



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**EFFECTOS SECUNDARIOS POR INGESTIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES Y  
JABÓN SOBRE EL DEPREDADOR *Chrysoperla sp.***

Tesis que para obtener el título de

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

MARIA DEL PILAR LAZARO RAMIREZ

DIRECTOR: DR MIGUEL ARAGÓN SÁNCHEZ

Noviembre 2023



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia por su cariño, apoyo y esfuerzo, sin ustedes esto no hubiera sido posible.

A Miriam, siempre he dicho que soy una persona muy afortunada por contar con tu amistad, no tengo palabras para expresar lo importante que fue tu apoyo moral y humano en todo momento.

A Isma, que a pesar de la distancia me has dado la fortaleza para seguir adelante, tu cariño, paciencia y apoyo fue pieza clave para continuar en esos momentos de debilidad.

A mi director de tesis Dr. Miguel Aragón Sánchez, por darme la oportunidad de trabajar con usted, por la paciencia y el apoyo en la elaboración de este trabajo.

Al Dr. Arturo Huerta de la Peña por abrirme las puertas de su laboratorio y permitirme desarrollar este proyecto.

A Charo, Karis, Clary y Azu, ustedes hicieron que mi estancia en el laboratorio fuera más amena, aprendí mucho de cada una y en conjunto el verdadero significado del trabajo en equipo, sin sus consejos y apoyo hoy no estaría aquí. De corazón muchas gracias, chicas.

Al Colegio de Postgraduados Campus Puebla, por permitirme desarrollar este proyecto, necesario para alcanzar mis objetivos académicos.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por brindarme las herramientas necesarias para desarrollarme en todos los ámbitos posibles durante mi estancia como estudiante.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis hermanos Carlos, Roberto Jr., Karina, Concepción y Aurorita fueron el impulso para mostrarles el camino a seguir y hoy decirles que, si se puede; a mi padre por retarme día a día, eso me sirvió de impulso para culminar este proyecto, pero sobre todo a mi madre que me incentivo a buscar mí camino.

# ÍNDICE

## RESUMEN

<b>1.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.2 Familia Chrysopidae.....	2
1.3 <i>Azadirachta indica</i> (A. Juss) Neem.....	3
1.4 Descripción botánica, componentes químicos, modo de acción y usos del neem. ....	3
1.5 <i>Argemone mexicana</i> .....	5
1.6 Descripción, composición química, modo de acción y uso comercial del chicalote.....	5
1.7 Jabón comercial Zote®.....	7
<b>2.1 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
3.2 Objetivo general .....	9
3.3 Objetivos específicos.....	9
3.4 Hipótesis.....	10
<b>4.1 MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
4.1.2 Condiciones generales del experimento .....	11
4.1.3 Cría del depredador <i>Chrysoperla</i> sp.....	11
4.1.4 Elaboración de dieta .....	12
4.1.5 Preparación de los extractos .....	13
4.1.6 Preparación de los bebederos .....	14
4.1.7 Bioensayos para obtener los parámetros de tablas de vida.....	15
5.1 ANALISIS DE DATOS.....	19
<b>5.2 RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
<b>6.1 DISCUSIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>7.1 CONCLUSIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>32</b>
ANEXOS.....	40

## RESUMEN

La familia Chrysopidae es de las empleadas en el Manejo Integrado de Plagas (MIP), presentan una metamorfosis del tipo holometábola, siendo de interés sus fases larvarias, son depredadoras generalistas, de distribución cosmopolita y resistentes a diversos productos fitosanitarios.

Es el uso indiscriminado de insecticidas empleadas en los campos de cultivo lo que ha provocado resistencia de plagas, causar daños al medio ambiente y genera desequilibrio ecológico; incluso puede afectar colateralmente a los enemigos naturales como *Chrysoperla* sp, por lo que se han buscado alternativas que disminuyan el impacto que genera los insecticidas, presentando como una opción viable los extractos vegetales que además de ser de bajo costo, son de fácil aplicación y cumplen con la función de eliminar aquellos insectos indeseados en los cultivos, ya que presentan un efecto insectático, es decir, inhiben el desarrollo regular de los insectos al ejercer como repelentes, disuasivos de la alimentación u ovipostura, confusores o disruptores y reguladores de crecimiento sobre los organismos plaga.

Es por ello, que en el presente trabajo se planteó validar los efectos que pueden causar la ingesta de los extractos de *Argemone mexicana*, *Azadirachta indica* y jabón comercial Zote® sobre la mortalidad y tiempos de desarrollo de *Chrysoperla* sp. en condiciones de laboratorio. Se observó que el extracto de *A. mexicana* interfiere en el periodo de preoviposición en las hembras, así como una reducción en los huevos totales por hembras en los tratamientos, de igual manera el extracto de neem registro una menor cantidad de huevos puestos por hembra, así como una mortalidad del 98%. Respecto a los parámetros poblacionales se obtuvo una  $r_m$  de 0.03607 para el extracto de Neem, lo que indica que es el más agresivo contra *Chrysoperla* sp.

## 1.1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años se han utilizado diversas sustancias empleadas para la eliminación de organismos plaga que afectan al sector agropecuario, con el fin de evitar o disminuir los daños en el rendimiento de su producción (Hernández-Antonio y Hansen, 2011). Sin embargo, se ha demostrado que el uso frecuente genera resistencia en plagas, causar daños al medio ambiente, genera desequilibrio ecológico (Ruiz *et al.*, 2021) incluso pueden afectar colateralmente a los enemigos naturales favoreciendo el resurgimiento de plagas y la aparición de plagas secundarias (Baker *et al.*, 2020). En México desde la década de los 80's se tienen informes de 1 600 especies de plantas que han mostrado actividad contra diferentes insectos plaga (Vázquez *et al.*, 2016), es decir muestran un efecto insectático, en otras palabras, inhiben el desarrollo regular de los insectos al ejercer como repelentes, disuasivos de la alimentación u ovipostura, confusores o disruptores y reguladores de crecimiento (Silva *et al.*, 2003).

Los depredadores son insectos o ácaros que no causan daño al cultivo, capturan y se alimentan de otros insectos y ácaros fitófagos plaga a lo largo de su vida, generalmente son las larvas y los adultos de los depredadores los que buscan activamente a sus presas y se alimentan de ellas (Badii y Abreu, 2006).

Las especies del género *Chrysoperla* destacan por ser depredadores generalistas, empleados como agentes de control biológico en sistemas agrícolas por ser muy voraces, son de distribución cosmopolita (Salamanca *et al.*, 2010), de fácil crianza, además son resistentes a numerosos productos fitosanitarios, motivo por el cual son considerados como enemigos naturales importante en el manejo integrado de plagas (MIP) (Núñez, 1988).

Los extractos vegetales son sustancias naturales que se degradan en corto tiempo, no constituyen peligro de contaminación al ambiente y la resistencia se desarrolla más lentamente (Pérez *et al.*, 2007) No obstante es necesario ampliar el conocimiento de la acción de los insecticidas en la fauna benéfica (Medina *et al.*, 2002).

## 1.2 Familia Chrysopidae

Los miembros del orden neuróptera se caracterizan por presentar alas membranosas reforzadas con venación reticulada, son depredadores voraces en estadio larvario y presentan una distribución cosmopolita (Cadena *et al.*, 2007). La familia Chrysopidae es de las más importantes por su uso en el control biológico. Presentan una metamorfosis de tipo holometábola, es decir, pasan por tres estadios larvales (neonata o L-1, inmadura en segundo estadio L-2, y madura en tercer estadio o L-3), pupa y adulto. Las larvas son alargadas, presentan mandíbulas dentadas; algunas larvas presentan proyecciones torácicas y sedas largas para sujetar los esqueletos secos de sus presas y desechos sobre sus cuerpos. Lo cual les permite protegerse de predadores y parásitos (Contreras-Ramos y Rosas, 2014), se alimentan de insectos de cuerpo blando como áfidos, moscas blancas y trips (Bastidas *et al.*, 2010). El huevo es de forma elipsoide, mide 1 mm de longitud y unos 0.4 mm de diámetro, se encuentra sostenido por un pedúnculo hialino (Monserrat y Díaz, 2012). En estado adulto suelen alimentarse de néctar y polen (Contreras-Ramos y Rosas, 2014). Actualmente se tiene registro de 5 750 especies alrededor del mundo. En México se han registrado 349 especies, clasificadas en 10 familias Myrmeleontidae, Chrysopidae, Hemerobiidae, Coniopterygidae, Mantispidae, Ascalaphidae, Sisyridae, Ithonidae, Berothidae y Dilaridae (Cadena *et al.*, 2007). De las especies presentes en México, *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) es la especie que destaca por su éxito en el manejo integrado de plagas, como agente de control biológico tanto en cultivo a campo abierto como en invernadero (Ail-Catzim *et al.*, 2015). Se ha comprobado que las larvas de *C. carnea* son grandes depredadoras, de manera particular cuando alcanzan el segundo y el tercer estadio. De acuerdo con Huerta *et al.* (2018) el segundo estadio larval (L2) es capaz de consumir 32 larvas de *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: Aphididae), especie plaga que afecta a diversos cultivos como el sorgo, trigo, avena, caña de azúcar y cebada, mientras que el tercer estadio larval (L3) 93 ninfas.

### **1.3 *Azadirachta indica* (A. Juss) Neem**

La clasificación taxonómica del neem de acuerdo con Cronquis (1981) es la siguiente: (Cronquis, 1981):

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta<sup>1.4</sup>

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Género: *Azadirachta*

Especie: *Azadirachta indica* A. Juss.

### **1.4 Descripción botánica, componentes químicos, modo de acción y usos del neem.**

Conocida con el nombre común de Neem, *Azadirachta indica* es una planta originaria de la India, que se distribuye en el Sur y Sureste de Asia, incluso en regiones tropicales y subtropicales del mundo. Se ha empleado en la medicina tradicional para tratar heridas, enfermedades de la piel y úlceras, como antihelmíntico, purgante, para tratar la diabetes e incluso como insecticida (Imam *et al.*, 2012).

Los extractos de neem se obtienen de diferentes partes de la planta se emplean hojas, corteza, raíz, e incluso semillas, debido a la composición de los extractos suele emplearse como pesticida, fungicida, biopesticida e incluso como abono orgánico, conocido comúnmente como neem cake (Acharya *et al.*, 2017).

La planta posee diversos componentes químicos de los cuales podemos mencionar algunos alcaloides, flavonoides, triterpenoides, compuestos fenólicos, carotenoides, esteroides y cetonas, aunque el principal activo presente es la azadiractina, constituido de otros siete compuestos isométricos etiquetados como azadiractina A-G y la azadiractina E, Verkerk y Wright (1993) siendo la que más se emplea para la elaboración de insecticidas comerciales (Barceloux, 2008).

Schmutterer (1990) cita que la azadiractina es el principal componente presente en el extracto de neem, siendo el responsable de interferir en el desarrollo normal de los organismos ya que este disminuye la fecundidad, el crecimiento, la oviposición y la alimentación de los insectos. Asimismo, National Research Council (1992) menciona que, la azadiractina es el principal activo responsable de disuadir la alimentación, repeler e interrumpir el crecimiento y reproducción. Es decir que actúa bloqueando la ecdisona de forma que los insectos no mudan, de esta manera se rompe su ciclo de vida.

De la misma forma se ha comprobado que los productos derivados del neem sobre plagas como *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) muestran un efecto favorable para su control, ya que presentaron cambios importantes en las características del insecto, es decir se observaron huevos deshidratados, cambios de coloración tanto para huevos como para larvas. Por lo que se piensa que los productos derivados del neem actúa como regulador del crecimiento, antialimentario, de este modo Taveras (1994) afirma que se obtiene un control de la plaga aceptable.

Del mismo modo, López y Estrada (2005) probaron cinco productos comerciales elaborados a base de neem, para el control de plagas de interés agrícola como *D. hyalinata*, *Empoasca fabae* (Harris) (Homoptera: Cicadellidae), *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) y *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en condiciones de cultivo protegido, observando que la eficacia de estos productos osciló entre 75 y 100 % contra el ataque insectos plaga, brindando protección contra estos organismos hasta una semana después de su aplicación, además en los productos OleoNim 80 y NeoNim 60 no presentaron síntomas de fitotoxicidad ni afectación aparente de la fauna benéfica sobre el cultivo, de manera particular las abejas no mostraron conductas diferentes a las habituales.

## 1.5 *Argemone mexicana*

Clasificación del chicalote según Villarreal (1999) es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Papaverales

Familia: Papaveraceae

Género: *Argemone*

Especie: *Argemone mexicana* L.

## 1.6 Descripción, composición química, modo de acción y uso comercial del chicalote

*Argemone mexicana* o chicalote es una herbácea anual de 30 cm a 60 cm de altura, presenta tallos ramosos y hojas con borde lobulado-dentado, cada diente terminado en espina y todo el limbo y nervaduras con cubierta espinosa de color verde-grisáceo, las hojas resuman látex amarillo al ser cortadas. Las flores presentan seis pétalos blancos y cáliz caedizo, estambres numerosos, frutos en forma de cápsula espinosa con numerosas semillas redondas, de aspecto rugoso de 1-2 mm (Villarreal, 1999). Es originaria de América tropical, sin embargo, se ha distribuido en regiones tropicales y subtropicales del mundo (Siddiqui *et al.*, 2002). Esta planta es empleada en medicina tradicional para el tratamiento de tumores, enfermedades de la piel, inflamaciones, reumatismo, ictericia, lepra y para el tratamiento de almorranas (Alagesaboopathi, 2009). Es de interés por presentar alcaloides como berberina, protropina compuestos que se encuentran en mayor cantidad en las ramas y en la raíz. Asimismo, podemos encontrar en cantidades menores algunos alcaloides como la cheilantiofolina, cheileritrina, coptisima, críptopina, esculerina y estilopina. Incluso en las flores se detectaron los flavonoides 3-metoxi-quercetín, isoramnetín y el mono y diglucósido. En la semilla, el argemexitín, eriodictiol y luteolín; un aceite fijo en el que se encuentran los ácidos grasos argemónico y mexicánico y mexicanol. La raíz contiene sanguinarina y beta-sitosterol. (Díaz, 2016) (Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

En México se reporta la presencia de 18 especies del género *Argemone*, siendo las más colectadas *A. mexicana*, *Argemone ochroleuca* (Sweet) (Papaveraceae) y *Argemone platyceras* (Otto y Dietr) (Papaveraceae), las cuales están presentes en 31 entidades federativas del país, también se tiene registro en Centroamérica, Sudamérica, las Antillas y Estados Unidos de América (Villaseñor, 2016; Diego y Bustamante, 2017; Juárez *et al.*, 2020) sin embargo, las investigaciones se han centrado en *A. mexicana* (Buckingham *et al.*, 2010). Se ha reportado que los extractos obtenidos de semillas secas de *A. mexicana* en concentraciones que van de 25 a 200 ppm mostraron un efecto tóxico sobre *Aedes aegypti*, (L.) (Diptera: Culicidae) dado que se observaron movimientos circulares cerca de la periferia del vaso en contraposición al movimiento normal en zig-zag de los conjuntos de control, tales movimientos indican que el efecto tóxico de la solución de ensayo es sobre el sistema nervioso de las larvas (Sakthivadivel-Murgesan y Thilagavathy, 2003). Asimismo, los extractos de raíz probados en distintos solventes mostraron ser eficientes contra el vector del dengue, alterando la oviposición, además mostró un efecto ovicida de forma tal que se vio alterada su reproducción y comportamiento (Warikoo Radhika- y Kumar, 2014).

Bautista (2015) realizó bioensayos en campo sobre cultivo de rabanito, evaluando tres extractos vegetales, donde reporta que el extracto de *A. mexicana* presentó resultados favorables para el control de chapulín *Sphenarium purpuranensis* (Charpentier) (Orthoptera: Pygomorphae) aminorando la presencia del chapulín en un 20.5%, 14.75% y 1.5% respectivamente. Del mismo modo Aragón y Tapia (2009), probaron cuatro extractos vegetales entre ellos *A. mexicana* para el control de plagas en *Amaranthus hypochondriacus* (Amaranthaceae) en campo, dichos autores reportan que el uso de estos insecticidas no afecta a la fauna benéfica, no contamina al medio ambiente y a los alimentos.

Por otra parte, Aragón *et al.* (2020) menciona que el alimento contaminado con extracto de *A. mexicana* afecta el tiempo de desarrollo de *C. carnea*, asimismo se observó una mortalidad de más del 50% en las crías del este mismo depredador.

## 1.7 Jabón comercial Zote®

Es una marca reconocida en México que se ha mantenido en el mercado desde 1970, este producto está elaborado a base de Seboato de sodio y cocoato de sodio, glicerina, perfume y colorante 3012 Rhodamina. Se considera un producto no tóxico, sin embargo, pueden presentarse irritación y molestias por contacto en piel y ojos. Es importante mencionar el efecto que causa el uso de los jabones sobre los insectos, estos actúan rompiendo la cutícula y membranas celulares, provocando la deshidratación y muerte, además actúan como reguladores del crecimiento de modo que interfieren en la producción de la hormona del crecimiento, algunos otros bloquean los espiráculos interviniendo la respiración (Szumlas, 2002).

Pérez *et al.* (2017) evaluó el efecto de tres extractos vegetales alternados con jabón de barra Zote, donde se observó que los daños producidos por los insectos plaga se redujo en un 39.7%, de manera que se obtuvo un incremento en la producción del 87% con respecto al testigo. Además, estos mismos autores citan que se observó una alta presencia de organismos benéficos contraria a los insectos plaga, esto indica que el manejo fue efectivo contra estos organismos y que no causa daños en los insectos benéficos.

Palacios *et al.* (2004) reporta que el uso de detergentes biodegradables como el detergente Roma® y Peak Plus, son efectivos contra ninfas y adultos de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell), (Hemiptera: Dactylopiidae) en diferentes concentraciones, ya que estos actúan removiendo la cubierta de cera cuticular que protege el cuerpo del insecto, provocando deshidratación y consecuentemente su muerte. Los estadios larvarios más afectados fueron ninfas I, que presentó una mortalidad aproximada al 50% con el detergente Roma®, mientras que las ninfas II y las hembras adultas fueron más susceptibles al Peak Plus, lográndose un control cercano al 50%. Del mismo modo López *et al.* (2021) evaluó 4 productos con poder insecticida entre ellos el jabón comercial Zote®, aplicado en concentraciones diferentes se obtuvo una mortalidad del 67.2%, además redujo la población en un 58% a los seis días de aplicación, en cuanto a las concentraciones del 4 y 8 % produjeron los porcentajes de mortalidad fueron del 50.2 % para el jabón Zote® y Axion Complete®. Esto sugiere que los productos mencionados representan una alternativa viable para el manejo de *D. opuntiae* por su bajo costo.

## **2.1 JUSTIFICACIÓN**

Son pocos los estudios que han mostrado el interés por documentar los efectos de los extractos vegetales sobre la fauna benéfica, de manera particular en *Chrysoperla* sp, depredador generalista que se alimenta de diversos insectos plaga que afectan a diversos cultivos, es de interés por su versatilidad de consumo de presas y su distribución cosmopolita razón por la que es empleada para el control de plagas en cultivos a campo abierto y sistemas protegidos.

### **3.1 OBJETIVOS**

#### **3.2 Objetivo general**

Determinar los efectos del consumo de *Argemone mexicana*, *Azadirachta indica* (neem) y jabón sobre algunos parámetros biológicos de *Chrysoperla* sp en condiciones controladas.

#### **3.3 Objetivos específicos**

Comparar los efectos causados sobre los parámetros biológicos en los adultos de *Chrysoperla* sp cuando son alimentados con extractos vegetales y jabón comercial Zote® bajo condiciones controladas.

Analizar la mortalidad y tiempo de desarrollo de la descendencia de *Chrysoperla* sp.

Estimar los valores de tabla de vida de *Chrysoperla* sp cuando ingiere el extracto aceitoso de *Argemone mexicana*, *Azadirachta indica* (neem) y jabón comercial Zote® bajo condiciones controladas.

### **3.4 Hipótesis**

Los compuestos presentes en los extractos vegetales no interfieren en los parámetros biológicos de *Chrysoperla* sp.

## **4.1 MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1.2 Condiciones generales del experimento**

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Control Biológico del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Tanto la cría del depredador como la realización de los experimentos se desarrollaron con una cámara climatizada a  $24 \pm 2^\circ\text{C}$  de temperatura constante,  $60 \pm 5\%$  de humedad relativa y fotoperiodo de 16:8 horas luz: oscuridad.

### **4.1.3 Cría del depredador *Chrysoperla* sp.**

La población por trabajar en el presente estudio fue establecida a partir de adultos capturados en huerto urbano en la localidad de Santa Isabel Cholula mediante colecta directa con red entomológica. Fueron acondicionadas en jaulas de oviposición, siendo una caja plástica transparente de 30 x 15 cm provista de manta cielo el cual les sirve como ovipositor, se les ofreció un bebedero y dieta artificial propuesta por Vogt *et al.* (2000) colocada en los laterales de la jaula. Cada 72 hrs se realizó el cambio de jaula; los huevos obtenidos fueron colocados en una jaula nueva provista de huevo comercializados de *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae) con un pliego de papel doblado en zig zag con el fin de evitar canibalismo, en estos recipientes emergieron las larvas. Una vez que las larvas emergieron del huevo fueron colocadas en recipientes de plástico de 3 cm de diámetro por 1.5 cm de altura con su respectiva tapa de plástico. En estos recipientes se mantuvieron las larvas hasta alcanzar su estado de pupa, siendo alimentadas cada 3 días con huevo de *S. cerealella*. Inmediatamente que los individuos llegaron a pupa fueron trasladados a una jaula nueva plástica transparente de 30 x 15 cm provista de manta cielo y un recipiente de plástico con agua, cubierto de papel parafilm y una esponja como fuente de hidratación. Una vez el adulto emerge fueron colocados en una nueva jaula plástica transparente de 30 x 15 cm provista de manta cielo como ovipositor y acondicionada con alimento y agua.

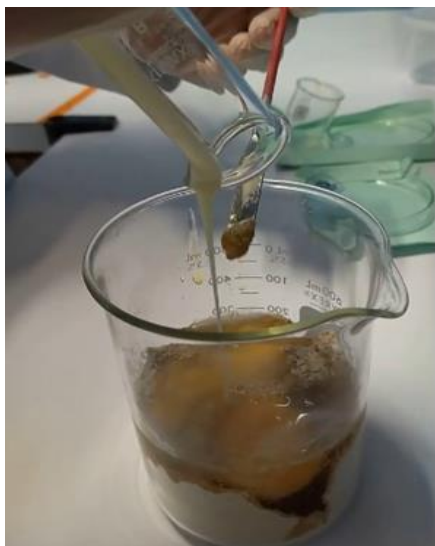
#### 4.1.4 Elaboración de dieta

Los adultos fueron alimentados con dieta artificial propuesta por (Vogt *et al.*, 2000) dicha dieta está elaborada a base de leche condensada, huevo, miel, fructosa, germen de trigo, levadura de cerveza y agua destilada (Tabla 1).

La dieta debe ser una papilla viscosa, que sea fácil de extender utilizando, por ejemplo, un pincel o una espátula (Figura 1). Con esta dieta se asegura que las crisopas tengan una alta capacidad reproductora (20 a 30 huevos al día) (Vogt *et al.*, 2000).

**Tabla 1.** Composición de la dieta artificial para el depredador *Chrysoperla sp* (Vogt *et al.*, 2000).

Ingredientes	Cantidad
Agua destilada	45 ml
Leche condensada	15 ml
Levadura de cerveza	30 g
Yema de huevo	1
Huevo	1 pz
Miel	30 g
Germen de trigo	50 g
Fructosa	20g



**Figura 1.** Mezcla nutritiva para *Chrysoperla sp*.

#### 4.1.5 Preparación de los extractos

El material vegetal de *A. mexicana* fue realizado en el Centro de agroecología BUAP, siguiendo la metodología propuesta por Aragón y Tapia (2009). Para la preparación del extracto se utilizaron tallos, hojas, semillas y partes aéreas de la planta, las cuales fueron deshidratadas 25 días antes de su uso; una vez seco el material se trituró con ayuda de un molino eléctrico (Nixtamatic), de esta forma se obtuvo un polvo que se mantuvo en maceración durante un mes en aceite vegetal, se ocupó 500 g de polvo vegetal en 1L de aceite vegetal de semilla de girasol (Aceite Máxima Premium 10 L.) (Figura 2). Posteriormente para su aplicación se filtró para separar los sólidos (Figura 3). Se emplearon las dosis de aplicación propuesta por los mismos autores, utilizando 50 ml del extracto aceitoso por cada 16 litros de agua, además 1 ml de SurfatoI+6 (Fertilizantes naturales S.A de C.V. Puebla, México) por cada litro de agua, esto como coadyuvante para permitir la mezcla del aceite con el agua.



**Figura 2.** Polvo vegetal en aceite



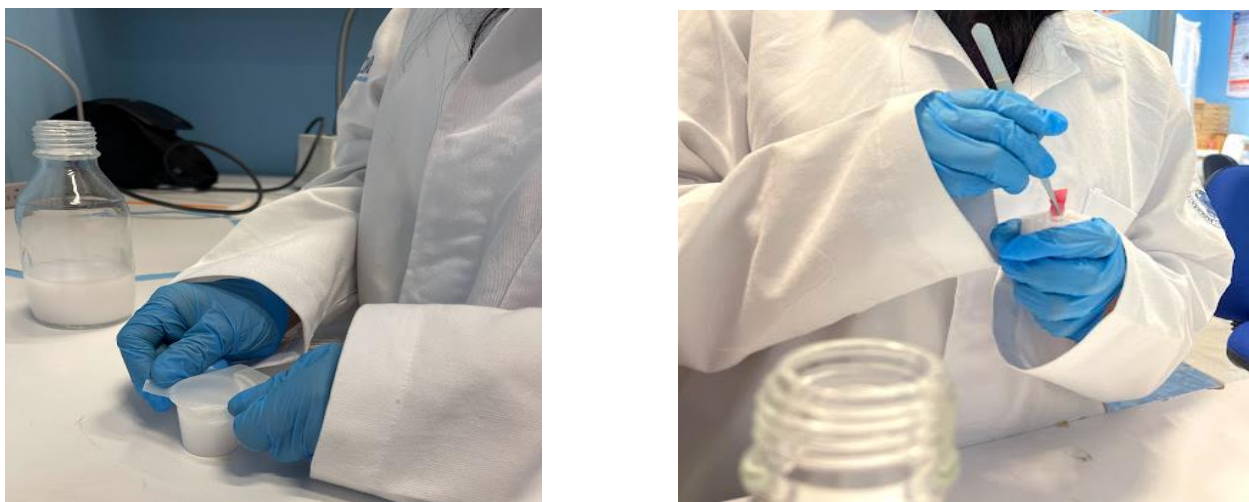
**Figura 3.** Extracto de chicalote filtrado

En el caso del aceite de neem, se empleó un extracto comercial; dicho producto se aplicó de acuerdo con las concentraciones indicadas por el producto, la cual fue 160 ml de producto por cada 16 litros de agua, de la misma manera se le adiciona 1 ml de Surfator+6 como coadyuvante.

Para el último tratamiento se empleó jabón de la marca Zote®, el cual fue previamente rallado. Para su preparación se realizó siguiendo la propuesta de Pérez *et al.*, (2017) donde se diluyó 100 gr de jabón en 16 litros de agua, dejando reposar la mezcla por un periodo de 24 horas antes de su aplicación.

#### 4.1.6 Preparación de los bebederos

De los productos vegetales obtenidos se procedió a preparar 1L de cada tratamiento con tres días de anticipación, esto con el fin de tener homogeneidad en cada uno de los tratamientos; teniendo cuatro tratamientos: T1= Testigo agua corriente; T2= jabón; T3= Extracto comercial de neem y T4= Extracto de chicalote, para la interacción de los tratamientos con los depredadores, se eligió el método por ingestión, el cual consiste en colocar un recipiente de plástico, con una capacidad de 29 ml cada uno, cubierto de papel parafilm y una esponja, como fuente de hidratación para los depredadores, estos recipientes le permitió al insecto ingerir el producto (Figura 4).

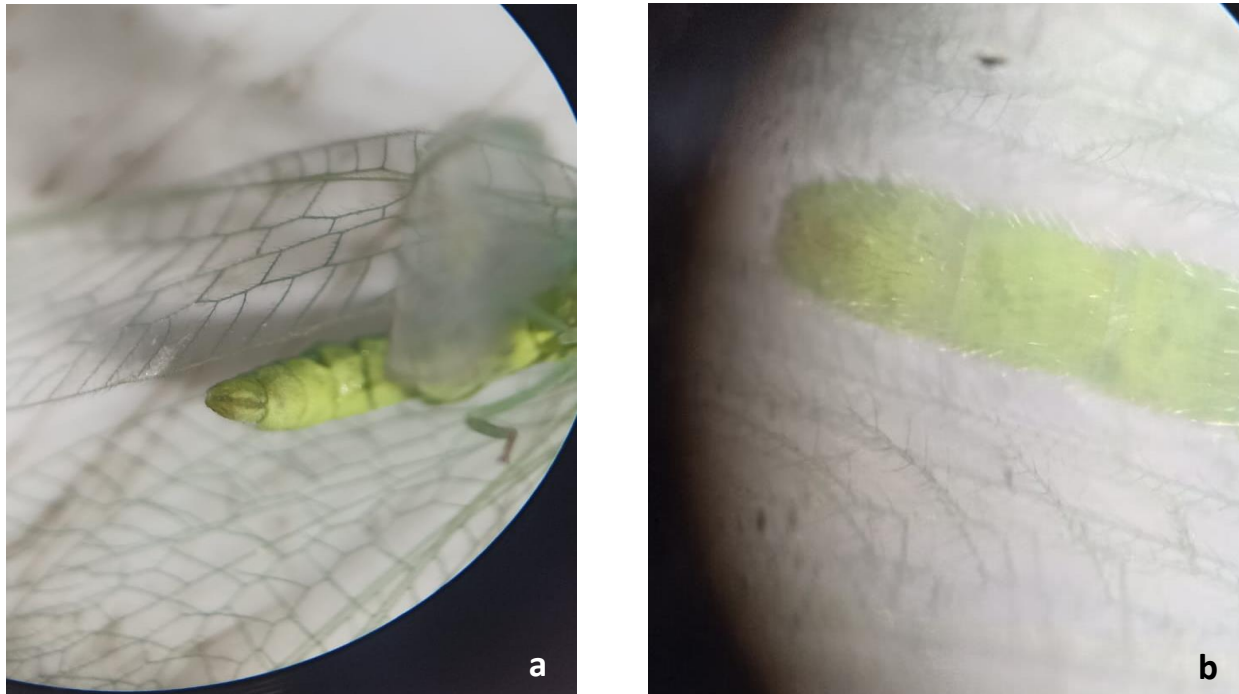


**Figura 4.** Preparación de bebederos con el tratamiento correspondiente.

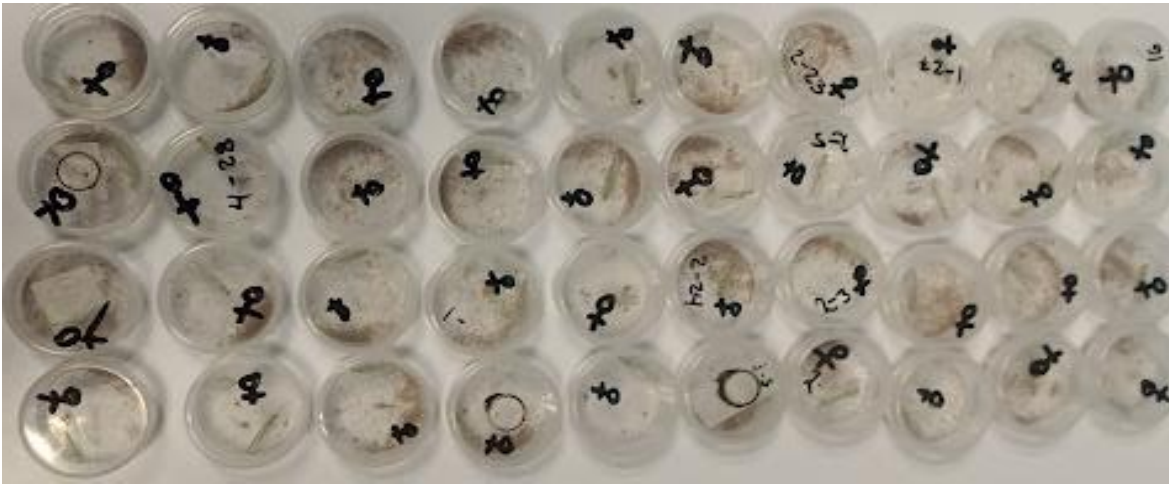
#### 4.1.7 Bioensayos para obtener los parámetros de tablas de vida

Para obtener los parámetros de las tablas de vida de *Chrysoperla* sp, se seleccionaron 200 huevos de menos de 24 horas, los cuales fueron individualizados en recipientes cilíndricos de plástico transparente de 1.5 cm de altura x 3 cm de diámetro. Inmediatamente después de haber eclosionados, se alimentan con huevos de *S. cerealella* comercial; para asegurar el desarrollo apropiado fueron realimentados en etapa larvaria (L3).

Una vez alcanzado el estado adulto, los organismos fueron sexados con ayuda de un microscopio electrónico (Figura 5), en total se formaron 10 parejas por cada tratamiento (Figura 6); cada pareja colocada en un recipiente de plástico transparente de 7 x 5 x 2,5 cm cuya tapa cuenta con una perforación de 5 cm de diámetro, y un cuadro de manta cielo de 10 x 10 cm que les sirve como sustrato de oviposición; a cada recipiente se le añadió con ayuda de una espátula dieta artificial para adultos en los laterales y un bebedero de plástico transparente de 3.3 x 4.4 x 3 cm con el tratamiento correspondiente (Figura 7).



**Figura 5.** Sexado de adultos de *Chrysoperla* sp, a) terminalia abdominal hembra, b) terminalia abdominal macho.



**Figura 6.** Selección de organismos, sexado y emparejamiento.



**Figura 7.** Tratamientos en cámara bioclimática.

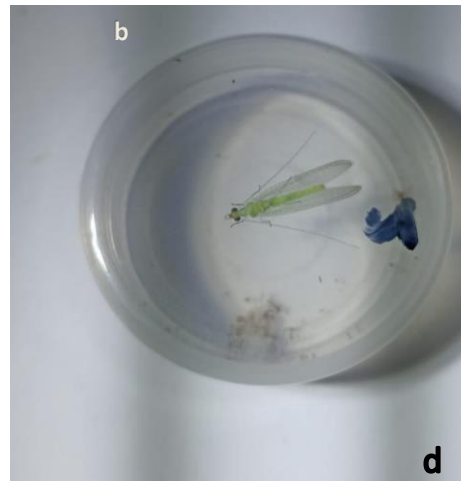
Cada 24 horas se realizó el conteo del número de huevos puestos y el número de individuos muertos por cada tratamiento (Figura 8). Además, cada 15 días se realizó cambio de casa donde fueron realimentados y se hizo cambio de bebedero. En esta primera fase del experimento se calculó mortalidad, fecundidad, fertilidad y longevidad de hembra y macho.



**Figura 8.** Conteo de huevos puestos por hembra, en los diferentes tratamientos.

Asimismo, se calculó el porcentaje de eclosión de los huevos, aislando en cajas de plástico cilíndricas, transparente de 1.5 cm de altura x 3 cm de diámetro. Se seleccionaron 50 huevos de cada tratamiento de forma aleatoria todos ellos de menos de 24 horas de edad.

Cada huevo fue desprendido con ayuda de una pinza recta de la manta y colocado en un recipiente cilíndrico de plástico. Se evaluó el tiempo de desarrollo y la supervivencia de la descendencia, tras la eclosión, las ninfas fueron alimentadas con huevo de *S. cerealella* comercial y colocadas en la cámara cría (Figura 9), donde se les dio seguimiento hasta que alcanzaron el estado adulto, en esta etapa final los adultos fueron sexados y posteriormente fueron liberados.



**Figura 9.** Seguimiento de la descendencia de *Chrysoperla* sp, a) huevo, b) larva, c) pupa y d) adulto.

## 5.1 ANALISIS DE DATOS

Se utilizó la prueba F de análisis de la Varianza (ANOVA) para comparar las medias, seguida de la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para determinar la diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Con los valores obtenidos de longevidad, fecundidad y fertilidad de las hembras, así como el tiempo de desarrollo y mortalidad de la descendencia se procedió a estimar los valores de la tasa intrínseca de crecimiento, para obtener los parámetros de las tablas de vida, se utilizó el programa *rm* 2.0 (Taberner *et al.*, 1993) aplicado a los datos calculados previamente y considerando una ratio sexual de acuerdo con la proporción de machos y hembras observada en el desarrollo de los propios bioensayos. El análisis de datos fue llevado a cabo utilizando la técnica Bootstrap, realizando 500 repeticiones, tal como sugieren Meyer *et al.* (1987). Para la comparación de los valores de la  $r_m$  se empleó el criterio de no solapamiento de sus intervalos de confianza al 95 %.

A partir de las tablas de vida se estimó la supervivencia por edades ( $l_x$ ), la fecundidad por edades ( $m_x$ ), así como los parámetros siguientes:

Tasa intrínseca de crecimiento ( $r_m$ ): hembras obtenidas por hembra y unidad de tiempo:

$$\sum_{x=0}^{\infty} (l_x m_x) e^{-r_m x} = 1$$

Tasa finita de incremento ( $\lambda$ ): veces que una población se multiplica en la unidad de tiempo (Birch, 1948).

$$\lambda = e^{r_m}$$

Tasa de reproducción neta ( $R_0$ ): veces que una población se multiplica en una generación (Laughlin, 1965).

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$$

Duración media de una generación (T): tiempo que transcurre desde que una generación nace hasta el momento medio de nacimiento de toda su progenie.

$$T = \ln R_0 / r_m$$

Tiempo de duplicación de la población (DT): tiempo necesario para que una población se duplique.

$$DT = \ln 2 / r_m$$

## 5.2 RESULTADOS

En la tabla 1 se observan los parámetros biológicos de *Chrysoperla* sp en función del tipo de tratamiento, donde se estimó que los valores obtenidos para el periodo de preoviposición y longevidad en machos no presentaron diferencias estadísticamente significativas en todos los tratamientos. En el caso de huevos totales por hembra se registró un mayor número de puestas en el tratamiento testigo con una media de 426 huevos, y un número menor de huevos en el tratamiento a base de extracto de neem, siendo estadísticamente diferente el tratamiento testigo al resto de los demás tratamientos. Así mismo, la longevidad de las hembras fue mayor en el testigo con una media de 31.60 días respecto a los extractos vegetales y jabón, donde no mostraron diferencias estadísticamente entre el resto de los tratamientos. La ratio sexual es similar en dos de los tres tratamientos.

**Tabla 1.** Parámetros biológicos de los adultos de *Chrysoperla* sp (media±e.t.) en función del tipo de tratamiento: bebedero con agua, extracto de neem, extracto de chicalote y jabón.

Parámetro	Tratamientos				Estadísticos
	Testigo (Agua)	Extracto de neem	Extracto de chicalote	Jabón	
Periodo de preoviposición (días)	11.70± 3 a	9.40± 1.96 a	7±1.31 a	7±1.95 a	F=1.11, GL=3, P=0.3578
Huevos totales por hembra	426.10±130.02 a	74.00± 36.28 b	84.20±32.14 b	94.20±57.57 b	F=5.19, GL=3, P=0.0044
Huevos eclosionados	374.49±110.05 b	65.00± 31.63 a	72.62±28.14 a	82.13±50.93 a	F=4.35, GL=3, P=0.0119
Longevidad (días) hembra	56.10±7.23 b	31.60±7.77 a	24.80±2.43 a	34.30±7.90 a	F=4.06, GL=3, P=0.0138
Longevidad (días) macho	32.10±7.12 a	36.40±7.20 a	24.70±1.64 a	37.30±6.54 a	F=0.89, GL=3, P=0.4537
Ratio sexual	0.38	0.50	0.33	0.50	

\*Dentro de la misma fila las medidas seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes (P\*0.05)

El desarrollo de la progenie de *Chrysoperla* sp se vio afectada por la ingesta continua de los extractos vegetales y jabón en los adultos progenitores, puede observarse en la tabla 2 que el tratamiento a base de jabón presentó un periodo de desarrollo más corto, con respecto al testigo y el extracto de chicalote en el estado de huevo. En el estado larval, el testigo presento diferencias significativas con el tratamiento a base de chicalote y jabón. Mientras que para el estado de pupa el testigo presenta un periodo similar al resto de los tratamientos, estadísticamente no se presentaron diferencias significativas.

Al observar el tiempo de desarrollo completo, desde la puesta del huevo hasta alcanzar su estado adulto se observaron diferencias significativas, donde el tratamiento a base de jabón presento un periodo de tiempo más corto en comparación con los demás tratamientos. En el caso del extracto de neem, no se obtuvieron resultados de ninguno de los parámetros antes mencionados debido a que los huevos aislados para su seguimiento no eclosionaron.

**Tabla 2.** Tiempo de desarrollo de los estados larvales de *Chrysoperla* sp en función del tratamiento.

Estado de desarrollo	Tratamientos (días)				Estadísticos
	Testigo (Agua)	Extracto de neem	Extracto de chicalote	Jabón	
Huevo	3.38± 0.18 a	- -	3.22± 0.14 a	6.25± 0.55 b	F=19.30, GL=3, P=0.0001
Larva	11.38± 0.26 b	- -	10.77± 0.14 a	9.50±0.50 ab	F=22.08, GL=3, P=0.0001
Pupa	11.92±0.34 a	- -	11.75±0.25 a	10.50±1.50 a	F=1.05, GL=3, P=0.3897
H+A	26.69± 0.30 a	- -	25.66± 0.21 b	24.50±1.50 c	F=19.30, GL=3, P=0.0001

Análisis de la Varianza (ANOVA). Las medidas seguidas de la misma letra en una fila no son significativamente diferentes (P\* 0.05)

En la tabla 3 se presenta la mortalidad registrada en la progenie de aquellos organismos sometidos a tratamiento. En el estado de huevo del depredador *Chrysoperla* sp, se observa que el porcentaje de mortalidad fue superior al 50% en todos los tratamientos, sin embargo, el extracto de neem fue el más agresivo para los huevos del depredador *Chrysoperla* sp con respecto al resto de los tratamientos y al testigo. En el caso del estado de larva el jabón registro una mortalidad del 12%, mientras que en pupa no se registró mortalidad en ninguno de los tratamientos, ahora bien, el periodo de desarrollo que abarca de huevo hasta adulto se registró una mortalidad elevada para el tratamiento del neem, seguido por el jabón comercial Zote®, y por último el extracto de *A. mexicana* siendo el que presento la mortalidad más baja sobre el depredador *Chrysoperla* sp.

**Tabla 3.** Porcentaje de mortalidad de los estados larvales de *Chrysoperla* sp en función del tratamiento.

Estado de desarrollo	Mortalidad			
	Testigo	Extracto de neem	Extracto de chicalote	Jabón
Huevo	74.00	98.00	82.00	84.00
Larva	0.00	0.00	0.00	12.00
Pupa	0.00	0.00	0.00	0.00
H+A	74.00	98.00	82.00	96.00

En la tabla 4 se muestran los parámetros de la tabla de vida de *Chrysoperla* sp en función del tratamiento, calculados con los valores anteriormente descritos, donde se estimó una disminución en el parámetro de  $r_m$  en los tratamientos respecto al tratamiento control, indicando un descenso en la calidad de la población debido a la disminución del valor de la  $r_m$ . En la misma tabla 4 se condensan el resto de los parámetros de la tabla de vida. Donde se estimó el valor de  $r_m$  donde el tratamiento control presento una  $r_m$  de 0.09, superior al resto de los tratamientos, seguido del extracto de *A. mexicana* y por último el jabón con una  $r_m$  de 0.07

**Tabla 4.** Parámetros de la tabla de vida de *Chrysoperla* sp en función de bebedero: agua, extracto de neem, extracto de chicalote y jabón.

Parámetro	Tratamientos			
	Testigo (Agua)	Extracto de neem	Extracto de chicalote	Jabón
Tasa intrínseca de crecimiento (rm) (IC 95%)	0.09466 (0.08121- 0.10811)	0.03607 (0.01457 - 0.05756)	0.08015 (0.05900 - 0.10131)	0.07566 (0.03460-0.11673)
Tasa de reproducción neta (Ro)	121.54076	7.03592	24.01721	44.78268
Duración media de generación (T) (días)	60.90812	52.14189	39.43943	47.59554
Tasa infinita de incremento ( $\lambda$ )	1.09928	1.03672	1.08345	1.07860
Tiempo de duplicación (TD) (días)	7.32249	19.21672	8.64812	9.16134

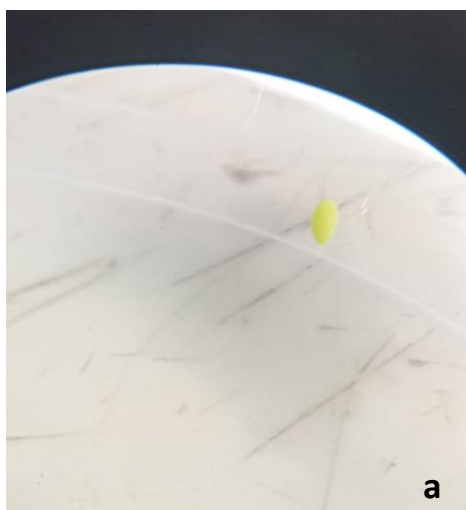
\* IC: Intervalo de confianza para la  $r_m$  al 95%

## 6.1 DISCUSIÓN

La ingesta continua del extracto vegetal de *A. mexicana* mostró que interfieren en el periodo de preoviposición en las hembras del depredador *Chrysoperla* sp, presentando una media de 7 días, siendo el valor más bajo respecto al testigo con una media de 11 días. Esto puede deberse a los componentes presentes en *A. mexicana* (Juárez *et al.*, 2020), Torrija-Torres *et al.* (2014) citan que el extracto *A. mexicana* presenta diversos alcaloides bencilisoquinolinicos (ABI) como la sanguinarina, dihidrosanguinarina, deisoquinonas, berberinas, coptisina, alocriptopina y dihidroclerina, algunas de estas sustancias se consideran tóxicas. Sakthivadiel y Thilagavathy (2003) menciona que el extracto de *A. mexicana* obtenido de semillas extraído con de éter de petróleo a (1:4 p/v), posteriormente disuelto en acetona aplicado en diferentes concentraciones (200, 100, 50, 25 y 10 ppm) en larvas de *A. aegypti*, en condiciones de campo y laboratorio, se observó que las hembras tratadas con una solución de 10 ppm presenta efectos sobre la fertilidad y fecundidad, donde la oviposición se redujo un 34%, el número de huevos puestos por hembra se redujo a la mitad, así como una nula eclosión, por lo que se sostiene que los compuestos de *A. mexicana* afectan la fertilidad de los organismos.

En el caso de huevos totales por hembras, los tratamientos a base de *A. mexicana*, neem y jabón comercial presentaron una reducción en la cantidad de huevos puestos por hembra, sin embargo, el tratamiento que registró la menor cantidad de huevos fue el extracto de neem con apenas 74 huevos por hembra, seguido del extracto de chicalote 84 huevos y jabón con 94 huevos. Se encuentran bien documentados los componentes químicos del extracto de neem y se sabe que la azadiractina es el principal componente y el más empleado para la elaboración de insecticidas comerciales (Verkerk y Wright, 1993; Barceloux, 2008), así mismo, se ha documentado el uso de productos comerciales a base de neem, en cultivos protegidos para combatir diversos organismos plaga como *D. hyalinata*, *E. fabae*, *T. palmi* y *B. tabaci*, donde (López y Estrada 2005) observaron que presenta una eficacia del 75% al 100% contra el ataque de dichos insectos, de igual forma los autores mencionan que el extracto de neem actúa inhibiendo la alimentación y el crecimiento, además se muestran cambios en la coloración de los huevos que va del marrón al negro.

Esto concuerda con lo observado en el presente estudio, donde los huevos puestos por hembras tratadas con extracto de neem fue menor en comparación con los demás tratamientos, además se observaron las mismas características físicas en los huevos provenientes de dicho tratamiento, se puede observar en la (Figura 9) un huevo sano de coloración verde, huevo tratado que presenta una coloración marrón y un huevo con una coloración negra.



**Figura 9.** Huevos de hembras tratadas con extracto de neem a) huevo sano b) huevo tratado, presenta coloración grisácea verde c) huevo marrón.

De igual forma se observó que el número de huevos eclosionados fue menor en este tratamiento, con un valor de apenas 65 huevos; Cruz y del Ángel (2004) citan que los componentes del extracto de neem no son de acción inmediata, ya que este actúa como regulador del crecimiento y la fecundidad, de manera que incrementa la cantidad de huevos estériles.

Así mismo Viñuela *et al.* (1996) evaluaron durante 25 días los efectos secundarios, así como, fecundidad y fertilidad en condiciones de campo y laboratorio de dos insecticidas botánicos una piretrina y extracto de neem mediante aspersion directa sobre larvas de *C. carnea*, en fecundidad se registró una media de 23 huevos y en fertilidad un porcentaje de eclosión de 73 huevos. Estos resultados coinciden con los obtenidos en el presente estudio, donde los huevos eclosionados para el tratamiento del extracto de neem es de apenas 65, manteniéndose en el rango inferior respecto a los demás tratamientos.

Por su parte, Hassan y Shafiq (2011) evaluaron cuatro insecticidas a base de neem, así como un polvo de hoja no comercial aplicadas de acuerdo con las dosis recomendadas en campo, de esta forma se estudió la toxicidad para los huevos de *Pieris brassicae* (L) (Lepidoptera: Pieridae) en hojas de col, donde al entrar en contacto directo con los productos disminuyó la supervivencia de los huevos. Este resultado confirma que el extracto de neem tiene un efecto en la fecundidad y fertilidad en aquellos organismos que son expuestos a estos productos. Respecto a la longevidad de los organismos tratados, se registró en hembras, así como en machos un periodo corto de vida, donde el extracto de *A. mexicana* presentó una media de 24 días respectivamente, sin embargo, ningún tratamiento difirió significativamente. (Aragón *et al.*, 2019) menciona que el extracto de *A. mexicana* combinado con extracto de higuierilla (*Ricinus communis*) (L) (Euphorbiaceae) en extracción acuosa y aceitosa alternada con jabón reduce la presencia de *S. purpurascens*, organismo plaga presente en cultivos de maíz, de esta manera se aumentando el rendimiento en la producción de dicho cultivo, además estos autores mencionan que esto puede deberse a los componentes presentes en la planta, lo que provocan la muerte en *S. purpurascens*. Así mismo, Serratos (2020) estudió el efecto de imidacloprid y de los extractos oleoso y acuoso de *A. mexicana* sobre el depredador *C. carnea*, de los extractos evaluados observó que en el extracto oleoso de *A. mexicana* a las 72 hrs después de su ingestión registró una mortalidad del 43 % en adultos de *C. carnea*, a diferencia del

extracto acuoso con apenas el 12 %, este autor señala que si bien el extracto oleoso tuvo un efecto importante sobre la mortalidad de este insecto, no se le puede considerar como tóxico, debido a que los valores obtenidos menores al 50%; por lo tanto se puede clasificar como ligeramente tóxico según la IOBC/WPRS (Hassan, 1994).

Con respecto al desarrollo de la progenie de *Chrysoperla* sp cuando estuvo en interacción con el extracto de neem no se logró obtener la eclosión de estos huevos y por consecuencia ningún parámetro de la descendencia, como ya se ha mencionado anteriormente la azadiractina afecta el desarrollo de los organismos, disminuye la fecundidad, el crecimiento, la ovipostura y la alimentación (Schmutterer, 1990).

En cuanto al tiempo de desarrollo de los huevos obtenidos de adultos previamente tratados, se observó una extensión en el periodo de incubación en sus descendientes. En condiciones naturales, el ciclo biológico completo de *Chrysoperla* es de aproximadamente 26 días, sin embargo, se encuentra sujeto a variaciones, ya que depende de la temperatura, humedad relativa, fotoperiodo y dieta (Espinosa, 2020) (SAGAR, 2023) es importante mencionar que el tiempo de incubación es de 4 días. De manera particular los huevos obtenidos del tratamiento con jabón comercial Zote® mostró un alargamiento en esta etapa, con una media de 6 días, a diferencia del testigo y el extracto de chicalote, que presentaron una media de 3 días. Esto puede deberse al efecto que el jabón ejerce sobre larvas, ninfas, pupas y adultos de cuerpo blando, González *et al.* (2015) señala que el uso de jabones sobre huevecillos de mosca blanca al 3% causó una mortalidad del 25 % de los individuos, asimismo se registró una alta mortalidad de dicho jabón al 2% para ninfas jóvenes (97%) y para ninfas desarrolladas (72%). De acuerdo a la literatura los individuos que pasan a fase larval (1er, 2do y 3er insta) el periodo es de 11 días, en este caso los individuos mostraron un periodo de 9 días en total para el jabón y aquellos tratados con extracto de chicalote presentaron una media de 10 días, estadísticamente no fueron diferentes, sin embargo podemos atribuir este efecto al jabón, Aragón *et al.*(2008) cita que el jabón actúa destruyendo la permeabilidad de la cutícula y la membrana celular haciéndolos susceptibles a las condiciones ambientales externas, lo que conlleva a su muerte.

En cuanto al tiempo de formación de la pupa sucedió algo similar, se registró un periodo corto con una media de 10, si bien no se tiene ampliamente documentado de manera específica el efecto que ejerce el jabón comercial Zote® sobre los organismos, se ha documentado el uso de otros detergentes para el control de plagas, Palacios *et al.* (2004) evaluó la aplicación por aspersión de dos detergentes Peak Plus y Roma® sobre *D. opuntiae* en cladodios de nopal infestados a concentraciones 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 y 6.0%, así como el efecto de una segunda aplicación, donde se observó que el detergente Roma® alcanzó una mortalidad del 50% en ninfas I, mientras que el jabón Peak Plus logró un control del 50% en concentraciones 1.5 y 3.0 en ninfas II y hembras adultas, ya que el jabón actúa removiendo la cubierta que protege al organismo, provocando su deshidratación y su muerte, además mencionan que la aplicación constante de estos productos incrementa los porcentajes de mortalidad en cada una de las concentraciones de ambos productos. Del mismo modo el tiempo de desarrollo de huevo a adulto en los descendientes tratados con jabón comercial Zote® les tomó 24 días completar su ciclo, López *et al.* (2021) evaluó 4 productos con poder insecticida entre ellos el jabón comercial Zote®, aplicado a una concentración del 4% redujo la población al 67.2% y a los 6 días posteriores a su aplicación una reducción del 58%, siendo una alternativa viable accesibilidad y bajo costo.

Con respecto a los porcentajes de mortalidad de los diferentes estadios larvales se observa que el tratamiento que presentó un efecto menor fue el extracto de chicalote con un 82%, mientras que el tratamiento con un mayor porcentaje de mortalidad fue el extracto de neem con una mortalidad del 98%, esta alta mortalidad puede estar relacionada con los diferentes componentes que se encuentran en el extracto de neem (Schmutterer, 1990; National Research Council, 1992), así mismo la investigación se ha centrado en el principal componente y sus efectos sobre aquellos organismos que entran en contacto con esta sustancia, por lo que estos resultados son similares a los obtenidos por Lannacone y Lamas (2002) quienes evaluaron tres productos a dosis máximas, entre ellos Neem-X® por el método de ingesta, contacto residual e inmersión en diferentes estadios larvales huevo, larva y pupas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) en laboratorio. Se observó que la azadiractina causó efectos en el porcentaje de eclosión de individuos vivos en un 30%, además de retrasar el tiempo de emergencia de las pupas. Para el caso de larvas tratadas por contacto residual se obtuvo una mortalidad del 50%.

Finalmente, los organismos tratados con jabón comercial Zote® y extracto de neem, presentaron una  $r_m$  de (0.07566) y (0.03607) respectivamente siendo el extracto de neem el que presentó el valor más bajo. Aguiar *et al.* (2017) evaluaron el impacto de seis insecticidas entre ellos la azadiractina en su forma comercial (Azamax™) sobre el depredador generalista *Hippodamia convergens* (Guérin) (Coleoptera: Coccinellidae) en condiciones de laboratorio, aplicado por contacto residual a concentraciones máximas recomendada en campo sobre huevos, larvas y adultos de dicho depredador, donde se registraron tasas superiores que van de (0.121) en huevos y en larvas de (0.112), de manera que este producto no se considera dañino para este depredador. Estos resultados difieren con lo observado en el presente estudio donde la  $r_m$  fue menor a la reportada por dichos autores teniendo un valor de (0.03607), lo que indica que estas poblaciones a lo largo de las generaciones tienden a disminuir, ya que al compararlas con el tratamiento testigo ( $r_m$  0.09466) sus valores cambian considerablemente. Por su parte Rugno *et al.* (2018) observaron que las larvas y a adultos de la crisopa *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) al estar en contacto con insecticidas, como Azadiractina, empelados en campo para el control de la plaga *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae) se observaron efectos subletales donde la supervivencia fue del 12%, de la progenie obtenida, teniendo impacto en la reducción de organismos adultos ya que sólo se obtuvieron machos. Asimismo, el insecticida Phosmet presento una  $r_m$  de 0.06 demostrando que las crisopas son susceptibles a diversos productos de uso agrícola. Alsendi *et al.* (2023) evaluó la toxicidad y efectos subletales en el depredador *C. carnea* por contacto residual de los insecticidas lufenurón, novalurón y lambda-cihalotrina en concentraciones distintas, donde el lufenurón fue el insecticida con una  $r_m$  de 0.0128 lo que indica que dichos insecticidas tienden a ser altamente tóxicos para *C. carnea* ya que reducen los parámetros poblacionales de esta especie. Estos estudios confirman de manera general que *Chrysoperla* es un depredador muy sensible a insecticidas agrícolas, así como a diversos bioplaguicidas empelados en la agricultura.

## 7.1 CONCLUSIONES

El extracto de *Azaridachta indica* como alimento tuvo el mayor efecto negativo en varios atributos de los adultos y las crías: disminución en número de huevos, alto porcentaje de mortalidad y disminución de la tasa intrínseca de crecimiento.

El jabón Zote® afectó en menor medida los parámetros biológicos en aquellos organismos tratados. La descendencia de estos es ligeramente afectada, sin embargo, alcanzó una mortalidad cercana a la del extracto de *Azaridachta indica* por lo que no se recomienda su uso cuando se tenga presente a *Chrysoperla* sp.

De los dos extractos evaluados *Argemone mexicana* presentó una afectación menor en algunos parámetros biológicos (fertilidad y fecundidad), así como un tiempo de desarrollo y una (rm) similar a la del testigo, sin embargo alcanzó una mortalidad considerable de modo que las liberaciones de este organismo y la aplicación de este producto en las dosis señaladas por (Aragón y Tapia, 2009) no es recomendable en presencia de *Chrysoperla* sp, por lo que se recomienda probar diferentes dosis que ayuden reducir la presencia de plagas y a la prevalencia de *Chrysoperla* sp.

Si bien los extractos vegetales y jabón son una alternativa viable para el control de plagas en condiciones de laboratorio no demostraron ser inocuos para el depredador, si bien su bajo costo es una ventaja, se necesita establecer dosis que permitan a los insectos benéficos tener presencia, por lo que se sugiere seguir explorando *Argemone mexicana* sobre *Chrysoperla* en sus diferentes fases de desarrollo y de esta forma descartar su uso o en dado caso establecer dosis que permitan el manejo adecuado de plagas y permitan la presencia de este organismo.

## BIBLIOGRAFÍA.

Acharya, P., Mir, S. A. and Nayak, B. 2017. Competence of biopesticide and neem in agriculture. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2(6): 2958-2964.

Aguiar, K.F., Odimar, Z. Z., Rovere de Moraes, M., Oliveira, J.R.C., Bárbara de Oliveira, M., and Takao, Y. P. 2017. The impact of six insecticides commonly used in control of agricultural pests on the generalist predator *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Chemosphere*, 5(186): 218–226.

Ail-Catzim, C. E., Cerna C. E., Landeros, F. J., Ochoa, F. Y., García L. A. M. y Rodríguez G. R.E. 2015. Efecto de insecticidas sobre la mortalidad y depredación de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), *Southwestern Entomologist*, 40(3): 565-574.

Alagesaboopathi, C. 2009. Ethnomedicinal plants and their utilization by villagers in Kumaragiri hills of Salem district of Tamilnadu, India. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 6(3): 222–227.

Alsendi, A., Abdulhusien Kareem, A., Havasi, M. and Golmohammadi, G. 2023. A study on the toxicity and sublethal concentrations of three insecticides on the population dynamics of green lacewing *Chrysoperla carnea* Stephens. *Arab Journal for Plant Protection*, 41(1): 28-36.

Aragón, G.A., Torrija, T.A., Avelleira, C.R., Tapia, R.A.M., Contreras, M. I.R. y López, O.J.F. 2008. Control de plagas de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) con *Gliricidia sepium* (Jacq.) en Chiautla de Tapia, Puebla. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 12 (3): 33-42.

Aragón, G. A. y Tapia R.A.M. 2009. Amaranto orgánico: métodos alternativos para el control de plagas y enfermedades. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. Puebla, México. 63 p

Aragón, G. A., Pérez, T.B.C., Aragón, S. M., Juárez, R. D., Hernández, L. G. y Lugo, G.G.A. 2019. Control de chapulín *Sphenarium purpurascens* Charpentier 1845 (Orthoptera: pyrgomorphidae) con extractos vegetales, en cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Entomología mexicana*, 6: 75-81.

Aragón, S. M., Serratos, T. C., Huerta de la Peña, A., Aragón, G. A., Pérez. T. B. C. and Pineda, S. 2020. Effect by ingestion of extracts of *Argemone mexicana* L. on biological parameters and capability of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to Increase in a laboratory. *Southwestern Entomologist*, 45(2): 405-414.

Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. 2009. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=chicalote-am>; fecha de consulta: 26-XII-2022

Baker, B. P., Green, T. A. and Loker, A. J. 2020. Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems, *Biological Control*, 140: 104095.

Barceloux, D. 2008. Medical toxicology of natural substances: foods, fungi, medicinal herbs, plants and venomous animals Chapter 100: Neem Oil (Margosa Oil) (*Azadirachta indica* Adr. Juss.) (648-652 p).

Bastidas, J. S., Devia, E. H. V. y Amaya, Ó. S. 2010. Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 11(1): 31-40.

Bautista, V. R. 2015. Aplicación de productos naturales para el manejo del chapulín *Sphenarium purpurascens* (Charpentier, 1841-45) en el cultivo de *Raphanus sativus* L., en Tepeaca Puebla. Tesis de licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. 58 p.

- Badii, M. H., y Abreu, J. L. (2006). Control biológico una forma sustentable de control de plagas (Biological control a sustainable way of pest control). *Daena: international journal of good conscience*, 1(1), 82-89.
- Buckingham, J., Keith, H., Baggaley, A., D. R. y László, F. S. 2010. Dictionary of Alkaloids. Second edition. 2377 p.
- Birch, L. C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17:15-26.
- Cadena, P. A. F., Gómez, L. A., y González, R. 2007. Diferenciación morfológica y molecular de especies de crisópidos (Neuroptera: *Chrysopidae*). *Revista Colombiana de Entomología*, 33 (2):171-177.
- Contreras, R. A., y Rosas, M, V. 2014. Biodiversidad de Neuroptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: S264-S270.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flower plants. *The New York Botanical Garden*, New, 35: 12-61.
- Cruz, F. M. y R. del Ángel, S. 2004. El árbol de nim, establecimiento y aprovechamiento en la Huasteca Potosina. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Huichihuayán y Campo Experimental Éban. Folleto técnico No.3 San Luis Potosí, México. 23 p.
- Díaz, M. H. L. 2016. Actividad antiinflamatoria y antioxidante del extracto hidroalcohólico del látex de *Argemone mexicana* ("cardo santo"). Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.
- Diego, P. N. y Bustamante G. R. 2017. Papaveraceae - Primulaceae. Flora de Guerrero 78. pp: 5-11.

Espinosa, V.G. 2020. Capacidad de consumo, respuesta funcional y biología de tres especies de *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae) Alimentados con *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphidae) Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados.

González, A.A., González, C.A., Mateos, R.R.A. y González, C.J.C. (2015). Alternativas de control sobre *Bemisia* spp. en el cultivo de *Capsicum annum* L. (criollo) en el municipio de Tepetzintla, Veracruz. *Revista Biológico-Agropecuaria Tuxpan*, 3: 1-10.

Imam, H., Hussain, A. and Makbul, S. 2012. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss- A Nature's Drugstore: An overview. *Revista Internacional de Investigación de Ciencias Biológicas*, 1 (6): 76-79.

Hassan, S. A. 1994. Activities of the IOBC/WPRS working group pesticides and beneficial organisms. *IOBC/ wprs Bulletin*, 17(10): 1-5.

Hassan, F. and Shafiq. A. M. 2011 Toxic effects of neem-based insecticides on *Pieris brassicae* (Linn) *Crop Protection*, 30(4): 502-507.

Hernández A. y Hansen, M. A. 2011 Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. *Revista Internacional de contaminación ambiental*, 27 (2): 115-127.

Huerta. R. J. O., Huerta de la Peña, A., Aragón G. A., and Carmona, F.C. 2018 Consumption and Developmental Capacity of *Chrysoperla carnea* (Stephens) on the Sugarcane Aphid (*Melanaphis sacchari* Zehntner) in Puebla, México, *Southwestern Entomologist*, 43(2): 417-432.

Juárez G. R. A., Sanzón, G.D., Ramírez, S.L.F. y Gonzales, C.J. 2020. Revisión: El género argemone (Papaveraceae) y los usos para el control de plagas en el sector agrícola. *Ciencia e innovación agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato*, 1(2): 71-83.

Lannacone, J. y Lamas, G. 2002. Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*, *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 65:92-101.

Laughlin, R. 1965. Capacity for increase: a useful population statistics. *Journal of Animal Ecology*, 34:77-91.

López D. M. T. y Estrada O. J. 2005. Los bioinsecticidas de nim en el control de plagas de insectos en cultivos económicos. La Habana (CUBA). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 37(2): 41-50.

López, R. P. E., Aquino P. G., Morales, F. F., Mena, C. J., Rodríguez L. E., y de Jesús Méndez, G. S. 2021. Productos no convencionales como alternativa de control de *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(3): 417-417.

Meyer, J. S., Ingersoll C.G and McDonald, L.L. 1987. Sensitivity analysis of population growth rates estimated from cladoceran chronic toxicity test. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 6:115-126.

Monserrat, V. J. y Díaz A, L. M. 2012. Los estadios larvarios de los crisópidos ibéricos (Insecta, Neuroptera, Chrysopidae), nuevos elementos sobre la morfología larvaria aplicables a la sistemática de la familia. *Graellsia*, 68(1): 31–158.

Sakthivadivel, M. and Thilagavathy, D. (2003). Larvicidal and chemosterilant activity of the acetone fraction of petroleum ether extract from *Argemone mexicana* L seed. *Bioresource technology*, 89: 213-6.

National Research Council. 1992. *Neem: A Tree For Solving Global Problems*. Washington (DC): National Academies Press (US). pp: 31.

Núñez, E. 1988. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera, Chrysopidae) *Revista Peruana de Entomología*, 31: 76-82.

Palacios, M. C., Nieto H. R., Llanderal, C. C., y González H. H. 2004. Efectividad biológica de productos biodegradables para el control de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Homoptera: Dactylopiidae). *Acta Zoológica Mexicana* (Nueva serie), 20(3): 99-106.

Pérez, T. B., Aragón, G. A., Cuate, M. V., López, O. J. F., Aragón, S. M. y Lugo, G. G. 2017. Efecto de la aplicación en campo de mezclas de extractos vegetales sobre la presencia y daños de insectos plaga en el cultivo de *Amaranthus hypochondriacus* L. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 34: 477-496.

Rugno, G. R., Zanardi, O. Z., Parra, J. R. P., and Yamamoto, P. T. 2018. Lethal and sublethal toxicity of insecticides to the lacewing *Ceraeochrysa Cubana*. *Neotropical entomology*, 48(1): 162–170.

Ruiz, J. K. Z., Osorio, O. R., Hernández, H. L. U., Ochoa, F. A. A., Silva, V. R. y Méndez, Z. G. 2021. Actividad acaricida de extractos de plantas contra el ácaro rojo de las palmeras *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 80(1):33-39.

SAGAR. Ficha técnica CB10 Generalidades de *Chrysoperla* con énfasis en *C. rufilabris* (Burmeister) (Neuroptera: Chrysopidae) <https://www.gob.mx/senasica/es/documentos/fichas-tecnicas-de-control-biologico>; Fecha de consulta: 25-V-2023.

Salamanca, B. J., Varón D. E., y Santos, A. Ó. 2010. Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(1):31-40.

Serratos, T.C. 2020. Evaluación socioeconómica de *Melanaphis sacchari* en el cultivo de sorgo en Izúcar de Matamoros, Puebla y Toxicidad del extracto de *Argemone Mexicana* sobre su enemigo natural *Chrysoperla carnea*. Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.

Siddiqui, I. A., Shaukat, S. S., Khan, G. H. y Zaki, M. J. 2002. Evaluation of *Argemone mexicana* for control of root-infecting fungi in tomato. *Journal of Phytopathology*, 150(6): 321-329.

Silva, G. A., Lagunes, A. y Rodríguez, J. 2003. Control de *Sitophilus Zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezclas con carbonato de calcio en maíz almacenado. *Ciencia e Investigación Agraria*, 30:153-160.

Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35: 271–297.

Szumlas, D.E. 2002. Behavioral responses and mortality in *German cockroaches* (Blattodea: Blattellidae) after exposure to dishwashing liquid. *Journal of economic entomology*, 95(3):390-398.

Taberner, A., P. Castañera, E. Silvestre y J. Bopazo. 1993. Estimación de la tasa intrínseca de incremento natural y su error mediante aproximaciones algebraicas y de remuestreo. *Computer Applied Biosciences*, 9:535-540.

Taveras, F. 1994. Control de plagas con el uso del Nim en República Dominicana (*Bemisia tabaci*, *Pseudoacysta perseae* y otros). Memoria 1er Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Nim y otros insecticidas vegetales. Santo Domingo, República Dominicana. pp. 19 - 24.

Torrija, T. A., Huerta, A., y Aragón, G. A. 2014. Evaluación de dos extractos vegetales y el colorante phloxine-B, para la captura de la mosca del nogal de castilla, Puebla, México. *Ra Ximhai*, 10(6): 9-22.

Vázquez, J. M.A., Aragón, G. A., Bibbins, M. M.D., Castillo, H.D., Nava, G. S.B y Pérez, T. B.C. 2016. Control de *Sphenarium purpurascens* con *Beauveria bassiana* y extractos vegetales en amaranto (*Amaranthus hypocondriacus* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(2): 235-247.

Villarreal Q., J. A. 1999. Malezas de Buenavista Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 122-123.

Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87: 559–902.

Viñuela, E., Hándel. U. y Vogt, H. 1996. Evaluación en campo de los efectos secundarios de dos plaguicidas de origen botánico, una piretrina natural y un extracto de neem, sobre *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 22(1): 97-106.

Vogt, H., Bigler, F., Brown. K., Candolfi, M., Kemmeter, F., Kühner, Ch., Moll, M., Travis, A., Ufer, A., Viñuela, E., Waldburger, M and Waltersdorfer, A. 2000. Laboratory method to test effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Guidelines to Evaluate Side-effects of Plant Protection Products to Non-target Arthropods*. pp: 27-44.

Verkerk R.H.J. y Wright D.J. 1993. Biological activity of neem seed kernel extract and synthetic azadirachtin against larvae of *Plutella xylostella*, *Pesticide Management Science*, 37:83-91.

Warikoo, R., and Kumar, S. 2014. Oviposition altering and ovicidal efficacy of root extracts of *Argemone mexicana* against dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(4):11-17.

## ANEXOS

### ELABORACIÓN DE DIETA PARA ADULTOS *Chrysoperla* sp.

#### Ingredientes

20 g de fructosa  
50 g de germen de trigo  
50 g de levadura de cerveza  
1 huevo  
1 yema de huevo  
30 g de miel de abeja  
15 ml de leche condensada  
45 ml de agua destilada

#### Materiales

Vaso de precipitado 500 mL  
Espátula  
Balanza granataria  
3 Probeta graduada de 50 mL  
3 Vasos de precipitado de 50 mL  
3 cuadros de papel estraza de 10x10 cm

#### Procedimiento

1. En una balanza granataria colocamos un cuadro de papel estraza, posteriormente agregamos la cantidad señalada de ingredientes previamente mencionados y reservamos.
2. En un vaso precipitado separamos la clara y la yema en recipientes diferentes y reservamos
3. En un recipiente diferente colocamos un huevo completo, es decir yema y clara.
4. Con ayuda de una probeta procedemos a medir los ingredientes miel, leche condensada y el agua destilada.
5. En un vaso de precipitado de 500 mL colocamos la fructosa, germen de trigo y levadura de cerveza, se incorporaron con ayuda de una espátula hasta obtener una mezcla homogénea de estos ingredientes.
6. Posteriormente agregamos un huevo y adicionalmente la yema de huevo, así como la miel de abeja y la leche condensada, se mezcló hasta obtener una pasta homogénea.
7. Una vez obtenida dicha pasta, agregamos agua destilada de poco a poco hasta obtener una mezcla un tanto líquida, de manera que al colocarla en las jaulas de los insectos se mantenga adherida en las paredes de ésta.
8. Para mantener en buen estado dicha dieta, almacenamos en vasos de precipitado pequeños de 50mL y fueron cubiertos con papel Parafilm para evitar que se reseca y refrigeramos.