



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL**

**CAPACIDAD DE DEPREDACIÓN DE *Chrysoperla externa* (NEUROPTERA:
CHRYSOPIDAE) SOBRE *Diaphorina citri* (HEMIPTERA: LIVIIDAE) Y *Aleurocanthus
woglumi* (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EN CONDICIONES CONTROLADAS**

TITULACIÓN INTEGRAL - TESIS

Que presenta:

Humberto Enrique González Albornoz

Como requisito parcial para obtener el grado de:

Licenciado en Biología

Director de tesis:

Dr. Martín Palomares Pérez

Conkal, Yucatán, México

Marzo, 2025

F.27-03-25



TecNM

PROTOCOLLO

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mi madre por su gran amor, dedicación, paciencia y sacrificio que hizo todos estos años para concluir con mis estudios y que poco a poco se convertirían también en sus sueños para poder convertirme en un profesionalista. Me siento agradecido porque la vida me dio a la mejor madre que jamás pude imaginar. Te agradezco que continúes conmigo en las buenas y en las malas, todo este esfuerzo fue gracias a ti, a tu amor, motivación y fé. Gracias madre por todo tu amor.

“Nunca te alejes de mí, estoy solo y no sé qué camino elegir, sigo siendo el niño aquel. Aunque estés lejos de mí, yo te llevo en mi piel, yo he salido de ti. ¡Moriré, siendo de ti!”

Y dedicado a todas esas personas que creyeron en mí y estuvieron al pendiente de mi proceso, amigos, familia, vecinos, conocidos, a todos ellos les agradezco y aquellos que de igual manera me abrieron las puertas de su amistad para brindarme el conocimiento y consejos para poder continuar con este proyecto, a todos ellos muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de ser la luz que me ilumino en esos momentos de más difíciles de mi vida y que me fue guiando paso a paso en cada momento.

A Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Yucatán por darme su valiosa oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo y por dejarme realizar uno de mis mayores metas.

Muy en especial a la Ing. María Dolores García Cancino, por su confianza y dedicación para realizar este trabajo entre otros, por orientarme en todo momento, su paciencia, sus consejos, sus asesorías y por su gran apoyo emocional en mi vida profesional, estoy sumamente agradecido. Gracias por su confianza y su amistad.

Al Dr. Martín Palomares Pérez un respeto agradecimiento por su dedicación profesional, por estar al pendiente de mi en todo caso y su motivación para seguir adelante. Muchas gracias Dr. Palomares usted fue un modelo a seguir. Gracias por su confianza y su amistad.

Agradecer al Ing. Agrónomo Hernán Alexander Guillen Solís y a la ing. Abril Peralta Kumul por sus conocimientos del tema, por haber trabajado con ellos en su lugar de trabajo, consejos y amistad durante mi estancia. Sobre todo, un agradecimiento super especial a las Biólogas del laboratorio que desde el primer día de mi estancia me recibieron con

los brazos abiertos a la Biol. Ana Patricia Montero Chan y a la Biol. María Guadalupe Dzul Celis, con las que pasé días de trabajo y diversión con ellas y que lo más importante de todo esto es aprender. Aprendí mucho en el laboratorio ya que son unas personas muy inteligentes y que día tras día siempre me daban consejos para mejorar en lo personal y en lo profesional. ¡Chicas y chicos muchas gracias por su amistad! ¡Nunca cambien! Gracias por su confianza y su amistad.

Y un gran agradecimiento a mi muro de apoyo, a mi compañera de años y bióloga Darly Cen Pat que por más de 4 años estudiando juntos ha sido mi pilar durante todo este lapso y que se ha convertido en una persona super especial tanto en mi vida personal como profesional. Ambos nos hemos visto crecer, caer, nos levantamos, nos sostuvimos, nos ayudamos y hoy por fin lo hemos logrado. Gracias amiga por tantos años de amistad, confianza, logros y las metas más grandes para los dos porque batallamos mucho para estar en donde estamos. Estoy eternamente agradecido al cielo porque la vida me puso a una persona como tú en mi camino. Gracias por ser mi amiga, confianza y cariño.

RESUMEN

La agricultura de cítricos enfrenta problemas que influye en lo económico. La población de plagas es uno de los principales problemas de deterioro sobre la producción de alimento agrícola. Aunado con otros factores como los problemas nutricionales de la planta, pérdida de hábitad, plaguicidas, contaminación, hacen al cultivo más vulnerable a plagas y virus. Los estudios sobre las poblaciones de especies de plagas ayudan a crear estrategias y soluciones en la agricultura. La aplicación de modelos de control biológico ha sido de gran utilidad para crear estrategias apropiadas para combatir plagas invasoras con el uso de otras especies y minimizar su impacto. El control biológico está siendo bien visto por la agricultura como un medio fácil, económico y de bajo impacto en el uso de plaguicidas. El objetivo del presente trabajo es estudiar la capacidad depredatoria del estadio larval de *C. externa* para regular las poblaciones de *A. woglumi* y *D. citri* como plagas que afectan en forma negativa el cultivo de cítricos. Analizamos desde el punto de vista estadístico y experimental al depredador de la larva de la *C. externa* y se pudo notar un porcentaje de consumo de huevos en ambas especies de un 58% a 89%, a diferencia de la comparación de ninfas de ambas especies donde se registraron similitudes porcentuales de 81% a 83% respectivamente, esto dando a entender la poca preferencia que tienen con las ninfas y que su consumo es similar cuando se le presenta especies diferentes durante la prueba. La Prueba de Levene del consumo de huevo ($p = 0.370 > 0.05$), consumo de ninfa ($p = 0.373 > 0.05$) combinación de huevo ($p = 0.09 > 0.05$) y combinación de ninfas ($p = 0.177 > 0.05$) indicando una varianza de grupo iguales, esto se puede entender que, la prueba paramétrica t-studen utilizada en el estudio cumple con los supuestos de normalidad.

Palabras clave: Agricultura, depredador, presa, cítrico, crisopa, control biológico.

ABSTRACT

Citrus agriculture faces problems that impact the economy. Pest populations are one of the main problems affecting agricultural food production. Combined with other factors such as plant nutritional problems, habitat loss, pesticides, and pollution, they make the crop more vulnerable to pests and viruses. Studies on pest species populations help develop strategies and solutions for agriculture. The application of biological control models has been very useful in developing appropriate strategies to combat invasive pests with the use of other species and minimize their impact. Biological control is being welcomed by agriculture as an easy, cost-effective, and low-impact method for pesticide use. The objective of this study is to study the predatory capacity of the larval stage of *C. externa* to regulate the populations of *A. woglumi* and *D. citri*, pests that negatively affect citrus crops. We analyzed from the statistical and experimental point of view the predator of the *C. externa* larva and it was possible to notice a percentage of egg consumption in both species of 58% to 89%, unlike the comparison of nymphs of both species where percentage similarities of 81% to 83% respectively were recorded, this indicating the little preference they have for nymphs and that their consumption is similar when different species are presented during the test. Levene's test for egg consumption ($p = 0.370 > 0.05$), nymph consumption ($p = 0.373 > 0.05$), egg combination ($p = 0.09 > 0.05$) and nymph combination ($p = 0.177 > 0.05$) indicating equal group variance, this can be understood that the parametric t-student test used in the study meets the assumptions of normality.

Key words: Agriculture, predator, prey, citrus, lacewing, biological control.

INDICE DE CONTENIDO

PROTOCOLO	2
DEDICATORIAS	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INDICE DE CONTENIDO	8
INDICE DE TABLAS	10
INDICE DE FIGURAS	11
INTRODUCCION	13
OBJETIVOS E HIPOTESIS	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos.	16
Hipótesis.	16
16	
FUNDAMENTO TEÓRICO	17
Importancia de los cítricos en México	17
Importancia de los cítricos en Yucatán	18
Plagas que afectan a los Cítricos	19
Depredadores biológicos	21
Generalidades de la Mosca Prieta de los Cítricos (<i>A. woglumi</i>)	23
Ubicación taxonómica.	23
Ciclo biológico y ecología.	23
Daño.	24
Importancia económica.	25
Distribución geográfica.	25
Enemigos naturales.	26
Generalidades del Psílido asiático (<i>D. citri</i>)	26
Ubicación taxonómica.	26
Ciclo biológico y ecología.	26
Daño.	27
Importancia económica.	28
Distribución geográfica.	28
Enemigos naturales.	29

Generalidades de la Crisopa verde o León de los áfidos (<i>C. externa</i>)	29
Ubicación taxonómica.	29
Ciclo biológico y ecología.	30
Importancia económica.	31
Distribución geográfica.	32
Otras plagas que controla.	32
DESARROLLO DEL PROYECTO	33
Área de estudio	33
Soporte de crianza del depredador <i>C. externa</i>	34
Selección de larvas de <i>C. externa</i>	37
Recolección de huevos y ninfas como material biológico en las pruebas	38
Huevos y ninfas de <i>A. woglumi</i>.	38
Huevos y ninfas de <i>D. citri</i>.	39
Procedimiento de la evaluación para la depredación de las larvas <i>C. externa</i> sobre huevos y ninfas de <i>A. woglumi</i> y <i>D. citri</i>.	41
Evaluación de la capacidad de depredación de <i>C. externa</i> (Hagen, 1861)	43
RESULTADOS Y DISCUSIONES	46
Resultados de la evaluación individual y de selección de huevos y ninfas	46
Resultados del consumo de huevo de <i>A. woglumi</i> y <i>D. citri</i>	49
Resultados del consumo de ninfa de <i>A. woglumi</i> y <i>D. citri</i>	51
Resultados del consumo combinado de huevo de <i>A. woglumi</i> y <i>D. citri</i>	52
Resultados del consumo combinado de ninfa de <i>A. woglumi</i> y <i>D. citri</i>	53
Discusión	54
CONCLUSIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	18
Tabla 2	22
Tabla 3	46
Tabla 4	47
Tabla 5	47
Tabla 6	47
Tabla 7	48
Tabla 8	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Laboratorio del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Yucatán (CESVY). (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).	33
Figura 2. Láminas de 200 cavidades y posteriormente ser selladas de un lado con tela tipo organza y Resistol 5000. (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).	34
Figura 3. Anaqueles de almacenamiento de crisopas adulto para su alimentación y reproducción (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).....	35
Figura 4. Selección de larvas de <i>C. externa</i> de instar 3 como depredador con más actividad de búsqueda y depredación. (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).	37
Figura 5. Herramientas para el uso de captura de los materiales biológicos. (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).....	38
Figura 6. Imágenes en el laboratorio del CESVY para observar y separar material biológico que fuera viables para el proyecto. (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).	39
Figura 7. Recolecta y selección de plantas <i>Murraya paniculata</i> (limonaria) para ser infestadas del psílido <i>D. citri</i> para obtener huevos y ninfas. (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).....	40
Figura 8. Medias del consumo de huevo de <i>A. woglumi</i> (Presa 1) y huevo de <i>D. citri</i> (Presa 2) por <i>C. externa</i> bajo condiciones controladas (temperatura de 27°C y a una HR de 70%-80%).....	50

Figura 9. Medias del consumo de ninfas de <i>A. woglumi</i> (Presa 3) y ninfas de <i>D. citri</i> (Presa 4) por <i>C. externa</i> bajo condiciones controladas (temperatura de 27°C y a una HR de 70%-80%).	51
Figura 10. Medias del consumo combinado de huevo <i>A. woglumi</i> (Presa 5) y huevo de <i>D. citri</i> (Presa 6) por <i>C. externa</i> bajo condiciones controladas (temperatura de 27°C y a una HR de 70%-80%).	52
Figura 11. Medias del consumo de ninfas de <i>A. woglumi</i> y <i>D. citri</i> por <i>C. externa</i> ofrecidas de manera combinada (temperatura de 27°C y a una HR de 70%-80%).	53

INTRODUCCION

El género *Citrus* es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales de más de 140 países (Vu *et al.*, 2018). Según la FAO en el 2017 este cultivo tiene una producción mundial superior a los 124 millones de toneladas, los principales países productores son China, Brasil, India, Estados Unidos de América, España y México (FAO. 2017). En México, actualmente la superficie cultivada de cítricos es de 590 000 ha y un volumen de producción de 8 millones de toneladas (SIAP, 2019). Sin embargo, la producción de cítricos se ve afectada por el daño de plagas y enfermedades (Zhang *et al.*, 2012), que se traduce pérdidas económicas.

La mosca prieta de los cítricos, *A. woglumi*, es una plaga de importancia económica originaria de Asia. Fue introducida a los trópicos del Nuevo Mundo desde la India y por primera vez fue detectada como una plaga de cítricos en 1913 en Jamaica. Posteriormente hubo indicios de su afectación y fue detectada en México. Se encontró por primera vez en el estado de Sinaloa en el año de 1935, dispersándose para el año de 1948 en la gran mayoría de las áreas citrícolas del país, principalmente en Colima, Nayarit, Jalisco, Guerrero, Veracruz, San Luis Potosí, Durango, Morelos, Sonora, Michoacán y Aguascalientes. (SMITH *et al.*, 1964). Igualmente se encuentra distribuida en Centro América en los géneros *Citrus*, *Mangifera* y posiblemente otros hospederos (SHAW, 1950).

Otra plaga de importancia económica y posiblemente la más importante de los cítricos es *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) el “Psílidos asiáticos de los cítricos”. En América la primera cita de la presencia de esta plaga fue en Brasil en 1984 y posteriormente meses después en ese mismo año se presentó en Argentina (Augier, *et al.*, 2006). En Uruguay, fue citada

por primera vez en 1991, en 1998 en Florida (Estados Unidos) y en 1999 en Venezuela. Durante 2001 fue encontrada en Cuba, República Dominicana, Puerto Rico y Texas (EEUU). Durante el 2008 fue detectada en Paraguay, y en ese mismo año se informó la presencia del insecto en otros estados de EEUU (Alabama, Louisiana, Texas, Georgia, Mississippi, Carolina del Sur). En 2009 se detectó en California (condado de San Diego) y en Arizona (condado de Yuma). También se verificó la presencia en las Islas Vírgenes durante 2010. En la región COSAVE se encuentra presente en todos los países excepto en Chile (Bernal, R, 1991).

En México *D. citri* fue encontrado durante el año 2002 en los estados de Campeche y Quintana Roo. Desde entonces se ha distribuido ampliamente en todas las áreas citrícolas del país. En el año 2003, fue observado en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, para el año 2004, la plaga se había extendido hasta los estados de Colima, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Yucatán (López Arroyo *et al.*, 2009).

El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria en el 2009 da como reporte que este insecto puede causar daños directos e indirectos. El daño indirecto es el de mayor severidad y relevancia, dado que es vector de *Candidatus Liberibacter* spp. bacterias asociadas a la enfermedad conocida con el nombre de Huanglongbing (HLB), considerando a esta enfermedad a nivel mundial como la más destructiva que afecta a los cítricos provocando la muerte de los árboles (SENASICA, 2009).

Para el control de estas plagas se utilizan varios métodos, dentro de los que destaca, por ser el de uso más generalizado, el control químico. Este método es efectivo, sin embargo, si no se utiliza adecuadamente puede ocasionar efectos colaterales; puede inducir resistencia en las poblaciones de insectos plaga, efectos nocivos para la salud humana, contaminación al ambiente,

daño a la fauna silvestre, efectos perjudiciales a insectos benéficos y aumento en los costos de producción (Ondarza-Beneitez 2017).

En busca de alternativas al control químico, se realizan numerosas investigaciones mediante el uso de enemigos naturales empleados para control biológico de plagas agrícolas que, además de mantener la población de una plaga a un nivel en el cual no causen daño económico, también reducen el impacto ambiental y contribuye a la preservación de la diversidad a través de una menor presión sobre las especies (Gómez 1995).

Los Neuropteros, de la familia Chrysopidae, son enemigos naturales que han demostrado su potencial en el control de algunas plagas agrícolas y frutícolas, además de ser relativamente fáciles de reproducir. López-Arroyo *et al.* (2005) y Cavalcanti-De Moraes *et al.* (2014) mencionan a *Chrysoperla externa* (Hangen) depredando a *D. citri* y *A. woglumi* en las principales zonas productoras de cítricos. Sin embargo, no hay trabajos formales que permitan conocer el potencial de estos organismos en el control de estas plagas y la preferencia sobre alguna de ellas cuando comparten el mismo nicho ecológico, por tal motivo, se plantea el presente estudios con los objetivos siguientes.

OBJETIVOS E HIPOTESIS

Objetivo general

- Evaluar la capacidad de depredación de *C. externa* sobre huevos y ninfas de *D. citri* y *A. woglumi* en condiciones controladas.

Objetivos específicos.

- Evaluar la preferencia de depredación de *C. externa* sobre huevos de *A. woglumi*.
- Evaluar la preferencia de depredación de *C. externa* sobre ninfas de *A. woglumi*.
- Evaluar la preferencia de depredación de *C. externa* sobre huevos de *D. citri*.
- Evaluar la preferencia de depredación de *C. externa* sobre ninfas de *D. citri*.

Hipótesis.

- La capacidad depredadora que tienen las larvas de *C. externa* sobre huevos y ninfas de *A. woglumi* y *D. citri*, son predisponentes para su efectividad en el control biológico de ambas especies.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Importancia de los cítricos en México

La agricultura sigue siendo fuente de renta para muchas familias y, en consecuencia, una variable de crecimiento y competitividad para las naciones. Mundialmente se estiman 96 millones de toneladas de cítricos, considerándose los frutos de mayor importancia (Maya, 2017). La participación del sector citrícola en México incluye aproximadamente a 67 000 familias (Díaz, 2010). Los cítricos (*Citrus*) son productos de consumo habitual entre los mexicanos, destacando la naranja (*Citrus sinensis*), limón (*Citrus limón*), mandarina (*Citrus nobilis*) y toronja (*Citrus paradisi*), todos ellos con propiedades nutritivas en sus distintas presentaciones (INIFAP, 2011). Son reconocidos como alimentos cuyas características funcionales inciden de manera positiva en la salud, entre sus componentes más destacados se encuentran: vitamina C, flavonoides, cumarinas, pectina (Bastías y Cepero, 2016, García, *et al.*, 2003; Moreno *et al.* 2004; Mazza, 1998). En México, la producción y comercialización de los cítricos representa un referente atractivo, tanto para el mercado interno como para los mercados de exportación. Maya (2017) apunta que México ocupó la quinta posición de producción a nivel mundial en 2021, sólo después de China, Brasil, Estados Unidos e India. Datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2022) señalan que la importancia de la citricultura se ve reflejada en las 23 entidades productoras, destacando Veracruz (55%), San Luis Potosí, Tamaulipas, Puebla y Nuevo León.

La SAGARPA señala que México es el segundo exportador de limón y tercer productor de toronja a nivel mundial, mientras que la naranja es el cultivo con mayor superficie sembrada (SAGARPA, 2022).

Tabla 1

Producción de cítricos en México. SIAP, 2019. Ciclo agrícola 2017.

Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Producción (toneladas)	Valor de producción (millones de pesos)
Naranja	335,425.69	4,629,758.18	8,621.73
Limón	193,787.41	2,513,390.68	12,625.48
Mandarina	21,514.27	285,866.96	681.36
Toronja	19,187.01	441,873.40	1,151.38
Tangerina	12,860.50	206,628.15	532.15
Tangelo	5,216.50	117,316.64	248.77
Lima	1,691.19	14,783.14	63.64
Total	589,682.57	8,209,617.15	23,924.53

Importancia de los cítricos en Yucatán

En Yucatán, el cultivo de cítricos se realiza en más de 10 municipios, donde las mayores unidades productivas se ubican en los municipios de Ticul y Oxkutzcab. La información disponible destaca que el sistema actual de producción citrícola es lineal, y su práctica convencional ha traído consecuencias negativas a niveles económico, social y ambiental. Moreno (2016) sugiere promover el desarrollo del sector citrícola en Yucatán desde un enfoque sustentable. Esto se refiere a considerar usuarios, o actores, en la zona que generen sinergias para el beneficio colectivo del sector. Para extraer ventajas de los materiales, la energía y los residuos de los procesos productivos, Manavalan y Jakrishna (2019) proponen la economía circular con base en las “6 Rs”: rediseñar, reducir, reutilizar, recuperar, reciclar, remanufacturar. Este modelo económico alternativo se sustenta en la gestión sostenible de los recursos y el aprovechamiento integral de los residuos de una industria (MacArthur Foundation 2017).

Actualmente están tomando importancia en el sur de Yucatán sistemas de producción como las huertas diversificadas, las cuales se han generado como una alternativa al modelo fallido de producción en monocultivo de cítricos del plan Chac iniciado en 1964. En su mayoría las huertas diversificadas están compuestas por diferentes especies arbóreas y de acuerdo a la clasificación de Farrell y Altieri (1999) las huertas frutícolas son sistemas agroforestales y la diversidad de sus componentes en los SAF's los posiciona con gran importancia en la conectividad del paisaje entre selvas, zonas de amortiguamiento y áreas de transición (Götz y Harvey, 2007; Merem *et al*, 2012).

Plagas que afectan a los Cítricos

El nombre de "plaga" se designaba inicialmente a la proliferación de animales perjudiciales, generalmente insectos, que periódicamente arrasaban con los cultivos y plantaciones (Gómez, 2000). Pero no sólo la acción de estas plagas ha sido causa de problemas en los rendimientos agrícolas, las cosechas y la supervivencia misma de las plantaciones están expuestas a la acción del insecto atacando un cultivo agrícola del entorno, tanto biótico como abiótico. Desde el inicio de la agricultura, el hombre pudo comprobar que sus cosechas eran frecuentemente mermadas, y a veces destruidas, por la acción de seres vivos que consumían o dañaban los productos (Romero, 2004). Las plagas de insectos pueden ser activadas en ciertas épocas o todo el año. Una población de insectos se considera plaga cuando reduce la cantidad o calidad de los alimentos y los forrajes.

La velocidad con la que se reproducen varía, pero la mayoría se reproducen con bastante rapidez, y llegan a causar daño en árboles de producción agrícola o forestal (Paker, 1987). Existe un sistema llamado sistema de manejo ecológico, en el cual el conocimiento básico de una plaga

determinada permitirá planear, programar, organizar, integrar, y predecir las tácticas de combate utilizables.

Cuando la plaga sobrepase un marco preventivo, ese marco debe entenderse como complemento del control natural, y debe servir para predecir el impacto de cada una de las técnicas que integran el control natural biótico (Núñez, 2007).

Los controladores de plagas son variados, sin embargo, cada uno tiene sus beneficios y a la vez su contraparte. Por ejemplo, los plaguicidas siendo así todos los productos químicos naturales o sintéticos, presentan unas características en particular que en determinadas dosis logran un efecto tóxico en algunos seres vivos. Hoy en día, varios fabricantes de plaguicidas ofertan a distribuidores grandes y poderosos insecticidas responsables de una acción que no hace daño a la plaga, sino que la hace más inmune a los plaguicidas. Para la solución de un problema de control químico de plagas es necesario elegir cuidadosamente el plaguicida con el ingrediente activo adecuado, la dosis o cantidad del producto por unidad de superficie o de volumen, la formulación y el método de aplicación. Si es necesario en particular, que en la aplicación se mida el grado de resistencia de las poblaciones de las plagas. Las técnicas se aplican según el tipo de problema a tratar, en este caso se involucra los siguientes aspectos: Grado de infestación, elección del tipo de plaguicida, tipo de plaga a combatir, lugar de tratamiento, condición del clima y horarios de control de plaga (SAGARPA, 2022).

Algunas plagas principales o claves, secundarias y emergentes de los cítricos son: psílido asiático de los cítricos (*D. citri* Kuwayama), ácaro del tostado (*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead, ácaro de la lepra (*Brevipalpus* sp., cochinilla roja australiana (*Aonidiella aurantii* Maskell), minador de la hoja (*Phyllocnistis citrella* Stainton), mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) como

plagas primarias. Plagas secundarias como: pulgones negros (*Toxoptera citricida* Kirkaldy), pulgones verdes (*Macrosiphum euphorbiae* Thomas), Mosca Blanca (*Aleurothrixus floccosus* Mask.); y las plagas emergentes como: Mosca Negra (*A. woglumi*) y los Trips de las Orquídeas (*Chaetanaphothrips orchidii*). Para enfocarse en un control de plagas es importante estudiar las competencias intra e interespecíficas, en las cuales los recursos ambientales son siempre limitados y hay que competir por ellos, este es un rasgo fundamental de supervivencia entre individuos de su especie y especies afines, usando los mismos recursos naturales. Los factores claves para utilizar un control natural es identificar y evaluar el potencial de sus agentes más notables, elaborando tablas de vida, esto se logra con muestras tomadas en cada estadio durante generaciones, mostrando así sus enemigos naturales y realizando análisis estadísticos (Solórzano, 2006).

Depredadores biológicos

Diversos enemigos naturales son importantes en la regulación de poblaciones de insectos, entre los cuales se destacan las crisopas, las cuales depredan de forma natural diversos tipos de presas de tegumento suave, en una gran variedad de cultivos en campo y en invernadero (Souza y Carvalho 2002).

Una de las especies de mayor importancia, con distribución neotropical, es *C. externa* (Hagen, 1861). Los adultos de esta especie se caracterizan por su alta movilidad y elevada tasa reproductiva, además sus larvas son voraces y poseen gran capacidad de búsqueda. Por sus características se considera que tienen un elevado potencial para ser utilizados en programas de control biológico. No obstante, las investigaciones para el uso de este depredador en el control de plagas son relativamente recientes (Figueira *et al.* 2000; Carvalho y Souza 2009) y hasta el

momento, pocos estudios se han realizado, para el uso de este depredador dentro de programas de control biológico aumentativo en condiciones ambientales no controladas.

Tabla 2

Esquema de la relación de capacidad de depredación de C. externa alimentada con diferentes especies (Bezerra et al., 2012).

Estadio larval de <i>C. externa</i>				Presas	Referencia
Larva	Larva	Larva	Total	Hemiptera: Aleyrodidae	
107.8	288	1006.3	1402.1	<i>Bemisia tabaci</i> (4 estadio ninfal)	Auad et al. (2005)
				Hemiptera: Aphididae	
17.4	73.3	453.8	544.5	<i>Aphis gossypii</i> (3° y 4° estadio ninfal)	Santos et al. (2003)
16.8	31.3	167	215.1	<i>Cinara pinivora</i> + <i>C. atlántica</i> (1° y 2° estadio ninfal)	Cardoso y Lazzari (2003)
5.2	12.3	49.5	67	<i>Cinara pinivora</i> + <i>C. atlántica</i> (3° y 4° estadio ninfal)	Cardoso y Lazzari (2003)
21.9	40.1	279	341	<i>Rhopalosiphum maidis</i> (3° y 4° estadio ninfal)	Maia et al. (2001)
13.7	34.7	266.2	314.6	<i>Schizaphis graminum</i> (3° y 4° estadio ninfal)	Fonseca et al. (2001)
				Lepidoptera: Gelechiidae	
55.3	97.4	777.9	930.6	<i>Sitotroga cereallela</i> (huevos)	De Bortoli et al. (2006)
			8,000	<i>Sitotroga cereallela</i> (huevos)	Nuñez, 1988
				Lepidoptera: Noctuidae	
11.6	43.7	290.3	342.7	<i>Alabama argillaceae</i> (huevos)	Figuerira et al. (2002)
23.9	85.3	365.5	474.7	<i>Alabama argillaceae</i> (1° estadio larval)	Silva et al. (2002)
				Lepidoptera: Pyralidae	
95.8	192.4	1264.9	1553.1	<i>Anagasta kueckniella</i> (huevos)	De Bortoli et al. (2006)
21.8	77.1	468.4	567.3	<i>Diatraea saccharalis</i> (huevos)	De Bortoli et al. (2006)

Generalidades de la Mosca Prieta de los Cítricos (*A. woglumi*)

Ubicación taxonómica.

La mosca prieta de los cítricos (*A. woglumi*), es considerado una plaga potencial para los cítricos.

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Aleyrodoidea

Familia: Aleyrodidae

Subfamilia: Aleyrodinae

Género: *Aleurocanthus*

Especie: *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915

Ciclo biológico y ecología.

Los adultos miden de 1.3 a 1.6 mm de longitud, tienen una apariencia azul oscura, están cubiertos por polvillo ceroso; ovipositan grupos de 35 a 50 huevos en el haz de las hojas en un patrón espiral. Cada hembra deposita tres espirales de huevos y aunque viven alrededor de 10 a 14 días (Dowell *et al.*, 1981; Nguyen y Hamon, 1993). Los huevos frescos son blanco cremoso y se tornan negros con el desarrollo embrionario; están adheridos a la hoja por un pequeño pedicelo.

El insecto presenta cuatro instares ninfales. La ninfa recién emergida es blanca con dos manchas oculares rojas, gradualmente se torna a café oscuro, tiene patas y antenas cortas, presenta dos espinas dorsales largas y una gran cantidad de espinas pequeñas; el primer instar ninfal es el único con movilidad. El segundo instar es ovalado, negruzco con manchas amarillentas y una gran cantidad de espinas en el dorso. El tercero es casi dos veces mayor que el anterior, es negro brillante con una gran mancha verde tenue de forma hemisférica y presenta numerosas espinas grandes en el dorso. El último instar es llamado pupa, es negro brillante y espinoso, con una capa cerosa prominente alrededor del margen (Pacheco, 1985; Davidson y Lyon, 1987).

La hembra inicia la oviposición a los 3 o 4 días después de la emergencia (Dowell *et al.*, 1981). La especie tiene una temperatura umbral de desarrollo de 13.7°C y requiere de 161, 121, 98, 117 y 487 unidades de calor para completar el estado de huevo y cada uno de los cuatro instares, respectivamente. La mayoría de las ninfas de primer instar se establecen a unos cuantos centímetros del lugar donde fueron depositados los huevos; una porción muy escasa de ninfas llega a moverse hasta 10 cm desde donde emergieron, generalmente muestran una tendencia a alinearse a lo largo de las venas de las hojas (French *et al.*, 1997).

Daño.

Este insecto del orden Hemíptera y de la familia Aleyrodidae. Es una especie polífaga asociada a más de 300 especies de diversas familias de plantas hospederas, entre ellas el mango, el aguacate, el café, la pera, el durazno, la granada, la guayaba, el níspero, etc. Fue descrita científicamente en 1915 por Ashby (Martín, *et al.*, 2003). Las ninfas ocasionan el daño al succionar la savia de las hojas; además secretan gran cantidad de mielecilla que favorece el desarrollo de hongos causantes de la fumagina, con lo que se forma una costra negruzca en las hojas, que

interfiere en la fotosíntesis y respiración. El efecto combinado del daño directo del insecto y la incidencia de fumagina puede resultar en reducciones severas del rendimiento (Nguyen y Hamon, 1993).

Importancia económica.

Causa daño al cultivo de manera pasiva, pero cuando los productores hacen el uso de insecticidas mal empleados, las poblaciones incrementan de forma desbastecida a los cultivos convirtiéndolo en una plaga potencial de importancia económica, estos químicos provocan a la planta con el consecuente retraso de crecimiento vegetal y avistamiento de fitopatógenos potenciales que afectan hectáreas completas y que hacen que reduzcan su valor comercial (Varela, *et al.*, 2007). En México, se detecta como plaga en los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Morelos y Yucatán. Es una plaga polífaga, por lo que tiene más de 300 hospederos, entre los que destacan: cítricos, aguacate, banano, guayaba, coco, café, uva, litchi, mango, papaya, pera, membrillo, rosas, entre otros (Ruiz, *et al.*, 2013). Los cítricos son los cultivos con mayores daños al ser preferidos por la mosca prieta. La dispersión de esta plaga fue mediante el material vegetal que provenía de viveros infestados, aunque existen otros mecanismos que provocaron la propagación como el vuelo del adulto o a través de hojas infestadas, las cuales son arrastradas por el viento (Santos, *et al.*, 2009).

Distribución geográfica.

Es originario del sudeste de Asia y se ha distribuido ampliamente en las regiones tropicales y subtropicales de Asia, África, Oceanía y América. En América, se encuentra desde los Estados Unidos en el Norte hasta varios países en América del Sur (Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam, Venezuela, Brasil, Paraguay y Argentina).

Enemigos naturales.

La mosca prieta de los cítricos (*A. woglumi*) tiene algunos enemigos naturales, como: parasitoides *Amitus hesperidum*, *Encarsia opulenta*, *Delphastus pusillus* y *Malla boninensis*. Y algunos insectos como las avispa, mariquitas, neurópteros, *Brumus sp.*, *Scymnus sp.* y *Chrysoperla sp.*

Generalidades del Psílido asiático (*D. citri*)

Ubicación taxonómica.

D. citri, cuyo nombre común es psílido asiático o psílido asiático de los cítricos, es considerado igual de manera de plaga con suma capacidad dañina para los cítricos.

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Familia: Liviidae

Género: *Diaphorina*

Especie: *Diaphorina citri* KUWAYAMA, 1908

Ciclo biológico y ecología.

Las hembras de esta especie colocan los huevos en grupos, sobre los ápices y hojas de brotes en crecimiento. La duración del período embrionario varía de 9,7 días a 15° C a 3,5 días a 28° C. Durante el período de vida de las hembras oviponen hasta más de 800 huevos. Las ninfas se alimentan y desarrollan sobre brotes en crecimiento, en general son muy poco móviles y tienden

a vivir en grupos sobre los brotes. La duración del ciclo total puede variar entre 15 y 47 días, dependiendo de la temperatura. Las temperaturas óptimas para el desarrollo del insecto se encuentran entre 25 y 28° C. Los adultos pueden llegar a sobrevivir dos meses e incluso períodos mayores (Halbert y Núñez, 2004).

La fluctuación de las poblaciones del insecto está fuertemente correlacionada con la presencia de brotes en cítricos, ya que las hembras oviponen exclusivamente en ellos. Presenta tres estados de desarrollo: huevo, ninfa y adulto. Los adultos son insectos pequeños, de 3-4 mm de largo; cuerpo de color marrón amarillento, cabeza marrón clara, patas marrón grisáceas, antenas con la extremidad de color negro con dos manchas pequeñas marrón claro sobre la mitad del segmento. Las alas son transparentes con manchas blancas y marrón claro, presentan una banda longitudinal ancha de color beige en el centro. Los ojos son marrón oscuro. Se alimentan con su cabeza hacia abajo tocando la superficie del vegetal, el cuerpo forma un ángulo de 45° con respecto a la horizontal. Pueden volar o saltar cortas distancias cuando se los disturba (Liu, y Tsai, 2000).

Daño.

Este hemíptero de la familia Liviidae, cuya mayor importancia radica en ser transmisor de bacterias del género *Candidatus*, causantes del Huanglongbing de los cítricos. Es imprescindible el control del vector para evitar la enfermedad (Urbina, L., 2018). Este insecto puede causar daños directos e indirectos. El daño indirecto es el de mayor severidad y relevancia, dado que es vector de *Candidatus Liberibacter* spp. bacterias asociadas a la enfermedad conocida con el nombre de Huanglongbing (HLB). Estas enfermedades consideradas a nivel mundial como la más destructiva que afecta a los cítricos (French, *et al.*, 1997). Los daños directos causados por el insecto se refieren a la extracción de savia y la producción de mielcilla. La mielcilla se vuelca sobre hojas,

favoreciendo el desarrollo de fumagina. En adición, cuando se alimentan inyectan al vegetal toxinas que detienen la elongación terminal y causan malformaciones de hojas y brotes. En infestaciones severas, los brotes nuevos pueden morir. Los árboles adultos pueden ser tolerantes a estos daños debido a que la pérdida de hojas y brotes es tan sólo una pequeña porción del follaje total. En plantas jóvenes los daños pueden ser de mayor relevancia dependiendo de la intensidad de infestación (Mead, 1977).

Importancia económica.

Con base en la NIMF No. 8 “Determinación de la situación de una plaga en un área”, *D. citri* se considera una plaga presente: en toda el área sembrada con cultivos hospederos (IPPC, 2017). De acuerdo con la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 5 “Glosario de términos fitosanitarios”, *D. citri* cumple con la definición de plaga cuarentenaria, ya que se encuentra Presente en México y puede potencialmente causar pérdidas económicas en cultivos. En la actualidad, una de las plagas más importantes de las rutáceas es el psílido asiático de los cítricos (*D. citri*), ocasionando daños directos e indirectos en la planta hospedante. Los primeros son causados debido a la alimentación, mientras que los daños indirectos se deben a la transmisión de la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB) o enverdecimiento de los cítricos, ocasionada por la bacteria *Candidatus Liberibacter spp.* (IPPC, 2019).

Distribución geográfica.

Este insecto se distribuye ampliamente en las regiones tropicales y subtropicales de Asia, ha sido reportada en varias áreas geográficas: China, India, Burma, Taiwán, Filipinas, Malasia, Indonesia, Ceilán, Pakistán, Tailandia, Nepal, Afganistán, Arabia Saudita, Reunión, Mauricio. En

América la primera cita de la presencia de *D. citri* fue en Brasil en 1984, posteriormente en ese mismo año se citó de igual manera en Argentina (Augier, *et al.*, 2006).

Enemigos naturales.

Otros enemigos naturales aparte de la *C. externa* del psílido asiático de los cítricos (PAC) o *D. citri* incluyen a los coccinélidos. Los depredadores más abundantes son: *Arawana sp.*, *Azya orbiger*, *Chilocorus cacti*, *Delphastus sp.*, *Olla v-nigrum*, *Zagloba sp.*, *Cycloneda sanguinea*.

Generalidades de la Crisopa verde o León de los áfidos (*C. externa*)

Ubicación taxonómica.

Las Crisopas verdes o llamados León de los áfidos (*Chrysoperla*) es un género de insectos neurópteros de la familia Chrysopidae. Algunos miembros del género se usan como controles biológicos de plagas.

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Neuroptera

Familia: Chrysopidae

Subfamilia: Chrysopinae

Género: *Chrysoperla*

Especie: *Chrysoperla externa* HAGGEN, 1861.

Ciclo biológico y ecología.

Los adultos conocidos como crisopas, son de coloración verdosa, miden cerca de 15 mm de longitud, tienen alas membranosas con numerosas venas transversales y longitudinales, antenas filiformes y aparato bucal masticador. Los huevos son verdes después de la oviposición se tornan oscuros con el desarrollo del embrión. Son colocados en la extremidad de un pedicelo que mide de 2 a 26 mm de largo y después de la eclosión se observa el corion blanco (Geep 1984).

Las larvas son campodeiformes y algunas especies tienen el hábito de cargar basura sobre su cuerpo. Al final del desarrollo, la larva construye un capullo de seda, de donde emerge el adulto (Ribeiro 1988). Nuñez en 1988, describe los estados de desarrollo de *C. externa*. Las fases son:

- a) Posturas: Huevecillos individuales sostenidos cada uno por un pedicelo gelatinoso hialino de 4-6 mm. Los huevos son ovales de superficie lisa con estructura micropilar en la parte distal denominada opérculo. En el primer día, los huevos son de color verde homogéneo, en el segundo día adquiere color verde pálido y el embrión está situado en la base cerca del pedicelo del huevo. Al tercer día es de color verde azulado el embrión está situado lateralmente encorvado en los polos del huevo. Al cuarto día la coloración del embrión es blanco cremoso, presenta el cuerpo definido y la cabeza ocupa gran parte de la cámara. Al quinto día se observa la presencia de cabeza y patas definidas. Al sexto día la larva emerge a través de una incisión que realiza mediante sus mandíbulas.
- b) Larva: Es de tipo campodeiforme, de cuerpo fusiforme de color crema sucio con marcas simétricas presenta una cabeza prognata aplanada, el aparato bucal tiene la forma de una pinza de lados curvos (proyecciones), cada una de las proyecciones es el resultado de la fusión de la mandíbula con la maxila formando un canal interior membranoso, por donde inyectan las enzimas digestivas a sus presas succionando posteriormente el fluido de ellos.

No poseen ocelos, las antenas son cortas multisegmentadas y nacen encima de las mandíbulas. Dorsalmente la cabeza presenta el diseño de una “Y” central de color claro entre las manchas oscuras. El protórax, mesotórax, y metatórax poseen cada uno un par de tubérculos lateralmente con pelos, lo mismo que cada segmento abdominal a excepción de los dos últimos. Cada pata termina en un filamento con una lámina circular llamada empodium. Las larvas pasan por dos mudas y 3 estadios sin diferencias notorias.

- c) Pre-pupa: Inicia cuando la larva suspende la alimentación después de su máximo desarrollo, inicia el tejido del cocón en un lugar protegido. El cocón es elaborado en un lugar protegido. El cocón es elaborado con hilos finos de una sustancia mucoproteica secretada por los tubos de Malpighio y que salen por la abertura anal. Al mismo tiempo la larva acumula grasa, engruesa el adulto el cuerpo se aclara y el meconium es eliminado como una sustancia negruzca que puede ser visualizada a través del cocón.
- d) Pupa: De tipo exarate de color verde-blanco, que puede ser apreciado a través del cocón blanco casi esférico de textura apergaminada.
- e) Adulto: Verde claro con una franja amarilla longitudinal central en el dorso el cuerpo desde la base de la cabeza hasta el ápice del abdomen. Manchas de color rojo violáceo están presentes en el rostro, ángulo súpero lateral del protórax (franja angosta). Presenta antenas más cortas que la expansión alar.

Importancia económica.

Por ser en su mayoría depredadores generalistas, algunos crisópidos han sido utilizados para programas de control biológico; el género que más estudio ha sido la cosmopolita *Chrysoperla* y otras en menor grado, especialmente representantes de la subfamilia Chrysopinae. Ya aplicadas en campo pueden ser para trabajos inoculativos (introducción), incrementativos

(elevar la población local) o inundativos. Los adultos pueden sobrevivir y reproducirse rociando melazas enriquecidas para su alimentación. En manejo de control de plagas han controlado con éxito ácaros, áfidos, larvas de lepidópteros, himenópteros fitófagos y pulgones; en especial, sus larvas controlan el pulgón del rosal (*Macrosiphum rosae*), por ello son de gran interés para la entomología económica en la agricultura (Metcalf, R. L.; W. H. Luckmann 1990).

Distribución geográfica.

El género es de distribución cosmopolita. Algunas especies son comunes en Europa y Norteamérica. *C. externa*, está ampliamente distribuido, se encuentra comúnmente en hábitats de pastizales abiertos desde el sureste de Estados Unidos y las Antillas hasta el sur de Sudamérica. Su amplia distribución y preferencia de hábitat lo hacen adecuado para un mayor uso en el control biológico en muchos países y en una variedad de sistemas de cultivo, huertos de cítricos, etc. (Tauber *et al.*, 1995). Se conocen alrededor de 350 especies, de las cuales en América del Norte se han identificado cerca de 90 especies (Agnew *et al.*, 1981).

Otras plagas que controla.

Las crisopas verdes son predadoras de muchos insectos de cuerpo blando, por ejemplo: pulgones, trips, cochinillas arenosas, insectos escama blandos, moscas blancas, Psílidos y pequeñas orugas, ácaros, por ejemplo: arañas rojas y sus huevos.

DESARROLLO DEL PROYECTO

Área de estudio

El experimento se llevó a cabo dentro de las instalaciones del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad (SENASICA) en el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Yucatán (CESVY) ubicado en la calle 19 #443 entre 6 y 28, C.P. 97288 Mérida, Yucatán, México, específicamente en el laboratorio de la Sala 1: Laboratorio de crianza de crisopas. El lugar mantiene una temperatura de 26° C y 70% de humedad relativa, en un fotoperiodo de 8 horas luz y 16 horas de oscuridad con el que el material se encuentra supervisada por un jefe de área. El tiempo del trabajo para el desarrollo del proyecto se llevó a cabo en periodo establecido en los meses de febrero a noviembre de 2024 (Fig. 1).



Figura 1. Laboratorio del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Yucatán (CESVY). (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).

Soporte de crianza del depredador *C. externa*

Para establecer un pie de cría de *C. externa* es necesario contar con una sala climatizada a una temperatura de 27°C – 28°C y a una HR de 70%-80%, equipada con estantes para la colocación de rejillas (los difusores de luz deben de cortarse en láminas de 200 cavidades y posteriormente ser selladas de un lado con tela tipo organza y Resistol 5000; (Fig. 2) y cubetas de 20L.

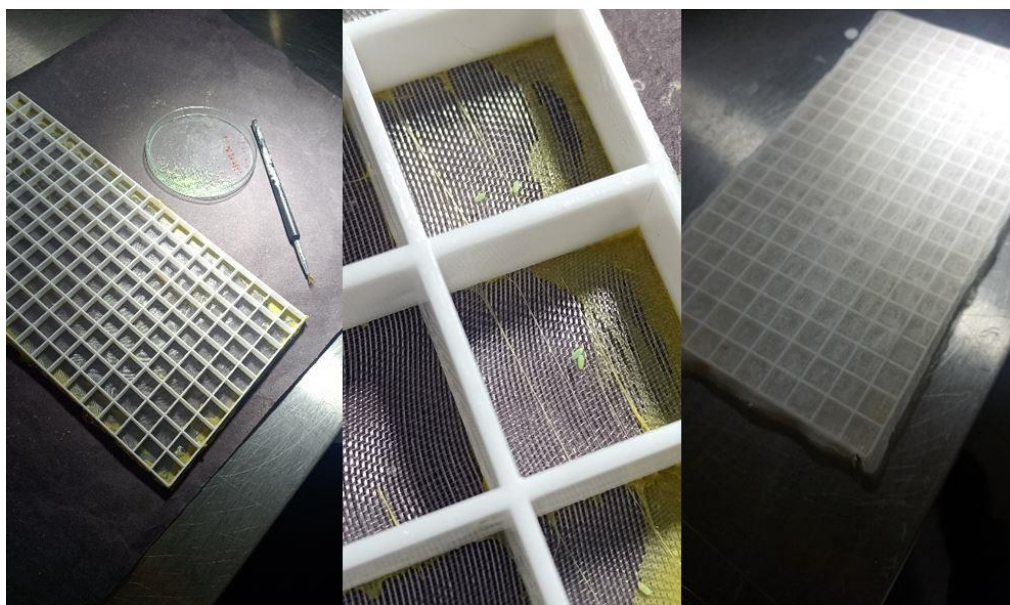


Figura 2. Láminas de 200 cavidades y posteriormente ser selladas de un lado con tela tipo organza y Resistol 5000. (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).

Estas, se les retirará el fondo para formar un cilindro, el cual la base se le colocará tela tipo miriñaque y será sellada con silicón y cinta para ductos, para evitar el desprendimiento). Adicionalmente se contarán con gorros de tela tul con elástico para evitar las fugas de los adultos depositados en los cilindros. La colonia de insectos fue donada por el laboratorio de insectos benéficos de Tecomán, Colima, adicionalmente se colectaron en campo y fueron criados para su posterior identificación la cual fue realizada por el CNRF y se obtuvo que era la especie: *C. externa*.

Los huevos son depositados en los difusores de luz previamente cortado el pedicelo, y son alimentados con huevo de *Sitotroga cerealella*, las rejillas serán tapadas con la tela tergalina y bañadas en Resistol 850 dichas rejillas se colocan en anaqueles donde se monitorea el desarrollo larval y cambios de estadios, y se le suministrara el alimento según su requerimiento durante 10 a 12 días. Pasados los 10 a 12 días de desarrollo larval, las rejillas serán destapadas y se les retirará el exceso de huevo de *S. cerealella* y serán colocadas en los cilindros para su monitoreo diario, se le suministrara una regla plástica con comida para los adultos una vez emergidos. Una vez verificado la emergencia de todos los adultos, se procede a retirar las rejillas y las exuvias que han dejado en el cambio de estadio y se colocaran en cilindros limpios, se le agregara una cartulina blanca alrededor del cilindro en donde dejaran los huevos las crisopas, se añade nuevamente la regla plástica con comida y se tapa con los gorros de tela tul, encima de la tela se coloca un pedazo de algodón mojado para la hidratación de los adultos (Fig. 3).



Figura 3. Anaqueles de almacenamiento de crisopas adulto para su alimentación y reproducción (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).

El alimento de los adultos consiste en formar una pasta semisólida a base de polen, miel de abeja, levadura de cerveza en polvo, leche nido en polvo, azúcar y agua hervida, la cual debe ser

calentada. Posteriormente, se colocan en cantidades necesarias sobre las regalas plásticas de policarbonato y son introducidas en las cubetas de ovoposición de los adultos de las crisopas. El alimento y agua es suministrado según el requerimiento.

Para las extracción y cosecha de huevos ya pasados los 5 días de la emergencia del adulto, el cual consiste en el retiro y cambio de cartulinas, las cuales serán cortados con las tijeras de punta fina y serán colocados en charolas pasteleras para su tamizado de acuerdo a las calidades (huevo limpio y huevo con pedicelo). Los huevos que fueron tamizados son colocados en diferentes frascos de 110 ml de acuerdo a su calidad y son almacenados en una nevera de unicel para posteriormente ser almacenadas en un refrigerador a una temperatura de 12°C para ser reservadas a su próxima liberación.

El control de calidad se escoge 1 ml de huevo limpio de *C. externa*, se coloca en una caja petri previamente marcada por cm² y se procede a contar las unidades de huevo, al igual se verifica el porcentaje de emergencia de huevos.

Y por último en su empaque para liberación, se depositan 2 ml de huevo (12,000 huevos frescos aproximadamente) limpio en frascos de 110 ml junto a 50 gramos de salvado de trigo o aserrín los cuales se colocan en neveras de unicel junto con geles refrigerantes y son entregados a los estados solicitantes.

Selección de larvas de *C. externa*

Las larvas se caracterizan por ser de alta capacidad de búsqueda, intensa actividad, movimientos rápidos y por ser muy agresivas. Estos prefieren insectos de cuerpo blando tales como pulgones, moscas blancas, trips, piojos harinosos, huevecillos y larvas de lepidópteros y ácaros. Se ha observado que pueden alimentarse de minadores perforando la cutícula de la hoja con sus mandíbulas. Comúnmente todas las especies de *Chrysoperla* son consideradas depredadores generalistas, sin embargo, muestran sus preferencias por determinadas presas y solamente las crisopas en estado de larvas son las que realizan el control de plagas.

En el presente trabajo se seleccionaron larvas de instar 3 de *C. externa*, (Fig.4) ya que las larvas de tercer instar son las que hacen la mayor parte de la actividad depredadora. Una larva, durante todo su desarrollo larval, puede consumir un total aproximado de 300 pulgones, pero el 80% es consumido por la larva del tercer instar, pero la efectividad de las larvas *Chrysoperla* se reduce bajo el efecto de factores como lluvias torrenciales, vientos fuertes, temperaturas por debajo de 12 °C o mayores a 32 °C (los huevecillos expuestos al sol mueren cuando se alcanzan 37°C), depredadores y parásitos (Geep 1984).



Figura 4. Selección de larvas de *C. externa* de instar 3 como depredador con más actividad de búsqueda y depredación. (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).

Recolección de huevos y ninfas como material biológico en las pruebas

Huevos y ninfas de *A. woglumi*.

En la recolección de huevos y ninfas de *A. woglumi* se optó por la captura natural de la plaga en su medio ambiente. Para esto, se tomaron varias capturas en cultivos de cítricos en el municipio de Kuchel y sus alrededores, una población del estado de Yucatán, México, localizada en el municipio de Samahil, ubicada en la parte noroeste del estado.

Para la captura fue necesario de herramientas como pinzas para podar y recipientes transparentes grande con filtro respiratorio en la tapa para que los insectos tengan de donde respirar y no se escapen (Fig. 5).



Figura 5. Herramientas para el uso de captura de los materiales biológicos. (Tomado por Humberto E. González Alborno, María D. García Cansino, 2024).

Se recolectaron muestras de brotes reciente. Para la ubicación de los huevos y ninfas de esta especie, se especifica que estos son depositados en grupos en forma de espiral en el envés de las hojas en brotes nuevos ya que este cuenta con un tejido más blando y suave que les permite a las ninfas ya después de eclosionar poder adherirse con facilidad a la planta para poder alimentarse succionando savia principalmente en sus estadios ninfales, lo que dificulta la producción de

alimento en la planta. Como daño indirecto, segregan una sustancia azucarada (mielecilla) sobre hojas y frutos, generando condiciones propicias para el desarrollo de fumagina, disminuyendo así la capacidad fotosintética de la planta y, por ende, su productividad (Smith *et al.* 1964).

Posteriormente fueron llevados al laboratorio. Con ayuda de un estereoscopio fueron contados para su selección aquellos huevos y ninfas lo suficientemente viables (Fig. 6) para poder realizar con éxito el experimento, luego colocados en petris de plástico sellados previamente limpios y desinfectados para prevenir contaminación de hongos y/o bacterias del ambiente.



Figura 6. Imágenes en el laboratorio del CESVY para observar y separar material biológico que fuera viables para el proyecto. (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).

Huevos y ninfas de *D. citri*.

Para la recolección de los huevos y ninfas de *D. citri* se obtuvieron dentro del CESVY. El establecimiento cuenta con un programa para cría de *D. citri* el cual sirvió como recolección del material biológico necesario para ser implementado en las pruebas.

Se seleccionaron entre 15 y 20 plantas de *Murraya paniculata* (limonaria) y fueron depositadas en una caja de seguridad dentro de las instalaciones del comité para poder infestar con

el psílido de *D. citri* (Fig. 7). Estos ovopositaron en los brotes de las plantas las cuales fueron recolectadas con ayuda de unas tijeras podadoras depositándolas en un bote con tapa respiratoria.



Figura 7. Recolecta y selección de plantas *Murraya paniculata* (limonaria) para ser infestadas del psílido *D. citri* para obtener huevos y ninfas. (Tomado por Humberto E. González Albornoz, María D. García Cansino, 2024).

Posteriormente las muestras fueron trasladadas al laboratorio para ser observadas con ayuda de un estereoscopio para determinar e identificar huevos y ninfas de buen estado para las pruebas.

Procedimiento de la evaluación para la depredación de las larvas *C. externa* sobre huevos y ninfas de *A. woglumi* y *D. citri*.

Para determinar la preferencia de depredación de las larvas de *C. externa* sobre los huevos y ninfas de *A. woglumi* y *D. citri*, se expuso a condiciones de evaluación la cual la larva tenga un objetivo específico al momento de exponer al organismo vivo como si estuviera en su medio natural. Para ello se realizaron seis evaluaciones específicas con un determinado lapso de tiempo de actividad de consumo y repeticiones para poder calcular la eficacia de la larva al momento del consumo los huevos o ninfas. Para esto se evaluó al depredador de la siguiente manera:

- Evaluar la capacidad de depredación de *C. externa* sobre huevos *A. woglumi*.

Se realizó cinco bloques de cuatro cajas petri de cristal, cada petri con 100 huevos de *A. woglumi*, los cuales se expusieron por 24 horas una larva de tercer instar de *C. externa*, previamente en ayuno de 24 horas. Las revisiones se realizaron transcurrida 1 hora, posteriormente 12 horas y una última a las 24 horas. Se tomó como depredación todos aquellos huevos que estén vacíos.

- Evaluar la capacidad de depredación de *C. externa* sobre ninfas *A. woglumi*.

Se realizó cinco bloques de cuatro cajas petri de cristal, cada petri con 100 ninfas de *A. woglumi* (se utilizaron ninfas en instar 1, 2, 3 y 4 al azar), los cuales se expusieron por 24 horas a una larva de tercer instar de *C. externa*, previamente en ayuno de 24 horas. Las revisiones se realizaron transcurrida 1 hora, posteriormente 12 horas y una última a las 24 horas. Se tomó como depredación todas aquellas ninfas que estén vacías.

- Evaluar la capacidad de depredación de *C. externa* sobre huevos de *D. citri*.

Se realizó cinco bloques de cuatro cajas petri de cristal, cada petri con 100 huevos de *D. citri*, los cuales se expusieron por 24 horas a una larva de tercer instar de *C. externa*, previamente en ayuno de 24 horas. Las revisiones se realizaron transcurrida 1 hora, posteriormente 12 horas y una última a las 24 horas. Se tomó como depredación todos aquellos huevos que estén vacíos.

- Evaluar la capacidad de depredación de *C. externa* sobre ninfas de *D. citri*.

Se realizó cinco bloques de cuatro cajas petri de cristal, cada petri con 100 ninfas de *D. citri* (se utilizaron ninfas en instar 1, 2, 3, 4 y 5 al azar), los cuales se expusieron por 24 horas a una larva de tercer instar de *C. externa*, previamente en ayuno de 24 horas. Las revisiones se realizaron transcurrida 1 hora, posteriormente 12 horas y una última a las 24 horas. Se tomó como depredación todas aquellas ninfas que estén vacías.

- Evaluar la capacidad de preferencia de depredación de *C. externa* sobre huevos de *A. woglumi* y huevos de *D. citri* con selección.

Se realizó una repetición de cinco cajas petri con la disposición de que en cada caja petri estén disponibles 50 huevos de *A. woglumi* y 50 huevos de *D. citri*, expuestas a una larva de *C. externa*, previamente en ayuno de 24 horas. Las revisiones se realizaron transcurrida 1 hora, posteriormente 12 horas y una última a las 24 horas. Se tomó como depredación todos aquellos huevos que estén vacíos.

- Evaluar la capacidad de preferencia de depredación de *C. externa* sobre ninfas de *A. woglumi* y ninfas de *D. citri* con selección.

Se realizó una repetición de cinco cajas petri con la disposición de que en cada caja petri estén disponibles 50 ninfas de *A. woglumi* y 50 ninfas de *D. citri*, expuestas a una larva de *C. externa*, previamente en ayuno de 24 horas. Las revisiones se realizaron transcurrida 1 hora, posteriormente 12 horas y una última a las 24 horas. Se tomó como depredación todas aquellas ninfas que estén vacías.

Evaluación de la capacidad de depredación de *C. externa* (Hagen, 1861)

Para determinar la capacidad de depredación de *C. externa* se expusieron como presas huevos y ninfas de dos especies comúnmente en cultivos de cítricos consideradas plagas de mayor potencia como lo son la especie *A. woglumi* y *D. citri*; donde se suministró huevos de ambas especies y ninfas de cualquier estadio en cantidades iguales (100 por petri) a larvas de *C. externa* en su estadio III. La relación de consumo se fue tomando a diario determinando así su porcentaje por consumo en cada replica.

Las muestras tomadas tanto como huevos y ninfas fueron sobre hojas de cítricos con dimensiones entre 12cm de largo a 6cm de ancho por hoja donde se apreciaban tanto los huevos y ninfas puestas para que la larva pueda depredar. Las muestras fueron tomadas de plántulas entre los cultivos de cítrico. Se deposito una larva de *C. externa* previamente en ayunos de 24 horas de acuerdo al estadio indicado en cajas petri de 11,5 cm de diámetro y 2.5 cm de alto. Los recipientes fueron conservados en el laboratorio.

Cada registro tomado en las cajas petri se llevó a cabo la primera hora expuesta a las presas, luego a las 12 horas y una última hasta las 24 horas según lo establecido, una vez observado se contó el número de huevos o ninfas vacías que quedaron.

Para determinar si existe diferencia de consumo del tercer instar larval de *C. externa* sobre *A. woglumi* y *D. citri* en estado de huevo y ninfa fue utilizado la prueba T Student con el programa estadístico IBM SPSS Statistics. Esto para determinar ciertos criterios específicos como:

1.- Planteamiento de la hipótesis para determinar homogeneidad de los datos

- $H_0: \sigma^2 = \sigma^2$ Grupos son homogéneos
- $H_a: \sigma^2 \neq \sigma^2$ Grupos no son homogéneos
 - a) Nivel de significancia: Alfa = 0.05
 - b) Prueba estadística

Utilizar la prueba de Levene para determinar la homogeneidad de los datos: Analizar/comparar medias/prueba de Levene/consumo/presa

- c) Criterio de decisión
 - Si $p < 0.05$ rechazo la H_0 y acepto la H_a
 - Si $p \geq 0.05$ rechazo la H_a y acepto la H_0

2.- Planteamiento de la hipótesis para determinar la eficacia del consumo

- $H_0: \mu_1 = \mu_2$
- $H_a: \mu_1 \neq \mu_2$
 - a) Nivel de significancia: Alfa = 0.05
 - b) Prueba estadística

Utilizar la prueba t para muestras independientes para determinar la diferencia del consumo de presa: Analizar/comparar medias/prueba t para muestras independientes

c) Criterio de decisión

- Si $p < 0.05$ rechazo la H_0 y acepto la H_a
- Si $p \geq 0.05$ rechazo la H_a y acepto la H_0

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Resultados de la evaluación individual y de selección de huevos y ninfas

Chrysoperla externa, como los demás representantes de la familia Chrysopidae, mostró actividad depredadora sobre *D. citri* y *A. woglumi*, lo que coincide con lo planteado por Soto e Iannacone (2008) sobre la capacidad de los crisópidos de alimentarse de una gran variedad de insectos.

Visualmente se aprecia (Tablas de la 3 a la 8) los porcentajes de depredación de *C. externa* sobre los huevos y ninfas de *D. citri* y *A. woglumi* de manera individual y combinada por plagas donde el total de porcentaje para el consumo de huevos de *A. woglumi* fue de 57% (sobre 2,000 huevos expuestos en la prueba) contra a los de *D. citri* con un 81% (sobre 2,000 huevos expuestos en la prueba) de consumo haciendo que la preferencia de huevos sea por parte de *D. citri* la más efectiva. En el caso de las ninfas de *A. woglumi* fue de un porcentaje en total de 87% (sobre 2,000 ninfas expuestas en la prueba) contra las ninfas de *D. citri* con un 82% (sobre 2,000 ninfas expuestas en la prueba) haciendo que el consumo de ninfas de *A. woglumi* fuera la más efectiva.

Tabla 3

Evaluación de la capacidad de depredación de C. externa sobre huevos A. woglumi.

Repetición	Huevos	Larva L3	Fecha	Porcentaje de consumos
1	400	1	15-abr-24	29%
2	400	1	16-abr-24	59%
3	400	1	17-abr-24	83%
4	400	1	24-abr-24	73%
5	400	1	25-abr-24	44%

Tabla 4***Evaluación de la capacidad de depredación de C. externa sobre ninfas de A. woglumi.***

Repetición	Ninfas	Larva L3	Fecha	Porcentaje de consumos
1	400	1	06-may-24	90%
2	400	1	07-may-24	87%
3	400	1	08-may-24	76%
4	400	1	13-may-24	85%
5	400	1	14-may-24	96%

Tabla 5***Evaluación de la capacidad de depredación de C. externa sobre huevos D. citri.***

Repetición	Huevos	Larva L3	Fecha	Porcentaje de consumos
1	400	1	27-may-24	99%
2	400	1	28-may-24	98%
3	400	1	29-may-24	47%
4	400	1	03-jun-24	61%
5	400	1	04-jun-24	99%

Tabla 6***Evaluación de la capacidad de depredación de C. externa sobre ninfas de D. citri.***

Repetición	Ninfas	Larva L3	Fecha	Porcentaje de consumos
1	400	1	17-jun-24	92%
2	400	1	18-jun-24	93%
3	400	1	19-jun-24	82%
4	400	1	24-jun-24	61%
5	400	1	25-jun -24	89%

Tabla 7

Evaluación de la capacidad de depredación de C. externa sobre huevos de A. woglumi y D. citri con selección.

Repetición	Huevos <i>A. woglumi</i>	Huevos <i>D. citri</i>	Larva L3	Fecha	Obs. encontrados 24hrs		Porcentajes de consumo
1	50	50	1	01-ju-24	Huevo 1	25	50%
					Huevo 2	0	100%
2	50	50	1	01-jul-24	Huevo 1	7	86%
					Huevo 2	0	100%
3	50	50	1	01-jul-24	Huevo 1	14	72%
					Huevo 2	0	100%
4	50	50	1	01-jul-24	Huevo 1	32	36%
					Huevo 2	0	100%
5	50	50	1	01-jul-24	Huevo 1	2	96%
					Huevo 2	1	98%

Huevo 1: *A. woglumi*

Huevo 2: *D. citri*.

Tabla 8

Evaluación de la capacidad de depredación de C. externa sobre ninfas de A. woglumi y D. citri con selección.

Repetición	Ninfas <i>A. woglumi</i>	Ninfas <i>D. citri</i>	Larva L3	Fecha	Obs. encontrados 24hrs		Porcentajes de consumo
1	50	50	1	04-jul-24	Ninfa 1	7	86%
					Ninfa 2	7	86%
2	50	50	1	04-jul-24	Ninfa 1	2	96%
					Ninfa 2	4	92%
3	50	50	1	04-jul-24	Ninfa 1	4	92%
					Ninfa 2	11	78%
4	50	50	1	04-jul-24	Ninfa 1	3	94%
					Ninfa 2	10	80%
5	50	50	1	04-jul-24	Ninfa 1	3	94%
					Ninfa 2	20	60%

Ninfa 1: *A. woglumi*

Ninfa 2: *D. citri*

Resultados del consumo de huevo de *A. woglumi* y *D. citri*

La Prueba de Levene del consumo de huevo ($p = 0.370 > 0.05$), consumo de ninfa ($p = 0.373 > 0.05$) combinación de huevo ($p = 0.09 > 0.05$) y combinación de ninfas ($p = 0.177 > 0.05$) de *C. externa* sobre *A. woglumi* vs *D. citri* indican varianza de grupo iguales, infiriendo que los datos parten de una población homogénea, por lo tanto, la prueba paramétrica t-studen utilizada en el estudio cumple con los supuestos de normalidad.

El análisis estadístico utilizando la prueba t-student, con un $\alpha = 0.5$, indica diferencia estadística en el consumo de huevo de *C. externa* sobre *A. woglumi* vs *D. citri* ($p = 0.0001 < 0.05$). De acuerdo a esto, rechazamos H_0 y aceptamos H_a , es decir, las medias son significativas por lo tanto el consumo de huevo es diferente.

Para determinar diferencia en el consumo de *C. externa* sobre ninfa de *A. woglumi* vs *D. citri* la prueba t student con un $\alpha = 0.5$ ($p = 0.942 > 0.05$) indica que las medias son homogéneas, por lo tanto, rechazamos H_a y aceptamos H_0 , es decir, las medias son iguales

Cuando se ofrecen de manera combinadas, la prueba t-student indica que las medias son significativas para el consumo de *C. externa* sobre los huevos de *A. woglumi* vs *D. citri* ($p = 0.002 < 0.05$) y consumo de ninfa *A. woglumi* vs *D. citri* ($p = 0.048 < 0.05$), es decir, las medias son significativas, por lo tanto, el consumo de huevo y ninfas ofrecida de manera combinada respectivamente es diferente para ambos casos.

En la Figura 8 se puede observar mediante el análisis de las medias un mayor consumo de *C. externa* sobre huevo de *D. citri* (Presa 2). La media para el consumo de huevo de *A. woglumi*

(Presa 1) con su intervalo de confianza del 95% no solapa con el intervalo de confianza para la media del consumo de huevo de *D. citri* (Presa 2) esto hace ver que ambas medias son diferentes.

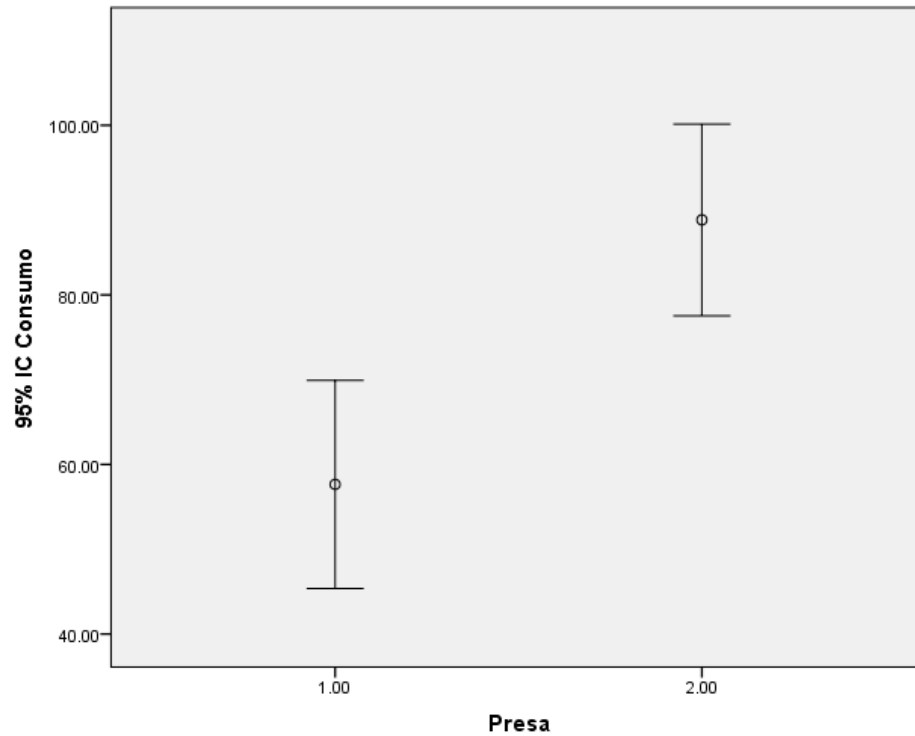


Figura 8. Medias del consumo de huevo de *A. woglumi* (Presa 1) y huevo de *D. citri* (Presa 2) por *C. externa* bajo condiciones controladas (temperatura de 27°C y a una HR de 70%-80%).

Resultados del consumo de ninfa de *A. woglumi* y *D. citri*

En la figura 9 se puede observar mediante el análisis de las medias un consumo igual de *C. externa* sobre ninfas de *A. woglumi* (Presa 3) y ninfas de *D. citri* (Presa 4). La media para el consumo de ninfas de *A. woglumi* (Presa 3) con su intervalo de confianza del 95% solapa con el intervalo de confianza para la media del consumo de ninfa de *D. citri* (Presa 4) esto hace ver que ambas medias sean iguales.

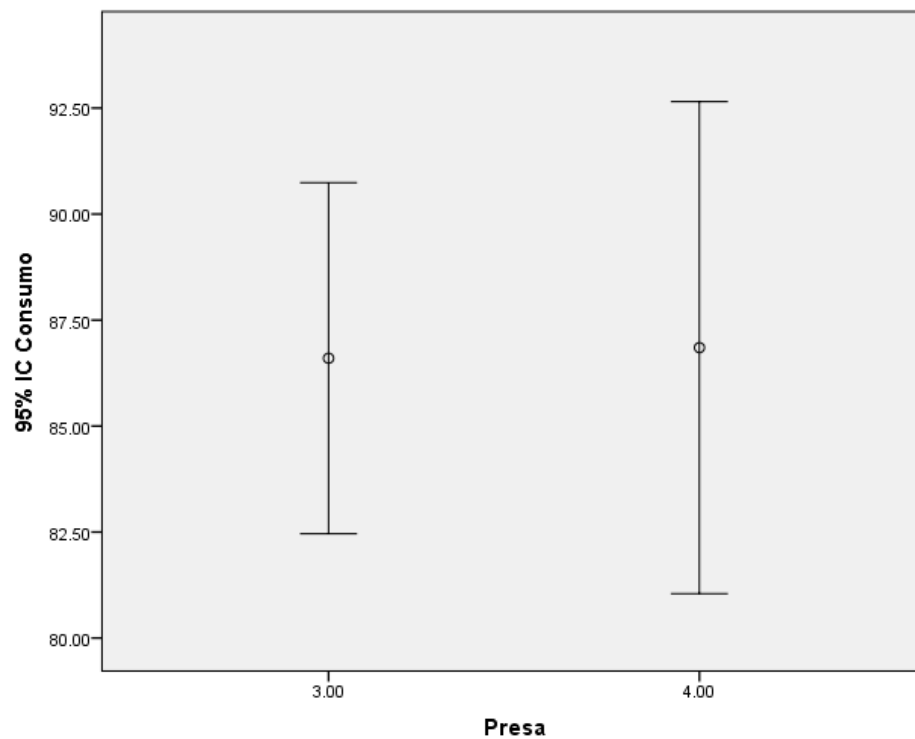


Figura 9. Medias del consumo de ninfas de *A. woglumi* (Presa 3) y ninfas de *D. citri* (Presa 4) por *C. externa* bajo condiciones controladas (temperatura de 27°C y a una HR de 70%-80%).

Resultados del consumo combinado de huevo de *A. woglumi* y *D. citri*

En la figura 10 se puede observar mediante el análisis de las medias un mayor consumo de *C. externa* sobre huevo de *D. citri* (Presa 6) cuando se ofrece de manera combinada con huevo *A. woglumi* (Presa 5). Con el intervalo de confianza del 95% del consumo de huevo *D. citri* (Presa 6) no solapa con el intervalo de confianza para la media del consumo de huevo de manera combinada con *A. woglumi*, de esto hace ver que ambas medias son diferentes.

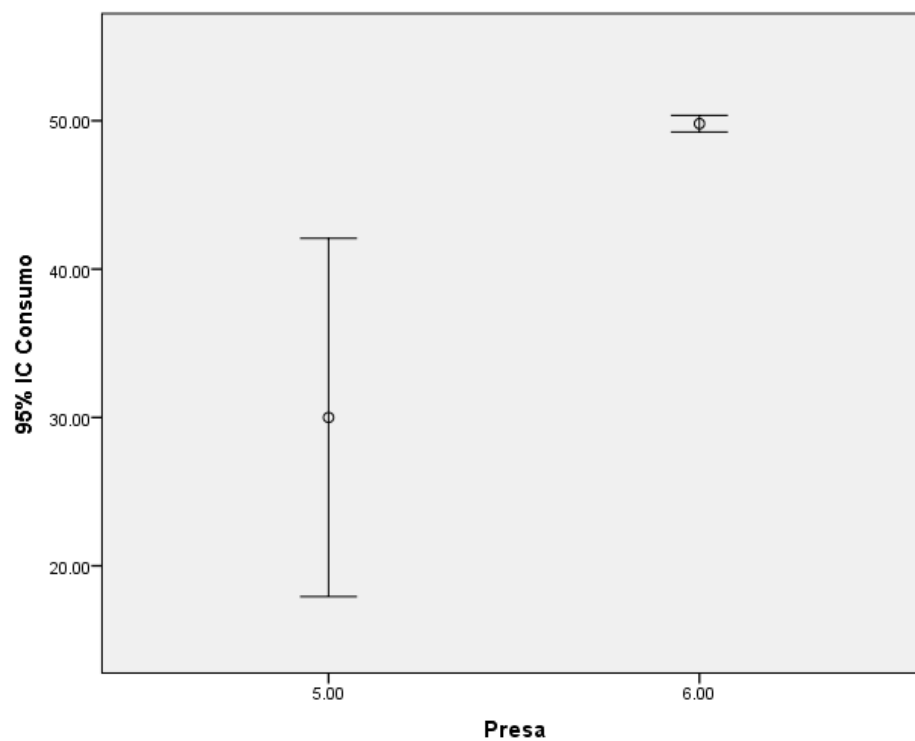


Figura 10. Medias del consumo combinado de huevo *A. woglumi* (Presa 5) y huevo de *D. citri* (Presa 6) por *C. externa* bajo condiciones controladas (temperatura de 27°C y a una HR de 70%-80%).

Resultados del consumo combinado de ninfa de *A. woglumi* y *D. citri*

En la figura 11 se puede observar un mayor consumo de *C. externa* sobre ninfa de *A. woglumi* que de *D. citri*. La media para el consumo combinado de ninfa con su intervalo de confianza del 95% no solapa con el intervalo de confianza para la media consumo combinado de ninfa de *D. citri*, esto hace ver que ambas medias son diferentes. El consumo de la ninfa de *D. citri* (Presa 8) produce una media inferior al consumo de la ninfa de *A. woglumi* (Presa 7) cuando se ofrecen de manera combinada.

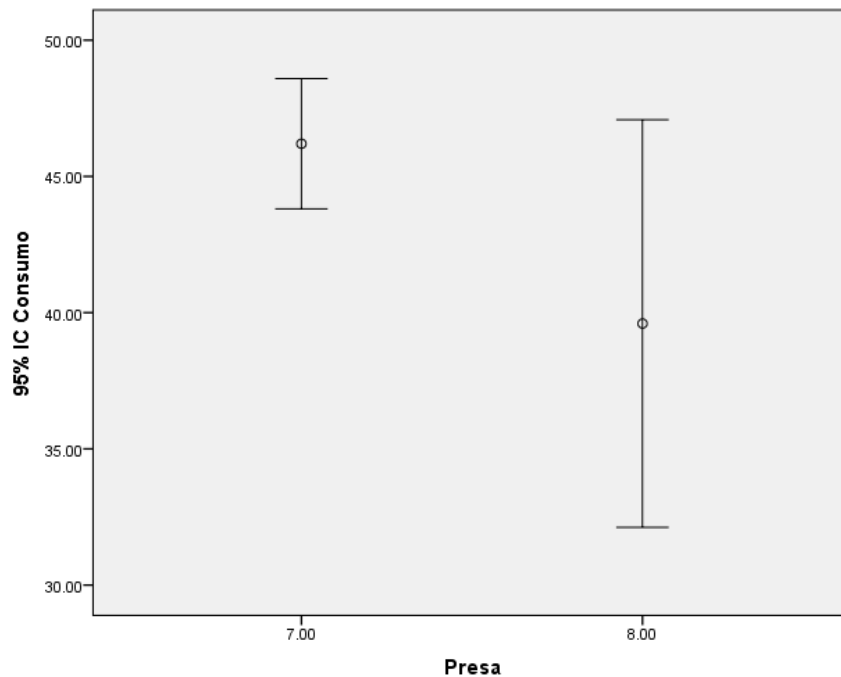


Figura 11. Medias del consumo de ninfas de *A. woglumi* y *D. citri* por *C. externa* ofrecidas de manera combinada (temperatura de 27°C y a una HR de 70%-80%).

Discusión

En el proyecto se encontró una mejor proporción depredatoria al consumo de huevos de *D. citri* sea más viable y satisfactorias que las mismas ninfas. Mientras que el consumo de huevos de *A. woglumi* se obtuvo un porcentaje más bajo registrado a comparación del consumo de ninfas efectivas al momento de la depredación haciéndola un objetivo positivo de que la larva depredando puede ser viable y dar resultados comprometedores gracias a su veracidad y potencial consumo contra estas plagas según sobre las hipótesis antes mencionadas en este proyecto. Resultados similares en este trabajo obtuvieron Figueira y Lara (2004) al aplicar en plantas de sorgo larvas de *C. externa* en el control de *Schizaphis graminum*, mostrando que en algunos casos proporciones depredador: presas mayores pueden ser más eficientes demostraron que *C. rufilabris*, mostró un control eficiente de la población de *Bemisia tabaci* Genadius en *Hibiscus rosa-sinensis* L. (1753) en estado de huevo y ninfa, y una menor eficiencia en el control de los adultos de esta plaga, de igual forma, *C. plorobunda* manifestó un mayor consumo de los primeros instares de *Toxoptera citricida* en cítricos, revelando un menor consumo de adultos (Michaud 2001).

Las larvas de tercer estadio de *C. externa* presentaron una mejor localización por el movimiento de las ninfas de cualquier instar del psilido en la muestra, y por el movimiento depredaban de forma más agresiva. Hubo diferencias por movimiento entre las ninfas de *D. citri* contra las ninfas de *A. woglumi* que hizo más productiva a la larva con su comportamiento de búsqueda y depredación; ya que las ninfas de *D. citri* pueden desplazarse de un lugar a otro buscando mejor lugar para consumo de la savia en la planta que las de *A. woglumi* que solamente se mantiene intactas en la mayoría de los instar, en el cual la larva no prefirió por el movimiento sino prefirió por el consumo de fluidos más ricos y nutrientes que contiene la ninfa de *A. woglumi* el cual le hizo mucho más beneficioso que las ninfas de *D. citri*.

En el presente trabajo se comprobó el potencial que tiene la larva *C. externa* para su utilización en programas de control biológico en cultivos de cítricos para poder disminuir las poblaciones de *A. woglumi* y *D. citri*. Pero en investigaciones pasadas referente a otros estudios con crisopas, demuestran no solo el consumo sino también la eficacia de búsqueda en densidades variadas es necesaria (Van Lenteren 2012). Sin embargo, se deben investigar sobre trabajos que permitan evaluar el comportamiento del depredador en condiciones naturales, posibilitan una mayor aproximación a la realidad y tienen diferencias con relación a los experimentos conducidos en laboratorio (Bahar *et al.* 2012). Por lo que la necesidad de estudios de campo y laboratorio en condiciones controladas y variedad de otras plagas utilizando *C. externa* son necesarios para determinar y lograr la eficacia a lo que respecta el control biológico (depredador-presa) de plagas diferentes en distintos cultivos para la agricultura y campo.

CONCLUSIONES

El estudio indica que *Chrysoperla externa* presentó una mejor capacidad de depredación durante el proceso de manera individual y combinada donde el total de porcentaje para el consumo de huevos de *A. woglumi* fue de 57% (sobre 2,000 huevos expuestos en la prueba) contra los huevos de *D. citri* con un 81% (sobre 2,000 huevos expuestos en la prueba) de consumo haciendo que la preferencia de huevos sea por parte de *D. citri* la más efectiva.

En el caso de las ninfas de *A. woglumi* fue de un porcentaje en total de 87% (sobre 2,000 ninfas expuestas en la prueba) contra las ninfas de *D. citri* con un 82% (sobre 2,000 ninfas expuestas en la prueba) haciendo que el consumo de ninfas de *A. woglumi* fuera la más efectiva y que es capaz de alimentarse de *A. woglumi* y *D. citri* en estado de huevo y en estado de ninfa.

El análisis estadístico en la prueba de Levene sobre los huevos de ambas especies fue que $p = 0.370 > 0.05$ lo cual rechazamos la H_1 y aceptamos la H_0 , es decir, las varianzas de los grupos son iguales por lo tanto los grupos y consumo de huevos son homogéneos y para la prueba de T student se analizó que $p = 0.0001 < 0.05$ lo rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , es decir, las medias son significativas por lo tanto el consumo de huevo es diferente. Para la prueba de Levene del consumo de ninfa de *A. woglumi* y ninfa de *D. citri* la prueba de Levene dio como resultado que $p = 0.373 > 0.05$ por lo cual rechazamos la H_1 y aceptamos la H_0 , es decir, las varianzas de los grupos son iguales por lo tanto los grupos y consumo de ninfas son homogéneos y para determinar diferencia en el consumo de ninfa de *A. woglumi* y ninfa *D. citri* mediante la prueba T student se analizó que $p = 0.942 > 0.05$ rechazamos la H_1 y aceptamos la H_0 , es decir, las medias son homogéneas. Esto indica un mayor consumo de *C. externa* sobre huevo de *D. citri* y un consumo igual sobre ninfas de *A. woglumi* y *D. citri*. Cuando *A. woglumi* y *D. citri* son ofrecidos

de manera simultánea, la larva de *C. externa* tiene preferencia sobre *D. citri* en estado de huevo, mientras que estado de ninfa prefiere a *A. woglumi*..

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agnew, C.W., Sterling, W.L. and D.A. Dean. 1981. Notes of the Chrysopidae and Hemeroibidae of eastern Texas for their identification. The Southwestern Entomologist Texas. E.E.U.U. 20p.
- Albuquerque, G. S.; Tauber, C. A.; Tauber, M. J. 2001. *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa spp.* potential for biological control in the New World tropics and subtropics. pp. 408- 418. En: McEwen, P. K.; New, T. R.; Whittington, A. E. (Eds.). Lacewing in the crop environment. New York. Cambridge University Press. 546 p.
- Augier, L; Gastaminza, G.; Lizondo, M.; Argañaraz, M.; Willink, E. 2006. Presencia de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en el Noroeste Argentino (NOA). Rev. Soc. Entomol. Argent. 65 (3-4): 67-68.
- Bahar, M. H.; Stanley, J. N. Gregg, P. C.; Del Socorro, A. P; Kristiansen, P. 2012. Comparing the predatory performance of green lacewing on cotton bollworm on conventional and Bt cotton. Journal of Applied Entomology 136 (4): 263-270.
- Bastías J, M. y Y. Cepero. 2016. “La vitamina C como eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos”. Revista Chilena de Nutrición. Vol. 43:81-86, <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000100012>.
- Bernal, R, 1991. *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) nuevo insecto detectado en montes cítricos en el área de Salto, Uruguay, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Hoja de Divulgación N° 25, 1p.
- 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: Geleciidae) eggs. Biological control 60: 113-118.

- Breene, R. G.; Meagher, R. L.; Nordlund, D. A.; Wang, Y. 1992. Biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in greenhouse using *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). *Biological Control* 2 (1): 9-14.
- Carvalho C. F.; Souza, B. 2009. Métodos de criação e produção de crisopídeos. pp. 91-110. Bueno, V. H. P. (Ed.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. MG, Brasil: Universidade Federal de Lavras. 429 p.
- Cavalcanti-De Moraes.; Barreiros-De Souza E.; Miranda-Ribeiro M.B.; Da Silva-Ferreira B.; De Mello J. W.; Maia S. 2014. Impactos das mudanças climáticas na ecoclimatologia de *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1903 (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado do Pará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29(1): 77 – 84.
- Davidson, R.H., and Lyon, W.F. 1987. *Insect pests of farm, garden, and orchard*. 8th Ed. John Wiley & Sons. New York. 639 pp.
- DeBach, P. 1977. *Lucha biológica contra los enemigos de las plantas*. (Trad. por Arroyo, M. y Santiago, C.). Mundi-Prensa, Madrid. 399 pp.
- Díaz, C. 2010. “Naranja dulce, limón partido”. *Revista Claridades Agropecuarias*. Recuperado de <http://www.infoasercia.gob.mx/claridades/revistas/197/ca197-32.pdf>
- Dowell, R.V., Cherry, R.H., Fitzpatrick, G.E., Reinert, J.A., and Knapp, J.L. 1981. *Biology, plant-insect relations, and control of the citrus black y*. Technical Bulletin No. 818. Agricultural Experiment Stations, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL. 49 pp.
- FAO. 2017. *Citrus fruit - fresh and processed statistical bulletin 2016*. <http://www.fao.org/3/a-i8092e.pdf>.
- Farrell, J. G. y Altieri, M. A. 1999. *Sistemas Agroforestales*. In: Altieri, M. A. *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*. (Ed.). Nordan Comunidad, Montevideo. Capítulo 12:229-243.

- Figueira, L. K.; Carvalho, C. F.; Souza, B. 2000. Biología e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciência e Agrotecnologia* 24 (2): 319-326.
- Figueira, L. K.; Lara, F. M. 2004. Relação predador: presa de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) para o controle do pulgão-verde em genótipos de sorgo. *Neotropical Entomology* 33(4): 447-450.
- French, J.V., Moreno, D.S., Summy, K.R., Sparks Jr., A.N., and Lummus, P.F. 1997. Citrus black y. Texas A&M University-Kingsville Citrus Center, Weslaco, Texas. Texas Subtropical Agricultural Center WWW/Gopher Server.
- García A., J. A. Del Río, I. Porras, M. D. Fuster, y A. Ortuño. 2003. “El limón y sus componentes bioactivos. Consejería de Agricultura”. En: <https://www.carm.es/integra.servlets.BlobNoContenido?.limón...sus+componentes> > [Accesado el día 29 de septiembre de 2017].
- Gepp J. 1984. Morphology and anatomy of the preimaginal stages of Chrysopidae: a short survey. IN: *Biology of Chrysopidae*.
- Gepp, J. 1984. Morphology and anatomy of the preimaginal stages of Chrysopidae: a short survey. IN: *Biology of Chrysopidae*. Canard, M.; Séméria, Y.; New, T.R. (Eds.). Dr W. Junk Publishers. pp. 9-19.
- Gómez Ing. Agr. M, 2000, Importancia del arbolado en el entorno urbano y rural Cátedra de Parques y Jardines Universidad Nacional de San Luis. http://www.rama.com.ar/rama_newweb/paginas/mirtagomez.pdf
- Gómez, L. A. 1995.- Manipulación y aumento de enemigos naturales en el MIP. *Bases Tecnológicas del MIP* p. 93-100.
- Götz, S. and Harvey, C. A. 2007. Biodiversity conservation in cocoa production landscape: an overview. *Biod. Conserv.* 16:2237-2244.

- Hagen K. 1976. Role of nutrition in insect management. In: Tall timbers conference on ecological animal control by hábitat management. pp 221-261.
- Halbert, S. E. y Núñez, C. A. 2004. Distribution of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the caribbean basin. Fla. Entomol. 87 (3): 401-402.
- Holloway, R.L., Smith, D., Enciso, J., Sauls, J., French, V., Skaria, M., Prewett, R., Coffman, L., Thomson, T., Heller, P., Thompson, D., Karle, F., Hoffman, J. 2003. A Texas citrus pest management strategy. 46 p.
<http://www.ipmcenters.org/pmsp/pdf/TXcitrus.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2011. Paquete Tecnológico Cítricos. Programa estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur-sureste de México: Trópico Húmedo 2011.
- IPPC. 2017. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) 8. Determination of pest status in an area. International Plant Convention (IPPC).
- IPPC. 2019. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) 5. Glossary of Phytosanitary Terms.vInternational Plant Convention (IPPC).
- Liu, Y. H. y Tsai, J. H. 2000. Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homptera: Psyllidae). Annual Applied of Biology. 137: 201-206.
- López Arroyo, J. I. y J. Loera-Gallardo. 2009. Manejo integrado de insectos y ácaros plaga de los cítricos. pp. 260-323. En: Rocha-Peña, M. A. y J. A. PadrónChávez (eds.). El cultivo de los cítricos en el estado de Nuevo León. Libro Científico No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRNE. Campo Experimental General Terán. México. 474 p.

- López-Arroyo, J.I., M.A. Peña, M.A. Rocha Peña, Y J. Loera. 2005. Ocurrencia en México del psílido asiático *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), pp. C68. En: Memorias del VII Congreso Internacional de Fitopatología. Chihuahua, Chih., Méx.
- MacArthur Foundation. 2017. Hacia Una Economía Circular: Motivos económicos para una transición acelerada. Fundación Ellen MacArthur, 22.
- Manavalan E y Jayakrishna K. 2019. Un análisis sobre la cadena de suministro sostenible para la economía circular. Fabricación de procedimientos, 33, 477–484. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.059>
- Martin, J.H. & Streito, J.-C. (2003) A second species of the enigmatic whitefly genus *Stenaleyrodes* Takahashi (Sternorrhyncha, Aleyrodidae). Zootaxa, 349, 1–15
- Maya, C. J. 2017. “Cítricos mexicanos en el mercado japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa”. México y la cuenca del pacífico. Vol. 6, no. 16, enero-abril, pp. 107-142. <https://doi.org/10.32870/mycp.v6i16.523>.
- Mazza, G. (1998). *Alimentos funcionales. Aspectos bioquímicos y de procesado*. España. Editorial Acribia.
- Mead, F. W. 1977. The Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Entomology Circular. N° 180. Florida Department of Agricultural and Consumer Service. Division of Plant Industry. Gainesville, Florida. 4pp.
- Merem, C. E.; Wesley, J.; Twumasi, A. Y.; Chandra. R. and Romorno, C. 2012. Role of agroforestry system in Southern Nigeria. British J. Environ. Climate Change. 2(3):288-317.
- Metcalf, R. L.; W. H. Luckmann 1990 Introducción al manejo de plagas de insectos. Editorial Limusa S. A. México.
- Michaud, J. P. 2001. Evaluation of green lacewing, *Chrysoperla plorabunda* (Fitch) (Neurop., Chrysopidae), for augmentative release against *Toxoptera citricida* (Hom., Aphididae) in citrus. Journal of Applied Entomology 125 (7): 383-388.

- Moreno A. 2016. Análisis de la red de valor de cítricos en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo.
- Moreno, M. J., D. R. Belén, M. P. Sánchez, M. Vilorio, y D. García. 2004. “Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de flavonoides de cáscara de naranja en el aceite de soja desodorizado”. *Interciencia*. Vol. 29, núm. 9, pp. 532-538.
- Nguyen, R., and Hamon, A.B. 1993. Citrus black y, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera:Aleyrodidae). Entomology Circular No. 360. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, University of Florida, Gainesville, FL.
- Núñez E. 1988-1. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista Peruana de Entomología*, Lima, Vol. 31, pp. 76–82.
- Núñez M, 2007, Introducción general al control de plagas, Formación y asesoría de empresa en saneamiento ambiental, UNMSM, pág. 1-12
- Ondarza-Beneitez, M. A. 2017. Biopesticidas: Tipos y aplicaciones en el control de plagas agrícolas. *Agroproductividad* 10(3): 31-36.
- Pacheco, F. 1985. Plagas de los cultivos agrícolas de Sonora y Baja California. Libro Técnico No. 1. SARH, INIA, Centro de Investigación Agrícola del Noroeste. Cd. Obregón, Son., México. 414 pp.
- Paker, J. S, 1987, Control de plagas de plantas y animales, primera edición, editorial Limusa, pág. 28,29.
- Peralta, C. 2015. Cítricos. En Rossini, M. N.; Dummel, D. M.; Agostini, J. P. (coods.). Plagas Cuarentenarias de Frutales de la República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 45-55 p.

- Ribeiro M. 1988. Biología de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas. Lavras: ESAL, pp. 131. (Dissertação – Mestrado em Fitossanidade).
- Romero R, 2004, Manejo integrado de plagas, universidad autónoma de Chapingo México, primera edición, pág.: 7-23
- Ruiz, C. J.A.; Bravo, M. E.; Ramírez, O. G.; Báez, G. A. D.; Álvarez, C. M.; Ramos, G. J. L.; Nava, C. U.; Byerly, M. K.F. 2013. Plagas de Importancia Económica en México: Aspectos de su biología y ecología. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Jalisco, México. 447 p.
- SAGPYA, 2022, Manejo integrado de plagas, Programa de calidad de los alimentos argentinos, dirección nacional de alimentación, pág: 2-18. www.sagpya.mecon.gov.ar
- Santos, A. G.; Luiz, P. P.; De Azevedo, P. A. I.; Pin, D. L.; Dias, A. G.; Fagundes P. F. 2009. Briefing on the Integrated Control of *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) to Brazil. Bol. San. Veg. Plagas. N° 35. 259 -263 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2022. México, entre los líderes en producción de cítricos a nivel mundial. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sanluispotosi/boletines/Paginas/BOL1301112.aspx>
- SENASICA. 2009. Enfermedad HLB (Huanglongbing) y su vector (*Diaphorina citri*). 2008
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 2019. *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), vector de la bacteria que causa el Huanglongbing (HLB). Buenos, Aires. 18pp.
- Shaw J.C. (1950) Hosts of the citrus blackfly in Mexico. USDA Bur. Ent. Plant Quarentine Rep., E798:16 pp.

- SIAP. 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Smith, H.D., Maltby, H.L., and Jiménez, E. 1964. Biological control of the citrus black y
in Mexico. Technical Bulletin No. 1311.USDA-ARS. 30pp.
- Solórzano R, 2006, Métodos no tóxicos para el control de plagas agrícolas, Proyecto
ALTERTEC, Guatemala C.A. pág: 2-26.
- Soto, J. and J. Iannacone. 2008. Efecto de dietas artificiales en la biología de adultos de
Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Chrysopidae: Neuroptera). Acta Zoológica
Mexicana Nueva Serie 24(2): 1–22.
- SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. 2002. Population dynamics and seasonal occurrence of
adults of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) in a citrus
orchard in southern Brazil. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 48
(2): 301-310.
- Souza, B.; Carvalho, C. F. 2002. Population dynamics and seasonal occurrence of adults
of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) in a citrus orchard
in southern Brazil. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 48 (2): 301-
310.
- Tauber M, Tauber C, Daane K, Hagen K. 1995. Evaluation of augmentative releases.
Disponible en: <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/proj6.html>
- Urbina, L. (2018). Ciclo biológico y comportamiento de *Diaphorina citri*, Kuwayana
(Hemiptera: Liviidae) en condiciones semicontroladas. Tesis titulación. Universidad
de Guayaquil. Ecuador.
- Van Lenteren, J. C. (Ed.). 2012. IOBC International book of biological control, versión 6.
Disponible en: [http://www.iobc-
global.org/download/IOBC_InternetBookBiCoVersion6Spring2012.pdf](http://www.iobc-global.org/download/IOBC_InternetBookBiCoVersion6Spring2012.pdf) [Fecha de
revisión: 21 marzo 2016].

- Varela, F. S. E.; Silva, A. G. L.; Garza, M. J. A.; Macias, P. L. E. 2007. Manejo de la Mosca Prieta de los Cítricos (*Aleurocanthus wolglumi* Ashby) a través de la Estimación de Porcentaje de Infestación y Parasitismo. XI Simposium Internacional de Citricultura. Tamaulipas, México. 7 p.
- Villanueva, M. E. 1994. La formación de las regiones de Yucatán. In: sociedad, estructura agraria y estado de Yucatán. Baños, R. O. (Ed.). Mérida, Yucatán: Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. 167-203 pp.
- Vu, T. X.; Ngo, T. T.; Mai, L. T. D.; Bui, T. T.; Le, D. H.; Bui, H. T. V. and Tran, V. T. 2018. A highly efficient *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation system for the postharvest pathogen *Penicillium digitatum* using DsRed and GFP to visualize citrus host colonization. J Microbiol. Methods. 144(1):134-144. doi: 10.1016/j.mimet.2017.11.019.
- Zhang, M. Q.; Powell, C. A.; Guo, Y.; Doud, M. S. and Duan, Y. P. 2012. A Graft-based chemotherapy method for screening effective molecules and rescuing huanglongbing-affected citrus plants. Phytopathology. 102(6):567-574. doi: 10.1094/phyto-09-11-0265.