



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS VERACRUZ

POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**LA CRISOPA *Ceraeochrysa valida*: RECURSO LOCAL CON POTENCIAL DE
DEPREDACIÓN CONTRA EL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS**

ROSAURA JOSE-PABLO

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRA EN CIENCIAS

TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ.

2014

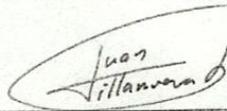
La presente tesis titulada: **La crisopa *Ceraeochrysa valida*: Recurso local con potencial de depredación contra el Psílido Asiático de los Cítricos**, realizada por la alumna: **Rosaura Jose-Pablo**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

AGROECOSISTEMAS TROPICALES

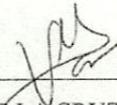
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



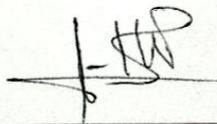
DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA JIMÉNEZ

ASESORA:



DRA. MÓNICA DE LA CRUZ VARGAS MENDOZA

ASESOR:



DR. ARTURO HUERTA DE LA PEÑA

Tepetates, Manlio F. Altamirano, Veracruz, Marzo 2014.

LA CRISOPA *Ceraeochrysa valida*: RECURSO LOCAL CON POTENCIAL DE DEPREDACIÓN CONTRA EL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS

Rosaura Jose-Pablo, MC.
Colegio de Postgraduados, 2014

Ceraeochrysa valida es un recurso local que se encuentra en huertas de cítricos en el estado de Veracruz, México. Se determinó el ciclo biológico de este depredador, su capacidad reproductiva y longevidad de los adultos, tanto de machos como de hembras; así como su capacidad de depredación sobre estados inmaduros de *Diaphorina citri*. Tanto las crías del depredador como de la plaga, en laboratorio e invernadero, se establecieron a partir de adultos colectados en el municipio de Paso de Ovejas, Veracruz. El período medio de huevo fue de 5.5 ± 0.7 días, la duración media del primer, segundo y tercer estado larval fue de 6.5 ± 0.7 , 5.0 ± 1.0 y 7.0 ± 1.0 días respectivamente. El estado medio de prepupa y pupa fue de 14.5 ± 0.7 días. La duración media del ciclo biológico de *C. valida* comprendió 38.5 días, alimentada con huevos de *Sitotroga cerealella* a una temperatura de 25 ± 0.6 °C, 72 ± 9 % HR y 12:12 h luz: oscuridad. El promedio diario de huevos por hembra fue de 10.0 ± 8.4 . La fecundidad máxima de *C. valida* fue 1923 huevos y mínima de 7. La longevidad media tanto de hembras y machos fue de 78.0 ± 29.0 y 74.0 ± 38.9 días. La capacidad media de consumo, tanto en laboratorio como en invernadero fue significativamente mayor ($P < 0.0001$) en larvas de mayor edad, independientemente del estado de desarrollo de las ninfas consumidas; sin embargo, la capacidad de consumo fue menor en las primeras 6 h de evaluación en el invernadero que en el laboratorio.

Palabras clave: Chrysopidae, ciclo biológico, fecundidad, longevidad, *Diaphorina citri*.

**THE LACEWING *Ceraeochrysa valida*: LOCAL RESOURCE WITH PREDATORY
POTENTIAL AGAINST THE ASIAN CITRUS PSYLLID**

Rosaura Jose-Pablo, MC.
Colegio de Postgraduados, 2014

Ceraeochrysa valida is a local resource found in citrus orchards in the State of Veracruz, Mexico. Life cycle, reproductive capacity and adult (males and females) longevity of *C. valida* were determined, as well as its predatory capacity on immature stages of *Diaphorina citri*. Rearing of predator and pest species in the laboratory as well as in the greenhouse, were established from adults collected in the municipality of Paso de Ovejas, Veracruz. Egg mean duration was 5.5 ± 0.7 days, mean duration of first, second and third larval stage consisted of 6.5 ± 0.7 , 5.0 ± 1.0 and 7.0 ± 1.0 days, respectively. Mean duration of pre-pupae to pupae was 14.5 ± 0.7 days. Mean duration of *C. valida* life cycle comprised 38.5 days, fed on *Sitotroga cerealella* eggs. Daily mean number of eggs per female was 10.0 ± 8.4 . Maximum fecundity of *C. valida* was 1923 eggs and minimum 7. Mean female and male longevity was 78.0 ± 29.0 and 74.0 ± 38.9 days. Mean feeding capacity in laboratory, as well as in the greenhouse was significantly greater ($P < 0.0001$) in older larvae, independently of the development stage of nymphs consumed, however feeding capacity was less abundant during the first 6 h of evaluation in the greenhouse, compared to the laboratory.

Keywords: Chrysopidae, life cycle, fecundity, longevity, *Diaphorina citri*.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por la beca otorgada para culminar mis estudios de postgrado.

Al Colegio de Postgraduados por financiar mi proyecto de investigación de Tesis.

A mi Profesor Consejero, Dr. Juan A. Villanueva-Jiménez por contribuir en mi formación profesional, por el invaluable tiempo y espacio otorgado.

A la Dra. Mónica de la Cruz Vargas Mendoza y Dr. Arturo Huerta de la Peña, por las asesorías y tiempo brindado como parte de mi Consejo Particular, que contribuyeron de forma importante para el logro de esta investigación.

A la Dra. Alejandra Soto por facilitar materiales de laboratorio donde se desarrolló parte de la investigación.

Al Dr. Catarino Ávila Reséndiz por facilitar la huerta de lima Persa, establecida en el Colegio de Campus Veracruz.

A Jair y José Luis por su apoyo en el traslado de plantas de lima Persa de “Viveros Cuba” del Raudal, Veracruz.

A los Sres. Santos Escalante y Emilio, por todo su apoyo.

Al Sr. José Manuel por haber apoyado en la poda y riego del huerto de lima Persa.

A Gabriela y Amada por su invaluable apoyo en la “talacha” de laboratorio y campo.

A mis compañeros y profesores de los cursos de postgrado, por sus experiencia y conocimientos compartidos.

A Dios por darme la vida y salud, y por poder compartir con mi familia, amigos y compañeros la experiencia de la presente investigación.

DEDICATORIA

A mis padres por darme la vida, quienes han contribuido en mi desarrollo personal y profesional, porque siempre me han enseñado a luchar contra la adversidad que se me presente en la vida. Por eso y mucho más “los amo”.

A mis hermanos: Betsabet, Tirsa, Concepción, Santos, Bulmaro y Moisés por su cariño y amor, “los quiero mucho”, aunque estemos a larga distancia siempre los tengo presentes en mi mente y corazón.

A mis dos abuelitas, que cada vez que las veo me alegran mi existencia y provocan en mí una alegría.

Al Dr. Villanueva-Jiménez y a su esposa Mary y su hijo Juan Axel, por todo el apoyo moral, económico y su valiosa amistad.

Al equipo de trabajo de Sanidad Vegetal que encabeza el Dr. Villanueva-Jiménez: Jair, Gabriela, Nataly y Lorena por su amistad y apoyo incondicional.

A mis compañeros de generación durante mi estancia: Norma, Mildred, Blanca, Gabriela, Rosalía, Anaelia, Andrés, Aldo, Ernesto, Fernando, Jesús y José Luis.

A Norma Reyes por su invaluable amistad y apoyo en todo momento.

A todo el personal del Campus Veracruz por su compañía y formar parte de la misma casa.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1. Planteamiento del Problema	2
2. Hipótesis General	4
2.1. Hipótesis Específicas	4
3. Objetivo General.....	5
3.1. Objetivos Específicos	5
4. Revisión de Literatura	5
4.1. Sistema	5
4.2. Agroecosistemas.....	7
4.3. Manejo Integrado de Plagas	8
4.4. Tácticas del Manejo Integrado de Plagas	9
4.5. Tipos de Control Biológico	12
4.6. Mecanismos de Regulación Natural de Poblaciones.....	14
4.7. Modelos de Depredación.....	15
4.8. Recurso local	16
4.9. Importancia de la Familia de Chrysopidae como Agente de Control Biológico.....	18
5. Literatura Citada	20
CAPÍTULO I. CICLO BIOLÓGICO Y CAPACIDAD DEPREDADORA DE LARVAS DE <i>Ceraeochrysa valida</i> (BANKS) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) SOBRE NINFAS DE <i>Diaphorina citri</i> (KUWAYAMA) (HEMIPTERA: PSYLLIDAE).....	27
Resumen.....	27
Abstract.....	28
1.1. Introducción	28
1.2. Materiales y Métodos.....	31
1.3. Resultados y Discusión	36
1.4. Conclusiones	49
1.5. Agradecimientos.....	49
1.6. Literatura Citada.....	50
CONCLUSIONES GENERALES.....	58

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Duración (días) del ciclo biológico de <i>Ceraeochrysa valida</i> (Banks) en condiciones de laboratorio (25 ± 0.6 °C, 72 ± 9 % de humedad relativa y 12:12 h luz: oscuridad).....	37
Cuadro 2. Tasa de consumo de los tres estados larvales de <i>Ceraeochrysa valida</i> sobre tres grupos de edad conocida de ninfas de <i>Diaphorina citri</i> durante las primeras 6 h, primer y segundo día posterior al ayuno (25 ± 0.6 °C, 72 ± 9 % de humedad relativa y 12: 12 h luz: oscuridad).....	40

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ninfas de <i>Diaphorina citri</i> alimentándose de brotes de plantas de lima Persa.....	7
Figura 2. Larva de <i>Ceraeochrysa valida</i> depredando ninfas de <i>Diaphorina citri</i>	19
Figura 3. Fecundidad de <i>Ceraeochrysa valida</i> cada 5 días, durante el periodo de oviposición (25 ± 0.6 °C, 72 ± 9 % de humedad relativa y 12:12 horas luz: oscuridad).....	38
Figura 4. Curva de supervivencia de adultos tanto de machos como de hembras de <i>Ceraeochrysa valida</i> (25 ± 0.6 °C, 72 ± 9 % de humedad relativa y 12:12 horas luz: oscuridad).....	39
Figura 5. Consumo medio de tres estados larvales de <i>Ceraeochrysa valida</i> sobre un número conocido de ninfas 3-4 de <i>D. citri</i> a 6 horas de exposición (06:00 am a 12 pm) en invernadero (24.9 ± 6.1 °C, 82.5 ± 17.6 % HR). Media y desviación estándar por letras distintas difieren significativamente entre tratamientos ($P < .0001$), de tres tratamientos con cuatro repeticiones.....	41

INTRODUCCIÓN GENERAL

México ocupa el quinto lugar como productor de cítricos a nivel mundial con (4.7 % del total) detrás de China (21.0 %), Brasil (18.0 %), EUA (8.0 %) y la India (6.0 %). La citricultura en México cuenta con una extensión de 520,000 ha, establecidas en 23 estados del país, en los que se producen, aproximadamente 6.7 millones de ton anuales, con un valor superior a los \$8,050 millones (SAGARPA, 2012). En la producción nacional los cítricos en general participan 69 mil familias mexicanas, a su vez, se generan 70,000 empleos directos y 250 empleos indirectos.

Los estados que sobresalen en la producción son Veracruz con 55 % del total nacional, San Luis Potosí y Tamaulipas, que en conjunto representan 22 % de la superficie sembrada y cosechada. Veracruz ocupa el primer lugar en producción nacional de cítricos, debido a que produce 4.0 millones de ton al año (SAGARPA, 2012).

En estas regiones citrícolas, se presentan diferentes plagas asociadas a estos frutales, entre las que destaca el Psílido Asiático de los Cítricos (PAC) *Diaphorina citri* Kuwayama, principal insecto de importancia económica, el cual ocasiona daños directos al follaje de los árboles y es el vector de la enfermedad denominada Dragón Amarillo, Greening o “Huanglongbing” HLB, (Halbert y Manjunath, 2004). El HLB es considerado como la más destructiva de los cítricos, afecta la calidad de los frutos y ocasiona la muerte a la planta (Bové, 2006).

El PAC se alimenta de la savia que circula por el floema en donde se aloja el patógeno, su hábito alimenticio produce daños en los brotes jóvenes, provoca que las hojas se enrollen, tuerzan y finalmente ocasiona la muerte de la yema apical, lo que impide el crecimiento normal de la planta (Rogers y Stansly 2007). Altas infestaciones de este insecto originan secreciones

abundantes de mielecilla, que favorecen el desarrollo de fumagina, hongo saprófito que interfiere en la fotosíntesis y afecta el vigor del árbol (Da Graca y Korsten, 2004).

A nivel mundial se han empleado diversos métodos y estrategias de control para el manejo del vector y la enfermedad. En México, el esquema de manejo oficial de la enfermedad se basa en tres componentes básicos: 1) eliminar plantas enfermas; 2) el reemplazo por plantas sanas y certificadas; y 3) el control del vector (Acuerdo, 2010).

El control químico se ha optado como el principal método de control del vector en viveros y plantaciones comerciales de cítricos. Sin embargo, el uso excesivo de insecticidas conduce a la inestabilidad de los enemigos naturales de *D. citri* y otras plagas presentes en cítricos, a la resistencia a insecticidas, así como a la aparición de plagas secundarias (Alemán *et al.*, 2007).

El control biológico puede ser una alternativa viable dentro del Manejo Integrado de esta plaga, ya que la acción de los enemigos naturales permite una función importante en la disminución de poblaciones plaga y la aplicación de insecticidas en los cultivos (Michaud, 2004).

Dentro de los depredadores que atacan a las poblaciones de *D. citri*, generalmente son abundantes algunas especies de crisopas (Neuroptera: Chrysopidae) de los géneros *Chrysoperla* y *Ceraeochrysa* (Lozano y Jasso, 2012). En el agroecosistema con base en toronja de la zona Central Costera de Veracruz, se ha encontrado que los crisópidos, desempeñan una función importante en la depredación de *D. citri* (Aguilar-Román *et al.*, 2011).

1. Planteamiento del Problema

El Psílido Asiático de los Cítricos es una de las plagas más importante a nivel mundial, ya que es responsable de transmitir la bacteria *Candidatus Liberibacter spp.*, que causa la enfermedad del

Huanglongbing. Esta enfermedad pone en riesgo a las diversas variedades de cítricos, debido a su severidad y a la rapidez con la que se dispersa; además, una vez que el vector infecta al árbol no existe control de la enfermedad, por lo que finalmente muere. En México el vector se encuentra distribuido en todas las zonas cítricas del país, y lo que es más importante, la enfermedad se ha presentado en 14 estados de las 23 entidades cítricas de importancia económica. El HLB pone en riesgo a 549,000 ha de cítricos, lo que significa una producción de cerca de 7 millones de ton anuales, con un valor de \$10,206 millones. A la fecha no existe control del patógeno (SENASICA, 2014).

En Veracruz no se han detectado síntomas en material vegetal, por lo que es importante el control del vector, debido a que es el estado que más sobresale en la producción del este cultivo. Además, representa una de las principales actividades económicas: la superficie cultivada es de aproximadamente 226,741 ha, con una producción anual de 3.13 millones de ton y con un valor en la producción de \$3, 178 millones (SAGARPA, 2009). El estado cuenta con 72 empacadoras, 64 enceradoras, 3 industrias gajeras, 9 jugueras, 7 viveros certificados, 3 huertas productoras de semillas, 6 lotes productores de yemas, 1 lote de fundación, 1 banco de germoplasma y más de 45 viveros no certificados, lo que proporciona 400 mil empleos directos y 6 millones indirectos en la cadena productiva de cítricos. Benefician en promedio a 70 mil productores que depende de este cultivo. Si la enfermedad llegara a presentarse en el estado, se tendría una pérdida de la producción hasta de 50 %. Esta situación ha afectado a otros países, lo que incrementa los costos de producción (SAGARPA, 2009).

Se han empleado diversos métodos de control para enfrentar al vector y a la enfermedad, sin embargo el control químico es la base de la campaña nacional contra la enfermedad, siendo el

control biológico sólo una estrategia secundaria. No obstante, si demuestra su efectividad, el uso de enemigos naturales podría ser una de las tácticas importantes para el manejo del PAC. Esta alternativa podría reducir la dependencia exclusiva de control químico, la resistencia del insecto a los plaguicidas, y podría evitar el resurgimiento de otros insectos plaga, tales como el arador o negrilla *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead, el minador de la hoja *Phyllocnistis citrella* Stainton, y escamas como *Aonidiella aurantii* Maskell y *Aonidiella citrina* Coquillett, la mosca prieta *Aleurocanthus woglumi* Ashby, entre otras (Ruíz *et al.*, 2006).

A continuación se presentan las hipótesis y objetivos de la presente investigación.

2. Hipótesis General

La duración de los estados de desarrollo de inmaduros y adultos, su capacidad reproductiva y la capacidad de depredación de *C. valida* son características decisivas para considerar a esta especie como un posible agente de control biológico de *Diaphorina citri* en la zona Central Costera de Veracruz.

2.1. Hipótesis Específicas

- La duración de los diferentes estados de desarrollo y la capacidad reproductiva de *Ceraeochrysa valida* definen en gran medida su potencial como agente de control biológico de *Diaphorina citri*.
- La alta capacidad de depredación de *Ceraeochrysa valida* tanto en laboratorio como en invernadero permite que se le pueda considerar como un agente de control biológico de estados inmaduros de *Diaphorina citri* en cítricos.

3. Objetivo General

Determinar el ciclo biológico, la capacidad reproductiva y la capacidad de depredación de *Ceraeochrysa valida* sobre ninfas de *Diaphorina citri* en la zona Central Costera de Veracruz.

3.1. Objetivos Específicos

- Determinar la duración de los estados de desarrollo de huevo, larva, prepupa-pupa, la supervivencia de machos y hembras, así como la capacidad reproductiva de *Ceraeochrysa valida* alimentada con huevos de *Sitotroga cerealella* en condiciones de cría.
- Evaluar la capacidad depredadora de *Ceraeochrysa valida* bajo condiciones de laboratorio e invernadero sobre ninfas de diferentes estadios de *Diaphorina citri*, en la zona Central Costera de Veracruz.

4. Revisión de Literatura

Se describen los conceptos básicos que se emplearon en la presente investigación; Sistemas, Agroecosistemas, Manejo Integrado de Plagas, Control biológico, Tipos de control biológico, Teorías sobre la regulación de insectos plaga, y Modelo ecológico y su aplicación en el control biológico; además, se describe la importancia de la familia Chrysopidae en el control biológico de plagas y finalmente el concepto de Recurso local.

4.1. Sistema

La Teoría General de Sistemas (TGS) se le atribuye al biólogo Ludwig von Bertalanffy (1976), quien menciona que la TGS debe constituirse en un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales, y ser al mismo tiempo un instrumento básico para la preparación de

científicos. La TGS tiene como objetivo la formulación de principios que sean válidos para cualquier sistema o conjunto de componentes que interactúan, independientemente de su número y las relaciones entre ellos.

Un sistema se puede definir como un arreglo de componentes que funciona como una unidad, es decir tiene una estructura y función. Si el investigador adopta el enfoque de sistema a los procesos de investigación agrícola, es una decisión filosófica, la cual nos ayuda a comprender los fenómenos complejos, cómo se dan los procesos agrícolas en una finca, donde existe interacción de suelos, maleza, plantas, animales, plagas y enfermedades (Hart, 1985). En un sentido amplio, la TGS se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad, y al mismo tiempo, como una orientación hacia una práctica estimulante de trabajos transdisciplinarios (Arnold y Osorio, 1998).

En el desarrollo de la Teoría de Sistema se fueron formulando dos orientaciones, una de ella se enfoca al estudio de sistemas de ingeniería y otra la se enfoca a estudio de sistemas ecológicos. Los últimos se definen como sistemas complejos, que postula la existencia de una relación entre la entidad (objeto de estudio) y su contexto (las interrelaciones con su matriz), por lo que cada nivel jerárquico posee un grupo de relaciones diferentes (Galicia y Zarco, 2002). Un subconjunto de los sistemas ecológicos son los sistemas agrícolas, que comprenden poblaciones de plantas y animales junto con otras poblaciones bióticas, el ambiente físico y socioeconómico, que a su vez interactúan con las poblaciones bióticas.

En el marco conceptual de sistemas agrícolas se ha dado énfasis al sistema de cultivo y al animal como parte de un agroecosistema; éste a la vez se conforma por un subsistema suelo, maleza, plagas y enfermedades. Sin embargo, para entender la relación entre la estructura y función de un

agroecosistema es necesario analizar cada uno de estos subsistemas. Uno de los componentes que más perjudica a la producción agrícola es el subsistema plaga (Figura 1). Es por ello la importancia estudiar la asociación planta-plaga como unidad; la relación entre planta y los insectos fitófagos de un agroecosistema es similar a la que se establece entre dichos fitófagos y los organismos que se alimentarán de ellos de forma activa y directa, la de tipo depredador-presa (Hart, 1985).



Figura 1. En el subsistema plaga de un agroecosistema basado en lima Persa, las ninfas de *Diaphorina citri* se alimentan de brotes y pueden transmitir la enfermedad del Huanglongbing.

4.2. Agroecosistemas

El concepto de agroecosistema se fundamenta en la TGS propuesta por Bertalanffy (1976), que aborda el problema de la complejidad a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad y sus propiedades. La palabra agroecosistema está compuesta por dos términos: “agro” (agros) que significa “campo” y “ecosistema” que es la presencia y distribución de poblaciones

de especies y su ensamblaje en un territorio, influidos por el ambiente asociado (Maass y Martínez-Yrizar, 1990).

Es un modelo conceptual de la actividad agrícola en su nivel mínimo de control cibernético humano, el cual es considerado como unidad óptima para el estudio de la agricultura y para su propia transformación; es un sistema contingente abierto y construido a partir de la modificación social de un sistema natural, para contribuir 1) a la producción de alimentos, materias primas y servicios ambientales que la sociedad en su conjunto demanda, 2) al bienestar de la población rural y 3) a su propia sostenibilidad ecológica. El agroecosistema posee procesos dinámicos de retroalimentación y control, regulados y autorregulados, como respuesta a variaciones internas y de su entorno. La dimensión espacial, biodiversidad y objetivos del agroecosistema depende del tipo de controlador que lo regula, de los recursos que éste maneja y de su interacción con el entorno complejo (Martínez-Dávila *et al.*, 2004).

4.3. Manejo Integrado de Plagas

Dentro de los enfoques y métodos que se aplican para el manejo de plagas agrícolas, los más sobresalientes son el manejo integrado de plagas (MIP) y el manejo agroecológico de plagas. Este apartado se enfocará sobre el MIP, del que existen varios conceptos, los cuales provienen de gobiernos, agencias de asistencia, ONG's y universidades (Zuluaga y Mesa, 2000).

El Manejo Integrado de Plagas surge a finales de la década de 1960 como una propuesta de manejo fitosanitario con enfoque múltiple, frente a la visión unidireccional y simplista que confería excesiva importancia y confianza al control químico para enfrentar problemas de plagas agrícolas, tanto de insectos como ácaros (Zuluaga y Mesa, 2000). La filosofía del MIP es

proteger la producción agrícola, al menor costo y con el mínimo riesgo al hombre, sus animales, sus agroecosistemas, los ecosistemas y la biósfera (Romero, 2004).

Cisneros (1992) define al MIP como un sistema que trata de mantener las plagas de un cultivo a niveles que no causen daño económico, lo cual utiliza preferentemente los factores naturales adversos al desarrollo de las plagas, incluidos los factores de mortalidad natural, y como última instancia, recurre al uso de plaguicidas como medida de emergencia.

Uno de los conceptos de MIP que utilizaremos para esta investigación es el que plantea Dent (1995), quien lo señala como un sistema de manejo de plagas, que en el contexto socioeconómico de los sistemas de fincas (agroecosistemas), el ambiente asociado y la dinámica poblacional de las especies plaga, utiliza todas las tácticas disponibles de la forma más compatible posible, para mantener las poblaciones de plagas bajo el nivel de daño económico.

4.4. Tácticas del Manejo Integrado de Plagas

Las poblaciones de plagas pueden ser reguladas por diferentes agentes y formas naturales, o controladas por diferentes medidas artificiales diseñadas o manipuladas por el hombre, que en conjunto se les denomina, tácticas o métodos de control de plagas (Zuluaga y Mesa, 2000).

Control biológico. Van *et al.* (2007), definen al control biológico como el uso de enemigos naturales, ya sea depredadores, parasitoides o entomopatógenos, con el fin de regular la población de uno o más organismos plaga a densidades menores a las usuales, de forma temporal o permanente. El éxito de este método depende de los organismos utilizados, por lo que es importante conocer su taxonomía, biología, ecología y comportamiento (Nicholls, 2008). El control biológico (CB) se ha propuesto con el fin de disminuir los efectos negativos que ha

ocasionado el control químico para el manejo de plagas agrícolas, debido a que es racional y respetuoso con el medio ambiente (Badii y Abreu, 2006; Gutierrez-Ramírez *et al.*, 2013).

Ventajas y desventajas de control biológico. Entre las ventajas del CB se encuentran las siguientes: a) no produce un efecto nocivo colateral hacia los organismos naturales no objetivo, incluido el ser humano; b) evita la resistencia de las plagas a este método de control; c) su acción en la regulación de insectos plaga es permanente; d) reduce las aplicaciones de plaguicidas, y e) la relación beneficio/costo es favorable para quienes hacen uso de este método de control.

Entre las desventajas del CB se mencionan las siguientes: a) existe un amplio desconocimiento sobre los principios del método; b) falta de apoyo económico para la adquisición de equipos para la producción y comercialización de enemigos naturales; c) falta de personal especializado; d) ejerce una acción lenta sobre insectos plagas, a diferencia del control químico, y e) por lo general, los enemigos naturales son más susceptible a los plaguicidas (Guédez *et al.*, 2008).

Control químico. Se basa en el uso de plaguicidas naturales y sintéticos, orgánicos e inorgánicos, las cuales son herramientas químicas potentes, versátiles, fáciles de adquirir y de aplicar, eficaces por su acción biocida drástica, con inconveniencias para la salud humana y el ambiente que limitan su utilidad (Acuña y Barchini, 1996). Aunque los plaguicidas son productos que han permitido mejorar la productividad agrícola, su uso y manejo inadecuado ha generado; a) resistencia de insectos y ácaros plaga a los insecticidas; b) resurgimiento de plagas secundarias; c) eliminación de enemigos naturales; d) residuos tóxicos en los productos, riesgos y complicaciones legales; e) altos costos en la compra de productos, equipos y mano de obra, y f) intoxicación a quienes aplican el producto y por ende a los consumidores (Ramírez y Jacobo, 2002; Mosqueda, 2002).

Control cultural. El método se basa en prácticas agronómicas y/o culturales que permiten prevenir los daños y disminuir las poblaciones de insectos plagas, entre ellas la preparación del suelo, la planificación de siembra y cosecha, podas y aporques, cultivos intercalados y asociados (Saunders, 2008), manejo del agua, cultivos trampas (CATIE, 1990), siembras de variedades resistentes (Meneses *et al.*, 2001) y manejo de densidad de siembra (Suaste-Franco *et al.*, 2013).

Control etológico Se basa en el uso de atrayentes en trampas y cebos, repelentes, inhibidores de alimentación y sustancias diversas que tienen efectos diversos conocidos como semioquímicos entre ellas las feromonas, alomonas, sinomonas y kairomonas que cumplen funciones diferentes y que sirven para reducir las poblaciones plaga (García-Hernández *et al.*, 2009).

Control autocida. Consiste en la liberación de insectos estériles para reducir poblaciones de insectos a un bajo costo, lo cual se ha demostrado plenamente; además de no afectar de forma drástica los sistemas ecológicos, incluyendo al ser humano (Simon *et al.*, 1972).

Control mecánico. Esta táctica se aplica en áreas reducidas o situaciones específicas, tiene una amplia aceptación pues es amigable con el ambiente. Se basa en la remoción y destrucción de insectos y órganos infestados de las plantas (Quintero *et al.*, 2012), la instalación de barreras físicas que se considere de exclusión, el uso de herramientas de labranza, la inundación, el asoleado del suelo, incluso el acolchado plástico para eliminar maleza o prevenir su germinación. Algunos autores incluyen en algunos casos el uso de calor o frío (Navarro, 2010).

Control por resistencia vegetal. Esta táctica se basa en el uso de plantas resistentes o tolerantes a las plagas. Se considera como una alternativa limpia y económica para el manejo de plagas

agrícolas. La resistencia vegetal debe ser una de las bases de cualquier sistema de manejo integrado de plagas (Cardona, 1999).

Control físico. El método se basa en la utilización de agentes físicos como la temperatura, humedad, insolación, fotoperiodo y radiaciones electromagnéticas para abatir las poblaciones de la plaga (Zuluaga y Mesa, 2000).

Control legal. Esta táctica implementa la aplicación de medidas legales, representadas en normas gubernamentales específicas para cada país, y en convenios y acuerdos internacionales, para impedir la llegada o reducir las poblaciones plaga. Las normas gubernamentales pueden ser valiosos apoyos a los programas de MIP aplicados a nivel agricultor en cada región o país (Zuluaga y Mesa, 200).

4.5. Tipos de Control Biológico

Los agentes de control biológicos se usan de diferentes formas para el control de plagas agrícolas (Greathead y Waage, 1983). Se distingue tres estrategias de control biológico; clásico, por aumento y por conservación.

Control biológico clásico. La estrategia consiste en la introducción intencional de un agente de control biológico exótico, normalmente que ha coevolucionado con la plaga, para establecerlo permanentemente en la región que ha invadido la plaga y controlar sus poblaciones a largo plazo. El control biológico clásico depende de encontrar un agente biológico adecuado que no es nativo de la zona donde la plaga debe ser controlada (Eilenberg *et al.*, 2001).

Control biológico por aumento. Consiste en la manipulación directa de los enemigos naturales para aumentar su población mediante cría masiva, la cual debe resultar económicamente viable y

proporcionar individuos altamente competitivos para la regulación de insectos plagas (Montaya y Cancino, 2004). El método de liberación de los enemigos naturales puede ser por inoculación e inundación; en el primero, el organismo liberado se multiplica y controla a la plaga por un tiempo determinado; en el segundo, el control de la plaga es realizado exclusivamente por los individuos liberados (Barrera, 2007; Nicholls, 2008).

Control biológico por conservación. La estrategia consiste en aumentar la abundancia y diversidad de los enemigos naturales mediante diferentes técnicas con el fin de reducir el efecto de las plagas (Paredes *et al.*, 2013). Para optimizar esta estrategia se debe manejar el hábitat mediante la instalación o el manejo de infraestructura ecológica adecuada. Tanto en el cultivo como en el paisaje en el que se encuentra inmerso proporciona a los enemigos naturales alimento, presas o huéspedes alternativos, así como refugio cuando las condiciones del cultivo son adversas (Landis *et al.*, 2000). La técnica está en función al tipo de cultivo (perenne o anual); en cultivos perennes el establecimiento y manejo de la cubierta vegetal (tanto de gramíneas y leguminosas), son potencialmente más adecuados al control biológico por conservación, debido al menor grado de perturbación, como es el caso de los cítricos, donde se puede presenciar la diversidad y abundancia de enemigos naturales como; avispas, coccinélidos y crisopas (Silva *et al.*, 2010).

Otras de las técnicas son el paisajismo, la ecología química y la diversidad funcional; el primero consiste en que el cultivo se encuentre inmerso en un paisaje (Paredes *et al.*, 2013), el segundo incluyen plantas y artrópodos que pueden modificar su comportamiento en nuestro beneficio, por ejemplo plantas que tienen las características de emitir compuestos volátiles para atraer insectos benéficos y repeler insectos plagas (Khan *et al.*, 2008); el tercero tiene que ver con la preferencia

de la presa, la respuesta a la densidad de la presa, el uso del microhábitat de los enemigos naturales y la fenología de los mismos (Straub *et al.*, 2008).

4.6. Mecanismos de Regulación Natural de Poblaciones

Se han desarrollado varias teorías que pueden explicar los mecanismos de regulación natural de poblaciones, la cual se han clasificado en: teoría biótica, climática, sintética y de autorregulación.

La teoría biótica se fundamenta en cuatro aspectos de la fluctuación de poblaciones naturales: 1) cualquier población fluctúa a través del tiempo y tiende a conservar su balance poblacional; 2) los factores controladores actúan intensamente cuando el número de individuos es alto; 3), los factores de control dependen de la densidad de la población, es decir son denso-dependientes; y 4) los factores abióticos afectan a la población sin controlarla, debido a que su acción es denso-independiente (Howard y Fiske, 1911). Esta teoría es la más aceptada en control biológico y manejo integrado de plagas.

La teoría climática menciona que las poblaciones están equilibradas e inestables en condiciones naturales. Andrewartha y Birch (1954), indican que son cuatro componentes que afectan la distribución y abundancia de los seres vivos como son: 1) ambiente, 2) escasez de recursos (alimentos y sitios para anidar), y también la inaccesibilidad del recurso en relación con la capacidad de dispersión y búsqueda del animal.

El entomólogo Thompson (1929) expuso por primera vez la teoría sintética, la cual incluye factores bióticos y abióticos; es decir la densidad poblacional depende tanto de factores climáticos como bióticos (Schnack *et al.*, 1981).

La teoría de autorregulación hace referencia a que las poblaciones naturales tienen sus propios mecanismos de autorregulación. Chitty (1960) menciona en su hipótesis de que todas las poblaciones son capaces de regular su propia densidad poblacional, sin destruir los recursos renovables de su medio, o necesitar enemigos naturales, o de mal tiempo para esa regulación. Básicamente la teoría de autorregulación buscan los mecanismos de control con base en factores intrínsecos a los individuos de las poblaciones, estos individuos con propiedades variables desde el punto de vista genético.

4.7. Modelos de Depredación

Las poblaciones de insectos son parte integral de ecosistemas, los factores bióticos y abióticos deben considerarse para mantener sus densidades poblacionales por debajo del nivel de daño económico. La depredación tiene una gran utilidad en el manejo de plagas. Los modelos poblacionales describen los cambios en la densidad de los individuos en una población en un tiempo y espacio determinado, en coexistencia con otra población que la depreda. Ayuda a describir los cambios que ocurren en una población de acuerdo con una serie de condiciones ambientales y datos poblacionales iniciales (Rodríguez del-Bosque, 2007).

Para el control biológico los modelos: a) ayudan a comprender los procesos de regulación de poblaciones plagas a través del uso de enemigos naturales; b) agrupan y jerarquizan los atributos de los enemigos naturales y su impacto en el grado de éxito que han obtenido diversos programas de control biológico; c) ajustan los programas en desarrollo y predicen los resultados con la introducción de enemigos naturales; y, d) ayudan a desarrollar teorías que sirven de base para establecer nuevos programas (Rodríguez del-Bosque, 2007).

Existen cinco modelos básicos relacionados con el control biológico: el exponencial, logístico, Nicholson-Bailey, Varley y Lotka-Volterra. El modelo de Lotka-Volterra ($dN/dt = aN - yNP \Rightarrow$ presa $dP/dt = -bP + zNP \Rightarrow$ depredador) es el primero que describió las interacciones entre dos especies, una presa y un depredador, en la que brinda una noción de la denso-dependencia entre dos especies. Además, permite simular la coexistencia de las dos especies o la extinción local de una de ellas (Rodríguez del-Bosque, 2007).

4.8. Recurso local

El término recurso se refiere a un conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa (Real Academia Española, 2014). Los recursos locales son los medios que apoyan el desarrollo endógeno, y que estos son procesos especialmente ejecutados por los residentes locales (Moreno, 2008).

La diversidad biótica hace referencia al conjunto de plantas, animales y microorganismos que viven e interaccionan en un ecosistema también llamada biodiversidad (Wilson y Peter, 1988). Las consecuencias de la reducción de la biodiversidad son particularmente evidentes en el campo del manejo de plagas agrícolas. (Boyd y Banzhaf, 2007). Los poli-cultivos pueden servir para suplir las necesidades y preferencias de los agricultores locales y, al mismo tiempo, aumentar la calidad del medio ambiente (Altieri, 1992). La diversidad es la base para una gestión de agroecosistemas sostenibles y el diseño de prácticas que mantengan o aumenten la fertilidad, la productividad y la calidad de las producciones y regulen las poblaciones plagas. Su aumento favorece la diferenciación del hábitat, incrementa la coexistencia y de interacción entre las especies y generalmente lleva asociado una mayor eficiencia en el uso de los recurso (Sans, 2007).

Uno de los principales retos de la biodiversidad es identificar las estructuras y los procesos que aportan funcionalidad, sin olvidar que un sistema productivo ha de ser económicamente rentable y ecológicamente sostenible (Sans, 2007). Un aumento en la biodiversidad puede aumentar la complementariedad funcional o el rango de estrategias funcionales de consumo de una plaga por sus enemigos naturales. La diversidad funcional como componente de la biodiversidad se puede definir como la diversidad de funciones de los elementos de un ecosistema, entendiendo estos como los servicios que proporciona (Moone y Barberi, 2008). Uno de estos servicios ecosistémicos es el control de plagas (Pérez y Marasas, 2013).

La diversidad funcional en el contexto de control biológico se define como aquella que tiene en cuenta los rasgos biológicos de la fauna auxiliar para identificar la composición óptima de la comunidad que permita controlar las poblaciones de artrópodos plaga de manera efectiva (Paredes *et al.*, 2013). Los programas de desarrollo rural que faciliten a los técnicos y productores conocer los servicios de regulación asociados a determinados manejos, pueden ser efectivos para incentivar procesos de transición agroecológica que impacten en el paisaje de una región y en la calidad de los alimentos producidos.

En general el uso razonable de los recursos locales (clima, tierra, agua, vegetación, cultivos locales y animales, habilidades y conocimientos propio de la localidad), permite que se practique una agricultura económicamente factible, ecológicamente protegida, culturalmente adaptada y socialmente justa, sin excluir los insumos externos que se pueden usar como un complemento al uso de recursos locales (Castellanos *et al.*, 2011).

4.9. Importancia de la Familia de Chrysopidae como Agente de Control Biológico

La familia Chrysopidae pertenece al orden Neuroptera y cuenta aproximadamente con 1200 especies, agrupadas en 25 géneros y 11 subgéneros (Brooks y Barnard, 1990). Su importancia se basa en los 15 géneros con especies que presentan potencial para ser utilizado como agente de control biológico (New, 2001; López-Arroyo *et al.*, 2003).

La voracidad de sus larvas las ha convertido en uno de los agentes de control biológico más favorecidos en cultivos agrícolas. Las larvas de todas las especies y los adultos de algunos géneros son depredadores y se alimentan de una amplia variedad de insectos fitófagos, tales como áfidos, cóccidos, mosquitas blancas y otros insectos de cuerpo blando que se alimentan del follaje. En la Figura 2, se muestra una larva de *C. valida* alimentándose de *D. citri*. Actualmente algunas especies se reproducen de forma masiva y se utilizan de manera exitosa para el control biológico de plagas agrícolas (Arredondo, 2000). Brooks y Barnard (1990) mencionan que la familia Chrysopidae ha sido categorizada en tres subfamilias: Nothochrysinæ, Apochrysinæ y Chrysopinæ, con base en caracteres morfológicos de los adultos.



Figura 2. Larva de *Ceraeochrysa valida* depredando ninfas de *Diaphorina citri*.

El género *Ceraeochrysa* comprende 46 especies que pueden reproducirse masiva y por tanto pueden ser utilizadas en el control biológico de plagas. Algunas de las más citadas son *Ceraeochrysa claveri* (Navás, 1911), *C. cincta* (Schneider, 1851), *C. cubana* (Hagen, 1861) *C. lineaticornis* (Fitch, 1855) *C. placita* (Banks, 1908), *C. smithi* (Navás, 1914) y *C. valida* (Banks, 1895) (Tauber *et al.*, 2000a). Las especies de este género son comúnmente encontradas en huertos y en otros agroecosistemas alimentándose activamente de plagas relevantes (Albuquerque *et al.*, 2001).

Derivado de observaciones de campo hechas por el equipo de trabajo de Sanidad Vegetal del Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados en 2010 y 2011, se determinó la presencia abundante y permanente de larvas y adultos de lo que posteriormente se identificó como *C.*

valida, por lo que se decidió a estudiar el potencial de este recurso local como agente de control biológico en cítricos.

5. Literatura Citada

Acuña, S. T., y G. Barchini de G. 1996. Modelo de simulación para el manejo integrado de plagas agrícolas. *Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas* 22: 761-773.

Acuerdo, 2010. Por el que se dan a conocer las medidas fitosanitarias que deberán aplicarse para el control del Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter* spp.) y su vector. Diario Oficial de la Federación, 16 de agosto de 2010. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5155459&fecha=16/08/2010.

Aguilar-Román, L., J. A. Villanueva-Jiménez; H. Cabrera-Mireles, A. Díaz-Criollo; J. J. Canela-Cantellano, y W. A. Pérez-Aguilar. 2011. Dinámica poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), y enemigos naturales en toronja en la zona Central Costera de Veracruz. 2° Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Montecillo, Texcoco, México. pp. 193-202. <https://sites.google.com/site/diaphorina/hlb2simpnal>.

Albuquerque, G. S.; C. A. Tauber & M. J. Tauber. 2001. *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa* spp.: Potential for biological control in the New World tropics and subtropics. *In*: McEwen, P., T. R. New., y A. E. Whittington (eds). *Lacewings in the Crop Environment*. United States of América. Cambridge, University Press, New York. 472 pp: 408-418.

Alemán, J., H. Baños, y J. Ravelo. 2007. *Diaphorina citri* y la enfermedad Huanglongbing: Una combinación destructiva para la producción citrícola. *Revista Protección Vegetal* 22: 154-165.

Altieri, M. A. 1992. El Rol Ecológico de la Biodiversidad en Agroecosistemas. *Revista de CLADES* 4: 1-16.

Andrewartha, H. G., y L. C. Birch. 1954. *The Distribution and Abundance of Animals*. University of Chicago Press, USA. 782 p.

Arnold, M., y F. Osorio. 1998. Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. *Cinta de Moebio* 3: 1-2.

Arredondo, B. H. 2000. Manejo y producción de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) y reconocimiento de especies de *Chrysoperla*. *In*: *Entrenamiento de Cría de*

- Entomófagos. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. Tecomán, Colima, México, pp. 24-33.
- Badii, M. H., y J. L. Abreu. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas (Biological control a sustainable way of pest control). *International Journal of Good Conscience* 1: 82-89.
- Barrera, J. F. 2007. Introducción, filosofía y alcance del control biológico. *In: Rodríguez-del Bosque, L. A. & H. C. Arredondo-Bernal (eds). Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. México, pp: 253-280.*
- Bertalanffy, L. V. 1976. *Teoría General de los Sistemas. Fondo de Cultura Económica. Mexico 336 p.*
- Bové, J. M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology* 88: 7-37.
- Boyd, J., y S. Banzhaf. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616-626.
- Brooks, S. J., y P. C. Barnard. 1990. The green lacewings of the world: A generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *The Bulletin of the British Museum of Natural History* 59: 117-286.
- Cardona, C. 1999. *Resistencia Varietal a Insectos: De la Teoría a la Práctica. Centro Nacional de Investigaciones de Café CENICAFE .Chinchiná, Colombia, 1 p.*
- Castellanos G., R. Soto O., y A. R. Socorro C. 2011. Contribución al estudio de la sostenibilidad en finca agro ecológicas a partir del sistema de habilidades del Programa de Maestría en Agricultura Sostenible. *Revista Universidad y Sociedad* 3: 1-8.
- CATIE. 1990. *Guía para el Manejo integrado de plagas del cultivo maíz. Turrialba, Costa Rica, 88 p.*
- Chitty, D. 1960. Population processes in the vole and their relevance to general theory. *Canadian Journal of Zoology* 38: 99-113.
- Cisneros, F. H. 1992. *El Manejo Integrado de Plagas. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú, 38 p. <http://www.cipotato.org/library/pdfdocs/ResGuide41146.pdf>.*
- Da Graca, J. V., y L. Korsten. 2004. Citrus Huanglongbing: Review, present status and future strategies. *Diseases of Fruits and Vegetables* 1: 229-245.

- Daane, K. M. 2001. Ecological studies of released lacewings in crops. *In*: P. McEwen; T. New & A. Whittington (eds). *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge, University Press, New York, pp: 338-345.
- De Freitas, S., y N. D. Penny. 2001. The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agro-ecosystems. *Proceedings of the California Academy of Science* 52: 245-395.
- Dent, D. 1995. *Integrated Pest Management*. Chapman y Hall, 359 p.
- Eilenberg, J., A. Hajek, y C. Lomer. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *Bio Control* 46: 387-400.
- García-Hernández, J. L., R. D. Valdez-Cepeda, R. Servín-Villegas, B. Murillo-Amador, E. O. Rueda- Puente, E. Salazar-Sosa, C. Vázquez-Vázquez, y Troyo-Diéquez. 2009. Manejo de plagas en la producción de hortalizas orgánicas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10: 15-28.
- Galicia S., L., y A. E. Zarco A. 2002. El concepto de escala y la teoría de las jerarquías en ecología. *Revista Ciencias de la UNAM* 67. 30-40. <http://www.revistaciencias.unam.mx/images/stories/Articles/67/CNS06704.pdf>.
- Greathead, D. J., y J. K. Waage. 1983. Opportunities for biological control of agricultural pests in developing countries. *World Bank Technical Paper Number 11*. The World Bank, Washington, D.C. 44 p.
- Guédez, C., C. Castillo, L. Cañizales, y R. Olivares. 2008. Control biológico: Una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. *Academia* 13: 50-74.
- Gutiérrez-Ramírez, A., A. Robles-Bermúdez, C. Santillán-Ortega, M. Ortiz-Catón, y O. J. Cambero-Campos. 2013. Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. *Bio Ciencias* 2: 102-112.
- Halbert, S. E., y K. L. Manjunath. 2004. Asian Citrus Psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and Greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomological Society* 87: 330-353.
- Hart, R. D. 1985. *Conceptos Básicos sobre Agroecosistemas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica, 130 p.
- Howard, L. O., and, W. F. Fiske. 1911. The importation into the United States of the parasites of the gipsy moth and the brown-tail moth: A report of progress, with some consideration

- of previous and concurrent efforts of this kind (1911). U. S. Department of Agriculture, Bureau of Entomology. Washington, 416 p.
- Khan, Z. R., D. G. James, C. A. O. Midega, y J. A. Pickett. 2008. Chemical ecology and conservation biological control. *Biological Control* 45: 210-224.
- Landis, A. D., S. D. Wratten, y G. M. Gurr. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Lozano C., M. G., y J. Jasso A. 2012. Identificación de enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en el estado de Yucatán, México. *Fitosanidad* 16: 5-11.
- López-Arroyo, J. I., L. Valencia-Luna., y J. Loera-Gallardo. 2003. Introducción a Chrysopidae (Neuroptera): Taxonomía y bioecología. In: López-Arroyo, J. I. & M A. Rocha-Peña (eds.). *Memorias del Curso Nacional Identificación y Aprovechamiento de Depredadores en Control Biológico: Chrysopidae y Coccinellidae*. INIFAP. Monterrey, Nuevo León, México. pp. 32-34.
- Maass, J. M., y A. Martínez-Yrizar. 1990. Los ecosistemas: Definición, origen e importancia del concepto. *Ciencias* 4: 10-19.
- Martínez-Dávila, J. P., Landeros-Sánchez, C., y A. Pérez-Vázquez. 2004. El Concepto de Agroecosistemas: Un enfoque de Cadenas Producción-Consumo. 1^{er}. Coloquio sobre Agroecosistemas y Sustentabilidad. Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Tepetates, Veracruz, México. pp. 1.
- Meneses C., R., A. Gutiérrez Y., A. García R., G. Antigua P., J. Gómez S., F. Correa V., y L. Calvert. 2001. Guía para el Trabajo de Campo en el Manejo Integrado de Plagas del Arroz. 4a. (ed). CIAT, Bauta, La Habana, Cuba, 76 p. http://www.fao.org/sd/erp/toolkit/BOOKS/Guia_MIP_Arroz.pdf.
- Michaud, J. P. 2004. Natural mortality of Asian citrus psyllids (Homoptera: Psyllidae) in Central Florida. *Biological Control* 29: 260-269.
- Montoya, P., y J. Cancino. 2004. Control biológico por aumento en moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). *Folia Entomológica Mexicana* 43: 257-270.
- Moonen, A. C., y P. Barberi. 2008. Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127: 7-21.
- Moreno P., J. P. 2008. Experiencias exitosas del Japón II, conceptos y método del desarrollo endógeno/ desarrollo participativo. 73 p.

- Mosqueda B., E. 2002. Uso reducido de insecticidas y control biológico de plagas del jitomate en Oaxaca. *Agricultura en México* 28: 137-149.
- Navarro M., D. 2010. Manejo Integrado de Plagas. Cooperative Extension Service. University of Kentucky College of Agriculture, Lexington. <http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id181/id181.pdf>.
- Nicholls E., C. I. 2008. Generalidades del control biológico. *In: Universidad de Antioquia (ed). Control Biológico de Insectos un Enfoque Agroecológico. Colombia*, pp: 1-9.
- New, T. R. 2001. Introduction to the Neuroptera: What are they and how do they operate?. *In: McEwen, P., T. New, y A. Whittington (eds). Lacewings in the Crop Environment. United States of America. Cambridge, University Press, New York*. pp: 3-4.
- Paredes, D., M. Campos, y L. Cayuela. 2013. El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estados del arte. *Ecosistemas* 22: 56-61.
- Pérez, M., y M. E. Marasas. 2013. Servicios de regulación y prácticas de manejo: aportes para una horticultura de base agroecológica. *Ecosistemas* 22: 36-43.
- Quintero, E.M., I. C. López, y T. Kondo. 2012. Manejo Integrado de plagas como estrategia para el control de la mosca del botón floral del maracuyá *Dasiops inedulis* Steyskal (Diptera: Lonchaeidae). *Corpoica-Ciencia y Tecnología* 13: 31-40.
- Ramírez L., M. R., y J. L. Jacobo C. 2002. Impacto ambiental del uso de plaguicida en huertos de manzano del Noroeste de Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 20: 168-173.
- Real Academia Española. 2014. Diccionario de la Lengua Española. España. <http://www.rae.es/>.
- Rodríguez-del Bosque, L. A. 2007. Fundamentos ecológicos del control biológico. *In: L. A. Rodríguez-del Bosque, L. A., y H. C. Arredondo-Bernal (eds). Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México*. pp: 19-35.
- Rogers, M. E., and, P. A. Stansly. 2007. Biology and management of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama, in Florida citrus. *Bulletin* 739. Institute of Food and Agricultura Sciences. University of Florida, 7 p. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN66800.pdf>.
- Romero R., F. 2004. Manejo Integrado de Plagas: las Bases, los Conceptos y su Mercantilización. *Texcoco, México*, 103 p.

- Ruíz C., E., J. Ma. Coronado B., y S. N. Myartseva. 2006. Situación actual del manejo de las plagas de los cítricos en Tamaulipas, Mexico. *Manejo Integrado y Agroecología* 78: 94-100.
- SAGARPA. 2009. Programa de Trabajo de la Campaña Prevención de Introducción de Plagas Cuarentenarias de los Cítricos a Operar con Recursos 2008 del Componente de Sanidad e Inocuidad del Programa Soporte en el Estado de Veracruz. https://www.google.com/url?q=http://senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp%3Fdocumento%3D22291%26idurl%3D41965&sa=U&ei=fLskU9HCGebr2QWDIYHADg&ved=0CAYQFjAB&client=internal-uds-cse&usg=AFQjCNH4XKmOdVqKQFXi3nkvYC_rI5zqBQ
- SAGARPA. 2012. México, entre los líderes en producción de cítricos a nivel mundial. Boletín SAGARPA, Delegación San Luis Potosí. CGCS BOL1301112. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sanluispotosi/boletines/Paginas/BOL1301112.aspx>.
- Sans, F. X. 2007. La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas*: 16: 44-49.
- Saunders, J. L. 2008. Algunas prácticas comunes para combatir insectos en sistemas de producción de cultivos de pequeños agricultores. *In*: Hilje, L., y J. L. Saunders (comps). *Manejo Integrado de Plagas en Mesoamérica: Aportes Conceptuales*. Tecnológica Costa Rica. pp: 23-32.
- Schnack, J. A., E. A. Domizi, G. R. Spinelli, y A. L. Estévez. 1981. Influencia de la densidad sobre la fecundidad y competencia interespecífica con referencia especial a una población de Belostomatidae (Insecta Hemiptera). *Limnobiología* 2: 239-246.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2014. Acciones contra el Huanglongbing. SAGARPA, Dirección General de Sanidad Vegetal, Campañas y Programas Fitosanitarios. <http://www.senasica.gob.mx/?id=4512>.
- Silva, E. B., J. C. Franco; T. Vasconcelos, y M. Branco. 2010. Effect of ground cover vegetation on the abundance and diversity of beneficial arthropods in citrus orchards. *Bulletin of Entomological Research* 100: 489-499.
- Simon F., J. E., A. Ramos F., O. Velarde R., y P. M. González A. 1972. Investigaciones sobre control de *Ceratitidis capitata* W. por la técnica de insectos estériles en Moquegua Perú. *Revista Peruana de Entomología* 15: 1.
- Straub, C. S., D. L. Finke, y W. E. Snyder. 2008. Are the conservation of natural enemy biodiversity and biological control compatible goals? *Biological Control* 45: 225-237.

- Suaste-Franco, M. P., E. Solís-Moya, L. Ledesma-Ramírez, M. L. de la Cruz-González, O. A. Grageda-Cabrera, y A. Báez-Pérez. 2013. Efecto de la densidad y método de siembra en el rendimiento de grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Bajío, México. *Agrociencia* 47: 159-170.
- Tauber, C. A., T. De Leon, N. D. Penny, y M. J. Tauber. 2000a. The Genus *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) of American North of México: Larvae, Adults, and Comparative Biology. *Annals of the Entomological Society of America* 93:1195-1221.
- Thompson, W. R. 1929. On natural control. *Parasitology* 21: 269-281.
- Van D., R. G., M.S. Hoddle., y T. D. Center. 2007. Control de Plagas y Malezas por Enemigos Naturales. U. S. D. A. Washington. 737 p.
- Wilson, E. O., and, F. M. Peter. 1988. Biodiversity. National Academic Press. Washington, D. C. 535 p.
- Zuluaga C., N. C. Mesa C. 2000. Manual de Manejo Integrado de Plagas Agrícolas. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Colombia 217 p. <http://www.cedaf.org.do/CENTRODOC/EBOOK/MIP1.PDF>.

CAPÍTULO I. CICLO BIOLÓGICO Y CAPACIDAD DEPRADADORA DE LARVAS DE *Ceraeochrysa valida* (BANKS) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) SOBRE NINFAS DE *Diaphorina citri* (KUWAYAMA) (HEMIPTERA: PSYLLIDAE)

Resumen

Ciclo biológico y capacidad depredadora de larvas de *Ceraeochrysa valida* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre ninfas de *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae). Una de las alternativas para el Manejo Integrado de *D. citri* es el uso de depredadores voraces y abundante en los cítricos, para lo cual es necesario evaluar especies locales, como es el caso de *Ceraeochrysa valida*. El objetivo fue determinar el ciclo biológico de *C. valida* en condiciones de cría, su fecundidad, sobrevivencia y longevidad, así como su capacidad depredadora sobre estados inmaduros de *Diaphorina citri*; tanto en laboratorio como en invernadero. Las crías del depredador y de la plaga se establecieron de insectos colectados en huertas de cítricos en el municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. La duración promedio de huevos, larvas 1, 2, 3 y prepupa-pupa de *C. valida* fue de 5.5 ± 0.7 , 6.5 ± 0.7 , 5.0 ± 1.0 , 7.0 ± 1 y 14.5 ± 0.7 días. La longevidad promedio de machos y hembras fue de 74.0 ± 38.9 y 78 ± 28.9 días. El número promedio de huevos/hembra/día fue de 10.0 ± 8.4 . La depredación tanto en laboratorio como en invernadero, fue mayor en larvas de mayor edad, independientemente del estado ninfal consumido de la plaga; sin embargo, el consumo fue menor durante las primeras 6 h en el invernadero que en el laboratorio.

PALABRAS CLAVE. Biología, control biológico, *Citrus paradisi*, depredación, psílido asiático de los cítricos.

Enviado a la Revista Brasileira de Entomología, se encuentra en revisión.

Abstract

Life cycle and predatory capacity of *Ceraeochrysa valida* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae) larvae on *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae) nymphs. An alternative on the integrated management of *D. citri* is the use of voracious and abundant predators on citrus; thus, it is necessary to evaluate local species, in this case *Ceraeochrysa valida*. The objective was to define the life cycle of *C. valida* under rearing conditions, its fecundity, survival and longevity, as well as its predatory capacity on immature stages of *Diaphorina citri*; under laboratory and greenhouse conditions. Predator and pest colonies were established from insects collected on citrus orchards in the municipality of Paso de Ovejas, Veracruz, Mexico. Mean duration of eggs, larvae 1, 2, 3 and pupae of *C. valida* was 5.5 ± 0.7 , 6.5 ± 0.7 , 5.0 ± 1.0 , 7.0 ± 1 and 14.5 ± 0.7 days. Mean longevity of males and females was 74.0 ± 38.9 and 78 ± 28.9 days. Mean number of eggs/female/day was 10.0 ± 8.4 . Predation, in laboratory, as well as in the greenhouse, was greater in older larvae, regardless of the nymphal stage of the pest consumed; however, consumption was lower during the first 6 h in the greenhouse, than in the laboratory.

KEYWORDS. Asian citrus psyllid, biological control, biology, *Citrus paradisi*, predation.

1.1. Introducción

El psílido asiático de los cítricos (PAC), *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae), es una de las plagas más importantes de los cítricos en el mundo. El daño directo lo realiza al alimentarse de la savia de las plantas; el daño indirecto ocurre al transmitir la bacteria *Candidatus Liberibacter spp.*, responsable de la enfermedad denominada Huanglongbing (HLB)

o dragón amarillo (Torres-Pacheco *et al.* 2013). Se estima que la enfermedad ha destruido globalmente más de 60 millones de árboles (Das *et al.* 2007). Brasil y EUA son países donde la enfermedad ha causado mayor pérdida, debido a que se han eliminado 5 millones de árboles.

En el continente americano el HLB se presentó por primera vez en 2004 en la localidad de Araracuara, estado de São Paulo, Brasil (Coletta-Filho *et al.* 2004); en 2005 se presentó en Florida, EUA (Irey, 2010), y en 2007 en Cuba (Martínez *et al.* 2009). En México se reportó la presencia de la enfermedad en 2009, en el municipio de Yucatan, y actualmente está presente en 14 de los 23 estados citrícolas del país (SENASICA 2014). Los estados que más han sido afectados por la enfermedad son Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Sinaloa, aunque sigue avanzando hacia otras zonas citrícolas, entre ella la región más importante de producción de naranja dulce del país, en los estados de Veracruz, San Luis Potosí y Tamaulipas en la vertiente del Golfo de México (Torres-Pacheco *et al.* 2013).

El manejo del vector en las huertas de cítricos se basa principalmente en el uso de insecticidas, donde se ha seguido la estrategia de establecer áreas regionales de control (ARCO) (Robles-García, 2012; Mora-Aguilera *et al.* 2013). Sin embargo, el uso inadecuado de los productos químicos puede ocasionar efectos negativos tales como: eliminación de enemigos naturales de insectos plaga, contaminación al ambiente, desarrollo de resistencia a los insecticidas y surgimiento de plagas secundarias principalmente (González-Castillo 2012). De ahí la importancia de adoptar métodos de control de plagas efectivos y con un menor impacto al ambiente (Badii & Abreu, 2006).

Las larvas y adultos de algunas especies de insectos depredadores de la familia Chrysopidae se alimentan de diversos insectos de cuerpo blando y tienen un gran potencial en la regulación de

poblaciones de plagas de importancia económica (Pappas *et al.* 2011). Las larvas del género *Ceraeochrysa*, se pueden encontrar en diversos agroecosistemas, en donde se alimentan de áfidos, trips, moscas blancas, ácaros y lepidópteros (Albuquerque *et al.* 2001). Las larvas de *Ceraeochrysa*, a diferencia de las del género *Chrysoperla*, se caracterizan por cargar los restos cuticulares de sus presas en su dorso, por lo cual son denominadas “carga basura”; además son de fácil reproducción masiva si se pretende el uso de estrategias de control biológico por aumento (López-Arroyo *et al.* 2000).

Para integrar a un enemigo natural, bien sea depredador o parasitoide, dentro de un programa de manejo integrado de una plaga, es fundamental conocer tanto su biología y capacidad de consumo (Salamanca-Bastidas *et al.* 2010). Entre los enemigos naturales de *D. citri*, se han citado diferentes insectos depredadores, que incluyen de forma recurrente a larvas de diversas especies de Chrysopidae: *Ceraeochrysa valida*, *C. sp. nr. cincta* (Schneider), *C. cubana* (Hagen), *C. claveri* (Navás), *C. everes* (Banks), *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister), *Ch. carnea* (Stephens) y *Ch. comanche* (Banks) (Cortez-Mondaca *et al.* 2011a; Lozano-Contreras & Jasso-Argumedo 2012).

En el Continente Americano, *Ceraeochrysa valida* (Neuroptera: Chrysopidae) se encuentra distribuido en EUA, México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica, República Dominicana, Haití, Venezuela y Perú (De Freitas *et al.* 2009). En México se describió originalmente de una colecta en Baja California Sur. Está presente todo el año, pero con mayor densidad en el hemisferio norte de diciembre a mayo; habita en cultivos agrícolas como algodón, papaya, hortalizas, maíz y cítricos (Tauber *et al.* 2000). En estado larval, Tauber *et al.* (2000) indican que se alimenta de áfidos y aleyródidos; sin embargo, se ha colectado en huertas de

toronja y naranja en la zona Centro de Veracruz alimentándose de ninfas de *D. citri* (Murillo-Cuevas *et al.* 2010). No existe información suficiente sobre la capacidad de consumo y se desconoce la biología de esta especie (Tauber *et al.* 2000), por lo que el objetivo de la presente investigación fue determinar el ciclo biológico de *Ceraeochrysa valida* en condiciones de cría, su fecundidad, supervivencia y longevidad, así como su capacidad depredadora sobre estados inmaduros de *Diaphorina citri*; tanto en laboratorio como en invernadero.

1.2. Materiales y Métodos

Cría e identificación de *C. valida*. La investigación se realizó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. El experimento se llevó a cabo en una cámara de cría mantenida a 25 ± 0.6 °C, 72 ± 9 % de humedad relativa (HR) y 12:12 h luz: oscuridad. La especie fue pre-identificada mediante las claves de Tauber & De León (2001), para ninfas y para adultos con las claves de Tauber & De León (2001) y Luna *et al.* (2006), lo cual fue corroborado por la M.C. Iliana Pacheco, especialista en Chrysopidae del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, SENASICA-SAGARPA, México. Se estableció la cría en laboratorio a partir de hembras colectadas en árboles de toronja var. Río Red en la localidad de Tierra Colorada, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. Se colocaron 12 parejas de hembras y machos en cajas rectangulares con capacidad de 2 L, cubiertas con tela pañalina y provistas de agua y alimento; el alimento consistió en una mezcla de levadura de cerveza (30 g), leche condensada (15 mL), azúcar (20 g), huevo (1 yema + 2 claras), germen de trigo (50 g), miel (30 g) y agua destilada (45 mL) (Vogt *et al.* 1998; Viñuela *et al.* 1996). Las larvas se alimentaron con huevos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) obtenidos de la cría Junta Local de Sanidad Vegetal de Navojoa, Sonora, México.

Determinación del ciclo biológico. El ciclo biológico se inició con una cohorte de 100 huevos de *C. valida* de 24 h de emergidos, la cual se obtuvo de cuatro parejas de la cría. Los huevos recién ovipositados se pasaron a cajas rectangulares de plástico (2 L) cubiertas con pañalina; se revisó la eclosión de larvas neonatas dos veces al día bajo microscopio estereoscopio. Las larvas recién eclosionadas se individualizaron en cajas de Petri de 60 x 15 mm, previamente se rotularon con número de ejemplar y fecha para prevenir el canibalismo; las larvas se alimentaron auxiliados de un pincel fino (00), con huevos de *S. cerealella*, hasta que alcanzaron el estado de pupa. Se realizaron dos observaciones diarias (mañana y tarde) para estimar la duración de cada etapa biológica. Se registró el total de huevos eclosionados, número de larvas que pasaron al siguiente estadio, y número de pupas y hasta la emergencia del último adulto.

Fecundidad. Esta variable se evaluó a partir de 38 hembras recién emergidas en el ensayo de ciclo biológico. Se incluyeron dos machos por hembra, para lo cual se utilizaron 39 machos de la cohorte y 37 machos de la cría de la misma edad. El sexado se hizo con base en la conformación y terminación del abdomen con respecto a la genitalia externa (Soto *et al.* 2008). Los adultos se colocaron en recipientes de plástico de 7 cm de alto y 9 cm de ancho, con capacidad de 545 ml; previamente se les colocó aproximadamente 1.2 g de dieta artificial y un contenedor plástico de 8 ml con agua potable como bebedero. Los recipientes fueron cubiertos con pañalina y tapa. Diariamente se cambió la pañalina del recipiente, donde se contabilizó el número de oviposuras por hembra. Cada tercer día se colocó alimento fresco de los adultos en los recipientes.

Supervivencia y longevidad. Con el ciclo biológico del depredador se registró el número de huevos, larvas y prepupas-pupas sobrevivientes cada 24 h. La longevidad media de adultos se determinó con los 39 machos y 38 hembras obtenidas de la cohorte inicial de 100 huevos; se

registró la fecha de emergencia y muerte de machos y hembras, ocurrida en las unidades de oviposición. Las observaciones se realizaron cada 24 h. Se calculó la media y desviación estándar de la longevidad de adultos de ambos sexos.

Capacidad de depredación de larvas de *C. valida* en laboratorio. Se estableció la cría de *D. citri* a partir de 30 hembras adultas recolectadas en plantas de limonaria (*Murraya paniculata* (L.)), y de árboles de 5 años de edad de lima Persa (*Citrus latifolia* Tanaka), ubicados en el Campus Veracruz. Los adultos se mantuvieron en brotes de lima Persa injertados sobre *Citrus volkameriana* Ten y Pasq., colocados en jaulas entomológicas de 1.10 m de alto x 0.95 m de ancho, cubiertas de tela de organza bajo condiciones de malla sombra. Para estimular la brotación, se podaron, fertilizaron y regaron 10 plantas de uno a dos años de edad, cada seis días, colocadas en macetas de plástico de 1 L. Se agregaron 8 g de fertilizante 17 (N-P-K) por cada planta. Para obtener larvas de *C. valida* de la misma edad, se colocaron 10 parejas de adultos obtenidas de la cría, en cajas de plástico rectangulares (2 L), y se colectaron los huevos puestos en un lapso de 24 h. Al eclosionar los huevos, las larvas neonatas se individualizaron en cajas de Petri de 5 cm de diámetro. Para obtener larvas de segundo y tercer estadio, las larvas neonatas se alimentaron con huevos de *S. cerealella* hasta la muda.

El ensayo se estableció con larvas recién eclosionadas de primero, segundo o tercer estadio alimentadas un día antes del ensayo con ninfas de diferentes estadios de *D. citri*. Posteriormente, las larvas se mantuvieron en ayuno durante 8 h (10:00 pm a 06:00 am), periodo similar al ayuno nocturno habitual, lo cual fue determinado mediante un ensayo preliminar (datos no presentados). En las últimas 3 h del periodo de ayuno, de manera paralela se infestaron brotes de lima Persa de 5 cm de longitud con ninfas de edad conocida de *D. citri*. Los brotes fueron

colectados de las plantas mantenidas en invernadero; se enjuagaron bajo chorro de agua potable, seguido de un lavado con solución de hipoclorito de sodio al 2 % durante 10 min; por último se enjuagaron en agua potable esterilizada y se colocaron en toallas de papel absorbentes para su secado. Se introdujo el pedicelo de los brotes limpios dentro de un frasco de plástico de 8 ml con solución nutritiva de Murashige y Skoog (4.1 g x 1 L de agua); la boca del frasco se selló con el brote colocado en posición vertical mediante papel Parafilm, en una cámara de flujo laminar con mechero de Bunsen. Los frascos se fijaron con plastilina por la base a una caja de Petri de 10 cm de diámetro y se cubrieron con vasos de plástico cristalino con capacidad de 345 ml, al cual se les hicieron dos ventanas de 2 x 5 cm cubiertas con tela de organza para su ventilación. Los brotes se infestaron con ninfas de los estadios 1-2, 3-4 y 5 de *D. citri* bajo un microscopio estereoscopio y con la ayuda de un pincel fino (00). Se estableció un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Se evaluó la tasa de consumo de cada uno de los tres estadios larvales de *C. valida* sobre los tres estratos de ninfas de *D. citri*, presentes en cantidad suficiente para contar con alimento en todo momento durante el ensayo, para ello cada hora del periodo diurno de actividad de *C. valida* se re-infestaron los brotes de cada repetición hasta alcanzar 50 ninfas 1-2, 50 ninfas 3-4 y 20 ninfas 5 de *D. citri*. Después de haber infestado los brotes con la presa, a las 06:00 am del primer día del ensayo se liberó una larva del depredador en cada unidad experimental. Para determinar el número de presas consumidas por *C. valida*, se contabilizó bajo microscopio estereoscopio, el número de presas vivas restante en el brote durante cada hora, en el periodo activo diurno de dos días consecutivos.

Capacidad de depredación de larvas de *C. valida* en malla sombra. El ensayo de capacidad de consumo de larvas de *C. valida* sobre ninfas 3-4 de *D. citri* se realizó bajo condiciones de invernadero a una temperatura de 24.9 ± 6.1 y 82.5 ± 17.6 % HR. Para la obtención de ninfas 3 y

4 de *D. citri*, cada tercer día se podaron, regaron y fertilizaron nueve plantas de lima Persa injertadas sobre *C. volkameriana*, de dos años de edad, plantadas en macetas de 1 L. Las plantas fueron colocadas en jaulas entomológicas de 1.10 m de alto x 0.95 m de ancho, cubiertas de tela de organza. Posteriormente se colectaron 40 hembras ovígenas de *D. citri* en plantas de limonaria (*Muralla paniculata* (L.) Jack.), y se colocaron en brotes de 1 a 2 cm de longitud de plantas de lima Persa; 48 h después se retiraron las hembras con una pinza entomológica, lo cual permitió obtener una cohorte de individuos de edad conocida. Las larvas de *C. valida* utilizadas se obtuvieron de la cámara de cría establecida en laboratorio.

Las larvas recién eclosionadas de primero, segundo y tercer estadio del depredador se alimentaron un día antes del ensayo con ninfas de *D. citri* de diferentes estadios sobre brotes de lima Persa, colocados en frascos de cristal de 8 ml con solución de Murashige y Skoog. Posteriormente las larvas se mantuvieron en ayuno nocturno por 8 h (10:00 pm a 06:00 am).

Para evaluar la capacidad de consumo de larvas de *C. valida* sobre ninfas de *D. citri* durante 6 h en condiciones de invernadero, se estableció un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. La tasa de consumo se determinó para cada uno de los tres estadios larvales de *C. valida* (L1, L2 y L3) sobre un grupo de edad conocida (N3-4), de *D. citri*. En el tratamiento con larvas de primer estadio, así como en el de segundo estadio del depredador se ofrecieron 80 presas por repetición; en el tratamiento con larvas del tercer estadio se ofrecieron 100 presas durante el ensayo, las cuales fueron colocadas en los brotes de las plantas del invernadero dos horas antes de iniciar el ensayo. Las cantidades ofrecidas se basaron en los resultados de los ensayos realizados en laboratorio para 6 h de consumo.

A las 06:00 am, con un pincel fino se liberó una larva en un brote por planta, lo que constituyó una repetición. Cada brote se cubrió con un vaso de plástico cristalino de 435 ml, con dos ventanas de 4 x 5 cm cubiertas con tela de organza. El vaso se sujetó con papel Parafilm a la rama del brote de la planta. Seis horas después se retiraron las larvas de *C. valida* y los brotes fueron llevados al laboratorio; con la ayuda del microscopio estereoscopio se contabilizó el número de presas sobrevivientes, con lo que se calculó el número de presas consumidas por el depredador en cada repetición.

Análisis de la información. Se calculó la media y desviación estándar de los días de desarrollo de los estados inmaduros de *C. valida*, su fecundidad y la longevidad de los adultos, tanto de machos como de hembras. Además, se realizó un análisis de varianza con separación de medias mediante la prueba de Tukey ($P < 0.0001$) al número de presas depredadas para las primeras 6 h, así como para el primer día y el segundo día de evaluación en el laboratorio. A su vez, el número de presas consumidas durante 6 h por depredador bajo malla sombra fue sometido a un análisis de varianza con separación de medias por Tukey ($P < 0.0001$).

1.3. Resultados y Discusión

Ciclo biológico. De la cohorte de 100 huevos observados, 77 ejemplares, 38 hembras y 39 machos llegaron a estado adulto, lo que representó una proporción sexual 1:1. El tiempo de desarrollo promedio del ciclo biológico de *C. valida* en condiciones de laboratorio, desde huevo hasta la emergencia del adulto fue de 38.5 ± 0.16 días; los huevos se desarrollaron en 5.5 días, mientras que el desarrollo del estado larval fue de 18.5 días y de prepupa y pupa sucedió en 14.5 días (Cuadro 1).

Cuadro 1. Duración (días) del ciclo biológico de *Ceraeochrysa valida* (Banks) en condiciones de laboratorio (25 ± 0.6 °C, 72 ± 9 % de humedad relativa y 12:12 h luz: oscuridad).

Desarrollo	N	Duración (días) \pm Desviación estándar	Viabilidad (%)
Huevo	100	5.5 ± 0.7	98.0
Larva 1	98	6.5 ± 0.7	96.9
Larva 2	95	5.0 ± 1.0	98.9
Larva 3	94	7.0 ± 1.0	100.0
Prepupa-pupa	94	14.5 ± 0.7	81.2
Periodo de huevo a adulto	77	38.5 ± 0.16	77.0

Fecundidad. Las hembras fecundadas iniciaron la oviposición aproximadamente 10 días después de su emergencia. El promedio de huevos/hembra/día fue de 10 ± 8.37 . En la Figura 3 se muestra la oviposición puestos cada 5 días y su desviación estándar; donde la mayor oviposición se presentó a partir de 10, 15, 20 y 25 días con 694, 764 y 834 huevos. De los 11 a los 35 días se incrementó la postura, con una oviposición extraordinaria de 45 huevos por hembra el día 15. A su vez, se observó un descenso paulatino en el número de huevos hasta los 102 días. La fecundidad media por hembra durante los 102 días fue de 854.63 huevos. El número mínimo de huevos puesto por cada hembra de *C. valida* fue de 7 y el máximo de 1923.

Longevidad de adultos. La longevidad media de adultos de *C. valida*, tanto de machos como de hembras fue de 76.59 ± 34.18 días, con un máximo de 147 y un mínimo de 9 días. Las hembras presentaron una longevidad de 78 ± 28.95 días, con un mínimo de 9 y un máximo de 147 días; mientras que, los machos vivieron 74 ± 38.92 días, con mínimo de 8 y máximo 146 días. La Figura 4, muestra que la supervivencia de los adultos, tanto de machos como hembras, fue decreciendo paulatinamente.

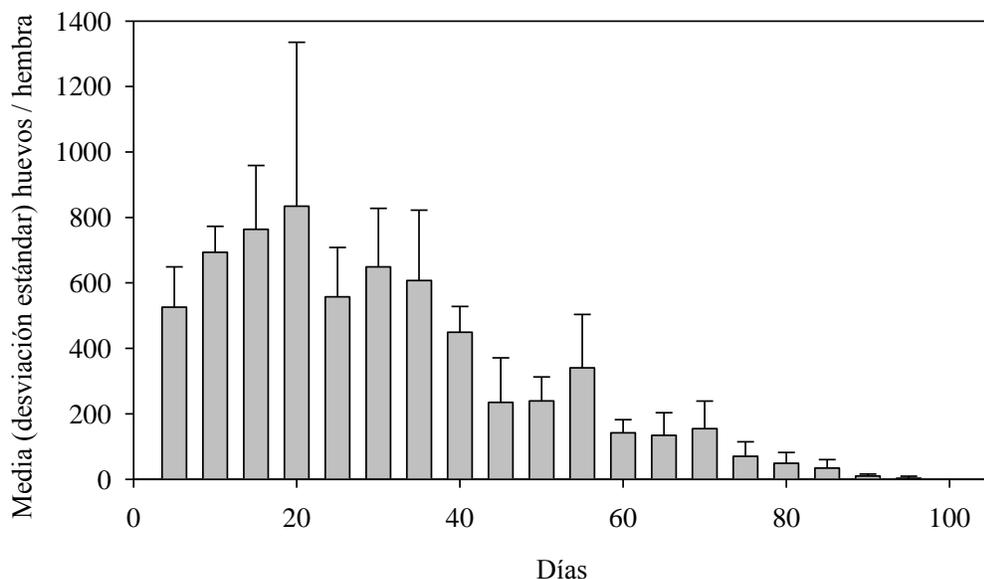


Figura 3. Fecundidad de *Ceraeochrysa valida* cada 5 días, durante el periodo de oviposición (25 ± 0.6 °C, 72 ± 9 % de humedad relativa y 12:12 horas luz: oscuridad).

Capacidad de depredación de *C. valida* sobre ninfas de *D. citri* en laboratorio. En el Cuadro 2 se muestra la tasa de consumo de *C. valida* por estadio larval en las primeras 6 h, primer día y segundo día de exposición, sobre ninfas de edad conocida de *D. citri*.

El análisis de varianza para la tasa de consumo de los tres estadios larvales de *C. valida* sobre los tres grupos de edades de ninfas de *D. citri*, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) tanto entre estadios larvales como entre estadios ninfales a las 6, 24 y 48 h. Sin embargo, también fue significativa la interacción entre las larvas y ninfas ($P \leq 0.001$). En general, se observó una tendencia lógica de aumento de consumo conforme aumentaba la edad de las larvas, además de una disminución en el número de ninfas consumidas conforme aumentaba la edad de las ninfas.

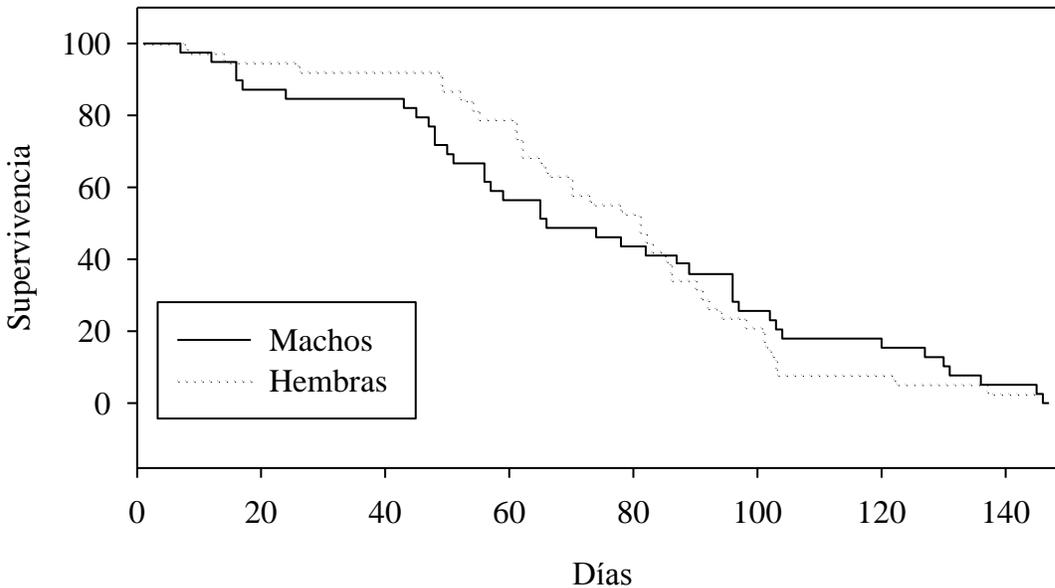


Figura 4. Curva de supervivencia de adultos tanto de machos como de hembras de *Ceraeochrysa valida*.

En el análisis de varianza también se observó la interacción entre larvas y ninfas, debido a un consumo reducido de ninfas pequeñas (N1-2) por la larva 1, similar en número al consumo de ninfas medianas (N3-4); lo anterior no permite separar significativamente el consumo de estos dos grupos de ninfas a las 6 y 24 h (Cuadro 2), lo cual no sucede así a las 48 h; esto pudo haberse debido a que las larvas pequeñas “prueban” a su presa, más que consumirla en su totalidad.

Otro efecto de interacción se pudo observar en cuanto a un consumo reducido de ninfas grandes (N5) por los tres estadios larvales del depredador, con una tasa de consumo mucho menor que con las ninfas de mayor tamaño, y que no aumenta al mismo ritmo en larva 3, como se observa con ninfas de menor tamaño; esto pudo deberse al aumento de cera que presentan las ninfas 5, que dificulta más ser consumidas por larvas de cualquier tamaño.

Cuadro 2. Tasa de consumo de tres estadios larvales de *Ceraeochrysa valida* sobre tres grupos de edad conocida de ninfas de *Diaphorina citri* durante las primeras 6 h, el primer día y el segundo día posterior al ayuno (25 ± 0.6 °C, 70 ± 10 % de humedad relativa y 12:12 h luz: oscuridad).

Tratamientos <i>C. valida</i> - <i>D. citri</i>	Tasa de consumo media \pm desviación estándar		
	6 h	Primer día (24 h)	Segundo día (48 h)
Larva 1[¶]			
Ninfa 1-2	69.33 \pm 9.86 a	168.66 \pm 8.32 a	150.33 \pm 31.21 a
Ninfa 3-4	72.33 \pm 16.16 a	181.00 \pm 49.51 a	94.33 \pm 26.40 b
Ninfa 5	15.00 \pm 1.73 b	25.66 \pm 8.50 b	14.33 \pm 1.52 c
Larva 2			
Ninfa 1-2	123.00 \pm 16.70 a	306.66 \pm 19.50 a	176.33 \pm 30.02 a
Ninfa 3-4	76.66 \pm 9.07 b	200.33 \pm 8.50 b	94.33 \pm 26.40 b
Ninfa 5	15.66 \pm 3.78 c	37.33 \pm 8.50 c	18.33 \pm 2.51 c
Larva 3			
Ninfa 1-2	153.00 \pm 22.27 a	352.66 \pm 51.92 a	368.33 \pm 15.69 a
Ninfa 3-4	111.66 \pm 4.61 b	271.00 \pm 13.89 b	248.66 \pm 14.01 b
Ninfa 5	28.00 \pm 2.64 c	73.00 \pm 13.74 c	56.33 \pm 8.38 c

[¶]Para cada estado larval, medias y desviación estándar dentro de la misma columna con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.0001$).

Capacidad de depredación de *C. valida* sobre ninfas de *D. citri* en invernadero. El consumo medio de ninfas 3 y 4 de *D. citri* por los tres estados larvales de *C. valida* se presenta en la Figura 5. Se observa que la tasa de consumo aumentó con la edad del depredador. La larva tres de *C. valida* consumió un número significativamente mayor de presas (47.75 ± 4.57), seguido de la larva dos (40.75 ± 2.36) y larva uno (19.50 ± 3.31).

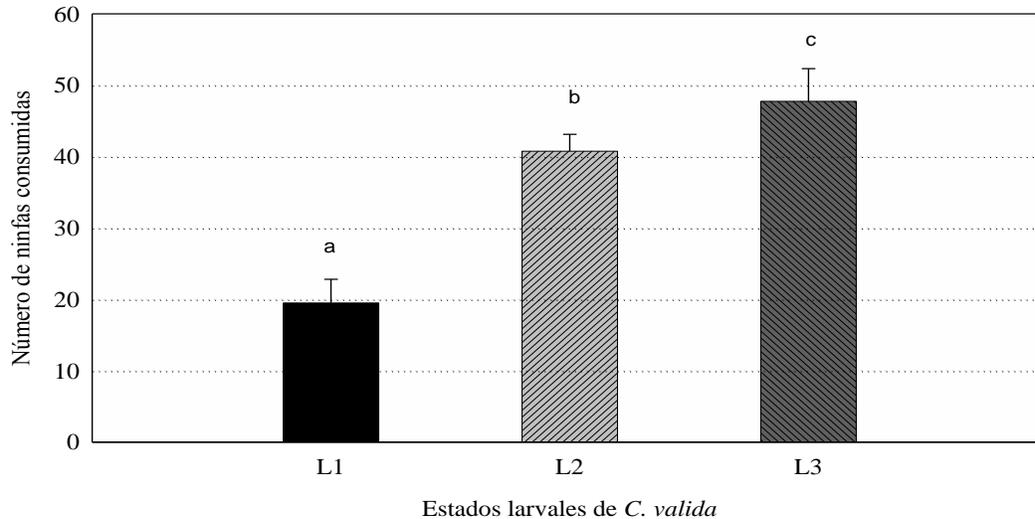


Figura 5. Consumo medio de tres estados larvales de *C. valida* sobre un número conocido de ninfas 3-4 de *D. citri* a 6 horas de exposición (06:00 am a 12:00 pm) en invernadero ($24.9 \pm 6.1^{\circ}\text{C}$, $82.5 \pm 17.6\%$ HR). Media y desviación estándar por letras distintas difieren significativamente entre tratamientos ($P < .0001$), de tres tratamientos con cuatro repeticiones.

Ciclo biológico. Los resultados para la duración media del periodo embrionario determinado en las mismas condiciones son similares a otras especies de Chrysopidae, como *Ceraeochrysa everes*, *Ceraeochrysa paraguaria* (Navás), y *Chrysopodes lineafrons* (Barbosa *et al.* 2002; De Bortoli & Murata, 2007; Silva *et al.* 2007).

La duración del estadio larval en este trabajo (18.5 días) fue ligeramente inferior a los encontrados por (Serrano *et al.* 1988; Giffoni *et al.* (2007), para las especies de *C. cubana* (Hagen) y *Chrysoperla externa* (Hagen); y ligeramente superior para las especies *Ch. externa* y *Ceraeochrysa cincta*, reportados por (Núñez 1988); sin embargo, la duración del estadio larval en este estudio fue muy superior en relación con los encontrados por Serrano *et al.* (1988) para *C. cubana* que fue de 10 días.

Los resultados del primer y segundo estadio larval fueron similares a los indicados por (Olazo & Heredia 2010; Morato *et al.* 2012), para larvas de primer y segundo estadio de las especies *Chrysopidae spinellus* y *Ceraeochrysa dislepis* (Freitas y Penny, 2001). Con lo que respecta al tercer estadio larval fue semejante a los encontrados por (Olazo *et al.* 2009; Reguilón, 2010), para larvas de *Chrysoperla asoralis* (Banks), y *Ungla binaria* (Navás), y

Valores semejantes al tiempo medio de duración del periodo de prepupa y pupa (14.5 días), fueron obtenidos por (Serrano *et al.* 1988; De Bortoli & Murata 2007; Castro *et al.* 2009) para las especies de *C. cubana*, *C. paraguaria* y *Ceraeochrysa caligata* (Banks), y. Valores inferiores obtuvieron Giffoni *et al.* (2007) y Olazo & Heredia (2010), para *Ch. externa* (Hagen) y *Ch. spinellus*.

La viabilidad para la especie en estudio fue de 98%, resultado similar al obtenido por Silva *et al.* (1994) para *C. cubana*; aunque Rodrigues *et al.* (2002) encontraron menor viabilidad para *C. everes*. La viabilidad de los tres periodos larvales fue mayor al 97%; Borges *et al.* (2012) obtuvieron 100 % para *C. dislepis*. Aunque Reguilón & Heredia (2011) encontraron que la viabilidad de los tres estados larvales de *Leucochrysa vignisi* se situó entre 54 y 87%. La viabilidad del periodo prepupa-pupa (81.20 %), fue similar al obtenido por De Bortoli & Murata (2007) con larva de *C. paraguaria*. La mayor mortalidad de los estados inmaduros de *C. valida*, se presentó en el estado de pupa, esto coincide con lo que mencionan Ki-Sang & Jang-Hoon (2005) para *Chrysopa pallens* (Rambur).

El desarrollo de *C. valida* desde huevo hasta la emergencia de adultos (38.5 días) fue similar a los que obtuvieron (Núñez 1988; Barbosa *et al.* 2002; Morato *et al.* 2012) en *C. cincta*, *C. everes*

y *C. dislepis* (Freitas y Penny). Valores menores se obtuvieron para *C. cubana*, (Serrano *et al.* 1988). En resumen, el tiempo de desarrollo del ciclo de vida de las diferentes especies de Chrysopidae, varía según la temperatura, la especie y las presas utilizadas para alimentar a los estados inmaduros McEwen *et al.* (2001).

La fecundidad media de *C. valida* coincide con lo encontrado por Silva *et al.* (2007), Cruz *et al.* (2009) y Ribeiro *et al.* (2011) para *C. lineafrons* y *Ch. externa* con 8.7, 11.3 y 8.89 huevos/hembra/día. En cuanto al promedio de huevos por hembra durante los 102 días de oviposición, Bezerra *et al.* (2012) indican resultados similares para *Chrysoperla genanigra*. Los valores máximos promedio de huevos por hembra por día de la especie en estudio fueron 45, 29 y 28 entre los 16, 18 y 34 días del periodo de oviposición, resultados similares obtuvieron Ramírez-Delgado *et al.* (2007), con 48, 30 y 27 entre los 8, 11 y 16 días de la especie *C. cincta*.

Fecundidad. La fecundidad óptima de los adultos de crisópidos depende de la composición de los diferentes tipos de dietas entre los más importante: azúcar, huevo y levadura de cerveza ya que producen efectos pronunciados en la producción de huevos McEwen & Kidd (1995); Cañedo & Lizárraga (1989); Ulhaq *et al.* (2006). Además de las proporciones de hembra y macho evaluadas, ya que entre mayor sea el número de machos la fecundidad de la hembra disminuye, debido a que aumenta la frecuencia en el cortejo para que ocurra el proceso de apareamiento Ramírez-Delgado *et al.* (2007), aumenta el número de apareamiento fallidos o interrumpidos por la presencia de otros machos Rivera & Andrés (2002).

Longevidad. *C. valida*, vivió 76.59 días, período que coincide con los que encontraron (Serrano *et al.* 1988; Lira & Batista, 2006; Ramírez-Delgado *et al.* 2007) para diferentes especies de Chrysopidae como *Ceraeochrysa cubana*, *Ch. externa* y *Ceraeochrysa sp. nr. Cincta* (Schneider)

La longevidad media de hembras y machos de *C. valida*, fue similar a lo reportado por (Lira & Batista 2006; Lavagnini & Freitas 2012) para *Ch. externa*, también confirmado por (Pacheco-Rueda *et al.* 2011; Ribeiro *et al.* 2011), para las especies *Symphorobius barberi* (Banks), y *Ch. carnea*. Así mismo, los resultados de Geon-Hwi *et al.* (2000) sobre la longevidad de hembras adultas de *C. pallens* fueron similares a la especie en estudio. Sin embargo (Carvalho *et al.* 2002) mencionan una longevidad mayor para hembras y machos de *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel 1972); mientras que Ulhaq *et al.* (2006) indican una longevidad menor en hembras y machos de *Ch. carnea*.

En general la longevidad está en función de la especie y las condiciones bióticas y abióticas que se someten los insectos Lira y Batista (2006). La nutrición y la manipulación también influyen en la longevidad de los insectos Morales-Ramos *et al.* (1996); Ulhaq *et al.* (2006); Ribeiro *et al.* (2011).

Los resultados obtenidos en el laboratorio indican que *C. valida* es relativamente simple de reproducir, debido sus características biológicas de reproducción y su alta viabilidad, que muestran su adecuada adaptación a este medio, además de que las dietas utilizadas son económicas y de fácil adquisición.

Capacidad de depredación de *C. valida* sobre ninfas de *D. citri* en laboratorio. La tasa media de consumo de larva 1 sobre ninfas N1-2 y N-3-4 de *D. citri* en las primeras 6 h de exposición, fue similar a lo encontrado por Pacheco-Rueda *et al.* (2012), para la misma especie, donde depredó 78.70 y 58.90 presas. Los mismos autores mencionaron que la tasa media de consumo de ninfas N5 por larva 1 de *C. valida* mostró mayor consumo (45.50 presas) que en este estudio.

En la evaluación de Ninfas 1 y 2 de *D. citri* con larva 2 del depredador a 6 h de exposición, la capacidad media de consumo fue mayor, comparado a los que encontraron Pacheco-Rueda *et al.* (2012), con la misma especie, donde la tasa de consumo fue de 81.50 presas. La capacidad de consumo difiere también a lo obtenido por Cortez-Mondaca *et al.* (2011b) para *C. valida* (84 presas) cuando la larva fue sometida a 24 h de ayuno. Con respecto a la capacidad media de consumo de larva 2 sobre ninfas 3 y 4 de la especie evaluada, la tasa media de consumo difiere a lo que mencionan Pacheco-Rueda *et al.* (2012) para la misma especie, donde el número de presas consumidas fue 55.70. En la prueba de capacidad de consumo de ninfa 5 con larva 2 del depredador, la tasa media de consumo fue menor a lo que mencionan Pacheco-Rueda *et al.* (2012), donde *C. valida* depredó 45.80 presas. La capacidad depredadora de larva 3 de *C. valida* en el consumo de ninfas 1-2 y 3-4 mostró una diferencia contrastante, respecto a lo obtenido por Pacheco-Rueda *et al.* (2012) para la misma especie (81.20 y 67.30 presas). Sin embargo estos mismos autores mencionan que *C. valida* sobresalió en el consumo de ninfas 5 (39) de *D. citri*, comparado con los resultados de este estudio.

La capacidad media de consumo de la larva 1 del depredador sobre ninfas 1 y 2 de la plaga, en las primeras 6 h de evaluación, coincide con lo que menciona Pacheco-Rueda *et al.* (2012), para otras especies de Chrysopidae como *Ch. rufilabris* (75.80) y *Ch. comanche* (71.40). Estos mismos autores indican que *Ch. externa* mostró mayor capacidad de consumo de depredación (83.70 presas) sobre ninfas (N1-2) de *D. citri*. Con respecto a la tasa media de consumo de larva 1 sobre ninfas (3 y 4) de la plaga en las primeras 6 h de exposición del depredador, fue similar a *Ch. externa* y *Ch. comanche*, donde el número de presas consumidas fue (63.60 y 55.10); sin embargo mostró mayor capacidad de depredación con respecto *Ch. rufilabris* (52.60 presas) reportada por Pacheco-Rueda *et al.* (2012). Estos mismos autores mencionaron que la tasa media

de consumo de ninfas (N5) por larva 1, fue menor con respecto a *Ch. comanche*, *Ch. externa* y *Ch. rufilabris*, donde depredaron 28.30, 35.70 y 38.20 presas. En la evaluación de ninfas 1 y 2 de la plaga con larva 2 del depredador a 6 h de exposición, la capacidad media de consumo fue mayor comparado con los que encontraron Pacheco-Rueda *et al.* (2012), para las especies *Ch. comanche*, *Ch. externa* y *Ch. rufilabris*, donde la tasa de consumo fue 68, 82.80 y 79.40 presas. También presentó mayor capacidad de depredación con respecto a *Ch. rufilabris* (92) y *Ch. comanche* (100). Con respecto a la capacidad media de consumo de larva 2 sobre ninfas 3 y 4 del depredador, la tasa de consumo fue mayor comparada con *Ch. comanche* (43.80) y *Ch. rufilabris* (63.40) y similar a *Ch. externa* (70.50) Pacheco-Rueda *et al.* (2012). En la prueba de capacidad de consumo de ninfa 5 por larva 2 del depredador, la tasa media de consumo, fue menor comparado con *Ch. comanche* (41.40), *Ch. rufilabris* (49.40) y *Ch. externa* (53.90). Por otra parte Ail-Catzim *et al.* (2012) encontraron resultados semejantes con *Ch. carnea* sobre ninfas grandes de *Bactericera cockerelli* (Sulc.), donde el consumo fue de 18.01 presas. La capacidad media de consumo de larva 3 del depredador en el consumo de ninfas 1-2 y 3-4, mostró una diferencia contrastante con respecto a las especies *Ch. rufilabri*, *Ch. externa* y *Ch.comanche* Pacheco-Rueda *et al.* (2012). Sin embargo estos mismos autores mencionan que *C. valida* sobresalió en el consumo de ninfas 5 (39) de *D. citri*, comparado con los resultados de este estudio.

En la evaluación de la capacidad depredadora en ninfas 3-4 de *D. citri*, la larva 2 de *C. valida* presentó mayor tasa de consumo en el primer día de exposición. Estos resultados se confirman con lo mostrado por Maia *et al.* (2004), para larva 2 y 3 de *Ch. externa* alimentada con ninfas 3 y 4 de *Rhopalosiphum maidis* (Fith.) en condiciones similares. Mientras que para la larva 3 del depredador sobre ninfas medianas de la plaga, la tasa de consumo fue similar, tanto en el primer

día como segundo día de evaluación. Auad *et al.* (2001) encontraron condiciones similares con larva 3 de *Ch. externa* sobre ninfas 3 y 4 de *Uroleucon ambrosiae* (Thomas), en donde el consumo promedio de presa en un intervalo de 24 a 48 h de evaluación fue de 32.7 y 32.2.

Se observó un descenso de la tasa media de consumo de ninfas 3-4 d *D. citri* por la larva 3 del depredador a las 48 h de exposición. Resultados similares encontraron Auad *et al.* (2001), para larva 3 de *Ch. externa* sobre ninfas 3 y 4 de *U. ambrosiae*. La disminución de la tasa de consumo se puede atribuir a que el depredador en larva 3 reduce su actividad de depredación, debido a la proximidad de la fase pupal.

En general, según Chesson (1989) la capacidad de consumo depende del tamaño del depredador y de la presa. En este estudio la larva 3 de *C. valida* evaluada sobre estados inmaduros de edad conocida de *D. citri*, mostró mayor consumo que las larvas 1 y 2. Esto concuerda con Alcantra *et al.* (2008) y Salamanca-Bastidas *et al.* (2010) para *C. cubana* y *Ch. externa* sobre ninfas de *A. gossypii* y *Neohydatothrips signifer* (Priesner), debido a que la larva 3 es de mayor tamaño que las larvas 1 y 2, por lo que requiere de mayor cantidad de presas para suplir su necesidad nutricional. La movilidad también influyen en el potencial de depredación del tercer estadio larval, debido a que propicia una mayor área de búsqueda (Auad *et al.* 2005). Otro factor es el almacenamiento de energía a usarse en la confección de la pupa (Auad *et al.* 2001).

Capacidad de depredación de *C. valida* sobre ninfas de *D. citri* en invernadero. Según lo que indican Rashid *et al.* (2012), la tasa alimenticia se incrementa con la edad larval del depredador. Lo cual se vio reflejado en este estudio en la capacidad media de consumo por el primer, segundo y tercer estadio larval de *C. valida* sobre ninfas de tercer y cuarto estadio de *D. citri*. También se confirma con lo encontrado por Auad *et al.* (2003a), para larvas de *Ch. externa* sobre

ninfas de tercer y cuarto estadio de *U. ambrosiae*, a 48 h de exposición, donde indican que el consumo medio de ninfas por el primer estadio fue mayor a 6 y menor a 8, para el segundo estadio fue mayor a 8 y menor a 10, y en el tercer estadio mayor a 12 y menor a 14 presas. Fang *et al.* (2008) encontraron diferencias en la capacidad media de consumo de larvas de *Chrysopa sinica* (Tjeder) sobre huevos de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), donde el primer estadio depredó 131.20, el segundo estadio 375.20 y el tercer estadio 490.20 huevos en un periodo de 24 h.

En este estudio, la capacidad de consumo del segundo y tercer estado larval de *C. valida* sobre ninfas de tercer y cuarto estadio de *D. citri* fue mayor en condiciones controladas comparado con los ensayos realizados en invernadero. Resultados similares obtuvieron (Auad *et al.* 2003a, b) para larvas de segundo y tercer estado de *Ch. externa* sobre ninfas de tercer y cuarto estadio de *U. ambrosiae* evaluado en laboratorio e invernadero. Jian-Wei *et al.* (2004), indican que el consumo medio en laboratorio para las larvas de primer y segundo estadio de *C. Phyllochroma* fue mayor que en jaulas con plantas de algodón en maceta.

Cortez-Mondaca *et al.* (2008) y Rojas-Sahagún *et al.* (2012), mencionan que además de la capacidad depredadora, para poder considerar a una especie como agente de control biológico de estados inmaduros de *D. citri*, se deben tomar en cuenta otros factores, como su predominancia en el agroecosistema, resistencia a condiciones ambientales, factibilidad de reproducción y ciclo biológico. El ciclo de vida larvaria de *C. valida* en este estudio (18.5 días), representa un mayor período de alimentación comparado con especies del género de *Chrysoperla*. Esto puede ser considerado una ventaja en campo, ya que *C. valida* puede tener mayor tiempo de consumo de la plaga (Albuquerque *et al.* 2001). Por todo lo anterior, es recomendable realizar pruebas en

campo con *C. valida*, aunque haya resultado voraz en laboratorio sobre ninfas de *D. citri*; debido que es necesario incorporar el efecto de las complejas interacciones entre depredador-presa en su ambiente natural (Collins 1998).

1.4. Conclusiones

El ciclo biológico de *C. valida* a $25\pm 0.6^{\circ}\text{C}$, 72 ± 9 H.R, y fotoperiodo de 12:12 h luz: oscuridad fue de 38.5 días. En donde los estados larvales y prepupa-pupa comprendieron de 18.5 y 14.5 días. La viabilidad de los periodos larvales fue superior del 97%. El promedio de huevos /hembra/día fue de 10 ± 8.37 ; la fecundidad máxima y mínima de una hembra durante el periodo de oviposición fue de 1923 y 7 huevos. La longevidad promedio de hembras y machos fueron de 78 ± 28.95 y 74 ± 38.92 días, con un máximo de 147 y 146 y un mínimo de 9 y 8 días.

La capacidad media de depredación de *Ceraeochrysa valida* sobre las tres edades de *Diaphorina citri* (N1-2, N3-4 y N5) tanto en laboratorio como en invernadero en los tres tiempos de evaluación fue mayor en larvas de mayor edad del depredador; sin embargo la capacidad media de consumo en las primeras 6 h de evaluación fue menor en invernadero con respecto a lo obtenido en laboratorio.

1.5. Agradecimientos

Agradecemos al Colegio de Postgraduados Campus Veracruz y al Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT, por financiar el proyecto “Manejo de la enfermedad Huanglongbing (HLB) mediante el control de poblaciones del vector *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae), el Psílido Asiático de los Cítricos”, Núm. 660181H, y a la Línea Prioritaria de Investigación LPI-2 Agroecosistemas Sustentable del Colegio de Postgraduados.

1.6. Literatura Citada

- Ail-Catzim, C.; E. Cerna-Chávez, J. Landeros-Flores; L. Aguirre-Uribe; M. Flores-Dávila; M. H. Badii-Zabeh & Y. M. Ochoa-Fuentes. 2012. Respuesta funcional diferentes instares larvales de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre ninfas de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias 44: 279-288.
- Albuquerque, G. S.; C. A. Tauber & M. J. Tauber. 2001. *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa* spp.: potential for biological control in the New World tropics and subtropics, pp. 408-423. In: McEwen, P. K.; T. R. New & A. E. Whittington (eds.). Lacewings in the Crop Environment. Cambridge University Press, 568 p.
- Alcantra, E.; C. F. Carvalho; T. M. dos Santos; B. Souza & L. V. C. Santa-Cecília. 2008. Aspectos biológicos e capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. Ciência e Agrotecnologia 32: 1047-1054.
- Atlihan, R.; B. Kaydan & M. S. Özgökçe. 2004. Feeding activity and life history characteristics of the generalist predator, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) at different prey densities. Journal of Pest Science 77: 17-21.
- Auad, A. M.; C. F. Carvalho; B. Souza; R. Trevizani & C. M. F. R. Magalhães. 2005. Desenvolvimento das fases imaturas, aspectos reprodutivos e potencial de predação de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. Acta Scientiarum Agronomy 27: 327-334.
- Auad, A.M.; S. de Freitas & L. R. Barbosa. 2001. Influencia de la dieta en la respuesta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentadas con *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hemiptera Aphididae). Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas 27: 455-463.
- Auad, A. M.; S. de Freitas & L. Barbosa. 2003a. Consumo de *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) por larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetación. Ciência y Agrotecnología 27: 527-534.
- Auad, A. M.; S. de Freitas & L. R. Barbosa. 2003b. Potencial de alimentación de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) em diferentes densidades de *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera, Aphididae). Revista Brasileira de Entomología 47: 15-18.

- Badii, M. H. & J. L. Abreu. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. *Daena: International Journal of Good Conscience* 1: 82-89.
- Barbosa, L. R.; S. de Freitas & A. M. Auad. 2002. Biological aspects of the immature stages of *Ceraeochrysa everes* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae). *Scientia Agricola* 59: 581-583.
- Bezerra, C. E.; P. K. A. Tavares; C. H. F. Nogueira; L. P. M. Macedo & E. L. Araujo. 2012. Biology and thermal requirements of *Chrysoperla genanigra* (Neuroptera: Chrysopidae) reared on *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs. *Biological control* 60: 113-118.
- Cañedo, D. V. T. & A. T. Lizárraga. 1989. Dietas artificiales para la crianza en laboratorio de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae). *Revista Peruana de Entomología* 31: 83-85.
- Carvalho, C. F.; M. Canard & C. Alauzet. 2002. Influence of the density of *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel, 1972) (Neuroptera: Chrysopidae) adults on its laboratory reproduction potential. *Acta Zoológica Academiae Scientiaru Hungaricae* 48: 61-65.
- Castro, A. L. G.; I. Cruz; I. F. Silva; C. S. Paula; M. L. Leão; T. E. Ferreira & A. P. J. Menezes. 2009. Biología de *Ceraeochrysa caligata* (Banks, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphidae). *Revista Brasileira de Agroecología* 4: 2537-2540.
- Chesson, J. 1989. The effect of alternative prey on the functional response of *Notonecta hoffmani*. *Ecology* 70: 1227-1235.
- Coletta-Filho, H. D.; M. L. P. Targon; M. A. Takita; J. D. De Negri; J. Pompeur, Jr. & M. A. Machado. 2004. First report of the Causal Agent of Huanglongbing (“Candidatus *Liberibacter asiaticus*”) in Brazil. *Plant Disease* 88:1382.
- Collins, A. P. 1998. Laboratory evaluation of the freshwater prawn, *Macrobrachium borellii*, as a predator of mosquito larvae. *Aquatic Sciences* 60: 22-27.
- Cortez-Mondaca, E.; F. J. Orduño-Cota & M. López-Buitimea. 2008. Species of Chrysopidae associated with whiteflies in soybean in Northern Sinaloa, Mexico. *Southwestern Entomologists* 33: 153-155.
- Cortez- Mondaca, E.; J. I. López- Arroyo; L. Rodríguez-Ruíz; M. P. Partida-Valenzuela; J. Pérez-Márquez & V. M. González-Calderón. 2011a. Capacidad de depredación de especies de Chrysopidae asociadas a *Diaphorina citri* Kuwayama en los cítricos de Sinaloa, México. 2° Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de

los Cítricos y el Huanglongbing en México. Montecillo, Texcoco, México. pp. 323-333.
<https://sites.google.com/site/diaphorina/hlb2simpnal>.

- Cortez-Mondaca, E.; N. E. Lugo-Angulo, J. Pérez-Márquez & M. A. Apodaca-Sánchez 2011b. Primer reporte de enemigos naturales y parasitismo sobre *Diaphorina citri* Kuwayama en Sinaloa, México. Revista Científica UDO Agrícola 11: 97-103.
- Cruz, I.; I. F. Silva; T. E. Ferreira; M. L. Leão & C. S. Paula. 2009. Ciclo biológico de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera:Chrysopidae) em condições de laboratorio. IX Congreso de Ecología do Brasil en São Lourenco-MG. Pp: 1-3.
http://www.hympar.ufscar.br/publicacoes_em_eventos.html.
- Das, A.K.; C. N. Rao & S. Singh. 2007. Presence of citrus greening (Huanglongbing) disease and its psyllids vector in the North-Eastern region of India confirmed by PCR technique. Current science 92: 1759-1763.
- De Bortoli, S. A. & A. T. Murata. 2007. Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa paraguayaria* (Navás, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae), en condiciones de laboratorio. Boletín de Sanidad Vegetal 33: 35-42.
- De Freitas, S.; N. D. Penny & P. A. Adams. A Revisión of the New World Genus *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae). Proceedings of the California Academy of Sciences 60: 503-610.
- Fang, T.; L. Shen-Chen; L. Yu-Shen & W. Kai-Yun. 2008. The functional response of *Chrysopa sinica* (Tjeder) to eggs of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition): 2.
- García, B. U. 1974. Estudio de laboratorio sobre biología y predación de *Scymnus* sp. sobre *Aphis Gossypii* Glover. Revista Peruana de Entomología 17: 54-58.
- Geon-Hwi, L.; C. Man-Young; L. Seung-Chan & P. Hyung-Man, P. 2000. Effects of temperature on the development and seasonal occurrence of *Chrysopa pallens* (Neuroptera: Chrysopidae). Korean Journal of Applied Entomology 39: 245-250.
- Giffoni, J.; F. Díaz & C. Vásquez. 2007. Ciclo biológico de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada con diferentes presas. Bioagro 19: 109-113.
- González-Castillo, M.; C. N. Aguilar & R. Rodríguez-Herrera. 2012. Control de insectos-plaga en la agricultura utilizando hongos entomopatógenos: retos y perspectivas. Revista Científica de la Universidad de Coahuila 4: 42-55.

- Huang, N. & A. Enkegaard. 2010. Predation capacity and prey preference of *Chrysoperla carnea* on *Pieris brassicae*. *Biocontrol* 55: 379-385.
- Irey, M. 2010. Experiences of one Florida grower with the management of Huanglongbing success over time. 2° Taller Internacional sobre el Huanglongbing y el Psilido Asiático de los cítricos. Mérida, Yucatán, México. pp: 120-121. <http://www.encuentra.gob.mx/APF?q=2%20Taller%20internacional%20de%20Huanglongbing&client=senasica&ts=all&geo=0>.
- Jian-Wei, S.; Xiang-Hui, L.; Neng-Wen, X. & F. Ge. 2004. Biology of *Chrysopa Phyllochroma* Wesmael (Neuroptera: Chrysopidae).II: Intraspecific interference and searching capacity. *Entomologia Sinica* 3:183-190.
- Ki-Sang, L. & L. Jang-Hoon. 2005. Rearing of *Chrysopa pallens* (Rambur) (Neuroptera:Chrysopidae) on artificial diet. *Entomological* 35: 183-188.
- Lavagnini, T. C. & S. Freitas. 2012. Capacidade reproductiva e longevidade de *Chrysoperla externa* cujas fases imaturas foram submetidas á ambientes com diferentes temperaturas de criação. *Nucleus* 9: 131-136.
- Lira, R. S.; J. L. Batista. 2006. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. *Revista de Biología e Ciencias da Terra* 6: 20-35.
- López-Arroyo, J. I.; C. A. Tauber & M. J. Tauber. 2000. Storage of lacewing eggs: post-storage hatching and quality of subsequent larvae and adults. *Biological control* 18: 165-175
- Lozano-Contreras, M. G. & J. Jasso-Argumedo. 2012. Identificación de enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en el estado de Yucatán, México. *Fitosanidad* 16: 5-11.
- Luna, L. A. V.; J. R. Nápoles; J. V. Carrasco; J. C. Sánchez & V. L. Martínez. 2006. Taxonomía y registro de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) en el Estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana* 22: 17-61.
- Maia, W. J. M. S.; C. F. Carvalho; B. Souza; I. Cruz & T. J. A. F. Maia. 2004. Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). *Ciência e Agrotecnologia* 28: 1259-1268.
- Martínez, Y.; R. Llauger; L. Batista; M. Luis; A. Iglesia; C. Collazo; I. Peña; J. C. Casín; J. Cueto & L. M. Tablada. 2009. First report of “Candidatus Liberibacter asiaticus” associated with Huanglongbing in Cuba. *Plant Pathology* 58: 389.

- McEwen, P.; T. R. New & A. E. Whittington. 2001. Lacewings in the crops environment. Cambridge University Press, Cambridge. 546 p.
- Mora-Aguilera, G.; P. Robles-García; J. I. López-Arroyo; J. Velázquez Monreal; J. Flores-Sánchez; G. Acevedo-Sánchez; S. Domínguez-Monge & R. González-Gómez. 2013. Situación actual y perspectivas del manejo del HLB de los cítricos. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 31(Suplemento): S6-S12.
- Morales-Ramos, J. A.; M. G. Rojas & E. G. King. 1996. Significance of adult and oviposition experience on longevity and attainment of full fecundity of *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Annals of the Entomological Society of America* 89: 555-563.
- Morato, J. B.; I. Cruz; M. L. C. Figueiredo; R. B. da Silva; L. P. S. P. de Souza & R. J. Figueiredo. 2012. Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa displepis* (Freitas & Penny) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo em Águas de Lindóia. pp: 1-6. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65553/1/Aspectos-biologicos-3.pdf>.
- Murillo-Cuevas, F. D.; H. Cabrera-Mireles; J. A. Villanueva-Jiménez & U. A. Díaz-Zorrilla. 2010. Enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en la Región Centro de Veracruz. 1er Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México – 2010. INIFAP. Monterrey, México. pp. 236-243. <https://sites.google.com/site/diaphorina/simposioh1b1>
- Núñez, E. Z. 1988. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera, Chrysopidae). *Revista peruana de Entomología* 31: 76-82.
- Olazo, E. V. G. & J. F. Heredia. 2010. Morfología de los estadios larvales y datos biológicos de *Chrysopodes* (Chrysopodes) *spinellus* (Neuroptera: Chrysopidae), nueva cita para la Argentina. *Acta Zoológica lilloana* 54: 87-92.
- Olazo, E. V. G.; S. J. Lanati & J. F. Heredia. 2009. Morfología y datos biológicos de los estados preimaginales de *Chrysoperla asoralis* (Neuroptera: Chrysopidae). *Acta Zoológica lilloana* 53: 21-28.
- Pacheco-Rueda, I.; J. R. Lomelí-Flores; E. Rodríguez-Leyva & M. Ramírez-Delgado. 2011. Ciclo de vida y parámetros poblacionales de *Symphorobius barberi* Banks (Neuroptera: Hemerobiidae) criado con *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae). *Acta Zoológica Mexicana* 27: 325-340.

- Pacheco-Rueda, I.; R. Lomeli-Flores & J. López-Arroyo. 2012. Preferencia de presa de *Chrysoperla* y *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre estados inmaduros del psílido asiático de los cítricos. 3er Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. INIFAP. Veracruz, México. pp: 302-309. <https://sites.google.com/site/diaphorina/hlb3simpnal>.
- Pappas, M. L.; G. D. Broufas; O. K. Tsarsitalidou & D. S. Koveos. 2011. Development and Reproduction of the Lacewings *Dichochrysa flavifrons* and *Dichochrysa zelleri* (Neuroptera: Chrysopidae) Fed on Two Prey Species. *Entomological Society of America* 104: 726-732.
- Ramírez-Delgado, M.; J. I. López-Arroyo; A. González-Hernández & M. H. Badii-Zabeh.. 2007. Rasgos biológicos y poblacionales del depredador *Ceraeochrysa* sp. Nr. *cincta* (México) (Neuroptera: Chrysopidae). *Acta Zoológica Mexicana*. 23: 79-95.
- Rashid, M. M. U.; M. K. Khattak; K. Abdullah; M. Amir; M. Tariq & S. Nawaz. 2012. Feeding potential of *Chrysoperla carnea* and *Chrytolaemus montrouzieri* on cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis*. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 22: 639-643.
- Reguilón, C. & J. F. Heredia. 2011. Morfología larval y datos biológicos de *Leucochrysa* (Nodita) *vignisi* (Neuroptera: Chrysopidae). 2011. *Acta Zoológica lilloana* 55: 147-153.
- Reguilón, C. 2010. Morfología de los estados inmaduros y ciclo biológico de *Ungla binaria* (Neuroptera: Chrysopidae). *Acta zoológica lilloana*. 54: 78-86.
- Ribeiro, A. L. P.; A. D. C. Lúcio; E. C. Costa; A. R. Bolzan; R. Jovanowichs & C. T. Riffel. 2011. Desenvolvimento de *Chrysoperla externa* alimentada na fase larval com ovos de *Bonagota cranaodes*. *Ciência Rural*, Santa Maria 41: 1571-1577.
- Rivera, A. C. & J. A. Andrés. 2002. Male coercion convenience polyandry in a *Calopterygid damselfly*. *Journal of Insect Science* 2: 1-7.
- Robles-García, P. L. 2012. Protocolo para Establecer Áreas Regionales de Control del Huanglongbing y el Psílido Asiático de los Cítricos (ARCOs). Clave: DAR-DPF-HLB. 19 de diciembre de 2012. Dirección de Protección Fitosanitaria. Dirección General de Sanidad Vegetal. SENASICA. SAGARPA. México. 60 p. <http://www.senasica.gob.mx/?doc=9364>
- Rojas-Sahagún, C. C.; J. M. Hernández-Sánchez; M. A. Vargas-Ceballos; L. E. Ruiz-González, L. D. Espinosa-Chaurand; H. Nolasco-Soria & F. Vega-Villasante. 2012. Capacidad depredadora del langostino *Macrobrachium tenellum* sobre larvas de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 64: 315-323.

- Salamanca-Bastidas, J.; E. H. Varón-Devia & O. Santos-Amaya. 2010. Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo maracuyá. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 11: 31-40.
- SAS Institute. 2008. SAS User's Guide: Statistics version 9.2. SAS Institutes, Inc., Cary.
- Serrano, C. V.; J. M. Luque & A. Villanueva. 1988. Uso de Dietas Artificiales para la Cría de Larvas y Adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Agronomía Colombiana* 5: 60-68.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2014. Huanglongbing de los cítricos. <http://www.senasica.gob.mx/?id=4512>.
- Silva, P. S.; G. S. Albuquerque; C. A. Tauber & M. J. 2007. Life history of widespread Neotropical predator, *Chrysopodes (Chrysopodes) lineafrons* (Neuroptera: Chrysopidae). *Biological Control* 41:33-41.
- Soto, J. & J. Iannacone. Efecto de dietas artificiales en la biología de adultos de *Chrysoperla carnea* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Acta Zoológica Mexicana* 24: 1-22.
- Tauber, C. A. & C. A. T. de León. 2001. Systematics of Green Lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): Larvae of *Ceraeochrysa* from Mexico. *Annals of the Entomological Society of America* 94: 197-209.
- Tauber, C. A.; T. de León; N. D. Penny & M. J. Tauber. 2000. The genus *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) of America North of Mexico: larvae, adults, and comparative biology. *Annals of the Entomological Society of America* 93: 1195-1221.
- Torres-Pacheco, I.; J. I. López-Arroyo; J. A. Aguirre-Gómez; R. G. Guevara-González; R. Yáñez-López; M. I. Hernández-Zul & J. A. Quijano-Carranza. 2013. Potential distribution in Mexico of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) vector of Huanglongbing pathogen. *Florida Entomologist* 96: 36-47.
- Ulhaq, M. M.; A. Sattar; Z. Salihah; A. Farid; A. Usman & S. K. Khattak. 2006. Effect of different diets on the biology of adult green lacewing (*Chrysoperla carnea* Stephens.). *Songklanakarín Journal of Science and Technology* 28: 1-8.
- Varón, E. H.; N. Barbera; P. Hanson; M. Carballo & L. Hilje. 2005. Potencial de depredación de *Hypsipyla grandella* por hormigas en cafetales de Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 74: 17-23.
- Viñuela, E.; U. Handel & H. Vogt. 1996. Evaluación en campo de los efectos secundarios de dos plaguicidas de origen botánico, una piretrina natural y un extracto de neem, sobre

Chrysoperla carnea Steph. (Neuroptera: Chrysopidae). Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas 22: 97-106.

Vogt, H.; M. González; A. Adán; G. Smagghe & E. Viñuela. 1998. Efectos secundarios de la azadiractina, vía contacto residual, en larvas jóvenes del depredador *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae). Boletín de sanidad vegetal de Plagas 24: 67-78.

CONCLUSIONES GENERALES

El control del Huanglongbing y su vector se debe realizar mediante un enfoque integrado, donde se utilicen diversas estrategias sin que éstas afecten a los agroecosistemas con base en cítricos.

A nivel mundial, para el manejo del Huanglongbing en los agroecosistemas citrícolas se han aplicado tres estrategias: La eliminación de plantas infectadas con la bacteria, la utilización de plantas sanas procedentes de viveros certificados y el control químico del insecto vector de la enfermedad. Sin embargo el control químico puede propiciar múltiples efectos negativos tanto económicos como ambientales y a la salud. De aquí la importancia de desarrollar alternativas para el manejo integrado de poblaciones de *Diaphorina citri*. Varias especies de la familia Chrysopidae son depredadores que cumplen una función determinante en la regulación de dicha plaga. En la estrategia general mencionada arriba, el uso de insecticidas selectivos permitiría impulsar el control biológico por conservación de enemigos naturales, en especial mediante crisópidos como *Ceraeochrysa valida*, ya que presenta buenas características como depredador y es de fácil cría. Por tanto, eventualmente podrían realizarse liberaciones en campo de la especie en estudio, así como de otros depredadores y parasitoides.

Además, el manejo de poblaciones de *Diaphorina citri* mediante el control químico y biológico integrados, deberá impactar positivamente en el manejo y supresión de otras plagas presentes en cítricos, sin salirse del equilibrio en que se encontraban hasta antes de la implementación de la estrategia basada fundamentalmente en el control químico.