

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL


**ESTUDIO DEL EFECTO DEL CONTROL BIOLÓGICO CON *Olla v nigrum* (L)
EN POBLACIONES DE *Diaphorina citri* (K) VECTOR DEL HLB**

Prestador del servicio social:

Ricardo Alejandro Manilla Estrella
Matricula: 2112036443

Vo.Bo. Dra. Silvia Rodríguez Navarro
(20232)

Asesores:


Interno: Dra. Silvia Rodríguez Navarro
Número económico: 20232



Externo: Dra. Susana Elizabeth Ramírez Sánchez
Número económico: 38313

Lugar de Realización:

Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Sinaloa (CESAVESIN) ubicado
en Av. Luis González Obregón #2874 Col. Bachigualato, Culiacán, Sin.

Fecha de Inicio y Término: 20 de febrero del 2017 al 20 de agosto del 2017

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
MARCO TEÓRICO	6
OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	9
METODOLOGÍA	10
ACTIVIDADES REALIZADAS.....	12
OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS.....	12
RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	13
RECOMENDACIONES	17
LITERATURA CITADA.....	17
ANEXO 1	19

RESUMEN

En el estado de Sinaloa, la producción de cítricos no figura dentro de los más importantes, sin embargo, es un estado que cuenta con características fisiográficas y climáticas necesarias para su producción, además, es una zona libre de virus de la tristeza de los cítricos (VTC). Uno de los problemas fitosanitarios más importantes asociados al cultivo de los cítricos, es el psílido asiático de los cítricos (PAC), *Diaphorina citri* (Kuhuyama) (*Hemiptera: Liviidae*), vector de *Candidatus liberibacter spp.* conocido como HLB, huanglongbing o dragón amarillo, que causa el amarillamiento del árbol hasta secarlo; para lo cual el Comité de Sanidad Vegetal del Estado de Sinaloa (CESAVESIN) ha realizado una serie de proyectos, para evaluar las alternativas para su control, por lo cual el objetivo de éste Proyecto de Servicio Social fue evaluar la efectividad del control biológico con *Olla v nigrum*, *Coleoptera* de la familia *Coccinellidae*, una catarina, en el combate de *Diaphorina citri* (*Hemiptera: Liviidae*) en laboratorio. Las actividades realizadas fueron registro diario de población de adultos, tasa de mortandad, larvas, pupas, SMS (Sin Madurez Sexual), oviposuras y estadísticas de las poblaciones con la incidencia del control biológico. Se utilizaron cajas Petri con 15 individuos, coccinélidos, ± 2 , con una dieta líquida de solución con miel en esponjas $1,1\text{cm}^3$ y otra dieta merídica a base de vitaminas y minerales en un rectángulo de cartoncillo de 1.3 cm y huevo de *Sitotroga cerealea* Olivier (*Lepidoptera: Gelechiidae*). El tiempo de eclosión de la oviposura fue de 2 días, ocho días de primer instar a pupa, otros 7 días para que emerjan de la pupa los adultos sin madurez sexual y para que alcanzaran la madurez sexual tardan de 8 a 12 días. Una caja Petri produjo 27 huevos viables en promedio, duplicando la población, favoreciendo el uso de este depredador para usarlo de forma integral en el control de plagas y enfermedades, como la *Diaphorina citri* (Kuhuyama) (*Hemiptera: Liviidae*). Y se realizó la liberación de éstos, sin embargo ya no fue posible, por el tiempo, evaluar la efectividad en campo.

INTRODUCCIÓN

México se encuentra entre los líderes a nivel mundial en producción de cítricos, posicionándose en el quinto lugar (4.6% del total) detrás de China (21%), Brasil (18%), Estados Unidos (8%) y la India (6%), (Maya, 2017).

El cultivo de cítricos en México es una actividad de gran importancia tanto social como económica. Se realiza en poco más de medio millón de hectáreas en regiones con clima tropical y sub-tropical en 23 entidades federativas. De esa superficie, aproximadamente 80% se destina a los denominados cítricos dulces, cuya producción es del orden de 4.9 millones de toneladas por cosecha, principalmente de naranja (83% del total), toronja (8%), mandarina (5%) y tangerina (4%) (Maya, 2017).

El cultivo de cítricos dulces representa una fuente importante de ingresos en las zonas rurales donde se lleva a cabo. Se estima que cerca de 69 mil familias dependen de esta actividad, con un valor superior a siete mil 100 millones de pesos (Maya, 2017).

Los cítricos como el limón, naranja, toronja, mandarina, lima, etc., son de gran importancia socio-económica para México. Destacando el limón por casi 9 mil millones de pesos, le sigue la naranja con un valor superior a los 6.7 mil millones de pesos, según indica el servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2014). Los estados que destacan en la producción de limón son Veracruz (55% del total nacional), San Luis Potosí y Tamaulipas, que en conjunto representan 22% de la superficie sembrada y cosechada, así como Puebla y Nuevo León.

Es por ello que se debe prestar atención a cada una de las etapas de producción del fruto en materia de fitosanidad y calidad, en especial, con una de las principales plagas que afecta a la producción de los cítricos, la *Diaphorina citri*, que es vector de la enfermedad del dragón amarillo que llega a afectar e infestar el cultivo causando pérdidas de hasta 100% (CESAVESIN, Cítricos en Sinaloa, 2014)

Es en 2005 cuando se registra la presencia de la plaga *Diaphorina citri* en la citricultura en el estado de Sinaloa (Cortez, 2011). Ante tales retos, de producción como de plagas, que se enfrentan los productores de cítricos, el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Sinaloa (CESAVESIN). Que es un organismo auxiliar de la fitosanidad en el estado de Sinaloa; actualmente, como control biológico reproduce *Chrysoperla comanche* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae) que se ha implementado recientemente para el combate del psílido

asiático de los cítricos, y que ha demostrado ser buena opción para el control del PAC (Pacheco y Perales, 2013).

Otro depredador que se reprodujo fue *Olla v nigrum*, depredador natural de *Diaphrina citri*, ya que en estadio larval y adulto es voraz; y, que se reproduce en los laboratorios de coccinélidos. Al ser relativamente poco el tiempo de ser implementado esta nueva opción de depredador como control biológico, hay pocos estudios científicos sobre su efecto y eficacia en las poblaciones del psílido asiático de los cítricos. Por este motivo, este proyecto de investigación tiene por objetivo, evaluar la efectividad del control biológico con *Olla v nigrum* (L) en el combate de *Diaphorina citri* (K) (Hemiptera: Liviidae).

En México existen diversas alternativas para el control del insecto como lo son insecticidas, plaguicidas, agroquímicos, pero también representan un problema el cual daña otros insectos que pueden ser utilizadas para un control natural, el control de plagas y enfermedades es de suma importancia, por ello CESAVESIN ha introducido un nuevo depredador *Olla v nigrum* como control biológico para el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*. Esta novedad tiene pocos datos sobre su eficacia por lo que nos cuestionamos ¿Qué tan eficaz es *Olla v nigrum* como control biológico contra *Diaphorina citri* vector HLB de los cítricos? y ¿Cómo contribuye el *Olla v nigrum* como control biológico en las poblaciones del psílido asiático de los cítricos según el protocolo que se utiliza en el CESAVESIN para la liberación en campo?, es por esta razón que el presente trabajo va enfocado en el estudio del efecto y eficacia del depredador.

MARCO TEÓRICO

En los últimos años, la producción de cítricos se ha visto afectada por la presencia de plagas y enfermedades, entre los que destaca el Huanglongbing (HLB) o “dragón amarillo”. Si bien en la actualidad no existe control para el HLB, la SAGARPA, a través del SENASICA y los gobiernos estatales, ha emprendido un ambicioso programa para su prevención y contención; además, se avanza en las investigaciones para desarrollar materiales genéticos tolerantes a la enfermedad. También los fenómenos climatológicos han afectado la producción; ese fue el caso de las sequías en 2009 y 2011 que implicaron una reducción de 2.6% en cada año (Maya, 2017).

Para la cosecha 2012-2013, se anticipó una recuperación de la producción de cítricos dulces, principalmente de naranja, de aproximadamente 5% con respecto al año previo, lo que implicaría alcanzar el nivel promedio obtenido en los últimos cuatro años que se ubicó en el orden de 4.2 millones de toneladas por cosecha y, en el estado de Veracruz en dos millones de toneladas, que contrasta con la caída de la producción en 2011 (1.5%) por la intensa sequía de ese año en la región (Maya, 2017).

Así, se prevé que la producción de naranja en Veracruz se ubique en casi 2.08 millones de toneladas, cifra superior a la registrada en 2011 (1.98 millones) pero todavía inferior a la obtenida en 2007 (2.15 millones). Otros estados que contribuirían a dicha recuperación serían Tamaulipas, cuya producción de naranja se situaría en 550 mil toneladas; San Luis Potosí 360 mil, y Puebla con 310 mil. (Maya, 2017).

La recuperación de la producción de naranja y de otros cítricos responde, entre otros factores, a las inversiones y acciones que instrumentó el Gobierno Federal, a través de la, en los últimos años. Destacan:

- I. La operación desde el 2001 del “Programa Nacional de Reconversión Productiva de la Cadena Citrícola”, que se enmarca en el plan estratégico de la citricultura nacional para transformarla hacia una actividad moderna con competitividad a nivel internacional;
- II. Tecnificación del riego para optimizar el uso del agua ante el cambio climático. La naranja ha sido el cultivo frutícola con más hectáreas apoyadas en esta administración.
- III. Certificación de viveros para asegurar la ausencia de enfermedades y patógenos en el cultivo, así como la instrumentación de buenas prácticas agrícolas, de manufactura, de inocuidad y calidad ante las exigencias de los mercados nacional e internacionales.
- IV. Fortalecimiento de las cadenas de producción-consumo.

- V. Apoyo en infraestructura para postproducción, con el fin de que los productores dispongan de más y mejores canales de comercialización y diversificación del mercado.
- VI. Destaca, también, el inicio de la construcción de una planta procesadora de jugos en la región de Totonacapan, Veracruz, compromiso del Presidente Felipe Calderón Hinojosa que, junto con una terminal de exportación en Tuxpan, abrirán nuevas e importantes opciones de mercado como el europeo y el centroamericano, además de consolidar la presencia en el estadounidense. Se estima que esa planta procesadora de jugos entrará en operación en el primer semestre de 2013.

Diversos métodos y estrategias de control se han empleado en el mundo para enfrentar, tanto al vector, como a la enfermedad. Estos incluyen la destrucción y eliminación de las fuentes de inóculo, el control del insecto vector y la renovación de las plantaciones utilizando posturas sanas. En el caso de establecerse el vector y no detectarse la enfermedad, entonces se plantea la implementación de programas de control biológico. Sin embargo, hasta el momento no se conoce ningún método de erradicación efectivo para el vector, aunque el control biológico clásico del psílido puede contribuir a la supresión de sus poblaciones. J. Alemán et. al. (2007) hablan sobre las ventajas y desventajas de métodos de control de plagas:

Control químico: Muchos insecticidas sintéticos han sido probados contra este psílido, entre los cuales se mencionan endrin, diazinon, parathion, malathion, methyldemeton, thiometon, DDT, dimethoate, phosphamidon, monocrotophos, oxydemeton-methyl, phosalone, quinalphos y phosmet, sin embargo, generalmente se acepta que los aceites de petróleo son más efectivos contra insectos pequeños e inmóviles, los cuales quedan cubiertos por una fina película de aceite y por tanto mueren. Se ha observado que los huevos y las ninfas del psílido presentes en los brotes sufren significativa mortalidad cuando se aplica este tipo de producto, aunque la susceptibilidad a los aceites difiere entre los estados de la plaga, con los instares jóvenes más susceptibles, mientras que los huevos son más tolerantes. Cuando se asperjan árboles no infestados por el psílido, se observan bajos niveles poblacionales posteriormente, lo cual puede deberse a la inhabilitación de los sitios de oviposición. Los aceites de petróleo han demostrado un efectivo control de las ninfas del psílido en condiciones de campo y para obtener una mejor protección del cultivo se recomienda su aplicación en intervalos menores de 9 días.

El uso de los aceites tiene una serie de ventajas con respecto a los plaguicidas convencionales, debido a que son menos agresivos a los enemigos naturales, los insectos no desarrollan resistencia, no resultan tóxicos a los vertebrados y se

degradan fácilmente en el ambiente, haciendo que su uso sea más sostenible a largo plazo.

Control biológico: El uso indiscriminado de insecticidas contra *Diaporina citri* (García et al, 2016) conduce a la desestabilización de los enemigos naturales de otras plagas como la mosca prieta de los cítricos, *Alaurocanthus woglumi* (Ashby), *Homoptera: Aleyrodidae* y el ácaro rojo *Panonychus citri* (McGregor), por lo que los esfuerzos de las investigaciones se han concentrado en el control biológico.

Existe una diversidad de enemigos naturales que se alimentan sobre *D. citri*, tales como arácnidos, crisópidos, sírfidos y coccinélidos, destacándose este último grupo entre los depredadores más eficaces. Por otra parte, los parasitoides también ejercen una función primordial en la regulación de las poblaciones del psílido, señalando las especies asiáticas *Tamarixia radiata* Waterston y *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Shaffe, Alan y Agarwol) entre las más efectivas, las cuales han sido importadas para emplearlas en programas de control biológico en Estados Unidos. En Cuba, desde la introducción del vector, los enemigos naturales encabezados por los depredadores (crisopas y coccinélidos) han constituido la primera barrera a su desarrollo, seguido de aquellos que son más específicos, como son los hongos entomopatógenos y los parasitoides.

En Isla Reunión (situada en el Océano Índico, al este de Madagascar) conviven las dos especies de psílicos vectores de la enfermedad: *T. erythrae* y *D. citri*, con poblaciones de la primera muy abundantes en zonas altas, mientras que *Diaphorina citri* se localiza fundamentalmente en las regiones secas y cálidas, a altitudes inferiores a los 500 metros sobre el nivel del mar, adoptándose la decisión de introducir enemigos naturales procedentes de la región de origen de *Diaphorina citri*. Así en 1978 se logró un control exitoso sobre *T. erythrae* mediante la introducción del parasitoide *Tamarixia dryi* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) desde Sudáfrica y de *D. citri* con la introducción de *T. radiata* desde la India. La misma decisión de introducir *T. radiata* para el control del psílido se adoptó en 1999 en otra de las islas francesas de ultramar, en esta ocasión en la isla Guadalupe y para ello, los ejemplares se trasladaron desde la Isla Reunión, donde los pocos insectos que lograron sobrevivir se liberaron en árboles no tratados químicamente y con alta infestación por *D. citri*. Unos meses después en algunas zonas se observó un parasitismo de 38% y se realizaron recolectas del parasitoide para su reproducción en condiciones de laboratorio, empleando como planta hospedante del fitófago a *M. paniculata*, por ser más fácil de obtener en macetas. Un año después de haber realizado las liberaciones, *T. radiata* se encontraba en todos los lugares de la isla, con un nivel de colonización total.

En Taiwán, se han encontrado tres especies de enemigos naturales asociadas al psílido; ellas son (Cortez, 2011) los depredadores *Chrysopa boninensis* Okamoto (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) y *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) y el endoparasitoide *Diaphorencytrus diaphorinae* (Lin y Tao). El ectoparasitoide de ninfas *T. radiata* se introdujo a mediados de los 80' desde Isla Reunión y se logró su establecimiento, detectándose 11 hiperparasitoides que lo atacan. No obstante, el reservorio de población del psílido se ha mantenido bajo cuando se han hecho liberaciones inoculativas de *T. radiata* en plantas de *Murraya paniculata* (L). Planta estrechamente ligada con los cítricos.

El éxito de un programa de control biológico clásico puede estar determinado por el uso del ecotipo apropiado de enemigo natural, por lo que se requieren de ciertas investigaciones cuando estos son importados o se han detectado por primera vez en un país o región. Estas investigaciones contribuyen al mejor desarrollo de crías masivas y a evaluar las potencialidades del biorregulador.

La Catarina olla v nigrum (K) ha sido reportada como enemigo natural del PAC (Michaud, 2004) y en otros estudios (Cortez, 2011) concluye que es el depredador que más abundancia relativa (30.8%) en comparación con las crisopas.

La vigilancia epidemiológica fitosanitaria enmarca una serie de acciones y actividades tales como son el control biológico en laboratorios, que forman parte de las herramientas operativas para determinar la ocurrencia o ausencia de plagas en un área específica.

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

Objetivo General: Se evaluó la capacidad de reproducción bajo condiciones de laboratorio de *Olla v nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) depredador natural de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) como control biológico.

Como objetivos específicos, se describieron los diferentes procesos de desarrollo: reproducción y ciclo de vida de *Olla v nigrum*.

METODOLOGÍA

Primeramente, se realizó un recorrido de las instalaciones del CESAVESIN y del laboratorio de coccinélidos para la introducción de los procesos a realizar de acuerdo al método empleado:

- **Desinfección de cajas petri.**
Lavado cajas petri y esterilización para su constante uso.
- **Realización de dietas sólidas y líquidas para pie de cría.**
Realizar mezcla de nutrientes, minerales y vitaminas, agregándoles huevos de *sitotroga* Olivier (*Lepidoptera: Gelechidae*). (palomilla) de esta manera se induce a hábitos alimenticios como depredadores.
- **Monitoreo de pie de cría en estado larvario.**
Mantenimiento de limpieza diaria de las cajas petri (hábitat) de los individuos.
- **Monitoreo de pie de cría adulto.**
Conteo de individuos, identificación de sexo y posteriormente comenzar con la reproducción de coccinélidos adultos que han alcanzado la madurez sexual, ubicando 16 individuos (8 hembras y 8 machos) por caja petri.
- **Explotación de pie de cría madura para la recolección de ovíposturas en simulador.**
Búsqueda de ovíposturas de los simuladores para su reproducción masiva.
- **Liberación en campo.**
Liberación en árboles cítricos reportados por una junta local (Valle del Évora) adscrita al CESAVESIN describen que se dejan de 15 a 20 larvas en brotes jóvenes y con presencia del PAC en cada árbol.

En el laboratorio de coccinélidos se reproducen 3 especies: *Harmonia axyridis*, *Coleomegila maculata* y *Olla v nigrum*, ésta última se me asigno, otorgándome una colonia para observar su comportamiento bajo condiciones de laboratorio y ciclo de vida, en un lapso de 130 días para poder estimar poblaciones de depredadores contra la plaga *Diaphorina citri*.

CRONOGRAMA DE TRABAJO DE CAMPO.

Actividades realizadas por mes y semana a desempeñar en Laboratorio de coccinélidos del agosto del 2017.

Mes Actividad	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Desinfección de cajas Petri.	Semana 8		Semana 13	Semana 18
Realización de dietas sólidas y líquidas para pie de cría.	Semana 9	Semana 9	Semana 14	Semana 19
Monitoreo de pie de cría en estado larvario.		Semana 10	Actualización del tercer reporte de investigación.	Actualización del quinto reporte de investigación.
Monitoreo de pie de cría adulto.		Semana 11	Semana 15	Semana 20
Explotación de pie de cría madura para la recolección de ovíposturas en simulador.		Semana 12	Semana 16 Semana 17	Semana 21
Liberación en campo.		Actualización del segundo reporte de investigación. Semana 13	Actualización del cuarto reporte de investigación. Semana 18	Semana 22 Actualización del sexto reporte de investigación.

ACTIVIDADES REALIZADAS

Durante la estancia en las instalaciones del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Sinaloa (CESAVESIN), del 20 de febrero del 2017 al 20 de agosto del 2017, se trabajó en el laboratorio de coccinélidos, durante una jornada de 5 horas aproximadamente por día, donde, el principal trabajo de investigación se desarrolló en la reproducción masiva de coccinélidos, llevándose observaciones y registro diario de la colonia en su fase de adultos, larvas, SMS o adultos sin madurez sexual y pupas.

El proceso para la reproducción masiva de estos depredadores naturales de la plaga *Diaphorina citri* (K) de acuerdo a la metodología empleada.

Existen actividades complementarias, que se realizan después de las prioritarias, como son: lavado y secado de cajas Petri, emparamiento (que consiste en hacer torres con las cajas Petri secas para su posterior manipulación), armado de cajas para el día siguiente (alimento, con y sin simulador para la ovipostura “ovopositor” para las colonias en sus diferentes fases) y refrigeración para la conservación del alimento fresco. Lavado de otros materiales de laboratorio como ovopositores o simuladores para la ovipostura, esponjas para la dieta líquida (que además se desinfectan con agua caliente), capturadores, pinceles, etc.

Una actividad que se hace cada semana es una dieta artificial y una natural o “merídica”, (que se compone de levadura de cerveza, polen, germen de trigo, benzoato de sodio, miel, nipagin, jalea real, vitamina E, vitamina C, alga espirulina, agua agar, leche y huevo de *Sitotroga cerealella* Olivier (*Lepidoptera: Gelechiidae*). Además de una dieta líquida (consiste en miel, agua, benzoato de sodio, jaleas reales y vitamina E. Las cantidades para la elaboración es secreto del laboratorio por patente).

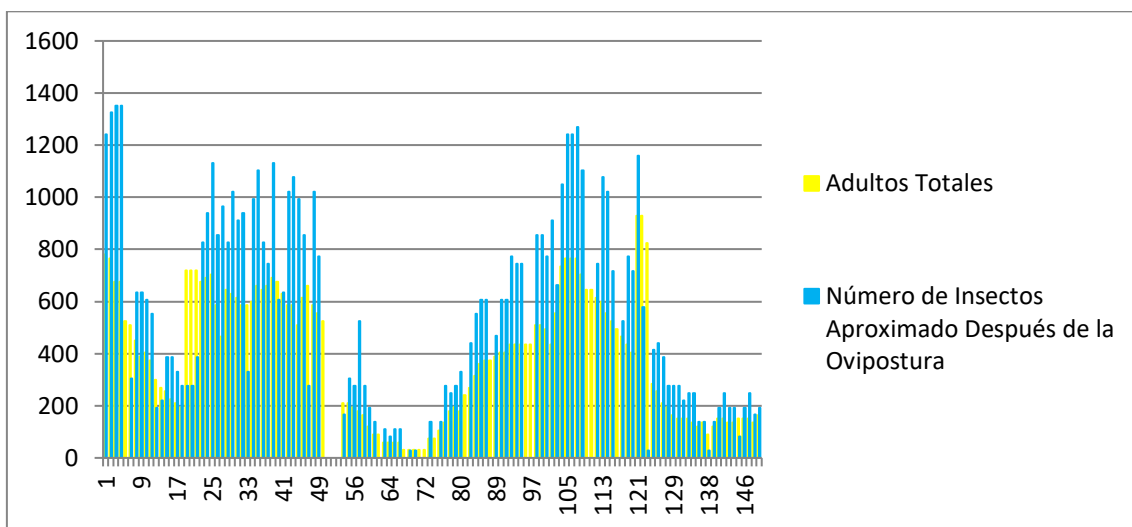
OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS

El desarrollo del Proyecto de Servicio Social se cumplió con los objetivos específicos ya que se estableció la cría de *Olla v. nigrum*, además se describieron los procesos de desarrollo, reproducción y preparación para la aplicación de *Olla v. nigrum* y hacer la liberación. Sin embargo, **no se logró evaluar la efectividad en campo como control biológico**, debido a que en el momento de realización de servicio social, no coincidió con las fechas de liberación, por lo que se enfocó en la reproducción. Para suplir esta meta se elaboró una ficha descriptiva del proceso en la reproducción o explotación de individuos depredadores, para el control biológico en el combate del psílido asiático causante de la enfermedad HLB. (Anexo 1)

RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

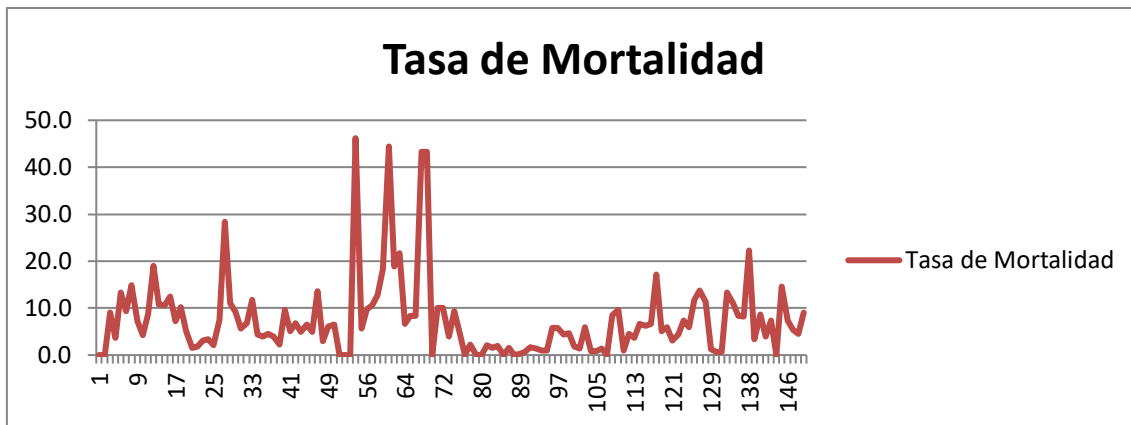
Las colonias de adultos (Grafica 1) se puede apreciar que, la colonia se duplica, es decir, la fluctuación de números de adultos es afectada porque durante la investigación de la colonia de coccinélidos de la especie *Olla v nigrum* estaba en sus últimas explotaciones reproductivas para el control Biológico. Ya que, en el laboratorio también se estaban reproduciendo otras especies de coccinélidos de mayor tamaño y depredación.

Al inicio de la investigación se realizó un conteo con un total de 780 coccinélidos adultos y se produjeron 63,700 insectos aproximados para su empaque y liberación en campo. Se duplico 81 veces la población.

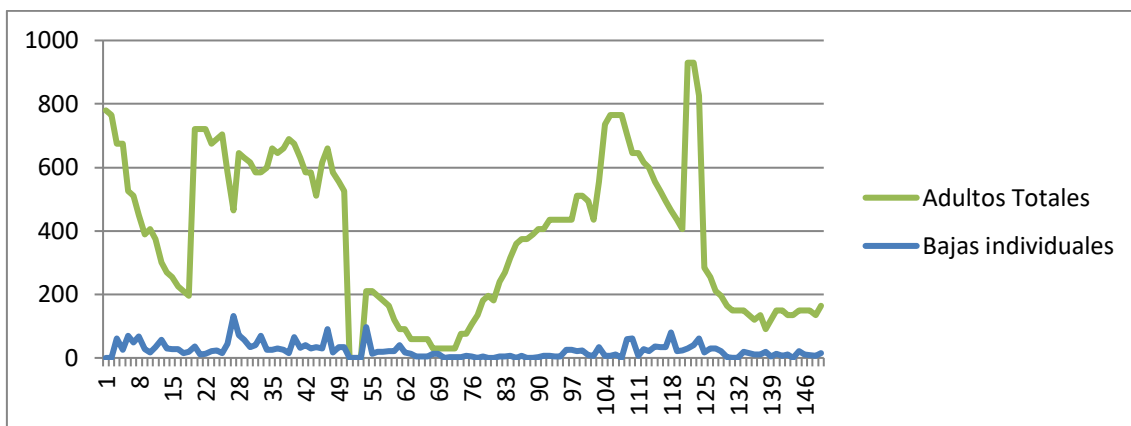


Gráfica 1. Reproducción del depredador *Olla v nigrum* (M) (COLEOPTERA: *coccinélidae*). Como control biológico bajo condiciones de laboratorio. Se muestra los números alcanzados durante la investigación.

La tasa de mortandad (gráfica 2) fue de 7.5% promedio, esto se debe al **manejo** y cuidados que se tienen al manipular las **colonias con números de 15+/- individuos por caja Petri**. y la dieta merídica suministrada que ha dado resultados favorables en la reproducción masiva de coccinélidos (Gráfica 3). La ovipostura sufre depredación por otras hembras como fuente de alimentación para su propia ovipostura, por tal motivo se colocan 7 parejas aproximadamente por caja Petri.

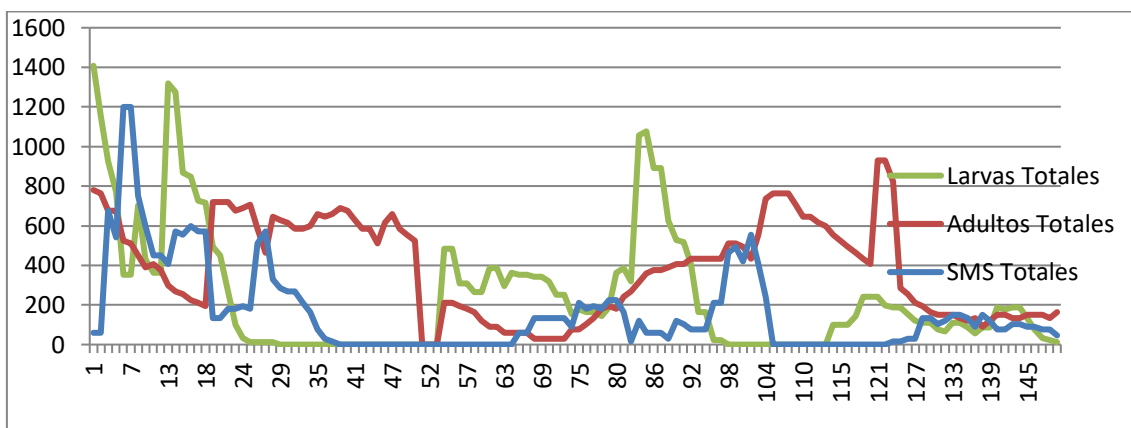


Gráfica 2. Tasa de mortalidad de coccinélidos adultos en el tiempo que duró la investigación.



Gráfica 3. Adultos totales Producidos y bajas de adultos a través del tiempo de investigación.

En la Grafica 4 podemos observar un contraste entre la colonia de larvas, SMSs, y adultos, de esta manera ver su evolución en las poblaciones de adultos. Cuando la línea de larvas empieza a bajar, los números de los SMSs empiezan a subir y cuando se van a la baja es porque están cambiando de estadio a su fase adulta, como se refleja en la gráfica.



Gráfica 4. Colonias de SMS, larvas y adultos en sus fases de *Olla v nigrum* en un tiempo de 130 días.

Las liberaciones en campo.

Para efecto del estudio, las liberaciones en campo se hacen en otros organismos auxiliar es de sanidad vegetal, junta local de valle del Évora, donde se liberan 30 larvas por árbol de cítricos a principios de año, cuando los niveles poblacionales de áfido son menores, pues es utilizado como método preventivo de un manejo integrado de plagas.

La investigación se llevó a cabo bajo condiciones de laboratorio a temperaturas de entre 26 y 28°C, fotoperiodo de luz de 12 hrs. Y con una humedad relativa de 60 y 70%. El tiempo promedio de vida del depredador *Olla v nigrum* a partir de la ovipostura hasta la fase adulta fue de 17 días y con madurez sexual pasaron de 23 a 27 días. El tiempo de eclosión de los huevos fue de 2 días; durante la fase larval fue de 8 días (2 días por estadio larval, (cuatro estadios larvales); 7 días en fase de pupa; y, 8 a 12 días para que el adulto alcance la madurez sexual y pueda reproducirse. Lo que contrasta con Angulo (2012), que reporta el desarrollo del depredador *M. sexmaculatus* (coccinélido) alimentado con *Aphis craccivora* Koch, desde la oviposición hasta la emergencia del adulto fue de $10,01 \pm 0,04$ días, además que no menciona cuantos días pasaron para que el adulto alcanzará la madurez sexual. El tiempo promedio de los huevos fue $2,00 \pm 0,00$ días datos que coinciden con esta investigación; el tiempo promedio de la fase larval fue de $5,03 \pm 0,04$ días, y en el caso de la *Olla v nigrum* (M) fue de 8 días, cuyo promedio por estadio larval es de dos días. Esto nos lleva a una diferencia en las especies de coccinélidos de 3 días siendo la especie investigada en este trabajo la que tuvo un desarrollo menor; mientras que la pre-pupa se desarrolló en $0,72 \pm 0,05$ días, y las pupas se desarrollaron en un promedio de $2,26 \pm 0,05$ días. Los datos de pre-pupa y pupa de esta investigación se registraron en conjunto dando en promedio 7 días, a diferencia de 3 días de *M. sexmaculatus*.

Solano (2010) reporta que la duración del ciclo de vida de *O. v-nigrum* alimentado con *A. craccivora* (áfido) fue de $12,8 \pm 0,75$ días, Mientras que en el caso de esta investigación con dieta merídica fue de 17 días. Huevo 2.60 similares a los 2 días registrados; Total de larva, 6.40 días y 8 días totales en esta investigación; en el caso de pupa 3.48 días, menor tiempo a los registros de 7 días, dando como diferencia de 3,52 días menos.

Palomares et. al. (2016) mencionan que el tiempo de huevo a adulto de *E. marginipennis* fue de 28.05 ± 1.13 días; mientras que en esta investigación los datos arrojan 17 días en que *Olla v nigrum* (CESAVESIN) llegue a su estado adulto sin madurez sexual. Larva I: 3.60 ± 0.28 días. Larva II 3.20 ± 0.14 días. Larva III 3.40 ± 0.17 días. Larva IV 6.20 ± 0.14 días. Pasan más tiempo entre instares larvales en comparación con mis registros con dos días por estado larval. Prepupa 1.40 ± 0.17 días. Pupa 4.42 ± 0.16 días, 5.82 días total; para este

caso se registró conjuntamente la pre-pupa y pupa teniendo ligeramente más días, 7 ± 0.5 días.

La comprobación de la efectividad del control biológico con *Olla v nigrum* en el combate de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) no se llevó a cabo porque la investigación solo se realizó dentro de las instalaciones de laboratorio. Dificultando, además, la aplicación de un método para la evaluación de su efectividad como control biológico.

Por otro lado, se logró describir los diferentes procesos de desarrollo del ciclo biológico de *Olla v nigrum* bajo condiciones de laboratorio. Así como también, observar los parámetros de la colonia registrados en el estudio indican que las condiciones de alimentación, temperatura y humedad en la que se llevó a cabo la investigación son adecuadas para el desarrollo de *Olla v nigrum*; ya que desde la ovipostura (que tiene alta viabilidad) hasta la fase adulta, los insectos se desarrollan adecuadamente. El rápido desarrollo del coccinélido pudiera ser debido a que se ofrece un balance nutricional adecuado para el desarrollo del depredador en condiciones de laboratorio.

Para finalizar, es importante mencionar que, las liberaciones se hacen en estados larvales y colonias de adultos en árboles citrícolas y cerca de los brotes jóvenes que es donde se encuentran el PAC. Una junta local (Valle del Évora) adscrita al CESAVESIN reportó que se liberan de 15 a 20 larvas en brotes jóvenes y con presencia del PAC por cada árbol. Esto como medida preventiva en acciones de manejo integrado como control biológico.

RECOMENDACIONES

Es importante destacar que el trabajo en laboratorio en las instalaciones del CESAVESIN permite mayor prolongación en el ciclo de vida de *Olla v nigrum* así como la viabilidad del huevo. No obstante sería importante integrar un segundo turno en el trabajo de laboratorio de coccinélidos para así aprovechar las ovipostura cuando todavía cuenta con luz artificial del fotoperiodo de 12 horas.

A los estudiantes y egresados es importante continuar con la línea de investigación, el cómo afecta directamente el control biológico de especies reproducidas en laboratorio de coccinélidos e ir a campo y observar sus diferentes variaciones que no son propiamente del laboratorio.

Bajo los datos obtenidos en la investigación y considerando que las plagas tienen una importancia económica en los cultivos de cítricos, es importante mencionar que el depredador *Olla v nigrum* es un agente biológico adecuado para el control de la *Diaphorina citri* en los cultivos de los agricultores del estado de Sinaloa, y de esta manera formar parte de un buen control biológico en un manejo integrado de plagas.

Referencias

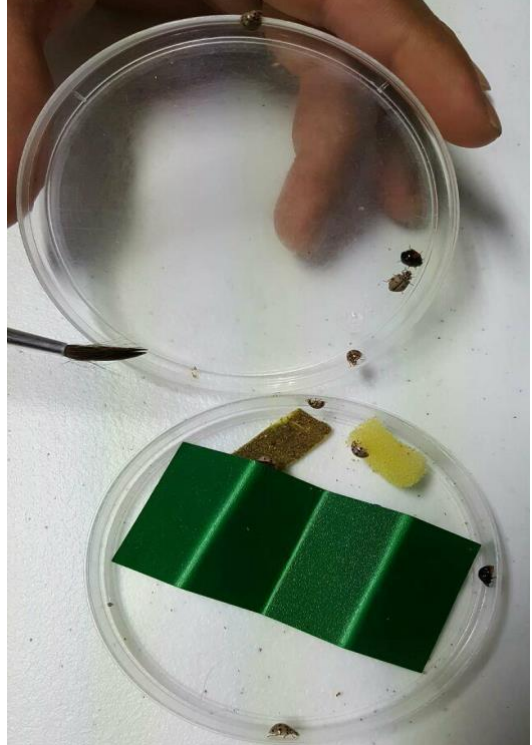
- Alemán, J., Banos, H., & Ravelo, J. (2007). *Diaphorina citri* y La Enfermedad Huanglongbing: Una combinación destructiva para la producción citrícola. *Protección Vegetal.*, 22(3), 5-7.
- Angulo, J., Arcaya, E., & y González, R. (2011). Aspectos biológicos de *Menochilus sexmaculatus*. *Botetín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 423-431.
- Arenas, O. (2013). Abundancia Estacional de *Diaphorina citri*. *Acta Zoologica Mexicana.*, 217-333.
- Argumedo, L. (2012). Identificación de Enemigos Naturales de *Diaphorina Citri* kuwayama (Hemiptera: Psillydae) En el Estado de Yucatán Mèxico. *Fitosanidad.*, 5-11.
- CESAVESIN. (2014). Cítricos en Sinaloa. *Fitosanidad*.
- CESAVESIN. (2016). Tierra fértil para la producción de cítricos. *Fitosanida e Inocuidad en Sinaloa*(6), 10-12.
- Cortéz-Mondaca, E., Lugo-Angulo, N. E., Pérez-Márquez, J., & Apodaca Sánchez, M. Á. (2011). Primer reporte de enemigos naturales y parasitismo sobre *Diaphorina citri* Kuwayama en Sinaloa, México. *Revista científica UDO Agrícola* 11, 97-103.
- García-Méndez, V. H., Ortega-Arenas, L. D., & Villanueva-Jiménez, J. A. (2016). Susceptibilidad de *Diaphorina citri* Kuwayama (HEMIPTERA: LIVIIDAE). *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 50(3), 12.
- Maya, C. J. (2017). Cítricos mexicanos en el mercado japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa. *México y la cuenca del pacífico*, 6(16), 107-142.
- Michaud, J. (2002). Biological control of Asian citrus psillyd, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psillydae) in Florida: A preliminary report. *Entomological News.*, 216-222.
- Pacheco, C. J., & Perales, M. (2013). *Chrysoperla carnea* (Stephen), *Chrysoperla comanche* (Banks) y *Ceraeochrysa valida*. *Entomologia*, 278-283.
- Palomares-Pérez, M., Rodríguez-Vélez, B., Ayala-Zermeño, M. Á., De la Cruz Llanas, J. d., Mendoza-Castañeda, A. M., Sánchez-González, J. A., . . . Cordoba-Urtíz, E. G. (2016). Aspectos Biológicos y Capacidad de




Depredación de *Exochomus marginipennis* (LeConte) (Coleoptera: Coccinellidae) Sobre *Diphorina citri* K (Hemiptera: Liviidae). *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*, 102-109.

Solano, Y., Valera, N., & Vásquez, C. (2010). Aspectos Biológicos de *Olla V Nigrum* (Mulsant). *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 251-260.

ANEXO 1

Reproducción de coccinélidos bajo condiciones de laboratorio a una temperatura de entre 26 y 28°C, humedad relativa entre 60% y 70% fotoperiodo de luz 12 horas, altitud 30msnm:

Actividad	Descripción	Imagen
1a actividad el cambio de adultos a nuevas cajas Petri	Estas cajas Petri previamente se armaron con alimento con una dieta "merídica" y una dieta. De esta manera se logra recolectar la ovipostura para evitar depredación (protección de la ovipostura).	

<p>2da actividad es trabajar con la colonia en su fase de larva</p>	<p>Consiste en ir separando de entre 10 a 13 individuos en caja Petri y por instar larval, con la intención de evitar depredación, agregando alimento de dieta (merídica y líquida) y/o cambio de caja Petri</p>	 <p>A clear plastic Petri dish containing several small, dark, segmented larvae. There are two pieces of food: a small yellowish chunk and a larger, rectangular, brownish-green piece.</p>
<p>3ra actividad trabajar en la colonia en su fase de adultos sin madurez sexual "SMS"</p>	<p>es alimentar a la colonia en su fase de adulto sin madurez sexual "SMS" (catarinas que salen de su pupa) para fortalecer su desarrollo en su fase adulta y alcance la madurez sexual para su reproducción.</p>	 <p>A clear plastic Petri dish containing several small, brown, oval-shaped pupae. There are two pieces of food: a small yellowish chunk and a larger, rectangular, brownish-green piece.</p>
<p>4ta actividad consiste en observar la colonia en fase en pupación</p>	<p>Consiste en observar la fase en pupación si ha emergido y madurado su cuerpo en fase de adulto sin madurez sexual, para poder así, manipularlas y cambiarlas a una caja p. con alimento con 15⁺-2 individuos.</p>	 <p>A clear plastic Petri dish containing several small, brown, oval-shaped pupae. There are two pieces of food: a small yellowish chunk and a larger, rectangular, brownish-green piece.</p>

<p>El empaque de insectos en estado larvario</p>	<p>Se “barren” las larvas emergidas (de las cajas apartadas con ovipostura que provienen de las eclosiones de las oviposturas que la fase adulta ovipositó) En contenedores insectos se empaquen en de 500ml. y 1l. de plástico con malla de organza como tapadera para su respiración. . Para su liberación en campo.</p>	
<p>Actividades complementarias</p>	<p>se realizan después de las prioritarias, como son: lavado y secado de cajas Petri, emparamiento (que consiste en hacer torres con las cajas Petri secas para su posterior manipulación), armado de cajas para el día siguiente (alimento, con y sin simulador para la ovipostura “ovopositor” para las colonias en sus diferentes fases) y refrigeración para la conservación del alimento fresco. Lavado de otros materiales de laboratorio como ovipositores o simuladores para la ovipostura, esponjas para la dieta líquida (que además se desinfectan con agua caliente),</p>	

	<p>capturadores, pinceles, etc.</p>	
<p>Dieta</p>	<p>Una actividad que se hace cada semana es una dieta artificial y natural o “merídica”, (que se compone de levadura de cerveza, polen, germen de trigo, benzoato de sodio, miel, nipagin, jalea real, vitamina E, vitamina C, alga espirulina, agua agar, leche y huevo de <i>Sitotroga cerealella</i> Olivier (<i>Lepidoptera: Gelechidae</i>). Además de una dieta líquida (consiste en miel, agua, benzoato de sodio, jaleas reales y vitamina E. Las cantidades para la elaboración es secreto del laboratorio por patente).</p>	