdidas alcanzaron cifras de \$15,630,000.00 pesos, debido a esto se suspendió la siembra de sandía y melón en verano, ya que hasta la fecha no se ha logrado que sean redituables en esa época de siembra (Cota et al., 1993).

El Campo Experimental del Valle de Apatzingán, reportó en 1990 que los áfidos, moscas blancas y ácaros; están presentes en los diferentes municipios del

valle, como son: Nuevo Urecho, Gabriel Zamora, Mújica, Huacana, Paracuaro, Apatzingán, Buenavista, Jilotlán, Tepalcatepec y Aguililla. El grado de ataque en cada municipio varía cada año de acuerdo con las etapas de siembra, localidades sembradas, manejo del cultivo, edad de la planta, condiciones de clima y presencia de malas hierbas donde se hospedan las plagas.

Arias (1994) reportó que el cultivo de melón se ha visto afectado hasta en un 90%, por el ataque de insectos chupadores y transmisores de virus como el pulgón (*Mizus persicae*, y *Aphis gossypii*), y la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*); los cuáles causaron una importante reducción del volumen de producción y de la calidad del fruto.

Figuroa (2000) menciona que los productores de papaya del Valle de Apatzingán, reportan como plagas más importantes a la mosquita blanca (*B. tabaci* L.), araña roja (*T. cinnabarinus*) y pulgón (*Aphis spp.*) de los cuales la mayoría de los productores encuestados manifestaron la presencia de estas plagas en sus plantaciones; así como también del ácaro cristalino o araña blanca (*P. latus*), mosca de la fruta (*A. fraterculus*) y trips (*T. tabaci*).

Por lo anterior la situación obliga a dependencias gubernamentales, empresas privadas y productores, a implementar diferentes acciones para solucionar el problema de las plagas; dentro de las cuales, han incluido la integración del control biológico mediante especies parasitoides y depredadoras de insectos. La Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, inició trabajos de cría masiva de insectos benéficos en los Centros Regionales de estudios y Reproducción de Organismos Benéficos, desde 1992 en Mexicali B.C.; Matamoros Tamaulipas; Tecomán Colima, entre otros. En sus investigaciones incluyen trabajos de cría masiva del “león de los áfidos”, “alas de encaje”, o “mosca de ojos dorados” como se les conoce comúnmente a las Crisopas *Chrysoperla carnea* Stephens y *C. rufilabris* (Burmeister) las cuales han sido utilizadas exitosamente en el control biológico por incremento de diversas plagas.

Considerando que en el Valle de Apatzingán, las plagas de mosca blanca, áfidos y ácaros han causado grandes pérdidas a los productores de la Región y

que existe poco conocimiento sobre las Crisopas; me motivó a recopilar información sobre *Chrysoperla carnea* S., su acción depredadora, control sobre las plagas; además de comprobar con los productores si su liberación reduce la población y daños causados por las plagas.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general.

Recopilar información sobre *Chrysoperla carnea* S., su acción depredadora y el control que mantiene sobre las poblaciones de insectos plaga.

#### 2.1.1 Objetivos específicos.

- Recopilar información, sobre la familia *Chrysopidae* y algunos aspectos del *Chrysoperla carnea* S.
- Conocer el desarrollo y modo de acción de la larva del *Chrysoperla carnea* S.
- Obtener información sobre la efectividad depredadora del *Chrysoperla carnea* S. para controlar poblaciones de insectos plaga en México y en el estado de Michoacán principalmente.

### 2.2 Hipótesis

La liberación de *Chrysoperla carnea* S. en los cultivos hortícola y frutales en el Valle de Apatzingán reduce significativamente las poblaciones y daños causados por insectos plaga, principalmente áfidos.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

En los últimos años la producción y calidad de las hortalizas y frutales; se ha visto drásticamente afectada por el ataque de plagas tales como: pulgones, mosca blanca y ácaros principalmente; los cuales se alimentan de la savia de las plantas interrumpiendo su desarrollo normal.

Estas plagas son las que causan los mayores daños a los productores de hortalizas y frutales del Valle de Apatzingán, debido a que también son transmisoras de virus. El campo experimental del Valle de Apatzingán, reportó en 1990 que estas plagas están presentes en los diferentes municipios como son: Nuevo Urecho, Gabriel Zamora, Múgica, La Huacana, Parácuaro, Apatzingán, Buenavista, Jilotlán de los dolores, Tepalcatepec y Aguililla. El grado de ataque en cada municipio varía cada año de acuerdo con las etapas de siembra, localidades sembradas, manejo del cultivo, edad de la planta, condiciones de clima y presencia de malas hierbas donde se hospedan las plagas.

Arias (1994) reporta que en los últimos diez años el cultivo del melón, estuvo muy afectado entre un 30 y 90% por el ataque de insectos chupadores y transmisores de virus, como el pulgón (*Myzus persicae* y *Aphis gossypii*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*); los cuales han causado una importante reducción del volumen de la producción y de la calidad del fruto.

Valencia (1993) reportó que los áfidos alados y las prácticas culturales, son las responsables de diseminar los virus a las plantas sanas.

Vega (1987) reporta que entre los años 1984-1986 se presentaron pérdidas en el municipio de Múgica y Parácuaro, hasta de 120 y 110 mil cajas de 40kg respectivamente, pérdidas en rendimiento que fueron ocasionadas por virosis; así, en total las pérdidas en cajas de melón en el Valle de Apatzingán a causa de la virosis fue de 447 mil, considerando los diferentes municipios.

Los productores de papaya del Valle de Apatzingán reportaron como plagas más importantes a la mosquita blanca (*B. tabaci*), araña roja (*T. cinnabarinus*) y pulgón (*Aphis spp*); de los cuales, todos los productores encuestados manifiestan

la presencia de estas plagas en sus plantaciones; así como también el ácaro cristalino o araña blanca (*P. latus*), mosca de la fruta (*A. fraterculus*) y trips (*T. tabaco*).

Estas plagas ocasionan en papaya los siguientes daños más importantes, según (Peña-Martínez 1992-1999, citados por Figueroa 2000) son:

a).- Succión directa de la savia de las planta, disminuyendo su vigor; en altas poblaciones ocasiona detención del crecimiento, arrugamiento y enrollamiento de las hojas.

b).- Secreción de sustancias azucaradas que sirven como medio de cultivo para el desarrollo de hongos; los cuales, disminuyen el área foliar disponible para el desarrollo de la fotosíntesis.

c).- Transmisión de virus.

A continuación en el cuadro 1 se presentan las principales plagas insectiles de importancia económica en el trópico seco de Michoacán.

Cuadro 1. Principales plagas del trópico seco de Michoacán. Valle de Apatzingán 1999.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Mosquita blanca	<i>Bemisia tabaco L.</i>
Pulgón	<i>Aphis spp.</i>
Mosca de la fruta	<i>Anastrepha fraterculus W.</i>
Araña roja	<i>Tetranychus cinnabarinus B</i>
Araña blanca	<i>Polhyphagotarsonemus sp.</i>
Trips	<i>Trips tabaco L.</i>
Hormigas	<i>Atta spp.</i>
Chicharrita	<i>Empoasca sp.</i>
Mayate	<i>Rhynchoporus</i>
Chinche	<i>Corytuche gossypii</i>
Gusano	<i>Erinnys ello L.</i>
Mosca de la papaya	<i>Toxoptrypana curvicauda G.</i>

Para el control de estas plagas se utiliza una diversidad de productos químicos; destacando entre los productores el uso del “Confidor” y “Agrimec” principalmente.

El Agrimec, con un precio aproximado de \$2600.00 por litro, lo aplican en dosis de 250 ml por cada 200 lts de agua, y es utilizado para el control de ácaros principalmente. En cambio el Confidor, que cuesta aproximadamente \$2200.00 por litro, es utilizado para el control de Mosquita blanca (*B tabaco L.*) en dosis de 50 y 75 ml en 200 lts de agua. Los productores mencionan también que tienen gastos de agua de alrededor de 100lts/ha, para la distribución de sus insecticidas en sus plantaciones.

Maldonado (1999) menciona que las plagas más importantes del limón mexicano son: minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella Stanton*), mosquita blanca (*Dialeurodes citrifolii Morgan* y *Aleurotrixus floccosus Maskel*), pulgón de los cítricos (*Aphis citricola Fonsc* y *Toxoptera aurantii Fonsc*); además de escama de nieve (*Uraspis citri Com.* y *Pinnaspis strachani Cooley*).

Hernández (2001) menciona que los pulgones o áfidos son plagas potenciales que atacan a los cítricos en todo el mundo. De los pulgones, *Toxoptera citricida (Kirkaldi)* es la especie con más alto impacto económico por ser el vector principal del virus de la tristeza de los cítricos (VTC), enfermedad que ha causado graves daños a la citricultura en varios países; entre ellos Brasil, donde se ha tenido que tomar medidas drásticas como la destrucción de millones de árboles infectados.

La presencia del vector del VTC en la Península de Yucatán, representa una amenaza para la citricultura del país, debido principalmente a la relación que existe entre la presencia de la enfermedad y el pulgón café de los cítricos (PCC). El VTC tiene varios años de haberse detectado en México, sin embargo sus daños no han sido de consideración.

De establecerse el pulgón café de los cítricos en la zona citrícola del Valle de Apatzingán, se pondrá en riesgo la producción promedio anual en 32,187.25 has de limón; 25 empacadoras y 8 industrias relacionadas con esta actividad. Lo

anterior repercute significativamente en el ámbito social, debido a los miles de jornales y de empleos generados anualmente en el proceso de producción y comercialización de las frutas cítricas.

Debido a las altas poblaciones de plagas de insectos chupadores principalmente áfidos, moscas blancas y ácaros; los productores han implementado programas de control biológico en diferentes países, así como en nuestro país, usando principalmente insectos depredadores como la Crisopa (*Chrysoperla carnea* Stephens), la cual ha funcionado de manera sorprendente.

En invernaderos ubicados en Amherst, Massachusetts E.E.U.U., se reportó el uso de *Chrysoperla carnea* Stephens, depredando a áfidos de distintas especies en plantas ornamentales, como el crisantemo, donde se observó a este depredador como agente potencial de control biológico ( Driesche et al., 1987).

En Austria se encontró también a *C. carnea* depredando al enrollador de la hoja *Cnephasia pumicana*, en cultivos de cereales y plantas leñosas (Henning, 1987). También en Polonia en campos de trigo y cebada, se le encontró atacando a áfidos, donde la especie *C. carnea* fue la mas abundante (Miczulsky, Lipinska y Soczynski, 1987); mientras que en Moldavia, Rumania, Voicu y Nagler (1987), en un trabajo de cultivo de trigo, reportaron a la Crisopa alimentándose de pulgones del género *Schizaphis graminum*.

Falcón et al., (1968), señalaron que Crisopa controló en forma efectiva al gusano falso medidor *Trichoplusia ni* en el estado de California, E.E.U.U.

Durante 1993 en las conferencias para la investigación y control de insectos en algodón, Hagler y Naranjo (citados por Carruters et al., 1993) identificaron a varias especies de depredadores, donde *C. carnea* se incrementó en la medida que el cultivo de algodón avanzaba en sus etapas fenológicas, contrariamente a otros insectos benéficos que declinaron en las primeras fases de crecimiento del cultivo. Estos mismos investigadores utilizaron técnicas de ELISA y evaluaron el contenido alimenticio del intestino de varios depredadores, encontrando a *Chrysoperla carnea* Stephens como el principal organismo benéfico que se alimentaba de mosquita blanca *Bemisia tabaci*.

Tauber y Tauber (1983); mencionan que en experimentos a pequeña escala fuera de los Estados Unidos, las Chrysopas han alcanzado varios niveles de control de áfidos en chile, papa, tomate y berenjena, y han sido utilizadas contra la catarina de la papa en papa y berenjena. En maíz, frijol, lechuga y manzana se han obtenido niveles aceptables de control de áfidos pero únicamente con gran cantidad de Chrysopas. Liberaciones masivas de *C. carnea* en un campo de algodón en Texas redujo la infestación del gusano bellotero en un 96%, aunque estudios recientes muestran que la depredación de *C. carnea* sobre otros depredadores puede interrumpir el control de los áfidos en algodón. *C. carnea* es considerado un importante depredador de áfidos en Rusia y Egipto en cultivos de algodón; en Alemania en cultivos de tubérculos, y en cultivos de uva en Europa. El Centro de Manejo Integrado de Plagas de la Universidad de Carolina del Norte en EE. UU. Considera a las Chrysopas como un importante enemigo natural de la cochinilla algodonosa, una de las plagas de jardín más importantes en Carolina del Norte.

### **3.1 Biología y ecología de los áfidos.**

Los áfidos o pulgones pertenecen al orden Homoptera, superfamilia Aphidoidea y familia Aphididae, la cual cuenta con 4700 especies reportadas en el mundo ( Remaudière et al., 1997 citados por Cota 1996). En México se han registrado 205 especies, de las cuales el 25.85% son de importancia agrícola (Peña-Martínez 1992, 1999). En la figura 1 se muestra una colonia de áfidos en una planta de melón.

FIGURA 1. Áfidos

Fuente: <http://www.bioplanet.it/es/bcas/crisopak.php>



Los pulgones se caracterizan por presentar ciclos biológicos complejos, con alternancia de tipo de reproducción y de plantas hospederas. Algunas de las características notables se relacionan con su tipo de alimentación, alto ritmo de reproducción y la facilidad para desplazarse a grandes distancias. Como grupo (figura 2), los áfidos presentan su mayor diversidad y complejidad de ciclos biológicos en las zonas templadas del mundo, de donde son originarios; lo anterior se apoya en el hecho de que las temperaturas óptimas para el desarrollo de los áfidos se encuentran entre los 20 y 25°C, las temperaturas por arriba de los 30°C son letales para la mayoría de las especies.

FIGURA 2. Colonia de pulgones en alcachofa.

Fuente: [www.jardin-mundani.com/galeriafotosAB.htm](http://www.jardin-mundani.com/galeriafotosAB.htm)



La mayoría de los áfidos o pulgones viven en una sola planta, pero algunos exhiben alteración en la cantidad de hospederos que presentan. El principal hospedero es la planta en la cual un áfido pasa el invierno, mientras que los hospederos secundarios son aquellos que coloniza durante los meses calurosos. Los huevecillos invernantes eclosionan en la primavera sobre el hospedero primario, y la hembra resultante, llamada fundatríz, da lugar a más hembras que pueden ser ápteras o aladas; si son aladas, se llaman emigrantes de primavera y se mueven hacia los hospederos secundarios, reproduciéndose únicamente por partenogénesis.

### **3.1.1 Pulgón café de los cítricos, *Toxoptera citricida* (Kirkaldy).**

El pulgón café de los cítricos es café rojizo, oscuro a negro y vive preferentemente en los brotes tiernos de los cítricos; las colonias son densas y pueden invadir los tallos de las ramas apicales y el haz y envés de las hojas. El pulgón café tiene la capacidad para enrollar los folíolos y distorsionar los brotes tiernos, en general se encuentra asociado con hormigas.

En Japón se ha demostrado el holociclo sobre *Citrus* sp. (Komasaki 1988, en Blackman y Eastop, 1994). El pulgón pasa el invierno en estado de huevecillo y da lugar a las fundatrices; presenta varias generaciones al año y las hembras aladas partenogénicas aparecen intermitentemente en la colonia, éstas sirven para la dispersión de la especie, fundando colonias en el mismo hospedero o en otras especies vegetales. Para alcanzar el estado adulto, requiere de un periodo de alrededor de 12 días. El potencial reproductivo de este áfido depende de la abundancia de alimento.

En Zimbabwe, el periodo generacional es de 8 a 21 días, con un promedio de 11.8, por lo que pueden presentarse hasta 30 generaciones al año dependiendo de la temperatura. Se han observado altas infestaciones de la plaga en estaciones posteriores a un verano lluvioso, probablemente debido a los brotes disponibles para los áfidos en el invierno. En Japón se presentan tres máximos poblacionales, uno en mayo, otro en junio y uno más en septiembre (Komasaki 1998). Las infestaciones son más altas en primavera y se encuentran colonizando principalmente brotes tiernos, botones florales y frutos jóvenes.

#### **3.1.1.1 Importancia económica.**

Es el vector principal del Virus de la tristeza, enfermedad que ha causado la muerte de millones de cítricos en las regiones tropicales del mundo.

### **3.1.1.2 Distribución.**

Todas las regiones tropicales del mundo donde hay cítricos; hasta 1997, en Portugal, España e Italia no se tenía registro de pulgón café. En México fue detectado en Quintana Roo y Yucatán en febrero del 2000 (SAGARPA, 2001).

### **3.1.1.3 Hospederos.**

Los principales hospederos de esta plaga en el país son los cítricos (naranja, limón, lima y toronja), sin embargo en el ámbito mundial se reporta que el pulgón café puede alimentarse de plantas pertenecientes a 26 familias botánicas (Pacheco 1986), entre las cuales se encuentran el mango, la higuera, camelia, azalea, bugambilia y diversas especies de *Ficus*.

### **3.1.2 Pulgón del melón, *Aphis gossypii* Glover.**

El pulgón del melón es amarillo pálido hasta verde oscuro a negro y vive preferentemente en el envés de las hojas y los brotes tiernos de cítricos, aunque se le encuentra en tallos y flores. Produce mielecilla donde se desarrolla la fumagina, ocasionando ennegrecimiento de las hojas. Los ataques fuertes ocasionan marchitez, enrollamiento de las hojas, distorsión de los brotes tiernos, retardo en el crecimiento de los brotes atacados, decoloración del follaje y caída prematura. Sus poblaciones son bajas y mixtas con *A. spiraecola* Match y *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe (Lucero 1980).

La adulta áptera tiene una longitud de 1.4 a 2 mm con una coloración variable: verde –oscuro, verde-azulado o verde amarillento, las antenas son relativamente largas, alcanzando el 65% de la longitud del cuerpo, y suelen tener junto con las patas una coloración más clara. En el abdomen, que carece de placas esclerificadas, se aprecian los cornículos, no muy largos, subcilíndricos y obscurecidos, la cola es digitiforme, con una constricción media y de coloración clara.

La adulta alada: mide de 1.1 a 2.1 mm de longitud. Posee la cabeza y el tórax muy oscuros. El abdomen es oscuro verdoso y las antenas y patas de coloración clara. Las alas poseen un pterostigma claro y la cola es también clara.

#### **3.1.2.1 Daños.**

Ocasiona graves deformaciones en hojas y brotes terminales en melón, pepino y malvaceas.

En cítricos produce ligeras alteraciones en hojas y brotes que no suelen impedir su normal desarrollo. En el algodón las hojas se enrollan y pueden secarse; la planta se debilita y las cápsulas abren prematuramente. Son muy importantes los daños indirectos causados por la abundante cantidad de melaza que emiten. Esta melaza obstruye los estomas y sobre ella puede desarrollarse la fumagina. Asimismo está reconocido como un gran transmisor de virus. Más de 50 tipos de virus de plantas, algunos persistentes y otros no persistentes, son transmitidos por este pulgón. También este pulgón es causante de graves daños en invernadero (Lucero 1980).

### **3.1.3 *Myzus persicae* (Sulzer) (Aphididae)**

#### **3.1.3.1 Descripción.**

Se le conoce también como el pulgón del melón. *Virginópara (éxul) áptera*: longitud de 1.5 a 2.5 mm. Coloración bastante uniforme que varía del verde al amarillo e incluso pardo muy claro, casi nunca posee coloración rosácea. Frente con tubérculos convergentes que simulan el dibujo de una W ante la base de las antenas. Las antenas son largas, algo menos que la longitud del cuerpo, con una coloración clara oscureciéndose hacia el ápice donde se encuentra un proceso Terminal largo (más de tres veces la longitud de la base). Las patas son de coloración clara, algo oscurecidas en las partes distales de fémur y tibia. Cornículos relativamente largos y ligeramente hinchados en su parte media distal; son claros y algo oscurecidos en su terminación. Cola corta, triangular y con 58 sedas.

*Virginópara (éxul) alada adulta*: tamaño algo inferior a las ápteras (1.5 a 2.2 mm). Coloración parecida pero con la cabeza y tórax oscuro, a veces con tonalidades rojizas. Antenas oscurecidas y más largas que el cuerpo. En la base central del abdomen posee una gran esclerificación oscurecida (4º, 5º y parte del 6º segmento), acompañada de otras más pequeñas anteriores, posteriores y marginales. Cola con 6 sedas únicamente. Cornículos oscurecidos en su parte basal (SAGARPA 2001).

### **3.1.3.2 Biología.**

Es una especie cosmopolita, dioica de comportamiento holocíclico y muy polífaga. Sobre el hospedante deposita la puesta que eclosiona a finales de invierno. Existen varias generaciones de fundatrigenias, normalmente tres, primero ápteras y posteriormente aparecen en mayor proporción las aladas, hasta ser casi todas aladas. Estos pulgones invaden las yemas que comienzan a brotar, alimentándose de ellas.

### **3.1.3.3 Daños.**

Las picaduras de alimentación producen deformación en las hojas, brotes y flores. Las hojas pueden amarillear tomando a veces una coloración rosada. Los brotes no se desarrollan correctamente.

Es uno de los grandes transmisores de virus, quizás el mayor, teniendo citadas más de cien virosis, muchas de ellas persistentes. Los daños son siempre mayores en los hospedantes secundarios (Peña 1992).

### **3.1.3.4 Diagnóstico.**

Deformaciones y abarquillamiento en hojas, brotes y flores, con amarillamiento y, a veces, manchas rosadas. Forman colonias no muy numerosas y de coloración verdosa.

### 3.2 Mosca blanca.

De las casi 1200 especies de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) descritas hasta ahora (Bink-Moenen y Mound 1990), son pocas las que afectan la producción agrícola en el mundo. Las especies más comunes e importantes en términos económicos son *B. tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*. Esta predomina en invernaderos de plantas ornamentales y hortalizas, así como en tierras altas, causando daños directos (extracción de savia y debilitamiento de las plantas) e indirectos (fumaginas), mientras que *B. tabaci*, además de provocar daños análogos, es vector de varios tipos de virus y causante de algunas alteraciones fitotóxicas (Brown et al., 1995). La figura 3 muestra a la mosca blanca causando un daño directo.

FIGURA 3. Mosca blanca

Fuente: [http://www.infojardin.com/PLAGAS\\_Y\\_ENF/PLAGAS/Mosca\\_blanca.htm](http://www.infojardin.com/PLAGAS_Y_ENF/PLAGAS/Mosca_blanca.htm)



Aunque desde hace varios decenios *B. tabaci* ha causado problemas importantes en numerosos países, los problemas se han agudizado en los últimos 13 años, hasta adquirir una dimensión mundial. En la actualidad actúa como plaga directa -por sus poblaciones desmesuradas- o como vector de virus (incluyendo

carlavirus, luteovirus, nepovirus, potyvirus, closterovirus y geminivirus) (Brown et al., 1995), desde el sur de los EE.UU. hasta Argentina y en todos los países del Caribe, así como en varios países africanos, europeos, asiáticos y en Australia. Sobresale por su afinidad con los geminivirus o begomovirus (Geminiviridae), de los cuales transmite al menos 50 mundialmente (Carruters, 1993); en América se han detectado geminivirus en algodón, calabaza, chile, lechuga, varias leguminosas, melón, okra, pepino, sandía y tomate. Mundialmente, las pérdidas económicas causadas como plaga directa o como vector -las cuales no son fácilmente estimables- alcanzan varios centenares de millones de dólares por año (Brown et al., 1995).

### **3.2.1. Mosca blanca del tabaco *Bemisia tabaci*.**

Con el nombre vulgar de moscas blancas se conocen a insectos de la familia Aleyrodidae cuyos adultos tienen el cuerpo recubierto de una fina capa de polvo blanco de aspecto harinoso (aleyron = harina), producido por unas glándulas ventrales.

*Bemisia tabaci*, conocida también como mosca blanca del algodnero o de la batata, tiene su origen en las regiones del centro del oriente asiático. Recientemente, un biotipo nuevo (biotipo nuevo para algunos taxónomos o especie nueva para otros) se ha extendido, en corto plazo de tiempo, por diversas regiones europeas y americanas, originando grandes pérdidas en los cultivos afectados. Este biotipo, tan agresivo, parece originario de Sudamérica y añade a la gravedad de los daños directos, el peligro de ser vector de un gran número de virosis, entre las que se encuentran algunas que afectan al tomate, como la que se muestra en la figura 4.

FIGURA 4. Mosca blanca en hoja de tomate.

Fuente: [http://www.agroterra.com/plagasyenfermedades/detalles\\_PE.asp?IdPE=80#](http://www.agroterra.com/plagasyenfermedades/detalles_PE.asp?IdPE=80#)



Se trata de una especie polífaga que parasita más de 300 especies de plantas, pertenecientes a más de 63 familias botánicas, incluyendo ornamentales, malas hierbas y cultivos hortícolas. Pero este biotipo B se ha encontrado asociado a más de 600 especies de plantas distintas, extendiéndose por las regiones tropicales y subtropicales; así como en los invernaderos o cultivos protegidos de regiones templadas (Armenta 1994).

### **3.2.2. Morfología y ciclo de vida.**

Las especies de mosca blanca presentan cuatro estados diferenciados: huevo, larva, pupa y adulto. A su vez el estado de larva tiene tres estadios (I, II y III). Existen algunas discrepancias en la utilización del término pupa, que no lo es realmente, ya que existe alimentación en la primera parte del estado, y la transformación en adultos se produce en la parte final del mismo, sin que exista una muda pupal. Por ello sería más correcto el nombre de ninfas en lugar de larva (I, II y

III) y ninfa IV para la pupa. Sin embargo la terminología larva-pupa sigue utilizándose en la actualidad.

Los adultos, revestidos de una secreción cerosa pulverulenta blanca, tienen los ojos de color rojo oscuro, con dos grupos de omatidias unidas en el centro por una o dos de ellas. En reposo las alas se pliegan sobre el dorso formando un tejadillo. Los huevos son elípticos, asimétricos. Las larvas son ovaladas, aplanadas, de color blanco amarillento y translúcidas. En todos los estadios el contorno es irregular.

La hembra deposita preferentemente los huevos en el envés de las hojas, unidos a ellas mediante un pedicelio que es insertado en el tejido hospedante, aunque en algunos cultivos prefiere el haz. Los huevos se disponen de forma aislada, en grupos irregulares o en semicírculos, los cuales traza a modo de abanico con su abdomen sin moverse del sitio, pues no abandona su actividad de comer mientras los pone. Pueden o no estar recubiertos por una secreción cerosa blanca.

El estado larvario dura aproximadamente un mes. Durante los tres primeros estadios, la larva se alimentará succionando jugo de la planta de tal forma que, en caso de que esta se secase o muriese, ella también moriría. En el primer estadio se mueve unos pocos milímetros para buscar su propio lugar y clava su aparato bucal en el tejido de la planta. El segundo estadio es típico por la cremosa transparencia y por el desarrollo de patas y antenas rudimentarias. En el tercer estadio aumenta el tamaño y es de una transparente cremosidad. En el cuarto y último estado larvario no es necesaria la ingesta de alimento, adquiere un color verdeamarillento, empieza a abultarse y se hacen visibles dos ojos rojos. Transcurridas las cuatro semanas emerge el adulto de la pupa (Armenta 1994).

El tiempo de desarrollo de esta especie de mosca blanca depende principalmente de la temperatura, de la planta huésped y de la humedad. Algunos investigadores han estudiado la duración del desarrollo de huevo a insecto adulto a diferentes temperaturas. En algodón el ciclo suele ser de dos a tres semanas en verano. El tiempo necesario para el desarrollo es menor según aumentan las

temperaturas. El desarrollo del insecto es óptimo a temperaturas altas (unos 30-33° C). Por encima de 33° C el ritmo de desarrollo decrece rápidamente de nuevo. No sólo es importante el tipo de planta huésped, sino también la calidad nutricional del cultivo. Situaciones de estrés tales como una baja intensidad luminosa, altas temperaturas y extrema humedad, pueden influir sobre el desarrollo directa o indirectamente.

### **3.2.3. Daños causados por *B. tabaci* en cultivos en invernadero.**

Los daños causados por esta especie de mosca blanca en cultivos hortícolas en invernaderos pueden ser:

a) Directos. Producidos por la succión de savia. En este proceso se inyectan toxinas a través de la saliva lo que ocasiona el debilitamiento de la planta y a veces manchas cloróticas. En ataques intensos se producen síntomas de deshidratación, detención del crecimiento y disminución del crecimiento.

b) Indirectos. Producidos por la secreción de melaza y posterior asentamiento de negrilla (*Cladosporium* sp.) en hojas, flores y frutos; lo que provoca asfixia vegetal, dificultad en la fotosíntesis, disminución en la calidad de la cosecha, mayores gastos de comercialización y dificultad en la penetración de fitosanitarios.

c) Transmisión de virus. *Bemisia tabaci* es capaz de transmitir gran cantidad de virosis. De entre ellas un buen número afectan al tomate. Se conoce su eficacia en la transmisión de enfermedades como:

- Virus del enchinamiento Amarillo del tomate.
- Virus del mosaico Amarillo del tomate.
- Virus del enchinamiento del tomate.
- Virus del mosaico dorado del tomate.
- Virus del achaparramiento del tomate.
- Virus del enchinamiento del chile.
- Virus del mosaico Amarillo del frijol francés.
- Virus del moteado del tomate.

De todas estas virosis la primera es, en la actualidad, el más extendido y pernicioso en las áreas mediterráneas, al originar una parada casi total en el desarrollo de las plantas afectadas.

La enfermedad del virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV) o “virus de la cuchara”, como se conoce coloquialmente, es de reciente introducción en la Península Ibérica. Su fuerte incidencia en los cultivos de tomate bajo invernadero, llevando incluso al arranque de parcelas, hace imprescindible el control de su vector. La transmisión del TYLCV por *Bemisia tabaci* se realiza de forma persistente circulativa. Es adquirido, tanto por las larvas como por los adultos, al alimentarse del floema de las plantas infectadas. El periodo de adquisición oscila entre 15 y 30 minutos, necesitando de un tiempo similar para inocularlo. Los adultos son capaces de transmitir el virus antes de las 17 horas después de su primera ingestión, permaneciendo infectivo durante más de 8 días, hasta un máximo de 20 días, durante ese periodo la infectividad del vector disminuye progresivamente, pudiendo readquirirlo en sucesivas alimentaciones. En ningún caso el virus se transmite a la progenie. Los síntomas en las plantas pueden aparecer a los 15 o 20 días después de ser inoculado el virus por el vector.

Al biotipo B se le considera menos eficaz que al biotipo A en la transmisión, aunque su polifagia y sus elevadas potencialidades multiplicativas hacen que se contemple como el principal dispersador de la enfermedad.

La condición de vector hace que, en las zonas donde coincide con las virosis, los niveles poblacionales de intervención sean muy inferiores a los que se establecen para la plaga productora de daños directos. Los riesgos de mayor incidencia de la enfermedad se producen en el verano y en el otoño, cuando las poblaciones alcanzan niveles máximos (Cortéz 1994).

### **3.3 Ácaros.**

Destacan dos especies: *Tetranychus urticae* y *Tetranychus turkestanus*.

### 3.3.1. Morfología.

La araña roja es un ácaro tetraníquido, cosmopolita y muy polífago, dado que afecta prácticamente a todos los cultivos protegidos, cultivos al aire libre, y gran número de especies de plantas espontáneas.

Esta especie se encuentra ampliamente distribuida por todo México, sobre todo en zonas de clima suave y cálido. La figura 5 muestra a la araña roja sobre una hoja de hortaliza (Ramos 1986).

FIGURA 5. Ácaro rojo.

Fuente: <http://tarjeplanta.com/blog/?p=34>



Los huevos son esféricos, lisos y de color blanquecino o anaranjados, y de aproximadamente 0.12 mm de diámetro.

Las larvas tienen un cuerpo redondeado y blanquecino, con un tamaño de 0,15 mm., siendo lo más característico, que poseen tres pares de patas, a diferencia de los estados intermedios entre larvas y adultos, que son las protoninfas y deutoninfas, que ya poseen los cuatro pares de patas.

Las hembras adultas alcanzan un tamaño de 0,5-0.6 mm de longitud, tienen coloración variable en función del clima, substrato y edad, pudiendo ser amarillentas, verdosas, rojas, con dos manchas oscuras situadas en los laterales del dorso. Los

machos tienen el cuerpo más estrecho y puntiagudo, son de colores más claros y de tamaño inferior, 0,3 mm de longitud.

### **3.3.2. Ciclo de vida.**

Tiene un ciclo de vida muy corto pasando por los estados de huevo, larva, ninfa I y II y adulto. La hembra adulta fecundada pasa el invierno entrando en diapausa en los restos de cosecha, encima de árboles, cortezas, malas hierbas y comienza su actividad o daños sobre el cultivo en épocas favorables. En los invernaderos las hembras se refugian en los palos o postes hasta el nuevo cultivo. En primavera los adultos se trasladan a los cultivos, sobre todo en el envés de las hojas, comienzan a aparearse y comienzan a realizar las puestas, llegando la hembra a poner entre 100-200 huevos, con una frecuencia de 2-3 días, y alcanzando una longevidad de 20-28 días. La longevidad de los machos es de 14 días de media.

De los huevos nacen larvas, con tres pares de patas, las cuales evolucionan al estadio de protoninfa y deutoninfa, teniendo en este caso 4 pares de patas, y a continuación pasa mediante muda a estado adulto.

Todo este ciclo es rapidísimo, y en condiciones ambientales y de alimentación favorables las generaciones se suceden durante todo el año. Si durante su desarrollo el intervalo de temperatura oscila entre 23 y 30 °C, le permite completar su ciclo entre 8 y 14 días.

Si la humedad relativa es muy alta o muy baja, pueden causar gran mortalidad de larvas y retrasar su desarrollo. Se dispersan a otras zonas, o cultivos, a través del viento, y ayudadas por la tela que segregan, o bien por transporte de material vegetal. Las hembras adultas fecundadas emigran de las hojas a la parte superior de la planta. Como tejen hilos de seda estas hembras fecundadas los fijan sobre la hoja esperando una corriente de aire y lo van soltando hasta que alcanzan una determinada altura, llega la corriente, cortan el hilo y se dejan arrastrar hasta la planta siguiente, si cae al suelo morirá (Reséndiz 1998).

### **3.3.3. Huéspedes vegetales.**

Se trata de especies muy polífagas, tanto en cultivos herbáceos como en frutales y ornamentales. Puede desarrollarse de forma óptima en más de 150 especies vegetales. Al aire libre destacan el fresón, maíz, algodón, cítricos, vid, frutales de hueso como los cultivos más atacados. Dentro de invernadero destacan melón, sandía, pepino, berenjena, tomate, etc. Como ornamentales destacan clavel, rosas, crisantemo, gerbera, bulbosas.

### **3.3.4. Daños.**

Los daños directos que provoca la araña roja se deben fundamentalmente a la acción sobre las partes verdes de las plantas, producidas por los estiletes, y reabsorción del contenido celular en la alimentación.

El síntoma más característico, es la aparición de punteaduras o manchas amarillentas en el haz, producido por la desecación de los tejidos. Las manchas pueden afectar a los frutos que sin llegar a secarlos deprecian su valor comercial.

En el envés de las hojas, puede observarse presencia de araña en todo sus estadios, y tela. Debido a su alimentación, provoca una disminución de la superficie foliar, lo cual implica una disminución de la fotosíntesis o intercambios gaseosos. Los daños son más importantes en los primeros estados de desarrollo de la planta, provocando un retraso en su crecimiento, disminución de la producción y calidad de la misma. En casos extremos de grandes poblaciones de araña roja, pueden llegar a desecar la planta por completo.

## **3.4 Las arañas blancas.**

La especie de araña blanca que provoca más daños de importancia económica es *Polyphagotarsonemus latus* (= *Steneotarsonemus latus*), también conocida como la "araña blanca de los invernaderos o de la begonia". Es una especie perteneciente al orden Acarina y a la familia Tarsonemidae. Plagas muy polífagas y distribuidas en zonas subtropicales y templadas del mundo, en las

primeras se desarrollan al aire libre, y en las zonas templadas se localizan preferentemente en cultivos bajo abrigo (Gerson 1992).

#### **3.4.1. Morfología.**

Es un pequeño ácaro, con una longitud media de 0,2-0,3 mm., siendo la hembra mayor que el macho, diferenciándose fundamentalmente en el cuarto par de patas, que en las hembras están más desarrollados de lo normal y ligeramente atrofiados, y en los machos están transformados en pinzas que les sirve para sujetar a las hembras en la cópula, y para transportar a las “pupas”. La coloración de ambos sexos es blanquecino o amarillento. Es característico en los huevos un dibujo formado por círculos que cubre el corión, característica que sirve para diferenciarles de otros ácaros.

#### **3.4.2 Ciclo de vida.**

Se pueden diferenciar cuatro estadios en el ciclo de vida de la araña blanca: huevo, larva, pupa y adulto.

Las hembras ponen los huevos en huecos inapreciables en la superficie de la hoja o del fruto. Los huevos quedan firmemente sujetos a estas superficies. La araña blanca de los invernaderos, prefiere para su desarrollo los tejidos tiernos, situándose en el envés de las hojas, donde encuentra las condiciones climáticas óptimas de humedad y sombra, y alimentos necesarios. En estas condiciones de altas temperaturas, humedad y ambiente sombreado, se multiplica con gran rapidez. A 25° C el desarrollo de una generación de estos ácaros (de huevo a huevo) dura entre cuatro y cinco días. En invierno la duración total del desarrollo es de siete a diez días, según el clima.

La longevidad de una hembra es de unos diez días en condiciones normales. Durante este período pone unos 50 huevos. Las hembras no fecundadas producen solamente descendencia masculina, mientras que las hembras se producen a partir de huevos fecundados.

El macho se agarra bien a la pupa hembra con sus patas posteriores especialmente adaptadas, y espera a que emerja el adulto, tras lo cual se produce el apareamiento. En invierno, la tasa de reproducción y la actividad de los ácaros descienden. Para su supervivencia, éste ácaro depende de material vegetal vivo, por lo que no puede hibernar en partes de la estructura del invernadero, como hacen las arañas rojas (Almaguel et al., 1990).

#### **3.4.3. Huéspedes vegetales.**

Se conocen unas 50 plantas huésped, entre las cuales hay varios cultivos agrícolas, plantas ornamentales y especies silvestres. Puede producir daños económicos sustanciales en cultivos importantes tales como el algodón, té, caucho, cítricos, tabaco y patata. En invernadero, causan daños principalmente en pimiento, berenjena, tomate, pepino y unos pocos cultivos ornamentales.

#### **3.4.4. Daños.**

Los daños causados por *P. latus* se parecen a un ataque de virus. Los síntomas típicos del daño dependen de la planta huésped, pero siempre consisten en deformación de tallos aéreos.

Los ácaros prefieren tejidos jóvenes, en desarrollo, tales como hojas y flores jóvenes. La succión de savia produce deformaciones y cicatrices acorchadas, y las flores pueden perder el color. Estas desviaciones en el crecimiento son causadas por auxinas que secretan los ácaros mientras chupan. En las hojas, la succión ocurre en la parte del pecíolo, lo que hace que la hoja se enrolle. Se deforma la parte apical de la planta, y aparecen localmente decoloraciones marrones, debidas a la formación de corcho. También pueden acorcharse tejidos de los frutos e incluso presentar deformaciones. Daños severos pueden provocar la muerte de la planta.

En caso de tomate, se produce una decoloración bronceada en el tallo, brotes terminales y envés de hojas jóvenes. Las hojas de los brotes se secan, con lo que las partes altas de la planta presentan apariencia de quemadas, con los tallos arrugados y decolorados. Las hojas se abomban y presentan nervios salientes. En

patatas, forma manchas negruzcas de aspecto aceitoso en el envés de las hojas jóvenes, adquiriendo éste una coloración rojiza, y doblándose la hoja por los bordes de forma irregular. Ocurre lo mismo en la planta de pimiento, donde además impide la floración, o hace caer las flores.

En la planta de algodón, las hojas se vuelven rígidas y se doblan por los bordes hacia abajo. En cítricos, afecta sobre todo a plantones jóvenes, en los brotes tiernos, provocando enrollamiento de los bordes de las hojas, pudiendo necrosar y caer. También pueden afectar al fruto provocando una decoloración del mismo (Gerson 1992).

### **3.5 Familia Chrysopidae.**

Los organismos entomopatógenos y entomófagos nativos evitan que las plagas incrementen sus densidades de población a niveles de riesgo. Tales organismos significan una fuente gratuita y efectiva de control en la naturaleza manteniendo a los insectos y ácaros plaga a un nivel más bajo que el que ocurriría en ausencia de ellos. De Bach (1964), indica que el 99.9% de las plagas potenciales están bajo un control biológico natural. El control biológico natural o inducido es una de las tácticas del manejo integrado de plagas

Actualmente, la cría masiva de parasitoides y depredadores y su liberación en campo representa un método de control de plagas, exitoso económico y no contaminante.

#### **3.5.1 Especies.**

La familia Chrysopidae está integrada por especies comúnmente llamadas “alas de encaje”, “leones de áfidos”, “moscas de ojos dorados” o simplemente “chrysopas” y son los más importantes de todos los depredadores del orden Neuroptera. Entre ellos las especies *Chrysoperla carnea*, *C. rufilabris* y *C. downesi* han sido criadas masivamente por muchos años en Norteamérica, Europa y México y las especies *C. externa*, *C. nipponensis*, *C. comanche*, *C. harrisit*, *Ceraeochrysa cincta*, *C. cubana* y *C. smithi* están siendo utilizadas principalmente

en Latinoamérica y Asia. Actualmente se les consideran como los agentes biológicos decisivos en el control de plagas agrícolas.

#### **3.5.1.1 *Chrysoperla carnea*.**

Se ha centrado la atención en la especie *Chrysoperla carnea* como agente de control biológico debido a su potencial para controlar muchas poblaciones de plagas agrícolas. *C. carnea* se caracteriza por ser una especie con larvas voraces, polífagas y activas.

*C. carnea* se presenta como un valioso enemigo natural que aparece en una gran variedad de agroecosistemas y su amplio rango predador incluye varias especies de plagas. En los Estados Unidos, se dan de forma natural las poblaciones de *C. carnea*, sin embargo estas han sido manipuladas para un establecimiento y aprovechamiento eficiente en un manejo integrado de plagas. *C. carnea* es considerada un importante predador de áfidos en las cosechas rusas y egipcias de cultivos como el algodón, remolacha y los viñedos Europeos (Tauber and Tauber, 1983).

#### **3.5.1.2 *Chrysoperla externa*.**

*Chrysoperla externa* es un predador distribuido extensamente en el sureste de Estados Unidos, Antillas y la zona meridional de sur América (Adams, 1983). *C. externa* (Hagen) y *Ceraeochrysa cincta* (Schneider), son dos especies peruanas, las cuales se destacan 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 pesticidas (Núñez, 1998). Su amplia distribución y hábitats la hace conveniente para el uso creciente en control biológico en muchos países y varios cultivos, tales como: huertos citrícolas y cultivos en general ( Tauber y Tauber 1983).

### **3.5.1.3 *Chrysoperla rufilabris*.**

Las larvas de *Chrysoperla rufilabris* predan gran variedad de plagas. Consumen vorazmente huevos y ninfas de *Bemisia tabaci* que se encuentran en el envés de las hojas del cultivo de tomate en invernadero, es así que *C. rufilabris* presenta potencial para ser incluida en un manejo biológico de *B. tabaci* bajo condiciones de invernadero (Breene et al., 1992).

Adicionalmente la población de *C. rufilabris* no se ve afectada por la residualidad de algunos insecticidas químicos aplicados antes de su liberación haciéndose así un control más eficiente de *Bemisia tabaci* (Breene et al., 1992). *C. rufilabris* puede ser más útil en áreas donde la humedad tiende a ser alta por ejemplo: invernaderos y cultivos bajo riego del sudeste y parte del occidente de los Estados Unidos (Breene et al., 1992).

### **3.5.2 Comportamiento.**

En su estado adulto, los *Chrysoperla*, se alimentan de la mielecilla que producen algunos insectos y néctar o polen de las plantas, lo que los hace sobrevivir fácilmente en el hábitat, 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, que producen mielecilla que significa una fuente alimenticia para el adulto y que además facilita a las larvas recién emergidas encontrar rápidamente a sus presas.

La longevidad del adulto puede ser de varios meses. El tiempo de desarrollo de huevo a adulto es de 22 días bajo condiciones de 27 °C y 14 horas luz. Durante su desarrollo larval pasa por tres instares en un periodo de 10 días aproximadamente, durante los cuales manifiesta su actividad de depredación. El tiempo de desarrollo de huevo a adulto varía de acuerdo a factores de temperatura, humedad relativa, fotoperiodo, y dieta de la larva. En el cuadro 2 se observa el tiempo de desarrollo bajo condiciones de 27 °C y 14 horas luz.

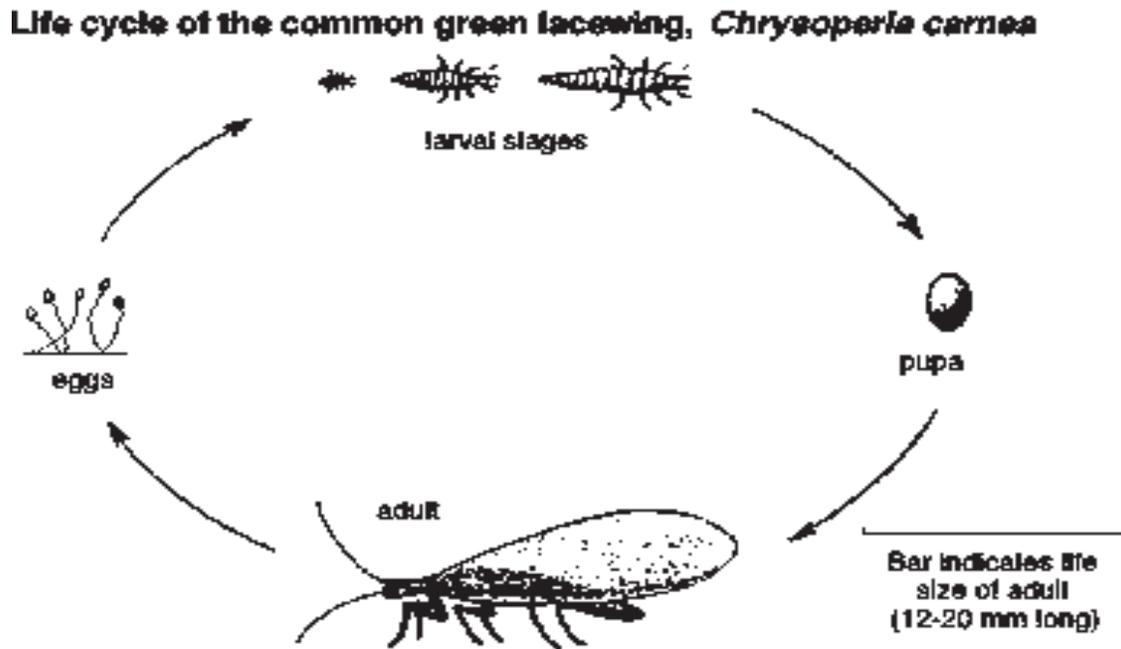
Cuadro 2. Tiempo de desarrollo de *C. rufilabris*. 27° C y 14 horas luz.

ESTADO DE DESARROLLO	DÍAS
HUEVO	4
LARVA DE PRIMER INSTAR	3
LARVA DE SEGUNDO INSTAR	2.4
LARVA DE TERCER INSTAR	3
PUPA	9
TOTAL	21.4

Los huevecillos al ser ovipositados son de color verde y antes de la eclosión adquieren un color blanco sucio, están provistos de un pedicelo cuya función es protegerlo de canibalismo, depredación o parasitismo. En la figura 6 se observa el ciclo de vida del *Chrysoperla carnea* S.

FIGURA 6. Ciclo de vida de *Chrysoperla carnea* S.

Fuente: <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/predators/chrysoperla.html>



La larva se caracteriza por una alta capacidad de búsqueda, intensa actividad, movimientos rápidos y por ser muy agresiva. Prefiere insectos de cuerpo blando tales como áfidos, moscas blancas, trips, piojos harinosos, huevecillos y larvas de lepidópteros y ácaros. Se ha observado que pueden alimentarse de minadores perforando la cutícula de la hoja con sus mandíbulas. Comúnmente todas las especies de *Chrysoperla* son consideradas depredadores generalistas, sin embargo, muestran su preferencias por determinadas presas.

### 3.5.3 Efectividad.

La efectividad de las especies de *Chrysoperla* como agentes de control biológico ha sido demostrada en campo e invernadero. En lo que se refiere a la interacción de *C. carnea* y *C. rufilabris*, se menciona que *C. rufilabris* es más efectiva que *C. carnea* en regiones húmedas, en cultivos bajo riego permanente e

invernaderos. Por su parte *C. carnea* resulta el agente de control biológico idóneo en regiones secas o en cultivos de temporal. En las zonas donde ocurren ambas especies existe una diferencia estacional, lo que permite la no competencia entre sí (Tauber y Tauber, 1983). Burke y Martín (1956) indican que *C. carnea* es la especie dominante al inicio de la temporada, mientras que *C. rufilabris* es la especie dominante en agosto y septiembre cuando los problemas de plaga tienden a incrementarse, por lo que en la mayoría de los casos *C. rufilabris* puede considerarse el agente de control biológico más efectivo, particularmente en algodón en donde se han observado altas poblaciones de este depredador; otro cultivo en el que se reportan altas poblaciones de esta especie es en alfalfa. El valor que representa *C. rufilabris* como agente de control biológico se incrementa por su potencial para ser usado dentro de un manejo integrado de plagas debido a que se ha reportado que presenta niveles de tolerancia a los insecticidas (Hurej y Dutcher, 1994), a diversos fungicidas y acaricidas (Mizell y Schiffhauer, 1989). Para el caso de *C. carnea* Hernández y Berlanga (1995) reportan que el hongo entomopatógeno *Paecilomyces* spp Infectó menos del 13% de larvas de primer instar.

### **3.6 GENERALIDADES DEL DEPREDADOR *Chrysoperla carnea* Stephens.**

#### **3.6.1 Distribución geográfica.**

La “crisopa verde”, “alas de encaje verde”, “ojos dorados” o “león de los áfidos”, está considerada como una especie cosmopolita, la cual puede ser encontrada en zonas desérticas y valles, hasta sitios de gran altitud a 2500 m. Se encuentra ampliamente distribuida por toda la región ola ártica y las islas del Océano Pacífico, se reporta en todos los estados de E.E.U.U., 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).

Se conocen alrededor de 350 especies, de las cuales en América del Norte se han identificado cerca de 90 especies (Agnew et al., 1981).

### **3.6.2 Clasificación taxonómica.**

Según Borrór et al., (1989), la “crisopa verde” se clasifica como:

Orden: Neuroptera  
Suborden: Plannipenia  
Superfamilia: Hemerobioidiea  
Familia: Chrysopidae  
Género: *Chrysoperla*  
Especie: *carnea*

### **3.6.3 Sinonimia.**

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

*Chrysopa carnea* Stephens (1836), Schneider (1851) como *Chrysopa vulgaris* Schneider; Pariser (1917) como *Chrysopa vulgaris*; Smith (1922) como *Chrysopa plorabunda* Fitch; Withycombe (1923) como *Chrysopa vulgaris*, de igual forma la citan Killington (1937); Neumark (1952); Agekjan (1973); Tauber y Tauber (1973) (citados por Tauber, 1974); y Finney (1947) como *Chrysopa californica*.

### **3.6.4 Morfología**

#### **3.6.4.1 Estados inmaduros**

##### **3.6.4.1.1 Huevecillo**

Los huevecillos de crisopa son de forma subelíptica u oval, estrechándose en ambos lados, la longitud es de 0.7 a 2.3mm, de color verde recién ovipositados y en la medida que el embrión madura se torna de color grisáceo con áreas oscuras, presentan una protuberancia micropilar en la parte apical de forma circular (Smith, 1922; Killington, 1936; Carrillo, 1979), éstos son colocados en un delgado pedicelo hialino, cuyas dimensiones pueden variar desde 2mm hasta por

encima de los 15 mm (Sweetman, 1958; Chapman, 1982). Así mismo Ponish (1964) citado por Canard et al., (1984) menciona que la longitud del pedicelo puede llegar a medir hasta 26 mm.

Dicho pedicelo es producido con una sustancia hialina viscosa, que elabora la hembra, la cual se endurece al tener contacto con el aire (Smith, 1922; 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 (Smith, 1922).

Los huevecillos son ovipositados en forma individual pero pueden estar más o menos cerca uno del otro sin ningún arreglo definido (figura 7), usualmente depositados en el envés de la hoja para protegerlos de los rayos solares (Smith, 1922; Sweetman, 1958; Van den Bosch y Hagen, 1966); una hembra puede ovipositar durante su vida entre 700 y 1000 huevecillos durante 63 y 64 días respectivamente (Henry y Busher, 1987).

FIGURA 7. Huevecillo de *Chrysoperla carnea* S.

Fuente: [http://www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla\\_carnea/Chrysoperla\\_carnea.htm](http://www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla_carnea/Chrysoperla_carnea.htm)



#### 3.6.4.1.2 Larva

Las larvas son campodeiformes con el cuerpo alargado, estrechándose hacia ambos extremos (figura 8); recién emergidas miden 2 mm de largo, y cuando éstas maduran la longitud puede ser de 6 a 10 mm; la cabeza es ancha y dorsoventralmente aplanada (Smith, 1922; Bram y Bickley, 1963). En los tres estadios larvarios, la cabeza está fuertemente quitinizada, excepto por algunas líneas membranosas ventrales y setosas; en los últimos instares presenta en la parte dorsal de la cabeza patrones o dibujos de color oscuro (Killington, 1936; Tauber, 1974), que realmente son dos franjas ensanchadas basalmente (Anew et al., 1981).

FIGURA 8. Larva de *Chrysoperla carnea* S.

Fuente: <http://www.inta.gov.ar/imyza/info/gal/chrysoperla.htm>



Las antenas son filiformes, con el segmento basal corto y tubular, el segundo es más largo, angosto y anulado, mientras que el segmento distal es afilado con una seta terminal, están insertadas ligeramente dorsal y anterior a los ojos, son hialinas cuando la larva está recién emergida, posteriormente se oscurecen ligeramente (Smith, 1922; Killington, 1936; Tauber, 1974).

Las mandíbulas, máxilas y palpos labiales son más oscuras que la cápsula cefálica, las prominentes quijadas salen de la parte anterior de la cabeza y están compuestas de dos partes, las mandíbulas que están localizadas dorsalmente y los estiletes maxilares que se localizan centralmente, las cuales al converger y acoplarse conjuntamente forman un canal alimenticio, éstas son curvadas, las mandíbulas presentan las puntas convergentes y acanaladas, succionadoras y conspicuas, las cuales utilizan para capturar, perforar y extraer los líquidos internos del cuerpo de sus presas, como lo muestra la figura 9. Tauber, 1974; Carrillo, 1979).

FIGURA 9. Larva de *Chrysoperla carnea* S. atacando pulgón.

Fuente: [http://champignon.champyves.free.fr/FicsHtml/I\\_Chrysoperla.htm](http://champignon.champyves.free.fr/FicsHtml/I_Chrysoperla.htm)



Los ojos están situados justamente atrás de las bases antenales y cada uno está compuesto de seis estructuras oscuras llamadas “stemmata” o también conocidos como ocelos laterales (Killington, 1936; Chapman, 1982).

Generalmente el cuerpo varía de color gris claro, rosa o café brillante, esto depende de dos situaciones, si es cuticular existen áreas de color café esclerotizadas y si son áreas subcutáneas éstas son rojizas, rosas, amarillo y blanquecino. Presenta pequeños tubérculos dorsolaterales en el tórax y abdomen, con algunas setas cortas, rectas y lisas, en ocasiones con setas largas, aserradas y curvas; éstas últimas sirven para adherir deshechos de mudas de otros insectos que la misma larva recoge (Tauber, 1974; Richards y Davies, 1984).

El abdomen está compuesto de diez segmentos los cuales son membranosos y no esclerotizados. El primer segmento abdominal es generalmente más corto que los segmentos segundo al séptimo, en el tercer instar larvario en los segmentos segundo al séptimo presentan tubérculos dorsolaterales setíferos no esclerotizados, mientras que del primero al séptimo segmento abdominal presentan cada uno un par de pequeños tubérculos dorsales, con un par de setas cortas. Las patas están bien desarrolladas con un solo segmento tarsal, el cual al final de cada tarso presenta un par de uñas y un órgano denominado pulvilia (Tauber, 1974).

#### **3.6.4.1.3 Pupa**

La pupa de *Chrysoperla carnea* Stephens está considerada como exarate y decticia, el capullo es de forma ovoide o subesférico, el cual es hilado con varias capas de seda, dando apariencia apergaminada, como lo muestra la figura 10 con dimensiones de 2.75 mm (Van den Bosch y Hagen, 1966); sin embargo, se menciona que éstas pueden variar de 1.5 a 7 mm, la pupa de los machos es más pequeña y brillante que la de las hembras, con colores que van de blanco a blanco grisáceo, en otras especies son de color amarillo estriado (Canard et al., 1984).

FIGURA 10. Pupa de *Chrysoperla carnea* S.

Fuente: [http://www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla\\_carnea/Chrysoperla\\_carnea.htm](http://www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla_carnea/Chrysoperla_carnea.htm)



### **3.6.4.2 Estado adulto**

#### **3.6.4.2.1 Cabeza**

Los adultos son de color verde, con delicadas alas transparentes, miden alrededor de 15 a 20 mm, las hembras morfológicamente son de mayor tamaño que los machos (Bickley y Macleod, 1956, citados por Van den Bosch y Hagen, 1966), de vuelos cortos y lentos, así como de hábitos nocturnos (Anew et al., 1981).

La 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, y varían en tamaño, aproximadamente la mitad y en algunas ocasiones dos veces la longitud del ala anterior. Los palpos maxilares son de cinco 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 (Killington, 1936; Canard et al., 1984); en particular

presenta las genas con una línea recta oscura, frecuentemente con coloración rojiza, que va del ojo a la boca (Anew et al., 1981).

#### **3.6.4.2.2 Tórax**

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 lóbulos bulbosos, el mesoescutelo es largo y conspicuo, en tanto que el metaescutelo es ligeramente más pequeño (Killington, 1936).

El tórax presenta una franja amarilla situada mesalmente, característica para identificación de la especie *C. carnea* (Anew et al., 1981; Arredondo, 1993).

#### **3.6.4.2.3 Patas**

Las patas están desarrolladas, generalmente largas y delgadas, las posteriores son más largas 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 constriñéndose de un lado hacia el interior y al centro, posteriormente curvándose afiladamente hacia un extremo exterior, semejando a un gancho afilado (Canard et al., 1984).

#### **3.6.4.2.4 Alas**

Las alas de la familia chrysopidae son usualmente largas y ovaladas hacia lo ancho, como se muestra en la figura 11 sin embargo las alas anteriores son frecuentemente más angostas que las posteriores. Presenta una compleja venación de color verde y abundante, de donde deriva el nombre común de “alas de encaje verde” (Ross, 1973).

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).

FIGURA 11. Adulto de *Chrysoperla carnea* S.

Fuente: [http://www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla\\_carnea/Chrysoperla\\_carnea.htm](http://www.seea.es/divulgac/galima/Plagas/Chrysoperla_carnea/Chrysoperla_carnea.htm)



#### 3.6.4.2.5 Abdomen

El 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 noveno segmento o esternito, aparentando estar fusionados, sin embargo es visible la sutura que divide al octavo del noveno segmento (Killington, 1936). El noveno segmento está fusionado con una estructura denominada ectoprocto, que generalmente se le ha denominado décimo tergito (Canard et al., 1984).

### **3.6.4.3 Biología.**

#### **3.6.4.3.1 Eclosión del huevecillo**

El desarrollo embrionario de *Chrysoperla carnea* Stephens ha sido estudiado por diferentes investigadores, los estudios se han desarrollado en condiciones de laboratorio y con temperaturas variables. Butler y Ritchie (1970), citaron que a temperatura de 15°C el desarrollo embrionario dura un promedio de 13 días, a 25°C tarda 4.2 días, mientras que a 35°C la eclosión ocurre a los tres días. Así mismo Kuznetsova 1970 (citado por Canard et al., 1984) encontró que el periodo de incubación a temperaturas de 20°C es de 6.4 a 6.8 días, si ésta se incrementa a 35°C el periodo decrece a 2.3 o 2.6 días, sin embargo cuando se registran temperaturas superiores a ésta, la mortalidad se incrementa en un 22 a 35%, independientemente de la humedad del aire existente.

La ruptura del corión es llevada a cabo por una estructura cuticular localizada en la cabeza llamada “abridor de huevecillo”, el cual tiene la forma de una hoja dentada, si se hace un corte transversal presenta forma de “V”, transparente y quitinizada, con dimensiones de 0.118 mm de largo por 0.029 mm de ancho, en el borde frontal presenta una hilera oscura de pequeños dientes, que varían de 20 a 30 con espaciamiento irregular y una prominente proyección denominada lóbulo (Smith, 1922; Killington, 1936; Chapman, 1982).

El embrión presiona a este “abridor” contra el corión hasta rasgarlo y romperlo, el corte se efectúa en el polo opuesto a la base del pedicelo del huevecillo, inician movimientos peristálticos del abdomen, y la hemolinfa se concentra en la parte anterior del cuerpo, la presión sanguínea se incrementa principalmente en la región del labro y clipeo, forzando al abridor a penetrar a través del corión, observándose el protórax y la cabeza encorvada, posteriormente los apéndices de la cabeza quedan libres al igual que las patas, y abandona el huevecillo a excepción de la punta del abdomen de donde se sostiene por algunos minutos (Smith 1922; Killington, 1936) o por algunas horas (Canard et al., 1984) y en algunos casos de uno a dos días (Killington, 1936).

### **3.6.4.3.2 Desarrollo larvario**

La larva recién emergida es inicialmente de cuerpo muy blando, pero se endurece minutos después, posteriormente se sostiene del corión del huevecillo con las patas y descansa por espacio de 15 minutos a varias horas, después comienza a caminar alrededor del huevecillo sin alejarse del mismo, por lo que se asegura al sustrato cuando mueve el cuerpo hacia delante, en cuyo caso se afianza con las patas, finalmente al descubrir el pedicelo y si éste es perpendicular baja con la cabeza por delante sosteniéndose de la cola y uñas tarsales (Smith, 1922).

La larva usualmente está hambrienta e inmediatamente busca alimento, si no lo encuentra en uno o dos días muere (Smith, 1922), así mismo Fleschner, 1950 citado por De Bach (1964) encontró que una larva recién emergida puede recorrer hasta 225 m en busca de alimento y si no lo encuentra muere.

Si la larva localiza el alimento y suple su necesidad, posteriormente busca materiales que le sirvan para cubrir sus cuerpos, que incluye el corión del huevecillo y parte del pedicelo, así como mudas de otros insectos, preferentemente de cuerpo blando, y forman los conocidos “paquetes de basurillas o de desechos” (Carrillo, 1979). Dichos desechos son colocados en el metatórax y en los tergitos anteriores del abdomen y la región anterior del cuerpo permanecen libres (Smith, 1922).

Para el caso del grupo carnea se considera que no son cargadores de basurillas, ya que presentan setas cortas y lisas (Tauber, 1974).

Existen tres estadíos larvarios bien definidos, tanto en especies de Europa como de América del Norte; ocurren algunas situaciones importantes entre muda y muda, como es que antes de que suceda este proceso fisiológico la larva no se alimenta, sin embargo, en algunas ocasiones come en demasía, también se ha observado que puede estar una presa cerca sin ser atacada y aparentemente cesa su actividad depredadora (Smith, 1922; Killington, 1936).

Posteriormente se observa que exuda una gota gelatinosa producto de una secreción anal, que es una sustancia pegajosa y que en ocasiones parece ser

copiosa, la propata anal se adhiere al sustrato y se observan contracciones ordenadas del último segmento abdominal hacia el primero cada siete segundos, el proceso completo para dejar la vieja cutícula dura 8.5 minutos (Smith, 1922; Killington, 1936).

El tiempo de duración de los tres estadíos larvarios sometidos a una temperatura de 25° C, es de  $4.2 \pm 1.2$ ,  $3.0 \pm 0.6$ , y  $3.5 \pm 0.9$  días respectivamente, mientras que a 30°C y en el mismo orden, cada estadío dura  $3.2 \pm 0.3$ ,  $2.1 \pm 0.5$ , y  $2.4 \pm 0.7$  días (Butler y Ritchie, 1970).

#### **3.6.4.3.3 Pupación**

Cuando la larva ha completado su último estadío, busca un sitio adecuado para fabricar el capullo, de preferencia lugares protegidos tales como parte interior de la corteza de árboles, en la base de los mismos, en inflorescencias, en el envés de la hoja o en enrollamientos del envés y en la capa del suelo a una profundidad de 10 a 15 mm. Este proceso dura entre 24 y 48 horas, sin embargo algunas larvas aparentemente terminan el capullo en menor tiempo (Smith, 1922).

Cuando la larva ha terminado su capullo recibe el nombre de “prepupa”, y permanece en forma de “C” dentro del mismo, la cabeza, el protórax y la punta del abdomen están centralmente encorvadas, la cabeza cubierta de las últimas excreciones cerosas, pierden los pigmentos típicos de la especie y aparece un color amarillo cremoso ( a excepción del abdomen donde se observa una masa de color negruzco, conocida como meconio) completamente libre de macrosetas, las cuales son desprendidas e incorporadas en las capas externas del tejido sedoso del capullo; este estado es inactivo pero con la capacidad de efectuar ligeros movimientos (Smith, 1922; Killington, 1936). De acuerdo a Kuznetsova 1969, el periodo de prepupa a una temperatura de 35° C es de dos días, sin embargo, la óptima para evitar mortalidad varía entre 20 a 30°C, donde la humedad relativa entre 20 a 80% aparentemente no tiene influencia en la sobrevivencia de este periodo de quiescencia.

Es relativamente sencillo distinguir cuando la muda va a ocurrir debido a la presencia de un disco café negruzco, el cual puede ser visto a través del tejido del polo caudal, éste es formado por la exuvia del último estadío que es presionada contra la pared interna del capullo, pasando así al estado de pupa, que es inicialmente de color amarillo cremoso y posteriormente adquiere la pigmentación típica del adulto. Cuando la pupa está lista para mudar es fácilmente reconocida debido a la coloración verde que se distingue con claridad a través del capullo, en este momento la pupa puede moverse (adulto “farate”) con rapidez dentro del mismo. Para emerger del capullo se efectúa un corte transversal cerca del polo cefálico, la cabeza de la pupa presenta un par de mandíbulas simétricas quitinizadas, los ápices de las mismas son bilobuladas y los márgenes internos presentan dientes fuerte, éstas son presionadas contra la pared del capullo donde posteriormente es seguido por el levantamiento de una capa circular por donde sale el adulto “farate”. El periodo de duración de la pupa varía dependiendo de la temperatura, en condiciones de laboratorio a temperaturas de 25° C, dura  $8.8 \pm 0.7$  días, a 30° C dura  $6.6 \pm 0.6$  días (Butler y Ritchie, 1970).

#### **3.6.4.4 Adulto**

##### **3.6.4.4.1 Emergencia**

Después de la emergencia, el adulto busca un lugar firme a corta distancia del capullo, posteriormente se detiene y descansa con la parte final del abdomen hacia abajo, ya que esta posición le permite mayor facilidad de extender las antenas, alas y patas (Smith, 1922; Killington, 1936). La figura 12 muestra el adulto.

FIGURA 12. Mosca “ojos dorados” *Chrysoperla carnea* S.

Fuente: [http://champignon.champyves.free.fr/FicsHtml/I\\_Chrysoperla.htm](http://champignon.champyves.free.fr/FicsHtml/I_Chrysoperla.htm)



Primeramente se observa que el segundo par de patas quedan libres, después las antenas, alas y tercer par de patas; en el caso de las alas presumiblemente se expanden por presión sanguínea e inician de la base de las mismas hacia los extremos (Smith, 1922), el proceso desde emergencia a total expansión alar dura aproximadamente 64 minutos (Killington, 1936).

#### **3.6.4.4.2 Periodo de preoviposición**

Cuando termina de emerger se observa que se expulsa una pequeña masa ovoide y de color negra, la cual está compuesta de residuos que se acumularon

en el intestino, ya que la larva tiene el tracto digestivo cerrado durante ese estado, por lo que el meconio es descargado por el ano (Carrillo, 1979). Esta fase de la crisopa se considera que es una etapa crítica, ya que solamente eliminando ese excremento al inicio, se desarrolla la actividad locomotora y la habilidad de alimentarse y aparearse (Canard, 1973).

Al tiempo de la emergencia los adultos presentan gónadas inmaduras, por lo que no puede realizarse el apareamiento y por lo tanto no hay oviposición. De acuerdo a Alrouechdi 1982 (citado por Canard et al., 1984) el periodo de preoviposición bajo condiciones de fotoperiodo de 16 horas con luz y ocho sin ella, las hembras inician la oviposición después de cuatro días a temperaturas de 30° C, pero si la temperatura decrece a 15° C el inicio de ovipostura ocurrirá hasta los 15 días.

#### **3.6.4.4.3 Radio sexual**

Según Killington (1936), el balance natural está en el 50 y 50% para hembras y machos, en ocasiones con un claro dominio de machos y algunas veces de hembras, ésta observación fue hecha en capturas con trampas de luz.

#### **Longevidad**

Kuznetsova (1969), (citado por Canard et al., 1984) menciona que en experimentos de laboratorio la máxima longevidad y fecundidad es de 80 a 82 días a una temperatura de 20° C y 80% de humedad relativa.

#### **3.6.4.4.4 Voltinismo**

En el caso de *Chrysoperla carnea* Stephens que es considerada como una especie cosmopolita, se ha reportado que puede alcanzar de 5 a 7 generaciones al año dependiendo de la zona climática. En el valle del Yaqui, Sonora, se han capturado adultos de Crisopa desde el mes de marzo al mes de octubre (Pacheco, 1986).

La hibernación de esta especie es en estado adulto que usualmente son inactivos, busca pasar esta etapa en lugares secos y oscuros, como puede ser

entre hojas muertas, espacios en la corteza de árboles así como nidos abandonados de avispas ( Bosch y Hagen, 1966).

### **3.6.4.5 Hábitos**

#### **3.6.4.5.1 Preferencias alimenticias**

Las larvas de la familia Chrysopidae se alimentan en forma natural de pequeños insectos de cuerpo blando, son muy voraces y con un amplio rango de depredación, de hábitos nocturnos (Bosch y Hagen, 1966; Borrer et al., 1989), mientras que los adultos se alimentan de mielecilla y polen (Agnew et al., 1981; De Bach, 1964). Debido a ese comportamiento se le dio el nombre de “Crisopa verde”, ya que invade cultivos en prácticamente todo el año, permaneciendo durante todo el ciclo del cultivo o hasta que las condiciones climáticas se lo permitan.

#### **3.6.4.5.2 Canibalismo**

La depredación intraespecífica 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, tanto de huevecillos, larvas y adultos. Phillippe (1970) (citado por Canard et al., 1984) argumenta que la razón principal de este comportamiento es el alto nivel de requerimiento alimenticio del insecto.

#### **3.6.4.6 Enemigos naturales**

En América del Norte se conocen dos especies de Hymenopteros de la familia Heloridae, las cuales son parasitoides de las larvas de la familia Chrysopidae, *Helorus anomalipes* Panzer y *Helorus ruficornis* Foerster. Los adultos de esta especie son de color negro de aproximadamente 4mm de longitud, con venación completa en las alas anteriores, éstos emergen de los capullos

infestados (Borror et al., 1989) éstos mismos autores reportaron avispas de la familia Scelionidae que parasitan a huevecillos de crisopa.

Anew et al., (1981), encontraron un parasitoide de la familia Eulophidae *Tetrastichus chrysopae* Crawford, que parasitó a larvas y pupas de crisopa, colectados en campos experimentales en el estado de Texas, E.E.U.U.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Materiales.

Para realizar la investigación, se recopiló información de tesinas y tesis de licenciatura y maestría; así como también algunas páginas de Internet. Además de folletos y trabajos realizados por: El Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, El Centro Regional de Estudios y Reproducción de Organismos Benéficos (CREROB) de Matamoros Tamaulipas, El Centro Nacional de Referencia de Control Biológico de Tecomán Colima, La Dirección General de Sanidad Vegetal de la Sagarpa, El INIFAP del Valle de Apatzingán Mich., la empresa Biocontrol Grupo Purépecha de Uruapan Michoacán.

También realicé encuestas en INIFAP Valle de Apatzingán Michoacán y a productores de *Chrysoperla carnea* S. de la empresa de control biológico de plagas agrícolas “Biocontrol” Grupo Purépecha. Así como a productores de papaya y aguacate de Antúnez y Uruapan respectivamente.

### 4.2 Métodos.

Realicé visitas a las bibliotecas de la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” de la ciudad de Uruapan Michoacán, y a la Escuela de Ciencias Agropecuarias de Apatzingán. En el INIFAP del Valle de Apatzingán, entrevisté al M.C. José Francisco Arias Suárez del Departamento de Hortalizas y al Ing. Rodrigo Teniente Oviedo Jefe de Operaciones del Departamento de granos básicos, quienes me facilitaron folletos y artículos. El Ing. Salvador Venegas Flores de la Junta Local de Sanidad Vegetal de Apatzingán, me facilitó bibliografía sobre control biológico además de participar como asesor de esta tesina. También visité el Laboratorio de producción de *Chrysoperla carnea* S. de la empresa Biocontrol Grupo Purépecha, a cargo del Ing. Ricardo Vega y el Biólogo Javier Rodríguez Aguirre, quienes me facilitaron folletos, artículos y me mostraron el sistema utilizado para la producción de Crisopas.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Resultados

Tauber y Tauber (1983), mencionan que *C. rufilabris* está distribuida ampliamente en norteamérica, ocurriendo desde el este de Canadá hasta el noreste de México. Su distribución en estas regiones se debe a la alta humedad relativa, superior al 75%, mientras que en las zonas secas su distribución es menor.

Cannard y Principi (1984), descubrieron que bajo condiciones de laboratorio una larva consume hasta 270 pulgones, donde más del 80%, del total de presas consumidas, es debido a la acción de la larva del tercer instar.

Clausen (1940), observó a las larvas de *C. rufilabris* depredando un amplio espectro de insectos de cuerpo blando tales como: pulgones, moscas blancas, ácaros, trips, piojos harinosos, huevos y larvas de lepidópteros, inclusive observó que tienen la capacidad de alimentarse de minadores perforando la cutícula de la hoja con sus mandíbulas.

En Rusia, realizaron diversos trabajos para determinar la cantidad óptima de ejemplares a liberar en campo, principalmente contra poblaciones de pulgones en hortalizas, obteniendo reducciones en las poblaciones plaga de hasta el 98% al utilizar una relación (presa / depredador) de 1:5 a 1:30 para larvas, mientras que relaciones de 1:1 para huevecillos han reducido hasta un 74% la población de la catarinita de la papa (Ridgway y Murphy 1984).

En estudios realizados por Legaspi et al., 1993 en Weslaco, Texas citados por Carruters, Wraight y Jones, 1993) en otra especie de *Crisopa Chrysoperla rufilabris*, encontraron que este insecto puede consumir en su tercer estadio un promedio de 350 huevecillos de mosquita blanca y 30 ninfas de tercer estadio por día. Investigaciones en laboratorio revelaron que las larvas de *C. carnea*, consumieron 329.70 ninfas del último estadio de *Bemisia tabaci* para llegar al estado de pupa (Balasubramani y Swamiappan, 1994).

Barbosa et al., (2002) del Departamento de Entomología de la Universidad Federal de Lavras, Lavras, Brasil. Realizaron estudios sobre la influencia de diferentes densidades de *M. persicae* colocados en el envés de las hojas de chile dulce, *Capsicum annuum* L., sobre algunos aspectos biológicos de estados inmaduros y adultos y la capacidad depredadora de larvas de *C. externa*. La cantidad de áfidos consumidos diariamente por cada instar de *C. externa* fue estimada en una prueba preliminar. En las pruebas experimentales, las larvas de *Chrysoperla* fueron alimentadas con tres densidades de áfidos: 50% debajo de la cantidad diaria de consumo, la cantidad diaria de consumo y 50% arriba del consumo. El experimento fue completamente al azar utilizando en cada densidad 40 larvas recién emergidas de primer instar de *Chrysoperla*, en cajas de petri individuales de 5 por 1.5 cm y mantenidas a 25 ° C, con una humedad relativa de  $70 \pm 10\%$  y 12 horas de fotoperiodo. El índice de duración y sobrevivencia de cada instar larval, prepupa y pupa, número de áfidos consumidos, duración del periodo de preoviposición, diaria y total oviposición durante 50 días y el índice de sobrevivencia de huevecillos también fueron evaluados. Ellos encontraron que la población de los áfidos influyó en el consumo de los tres instares larvales, el consumo mayor tomó lugar cuando se incrementó la población de presas, estuvo por debajo del 50% de la cantidad de consumo. El índice de sobrevivencia en los tres instares de la larva se incrementó cuando se incrementó la densidad de población de las presas, demostrando con esto que la sobrevivencia de las larvas está relacionada con la disponibilidad de las presas.

Estos mismos investigadores de la Universidad Federal de Lavras, Lavras, Brasil, realizaron también evaluaciones sobre la capacidad depredadora y aspectos biológicos de larvas de *Chrysoperla externa* alimentadas con *Bemisia argentifolii* usando ninfas de cuarto instar de moscas blancas a densidades de 100, 160, 220, y 280 colocadas en el envés de las hojas de plantas de tomate del cultivar Santa Clara. Las ninfas fueron obtenidas cortando discos de 2 cm de diámetro de la planta de tomate y colocándolas en cajas de petri de 5 cm conteniendo una capa de agar de 1%, y colocando una larva de *Chrysopa* en cada

caja. Las pruebas fueron realizadas a 25° C, humedad relativa de 70 ± 10% y 12 horas de fotoperiodo en un diseño completamente al azar con 10 repeticiones. Los datos a evaluar fueron: duración, índice de sobrevivencia y el número de ninfas de mosca blanca atrapadas, cada 24, 48, 72 y 96 horas. Para el estado adulto, de preoviposición, oviposición, y periodos de oviposición efectiva fueron determinados junto con la fecundidad total diaria durante 60 días, además del periodo embrionario y el índice de sobrevivencia de los huevecillos. La duración del primero, segundo y tercer instar de *C. externa* no presentaron diferencia significativa cuando estuvieron alimentadas con ninfas de *B. argentifolii* a diferentes densidades y con un índice de sobrevivencia de 90 a 100%. Con esto se observó un incremento en la capacidad depredadora de las larvas de primero, segundo y tercer instar, asociado con un incremento en la densidad de población de ninfas de *B. argentifolii*. El consumo fue de 44.6; 69.9; 68.3 y 107.8 ninfas a través del primer instar; 83.1; 168.4; 203.3 y 288 ninfas para el segundo instar y 341.3; 579.3; 697.3 y 1006.3 ninfas para el tercer instar relacionadas con las cuatro densidades utilizadas respectivamente. Los periodos de preoviposición, oviposición y oviposición efectiva fueron de 5.1; 56.8 y 51.4 días, respectivamente con una capacidad diaria y total de oviposición de 11.9 y 711.8 huevecillos por hembra. El periodo embrionario fue de 4.0 días y el índice de sobrevivencia del 90.8%.

Fonseca et al., (2002). Realizaron evaluaciones sobre los aspectos biológicos y la capacidad depredadora de la larva de *Chrysoperla externa* alimentada con ninfas de *Rhopalosiphum maidis* a diferentes temperaturas. Los experimentos se llevaron a cabo a 15, 20, 25 y 30° C, 70 ± 10% de humedad relativa y 12 horas de fotoperiodo en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y quince repeticiones en el Laboratorio de Biología de Insectos del Departamento de Entomología de la Universidad Federal de Lavras, MG, Brasil. Ellos descubrieron que la duración de todos los periodos de vida de las *Chrysopas* disminuyeron cuando se incrementó la temperatura. A diferentes temperaturas el consumo de áfidos por las larvas de *C. externa* se incrementó con el desarrollo

larval, mostrando un consumo mayor en las de tercer instar. A 15° C, el consumo durante el periodo larval fue de  $317.4 \pm 6.0$  áfidos de tercer y cuarto instar, incrementando la temperatura a 20 y 25° C, este fue de  $351.5 \pm 7.1$  y  $347.5 \pm 5.7$  áfidos, respectivamente y se redujo a  $301.3 \pm 6.7$  áfidos a 30° C. el índice de sobrevivencia para los tres instares larvales, pre-pupa, y pupa fueron de 100% a temperaturas de 20 y 25° C, siendo este, el rango adecuado para el desarrollo de este depredador. La temperatura inicial y constante térmica relacionadas con el estado de desarrollo de los insectos, de huevecillo a adulto, corresponden a 10.7° C y 377.8 grados-día, respectivamente. (Jonson, J. B., Duelli, P., Henry, C. S.; Brooks, S. J. Durante el octavo simposium internacional de Neuropterología desarrollado en Collage Station, Texas, USA. En julio de 2003).

En México, en el valle de Mexicali B.C., Se liberaron 10000 huevecillos de *Crisopa* por hectárea, en tres fechas para el control de mosquita blanca en melón de primavera, y se encontraron diferencias significativas respecto al control ejercido en los estados inmaduros de ninfas, en los lotes sujetos a estudio (Cota et al., 1993). También se han realizado diversas investigaciones sobre las *Chrysopas* principalmente en el Centro Regional de Estudios y Reproducción de Organismos Benéficos (CREROB), del Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal (PIFSV) de Matamoros Tamaulipas; donde mencionan que las larvas de *Chrysoperla* recién emergidas del huevecillo pueden diseminarse hasta 25m en busca de alimento. Algunas larvas pueden recorrer 4 a 5 km, aunque algunos autores indican 11 a 13 km antes de convertirse en pupa. También encontraron que solamente las *Chrysopas* en estado de larvas son las que realizan el control de plagas y las larvas de tercer instar son las que hacen la mayor parte de la actividad de control biológico. Por ejemplo descubrieron que mientras la larva de tercer instar consume 191 huevecillos o 124 larvas de primer instar del gusano del fruto en un lapso de 48 horas, la larva de primer instar solo consume 10 huevecillos o nueve larvas de primer instar durante el mismo periodo.

Una larva durante todo su desarrollo larval, puede consumir un total aproximado de 300 áfidos pero el 80% es consumido por la larva del tercer instar. En el caso de huevecillos de *Sitotroga 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 negro, 3780 escamas de la Familia *Coccidae*, 6500 huevecillos de escamas del pino, y 11200 arañas rojas.

La efectividad de las larvas *Chrysoperla* se reduce bajo el efecto de factores como: lluvias torrenciales, vientos fuertes, temperaturas bajo de 12° C o mayores a 30° C; (los huevecillos expuestos al sol mueren cuando se alcanzan 37° C), depredadores y parásitos. Las *Chrysoperla* detectan a sus presas por contacto directo; por lo que las plantas con hojas vellosas o pegajosas dificultan su detección.

Los investigadores del CREROB, mencionan también que la efectividad de las larvas de *Chrysoperla* está determinada por la preferencia por cierto tipo de presas. En hortalizas los pulgones son las preferidos, después los trips y al final los ácaros. También se ha observado que la larva de *Chrysoperla* prefiere los huevecillos en lugar de la larva del gusano del fruto; por lo tanto cuando están presentes los pulgones, la depredación sobre huevecillos y larvas del gusano del fruto puede disminuir hasta en un 50%. En durazno, cuando se quiere controlar araña roja pero están presentes trips o pulgón negro, el control de araña roja será reducido. Las larvas de *Chrysoperla* prefieren presas mas pequeñas que ellas, son activas a temperaturas de 12 a 35° C y la temperatura óptima para su mayor actividad es de 19 a 32° C.

Los estados de desarrollo de *Chrysoperla carnea*, utilizados para su liberación en campo son: el huevecillo y las larvas de primero y segundo instar. 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, su manejo se dificulta por su

comportamiento canibalístico. Los huevecillos aunque están mas expuestos a factores de mortalidad que las larvas, representan la mejor opción de liberación por su fácil manejo. Los investigadores del CREROB recomiendan hacer la liberación de huevecillos cuando la población de insectos plaga es baja, esto con el fin de tener mayor probabilidad de éxito en el control de la plaga. Una población constante de larvas *Chrysoperla* de tercer instar es obtenida, realizando liberaciones semanales, iniciándolas cuando la población plaga es baja. En nuestro país las dosis de liberación oscilan desde 2500 hasta 25000 individuos por hectárea, aunque comúnmente se liberan 10000 huevecillos o larvas por hectárea. Además mencionan que 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 *Chrysopidae* contra plagas de la papa y hortalizas. Así la relación 1:5 usado en el caso del áfido verde del durazno redujo la población plaga en un 72%, sin embargo para obtener un alto nivel de efectividad contra otros áfidos ha sido necesario incrementar la relación a 1.5:1. Se ha observado que algunas especies de *Chrysoperla* 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.

Inicialmente, cuando se realizan las liberaciones de *Trichogramma*, no es recomendable liberar *Chrysoperla* al mismo tiempo, ya que puede depredar huevecillos parasitados por *Trichogramma* y como consecuencia, el establecimiento de la avispa en el cultivo será nulo. *Chrysoperla* debe ser liberada como complemento a *Trichogramma* cuando se considere necesario o bien cuando se observen las primeras larvas plaga y se estime que el parasitismo por *Trichogramma* no está siendo efectivo. Es conveniente también liberar *Chrysoperla* antes de establecido el cultivo ya sea en las franjas rompe viento o parcelas especiales para reservorio de insectos benéficos.

El laboratorio del CREROB de Matamoros comercializa *C. carnea* en estado de huevecillo, el cual se mezcla con salvado y se maneja en vasos de unicel en dosis de 1 cm cúbico de huevecillo equivalente a 5000 huevecillos de los cuales, aproximadamente el 50% son hembras, aunque la actividad de depredación es hecha por larvas de ambos sexos. Dependiendo del número y tipo de presas en el campo se decidirá la cantidad de huevecillos a liberar, su diversidad alimenticia dificulta establecer las dosis de liberación en campo.

Por ejemplo para la región norte de Tamaulipas, generalmente se liberan 500-1000 huevecillos / ha, pero es conveniente hacer un muestreo previo de presas en el campo, estimar el promedio / planta y multiplicar por el número total de plantas para calcular el total de presas / ha. Como ejemplo, si se calculan 30000 presas / ha, (pulgones / ha ), se necesitarían teóricamente, liberar 60 huevecillos si consideramos que cada larvita se puede alimentar de 500 presas, sin embargo debido a factores de mortalidad que pueden reducir la población liberada, es aconsejable liberar de 1000-3000 huevecillos / 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. En lo referente a la liberación colocan 1.0 cc de huevecillo en un vaso de unicel y hacen la liberación en diez hectáreas, de sorgo principalmente, cuando se identifican los primeros manchones de pulgón u otra plaga. En árboles frutales colocan los vasos con huevecillos, en sitios del árbol de manera que se protejan contra el viento. También han hecho liberaciones pegando los huevecillos en cuadros de cartulina añadiendo huevecillos de *S. cerealella* para que sirvan de alimento inicial y se disminuya el efecto de canibalismo. También han utilizado papel kraft donde la hembra oviposita en el laboratorio, para facilitar su manejo; las porciones de papel kraft miden 30 por 30 cm. Los huevecillos son contados y se grapan porciones de papel kraft o se insertan con alfileres en las hojas de las plantas.

Sobre la susceptibilidad a insecticidas el CREROB ha encontrado que las larvas de *Chrysoperla* son resistentes a dosis bajas de algunos insecticidas pero

son muy susceptibles a otros. Los adultos tienden a ser más susceptibles que las larvas. Los insecticidas permetrina, oxamyl, lannate, fenvalerato, lambda, cialotrina, dimetoato, cypermetrina, deltametrina, clorpirifos, metamidofos, propoxur, azinfosmetil, imidacloprid, acefato, oxidemefon metil, naled, monocrotofos, malation, diazinon, mevinfos, carbaril, abamectina, endosulfan y rotenona han llegado a reducir en más del 75% a la población de larvas y adultos de *Chrysopas*. Y algunos de ellos pueden persistir hasta 12 días después de aplicados en el campo.

En Uruapan Michoacán, en el laboratorio de producción de insectos benéficos de la empresa “Biocontrol” Grupo Purépecha, a cargo del biólogo Javier Rodríguez, han realizado diversas investigaciones sobre la producción de *Crisopas* y otros insectos benéficos, así como de hongos entomopatógenos. Ellos utilizan material de laboratorio y además material de campo, el cual colocan en rejillas cuadradas de 15cm por 15cm, colocando un huevecillo en cada cuadrante para la obtención de las larvas. Luego que obtienen las larvas éstas a su vez las colocan en contenedores donde las alimentan con huevecillos de una palomilla de los granos almacenados (*Citrotoga cereallela*) los cuales son producidos en el mismo laboratorio. Después de 18 días las larvas se convierten en capullos tomando una coloración verde para dar paso a los adultos; estos a su vez son alimentados con miel y polen en contenedores cilíndricos de 20 cm por 6 pulgadas de diámetro y en su interior contienen papel cuadrado el cual es utilizado por los adultos para colocar sus huevecillos, este papel mide aproximadamente 1 centímetro cúbico y contiene alrededor de 4500 huevecillos de *Chrysoperla carnea* S que es la especie que ellos producen y lo expenden a los productores en \$60.00 por c.c. Los productores lo han utilizado para reducir la infestación de insectos chupadores, tales como: áfidos, moscas blancas, ácaros, trips, gusanos entre otros; y en cultivos de: aguacate, fresa, zarzamora, maíz, jitomate, chile, cebolla, papaya principalmente. El Biólogo Rodríguez recomienda a los productores liberar el huevecillo antes de que aparezcan los insectos plaga, para obtener un mejor control de los mismos; con esto también se han reducido

las aplicaciones de productos agroquímicos de cinco a una sola aplicación en jitomate y en aguacate de una sola aplicación de insecticidas por año, cuando antes se aplicaban mensualmente. El laboratorio tiene una demanda de 800 cc por semana y los productores como el señor Enrique García de Uruapan comenta que en aguacate ya no tienen que hacer aplicaciones de agroquímicos cada 21 días por lo que ahora realizan liberaciones de Crisopas cada mes en sus 110 hectáreas. En el valle de Apatzingán el Ing. Santiago Ayala quien es productor de papaya cubana ha realizado liberaciones de Crisopas desde hace tres años, ahora las ha utilizado en sus más de 100 hectáreas que asesora en el municipio de Parácuaro y comenta que le han dado muy buenos resultados al reducir las aplicaciones de confidor y agrimec en más de un 80%, y añade también que las larvas de las Crisopas se desplazan a las parcelas vecinas poblando otros cultivos y con esto ha obtenido un mayor control de las plagas.

## 5.2 Discusión

La gran mayoría de los autores e investigadores, coinciden en que la “mosca ojos dorados” (*Chrysoperla carnea* S.) se caracteriza por alimentarse de un amplio espectro de insectos de cuerpo blando tales como: pulgones, moscas blancas, ácaros, trips, piojos harinosos, huevos y larvas de lepidópteros. Además de que durante su periodo larval puede llegar a consumir cientos de pulgones, ninfas de mosca blanca y miles de huevecillos, larvas recién emergidas y arañas rojas; además de que la mayoría de estos insectos plaga son consumidos por la larva de tercer instar. Coinciden también en que las larvas tienen una alta capacidad de búsqueda y que pueden recorrer varios kilómetros hasta convertirse en pupa; y que los insectos que mayormente prefieren son los pulgones, por lo que se le conoce también como “león de los áfidos”.

Investigadores del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico de Tecomán Colima, mencionan que la efectividad de las especies de *Chrysoperla* como agentes de control biológico ha sido demostrada en campo e invernadero. En lo referente a la interacción de *C. carnea* y *C. rufilabris*, se menciona que *C. rufilabris* es más efectiva que *C. carnea* en regiones húmedas, en cultivo bajo riego permanente e invernaderos. Por su parte *C. carnea* resulta ser el agente de control biológico idóneo en regiones secas o en cultivos de temporal. Cabe señalar que el laboratorio de reproducción de *Chrysoperla* de la empresa Biocontrol Grupo Purépecha de Uruapan reproduce la especie *Chrysoperla carnea*; por lo tanto esta especie es la adecuada para liberar en el trópico seco y Valle de Apatzingán.

Rodríguez y Ayala (2007). mencionan que la liberación de huevecillos de *Chrysoperla* se debe realizar antes de la aparición de las plagas para un mejor control y que además deben liberarse 1 cc /ha esto es aproximadamente 4500 huevecillos; por otra parte investigadores del Centro Regional de Estudios y Reproducción de Insectos Benéficos de Matamoros Tamaulipas, mencionan que para la región de Tamaulipas se liberan 500 – 1000 huevecillos por hectárea; por

lo que es conveniente realizar un muestreo previo de presas en el campo para determinar una óptima liberación.

Investigadores del Departamento de Entomología de la Universidad Federal de Lavras, Lavras Brasil, presentaron durante el octavo Simposium Internacional de Neuropterología en julio de 2003, diferentes investigaciones sobre el *Chrysoperla externa*, los cuales manifiestan que *C. externa* es también un excelente depredador de áfidos (*Mizus persicae*) y mosca blanca (*Hemisia argentifolii*); por lo que esta especie garantiza también un buen control de plagas en esta Región del Valle de Apatzingán.

Hoodle y Robinson, 2004 del Departamento de Entomología de la Universidad de California, realizaron liberaciones de *Chrysoperla carnea* para controlar las poblaciones del trips del aguacate *Scirtothrips perseae* en huertos del Sur de California, en Estados Unidos, usando técnicas de liberación empleadas por consultores en manejo y control de plagas; en la primer técnica utilizaron huevecillos de *Chrysoperla carnea* pegados en papel, el cual se cortaba en pequeños cuadros y se grapaban a las hojas de los árboles experimentales con un rango de 41,500 huevecillos / ha. En la segunda técnica emplearon una sopladora motorizada de mochila con una mezcla seca de huevecillos y larvas, la cual aplicaron en los árboles con un rango de 514,501 por hectárea. La población plaga fue monitoreada realizando conteos de población cada 15 días de *S. perseae* larvas y adultos en las hojas de los árboles. Pero las dos técnicas de liberación fallaron significativamente para reducir la población de *S. perseae* en comparación con las parcelas no tratadas. Aproximadamente 35 – 96% de huevecillos de *C. carnea* y larvas aplicadas con la sopladora de mochila cayeron al suelo donde no pudieron alimentarse y vivieron por dos días. Las larvas no mostraron preferencia por *S. perseae*, pero si por otra especie de trips, el *Franklinothrips orizabensis*, por lo anterior considero que la liberación de huevecillos y larvas mediante una mochila sopladora no es un método eficiente para colocar *C. carnea* en los árboles frutales; sin embargo puede funcionar en cultivos hortícolas ya que son de baja altura.

Los productores: Enrique García, Amadeo Teitú y Santiago Ayala, coinciden en que la liberación del huevecillo de *Chrysoperla carnea* en cultivos hortícolas y frutales debe realizarse cada mes considerando que la aplicación de agroquímicos también es muy importante durante las primeras semanas de desarrollo de las plantas; también agregan que ahora utilizan formas y métodos orgánicos, además de insectos benéficos para disminuir las poblaciones de plagas. El Ing. Ayala, añade también que la liberación del *Chrysoperla carnea* en el cultivo de papaya cubana en el Municipio de Paracuaro les ha funcionado muy bien, al controlar todo tipo de plagas de insectos chupadores tales como: pulgones, mosca blanca y ácaros; así como también ha reducido la presencia de Virosis y micoplasmas.

## VI. CONCLUSIONES

La liberación del huevecillo de *Chrysoperla carnea* S. produce una reducción significativa de las poblaciones de insectos plaga en los cultivos hortícolas y frutales.

Las larvas de *Chrysoperla carnea* S. se alimentan de un amplio espectro de insectos como: pulgones, mosca blanca y ácaros; siendo la larva de tercer instar la de mayor actividad depredadora.

Las liberaciones de *Chrysoperla carnea* S. en el estado de Michoacán han mostrado resultados satisfactorios para los productores de hortalizas y frutales de la región de Uruapan y Valle de Apatzingán.

Es recomendable realizar la liberación de huevecillos; cuando la población de insectos plaga es baja, y continuar con las liberaciones cada 21 días.

La sobrevivencia de las larvas de *Chrysoperla carnea* S. está estrechamente relacionada con la disponibilidad de la presas.

Las liberaciones de *Chrysoperla carnea* S. disminuyen las aplicaciones de productos agroquímicos, contribuyendo así con la utilidad de los productores y el crecimiento de la agricultura orgánica.

## VII. LITERATURA CITADA

Adams, P. A., 1983. A new subspecies of *Chrysoperla externa* (Hagen) from Cocos Island, Costa Rica (Neuroptera: Chrysopidae). Bull. South. Calif. Acad. Sci. Vol 82 42-45p.

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

Almaguel R. Lérica y R. Pérez A. Comprobación del pronóstico de *P. latus*. Informe Final 5191203. INISAV. 1990.

Armenta, C., I. 1994. Especies y biotipos de mosquita blanca presentes en el valle del Mayo, Son. P. 29.

Balasubramani, V. and M. Swamiappan. 1994. Development and feeding potential of the green lacewing *Chrysoperla carnea* Stephens (Neur. Chrysopidae) on different insect pest of cotton. Cab abstracts.

Borror, J. D., Triplehorn, A. C., and N. F. Johnson 1989. An Introduction to the study of insects. Saunders College publishing. E.E. U.U. p. 665-774, 357. 368.

Breene, G. R., Meagher, L. R., Donald, A., Nordlund., Yin-Tung Wang., 1992. Biological Control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in a Greenhouse Using *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). In: Biological control. 2, 9-14p.

Brown, J.K., D.R, FROLICH, AND R.C. RUSELL. 1995. The sweet potato or silver leaf white flies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex. Annual Review of Entomology. 40: 511 – 534.

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

Canard, M., Seméria, Y. and T. R. New. 1984. Biology of Chrysopidae. (Dr. W. Junk publishers) 294 p.

Carruters, R. I., Wraight, S. P. and W. A. Jones. 1993. An overview of biological control of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci*. Cotton Insect Research and control conference. E.E. U.U. 680-684 p.

Carrillo S., J. L. 1979. Apuntes de clase del curso de control biológico. Universidad Autónoma Chapingo. Mex.

Chapman, R. F. 1982. The insects, structure and function. Harvard University Press. E.E. U.U. 919 p.

Cortéz M., E. 1994. Especies de mosquita blanca en Baja California Sur. P. 31.

Cota, G. C., Pulido, H. A. y L. García. 1993. Evaluación del impacto de liberación de huevecillo de *Chrysoperla carnea* Stephens en cultivo de melón contra mosquita blanca en el Valle de Mexicali, B. C. Memorias del II ciclo de conferencias binacional de mosquita blanca. Mexicali, B. C.

Cota, G. C. Tesis de maestría. "Influencia de intervalos de alimentación y dietas en la obtención de pupas y fecundidad en cría masiva de *Chrysoperla carnea*

Stephens en laboratorio”. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B. C. Agosto 1996. 5 – 25 p.

De Bach, Paul. 1964. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Edit. CECSA. 163 p.

Driesche, A. G., Vittum, P. and R. G. Van Driesche, 1987. Potential for increased use of biological control agents against greenhouse pests in Massachusetts. Cab abstracts.

Falcon, L.A., Van Den Bosch, R., Ferris, C.A., Stromberg, L.K., Etzel, L.K., Stinner, R.E., and T.F. Leigh. 1968. A comparison of season-long cotton pest-control programs in California during 1966. J. Econ. Ent. 61:633 - 642

Figueroa, C. M. “Eficiencia biológica y económica del proceso de producción de papaya (*Carica papaya* L.) en el trópico seco de Michoacán”. Tesis de Licenciatura, UMSNH, Escuela de Ciencias Agropecuarias Apatzingán Michoacán. Julio 2000. 52 – 62 p.

García L. H. J. Y Enrique M. G. 1999. Técnica para la cría masiva del depredador *Chrysopa* spp. Memorias del Congreso Nacional de Control Biológico, México. 57-58 p.

Gerson, U. 1992. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Exp. Appl. Acarology, 13: 163-178.

Hagen, K. S. and R. L. Tassan. 1970. The influence of the food wheast and related *Saccharomyces fragilis* yeast products on the fecundity of *Chrysoperla carnea* Stephens. Can. Ent. 102: 806-811.

Hennig, H. 1987 On the ecology of the cereal leafroller *Cnephasia pumicana* Zeller (Lepidoptera : Tortricidae) Austria. Cab abstracts.

Hoddle, S. M., Robinson L. 2004. Evaluation of factors influencing augmentative releases of *Chrysoperla carnea* Stephens for control of *Scirtothrips perseae* in California avocado orchards. Department of Entomology, University of California, Riverside, CA 95521, USA. Published by Elsevier Inc. 268 – 275 p.

Killington, F. J. 1936. A monograph of the British Neuroptera Volume I. Ray Society. London. 269 p.

Komasaki, S. 1998. Citrus aphid population studies. Appl. Ent. Zool. Yokyo 23: 220 – 227.

Li, HC. 1987. Augmentation of *Chrysoperla spp.* To control cotton aphids by intercropping cotton and safflower. China. Cab abstracts.

Lucero, Lillingston, V. J. 1980. Fluctuación de poblaciones de la fauna insectil del algodón en el Valle de Mexicali, B.C., ciclo 1978 y 1979. Tesis. Chapingo, Mex. 88 p.

Marin, M.1987. Ocurrente of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera – Chrysopidae) in maize crops. Bucharest, Romania. Cab abstracts.

Miczulski, B., Lipinska, T., and G. Soczynski. 1987. Occurrence of predatory coccinelids in fields of winter wheat and spring barley. Poland. Cab abstracts.

Núñez, Z. E., 1988. Ciclo Biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraerochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). Revista Peruana de Entomología. 31 76 – 82p.

Olazo, E. V., 1987. Los Neuropteros asociados con los cultivos cítricos de la provincia de Tucuman y descripción de una nueva especie de *Nomerobius* (Hemerobiidae). CIRPON, Rev. Invest, vol 5 37-54p.

Pacheco, Mendivil, F. 1986. Plagas de los cultivos agrícolas de Sonora y Baja California. CIANO. 339 – 340 p.

Peña-Martínez, R. 1992. Biología de áfidos y su relación con la transmisión de virus, pp. 11-35. En: Urias-M., C., R. Rodríguez M. & T. Alejandro A. (eds)., Áfidos como vectores de virus en México. Vol. I, Colegio de Postgraduados. 163 p.

Ramos Mayra. Parámetros poblacionales del ácaro blanco *P. latus* en cítrico. Revista Protección Vegetal 1: 37 - 42. 1986.

Reséndiz, G. B. 1998. Resistencia a acaricidas de una población de *Tetranychus urticae* Koch procedente de Villa Guerrero, Estado de México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 45 p. SAS. 1997. SAS/STAT user's guide. SAS Institute, Cary, NC. USA.

SAGAR. DGSV. 1990 Generalidades de *Chrysoperla* con énfasis en *C. rufilabris* (Burmeister) (Neuroptera: Chrysopidae). Ficha técnica CB-10.3 P.

SAGARPA. Dirección General de Sanidad vegetal. 2º Taller de Control Biológico del Pulgón Café *Toxoptera citricida*, vector del virus de la Tristeza de los Cítricos. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, México. 2001. 31 – 41 p.

Smith, R. C. 1922. The biology of the Chrysopidae. Mem. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. 58: 1287 – 1372.

Sweetman, H. L. 1958. The principles of Biological control. (W. M. C. Brown Company Publishers). E.E. U.U. 212 – 214 p.

Tauber, C. A. 1974. Systematics of North American Chrysopid larvae : *Chrysoperla carnea* group (Neuroptera). Can. Ent. 106 : 1133 – 1153.

Tauber, M.J. & C.A. Tauber. 1983. Life history traits of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) influence and humidity. Ann. Entomol. Soc. Am. 76: 282 – 285.

Tauber, M. J., Catherine A. Tauber, Kent, M. Daane, and Kenneth S. Hagen. 2000. Commercialization of predators. Resent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). American Entomologist 46(1): 26 – 36 p.

Van Den Bosch R. and K. S. Hagen. 1966. Predaceous and parasitic arthropods in California cotton fields. California Agricultural Experiment Station. Bulletin 820.31 p.

Voicu, M. C. and K. Nagler. 1987. Chrysopidae, Coccinelidae and Syrphidae preying on colonies of *Schizaphis graminum* Rond. In an agrobiocoenosis in Moldavia. Romania. Cab abstracts.