



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE EXTRACTOS CRUDOS
VEGETALES APLICADOS A *Meccus pallidipennis* (Hemiptera:
Reduviidae) Y *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae)**

JAVIERA ESTEFANY BARRIENTOS GUTIÉRREZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTORA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO DE MÉXICO

2018

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

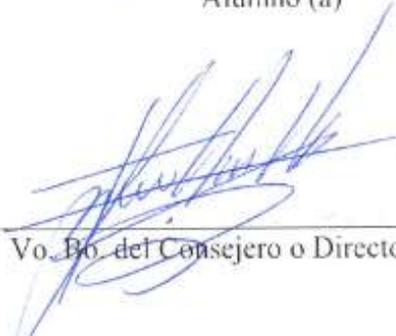
En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe M. en C. Javiera Estefany Barrientos Gutierrez, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. Jesús Romero Nápoles, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis Actividad biológica de extractos crudos vegetales aplicados a Meccus pallidipennis (Hemiptera: Reduviidae) y Spodoptera exigua (Lepidoptera: Noctuidae)

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 18 de Julio de 2018



Firma del
Alumno (a)



Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis, titulada: Actividad biológica de extractos crudos vegetales aplicados a *Meccus pallidipennis* (Hemiptera: Reduviidae) y *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), realizada por la alumna: Javiera Estefany Barrientos Gutiérrez, bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

DOCTORA EN CIENCIAS
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



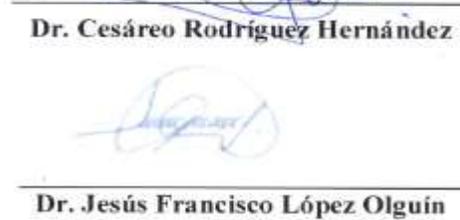
ASESOR:

Dr. Jesús Romero Nápoles



ASESOR:

Dr. Cesáreo Rodríguez Hernández



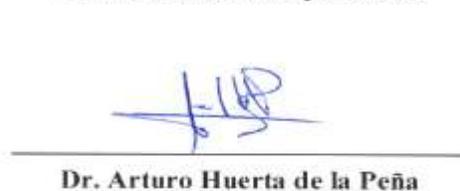
ASESOR:

Dr. Jesús Francisco López Olguín



ASESOR:

Dr. José Lino Zumaquero Ríos



Dr. Arturo Huerta de la Peña

**ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE EXTRACTOS CRUDOS VEGETALES APLICADOS A
Meccus pallidipennis (Hemiptera: Reduviidae) Y *Spodoptera exigua* (Lepidoptera:
Noctuidae)**

**Javiera Estefany Barrientos Gutiérrez, D. en C.
Colegio de Postgraduados, 2018**

RESUMEN

Mediante bioensayos en laboratorio se determinó la actividad biológica de extractos y aceites pertenecientes a seis especies botánicas en dos especies insectiles nocivas: *Meccus pallidipennis* y *Spodoptera exigua*. La chinche *M. pallidipennis* es un importante vector, transmisor del parásito *Trypanosoma cruzi* causante de la enfermedad conocida como tripanosomiasis o mal de Chagas; por otra parte, el gusano soldado *S. exigua* es una de las plagas agrícolas encontradas en gran variedad de cultivos y que afecta la producción de cultivos básicos y hortalizas. Las especies botánicas utilizadas fueron: chicalote *Argemone mexicana*, neem *Azadirachta indica*, epazote de zorrillo *Chenopodium graveolens*, marrubio *Marrubium vulgare*, zoapatle *Montanoa tomentosa* y pirú *Schinus molle*; a partir de ellas se obtuvieron extractos etanólicos, hexánicos y aceites esenciales, los cuales fueron evaluados en varios estados del desarrollo de cada uno de los insectos bajo estudio. En *M. pallidipennis* se determinó el efecto en la eclosión de huevos, la repelencia en ninfas y adultos, así como en la mortalidad en ninfas de tercer instar; por otra parte, en *S. exigua* se determinó el efecto en la eclosión, la mortalidad en larvas de tercer instar y la actividad antialimentaria. La eclosión de huevos de *M. pallidipennis* se vio afectada significativamente por más de uno de los derivados vegetales evaluados, sin embargo, el mejor resultado fue el obtenido después de aplicar el aceite prensado de neem *A. indica* a una concentración de 1%, el cual inhibió la eclosión en 51%. La repelencia más significativa (valores de $\geq 50\%$ a una concentración de 0.1%) en ninfas de primer instar, se registró al aplicar los extractos etanólicos, y de estos los mejores resultados fueron generados por los extractos de neem *A. indica*. En ninfas de cuarto instar, la repelencia más significativa se determinó por la aplicación de los extractos etanólicos de neem *A. indica* y pirú *S. molle*. En adultos, la repelencia más importante se observó al aplicar extractos de etanol de neem *A. indica*. Otros derivados vegetales, aplicados a 1% de concentración también registraron repelencia significativa en ninfas y adultos. La mortalidad $\geq 50\%$ a concentración de $\leq 1\%$ no fue registrada por ninguno de los extractos o aceites aplicados a ninfas de tercer estadio de *M. pallidipennis*. En relación a las evaluaciones con *S. exigua*, el efecto sobre la eclosión más significativo fue el registrado al aplicar el aceite de neem *A. indica* a 1% de concentración, el cual

evitó la eclosión en 56% de los huevos expuestos. En el caso de la mortalidad de larvas de *S. exigua*, ninguno de los productos botánicos aplicados al tercer instar registró valores de $\geq 50\%$ a concentración de $\leq 1\%$. La actividad antialimentaria más significativa en larvas de quinto instar, se determinó en el extracto etanólico de neem *A. indica* a 1%, con un valor de IA de 58%.

Palabras clave: *Meccus pallidipennis*, extractos, *Spodoptera exigua*, manejo alternativo, plagas

**BIOLOGICAL ACTIVITY OF CRUDE VEGETABLE EXTRACTS APPLIED TO
Meccus pallidipennis (Hemiptera: Reduviidae) AND *Spodoptera exigua* (Lepidoptera:
Noctuidae)**

**Javiera Estefany Barrientos Gutiérrez, D. en C.
Colegio de Postgraduados, 2018**

ABSTRACT

Through laboratory bioassays, the biological activity of extracts and oils belonging to six botanical species was determined in two noxious insect species: *Meccus pallidipennis* and *Spodoptera exigua*. The kissing bug *M. pallidipennis* is an important vector, transmitter of the parasite *Trypanosoma cruzi*, that causes the disease known as trypanosomiasis or mal de Chagas, and the armyworm *S. exigua* is one of the agricultural pests found in a wide variety of vegetables and affect the production of basic and horticultural crops. The botanical species evaluated were: chicalote *Argemone mexicana*, neem *Azadirachta indica*, epazote de zorrillo *Chenopodium graveolens*, marrubio *Marrubium vulgare*, zoapatle *Montanoa tomentosa* and pirú *Schinus molle*; from them were obtained etanolic and hexanic extracts, and also essential oils, which were evaluated in several development stages of each of the insects under study. In the kissing bug *M. pallidipennis* was determined the effect on hatching eggs, repellency in nymphs and adults, as well as mortality in nymphs of third instar; and in the armyworm *S. exigua* the effect on hatching, mortality in third larvae instar and the antialimentary activity was determined.

More than one of the vegetable derivatives evaluated significantly affected egg hatching of *M. pallidipennis*, however, the best result was obtained after applying the pressed oil of neem *A. indica* at a concentration of 1%, the which inhibited hatching by a $\geq 50\%$. The most significant repellency (values of $\geq 50\%$ at a concentration of 0.1%) in nymphs of first instar, was recorded when applying the ethanolic extracts, and of these the best results were generated by the neem extracts *A. indica*. In nymphs of the fourth instar, the most significant repellency was determined by the application of the ethanol extracts of neem *A. indica* and pirú *S. molle*. In adults, the most important repellency was observed when applying ethanol extracts of neem *A. indica*. Other plant derivatives, applied at 1% concentration also recorded significant repellency in nymphs and adults. Mortality $\geq 50\%$ at a concentration of 1% was not recorded by any of the extracts or oils applied to third stage of *M. pallidipennis* nymphs. In relation to the evaluations with *S. exigua*, the effect on the hatching was more significant applying the neem oil *A. indica* at 1% concentration; this product inhibited

the hatching in 56%. In the case of mortality of *S. exigua* larvae, none of the botanical products applied to third instar registered values of $\geq 50\%$ at a concentration of $\leq 1\%$. The most significant antifeedant activity was determined by applying the ethanol extract of neem *A. indica* to 1% of concentration, with 58% IA value.

Key words: *Meccus pallidipennis*, extracts, *Spodoptera exigua*, alternative management, pests

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por todo el apoyo que siempre me han brindado.

A los miembros del consejo particular.

Al CONACYT por la beca otorgada para la realización de estudios de doctorado.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

CONTENIDO

PÁGINA

Lista de Cuadros	x
Lista de Figuras	xiii
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Importancia general de las plagas insectiles.....	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.2.1 <i>M. pallidipennis</i>	2
1.2.2 <i>S. exigua</i>	3
2 OBJETIVOS	5
3 REVISIÓN DE LITERATURA.	6
4 METODOLOGÍA	10
4.0 General	10
4.1 Elaboración de los productos vegetales.....	10
4.2 <i>M. pallidipennis</i>	10
4.2.2 Evaluaciones.....	11
4.2.2.1 No eclosión.....	11
4.2.2.2 Repelencia	12
4.2.2.3 Mortalidad	13
4.2.3 Análisis de datos.....	13
4.3 <i>S. exigua</i>	13
4.3.2 Evaluaciones.....	14
4.3.2.1 No eclosión.....	14
4.3.2.2 Mortalidad	14
4.3.2.3 Actividad antialimentaria	14
4.3.3 Análisis de datos.....	15
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5.1 <i>M. pallidipennis</i>	16
5.1.1 No eclosión.....	16

5.1.2 Repelencia	20
5.1.2.1 Ninfas de primer instar	21
5.1.2.2 Ninfas de cuarto instar.....	25
5.1.2.3 Adultos	28
5.1.3 Mortalidad	35
5.2 <i>S. exigua</i>	44
5.2.1 No Eclosión	44
5.2.2 Mortalidad	47
5.2.3 Actividad antialimentaria	52
5.3 Consideraciones finales.....	55
6 CONCLUSIONES	57
7 LITERATURA CITADA	58

Lista de Cuadros

PÁGINA

Cuadro 1. Huevos no eclosionados (%) de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos etanólicos.....	16
Cuadro 2. Huevos no eclosionados (%) de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos hexánicos.	17
Cuadro 3. Huevos no eclosionados (%) de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar aceites esenciales.	18
Cuadro 4. Porcentaje de repelencia de ninfas de primer instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos etanólicos en refugios (35 min).	21
Cuadro 5. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos etanólicos en refugios (120 min).	21
Cuadro 6. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos etanólicos en refugios (24 h).	22
Cuadro 7. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos hexánicos en refugios (35 min).	22
Cuadro 8. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos hexánicos en refugios (120 min).	23
Cuadro 9. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos hexánicos en refugios (24 h).	23
Cuadro 10. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar aceites en refugios (50 min).....	24
Cuadro 11. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar aceites en refugios (24 h).....	24
Cuadro 12. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos etanólicos en refugios (35 min).....	25
Cuadro 13. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos etanólicos en refugios (120 min).	25

Cuadro 14. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos etanólicos en refugios (24 h).	26
Cuadro 15. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos hexánicos en refugios (35 min).....	26
Cuadro 16. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos hexánicos en refugios (120 min).	27
Cuadro 17. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos hexánicos en refugios (24 h).	27
Cuadro 18. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar aceites en refugios (50 min).....	27
Cuadro 19. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar aceites en refugios (24 h).....	28
Cuadro 20. Repelencia (%) a adultos de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos etanólicos en refugios (1.5 h).....	29
Cuadro 21. Repelencia (%) a adultos de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos etanólicos en refugios (24 h)	29
Cuadro 22. Repelencia (%) a adultos de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos hexánicos en refugios (1.5 h)	30
Cuadro 23. Repelencia (%) adultos de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar extractos hexánicos en refugios (24 h)	30
Cuadro 24. Repelencia (%) a adultos de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar aceites en refugios (50 min).	31
Cuadro 25. Repelencia (%) a adultos de <i>M. pallidipennis</i> al aplicar aceites en refugios (24 h) .	31
Cuadro 26. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa de extractos etanólicos de <i>A. mexicana</i> , <i>C. graveolens</i> , <i>M. vulgare</i> , <i>M. tomentosa</i> y <i>S. molle</i> , a diferentes concentraciones y tiempos.....	35

Cuadro 27. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa del extracto etanólico de <i>A. indica</i> a diferentes concentraciones y tiempos	36
Cuadro 28. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa de los extractos de los extractos hexánicos de <i>A. mexicana</i> , <i>M. vulgare</i> y <i>M. tomentosa</i> a diferentes concentraciones y tiempos.....	38
Cuadro 29. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa de los extractos hexánicos de <i>A. indica</i> , <i>C. graveolens</i> y <i>S. molle</i> a diferentes concentraciones y tiempos	38
Cuadro 30. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa de los aceites de Neem <i>A. indica</i> y epazote <i>C. graveolens</i> a diferentes concentraciones y tiempos.	40
Cuadro 31. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa de los aceites de <i>M. tomentosa</i> y <i>S. molle</i> a diferentes concentraciones y tiempos	41
Cuadro 32. Huevos no eclosionados (%) de <i>S. exigua</i> al aplicar extractos etanólico.....	45
Cuadro 33. Huevos no eclosionados (%) de <i>S. exigua</i> al aplicar extractos hexánicos	45
Cuadro 34. Huevos no eclosionados (%) de <i>S. exigua</i> al aplicar aceites.....	46
Cuadro 35. Mortalidad (%) en larvas de tercer instar por aplicación directa de los extractos de los extractos etanólicos de argemone <i>A. mexicana</i> , <i>marrubio M. vulgare</i> y <i>zoapatle M. tomentosa</i> a diferentes concentraciones y tiempos	47
Cuadro 36 Mortalidad (%) de larvas de tercer instar de <i>S. exigua</i> al aplicar los extractos etanólicos de <i>A. indica</i> , <i>M. tomentosa</i> y <i>S. molle</i>	48
Cuadro 37 Mortalidad (%) de larvas de tercer instar por aplicación directa de los extractos de los extractos hexánicos de <i>A. mexicana</i> , <i>M. vulgare</i> , <i>M. tomentosa</i> a diferentes concentraciones y tiempos.....	49
Cuadro 38 Mortalidad (%) de larvas de tercer instar de <i>S. exigua</i> al aplicar los extractos hexánicos de <i>A. indica</i> , <i>M. tomentosa</i> y <i>S. molle</i>	49
Cuadro 39 Mortalidad (%) de larvas de tercer instar de <i>S. exigua</i> al aplicar los aceites de <i>A. indica</i> y <i>M. tomentosa</i>	51
Cuadro 40 Actividad antialimentaria IA (%) de larvas de quinto instar de <i>S. exigua</i> al aplicar seis extractos etanólicos.....	53

Lista de figuras

PÁGINA

Figura 1. Esquema del sistema de evaluación de la repelencia a <i>M. pallidipennis</i>	12
Figura 2. Huevos de <i>M. pallidipennis</i> tratados con aceite derivado de <i>A. indica</i>	17

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia general de las plagas insectiles

Los insectos han sido parte de la vida cotidiana del ser humano desde sus inicios y diversas especies son imprescindibles e incluso han formado parte importante de la historia de varias civilizaciones, mientras que una pequeña porción del total de especies insectiles es perjudicial. El concepto de plaga es amplio y se aplica a especies nocivas que dañan cultivos, animales, seres humanos, productos almacenados, madera, o cualquier producto de utilidad humana (Rajendran y Devendra, 2016). Un insecto es considerado una plaga cuando afecta de manera directa y significativa la salud humana o bien perturba algún producto u organismo de interés para nuestra especie. Los primeros son de importancia médica (Pérez-Arellano *et al.*, 2010), mientras que los últimos son objeto de estudio de las áreas agronómicas y zootecnistas.

Las plagas insectiles de importancia médica y veterinaria, pueden ser vectores, es decir portadores y transmisores de otros organismos que provocan enfermedades como virus, bacterias o parásitos. Estos vectores suelen tener hábitos de alimentación hematófaga, y es durante este proceso cuando se realiza la transmisión del agente nocivo al nuevo portador. Recientemente la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), informó que en todo el mundo se registran cada año 700 000 defunciones como consecuencia de enfermedades transmitidas por vectores (ETV), entre ellas: paludismo, dengue, esquistosomiasis, tripanosomiasis africana humana, leishmaniasis, enfermedad de Chagas, fiebre amarilla, encefalitis japonesa y oncocercosis.

En cuanto a las plagas de importancia agronómica, primordialmente se habla de fitófagos pertenecientes a varios Ordenes de insectos, entre ellos Coleoptera, Orthoptera, Lepidoptera e incluso Diptera. Las especies de dichos grupos insectiles causan pérdidas considerables en la producción agrícola; a nivel mundial la FAO (2012), señalaba que las plagas y las enfermedades de las plantas tienen serias repercusiones en la producción de alimentos, puesto que todos los años la producción agrícola mundial se reduce del 20 al 40% por lo cual se considera importante la investigación relacionada al manejo de las especies plaga.

En años recientes se han buscado alternativas al manejo de plagas convencional que utiliza insecticidas de síntesis química, entre estas posibilidades se encuentran los productos derivados de origen vegetal, que tengan características repelentes o tóxicas, y afecten la biología de las plagas, con un impacto menor en el ambiente; es importante aclarar que a pesar del renovado interés en

estos productos su aplicación no es nueva, puesto que en la antigüedad - y antes de la existencia de los productos sintéticos- se utilizaban estos productos para el control de plagas.

Aunque existen diferencias en la biología de los grupos insectiles previamente mencionados, se entiende que ambos son de interés, debido precisamente al contacto directo o indirecto con estos organismos y a las consecuencias perjudiciales asociadas a ellos, ya sea trastornando significativamente la salud humana, animal o los productos vegetales que consume la población; para el presente trabajo se seleccionaron dos especies importantes de cada uno de estos sectores para evaluar en ellos los extractos y aceites de seis especies vegetales, específicamente la chinche *Meccus pallidipennis* (Hemiptera: Reduviidae), vector del organismo causante de la tripanosomiasis americana y el gusano soldado *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) plaga agrícola, ampliamente extendida a nivel mundial.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *M. pallidipennis*

En México se reportan al menos 32 transmisores de *T. cruzi*, de los cuales seis pertenecen al género *Meccus* (Salazar-Schettino *et al.*, 2010) y la chinche *M. pallidipennis* es señalada como el primer vector infectado con *T. cruzi* dentro de México (Mazzotti, 1936). El parásito *T. cruzi*, se transmite entre animales y humanos, así como por triatominos que, al momento de alimentarse de sangre y excretar expulsan tripanosomas en sus deyecciones, los cuales penetran en las heridas producida por las picaduras del insecto (Monteón *et al.*, 2005), por lo cual resulta de suma importancia el manejo de dichos insectos, tal es el caso de la chinche *M. pallidipennis*.

Los redúvidos identificados como vectores tienen una importante distribución geográfica en México. Estudios sobre la distribución de esta especie la señalan como una de las más ampliamente distribuidas (Benítez-Alva, 2012). Particularmente a *M. pallidipennis* se le ha ubicado en los estados de Colima, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Veracruz y Zacatecas (Zarate y Zarate, 1985; Galvao *et al.*, 2003). De acuerdo al lugar o área antropogénica donde suelen hallarse las chinches transmisoras del parásito *T. cruzi*, ellas se han clasificado como intradomiciliarios, peridomiciliarios o silvestres, de acuerdo a esta clasificación la chinche *M. pallidipennis* es generalmente como peridomiciliario, aunque existen reportes de la presencia de estos insectos dentro de los domicilios (Salazar-Schettino *et al.*, 2010). En estados de la república como Guerrero puede ser considerado uno de los vectores más importantes de *T. cruzi* (Rodríguez-Bataz *et al.*,

2011). Debido a la importancia de la chinche *M. pallidipennis* como vector de *T. cruzii*, organismo causal de la enfermedad de Chagas. Las investigaciones relacionadas con su manejo son de gran relevancia, puesto que dicho insecto constituye un problema de salud.

Hasta hace poco se le consideraba también un visitante común en zonas con pocos recursos económicos, asociado también a casas con piso de tierra, sin embargo, algunos investigadores que tienen experiencia en la captura de estos organismos comentan que incluso se han encontrado en casas con piso de concreto, colchones, cuadros, etc., en general en estructuras semiurbanas (comunicación personal en comunidad afectada Puebla, 2017).

El manejo de triatominos con insecticidas incluye diferentes grupos químicos, como organoclorados, organofosforados y piretroides, actualmente estos últimos son los más utilizados sobre todo en campañas de control, ejemplos son la deltametrina, lambda-cyhalotrina, ciflutrina, betacyflutrina y cipermetrina (Dias y Schofield, 2004), estos productos se consideran actualmente ineficaces (Flores-Villegas *et al.*, 2016).

En México la Secretaria de Salud SSA y el Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE, 2016), indican que las ETV representan un problema de salud pública y que cerca de 60% del territorio nacional posee condiciones que favorecen la transmisión de las ETV. Cabe mencionar que la Norma Oficial Mexicana NOM - 032 - SSA2 - 2014, para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores, indica la necesidad de efectuar investigación relacionada con el tema para mantener información actualizada y realizar un manejo adecuado de los vectores, así mismo, en este documento se señalan varias especies de las familias Culicidae (Diptera) y Reduviidae (Hemiptera) como importantes vectores dentro del territorio nacional.

1.2.2 *S. exigua*

El gusano soldado *S. exigua*, que es una plaga agrícola sumamente persistente, originaria de Asia; este insecto ocasiona graves pérdidas económicas en muchas áreas del mundo (Zheng *et al.* 2011); debido a que puede alimentarse de numerosos cultivos, incluyendo hortalizas. En México se le considera como una de las plagas más ampliamente distribuida, esto debido a su polifagia.

Se ha documentado que *S. exigua* se presenta cíclicamente, si la infestación es fuerte las larvas pueden devorar todas las plantas y reducirlas a rastrojo (CESAVEG, 2007). Los cultivos más atacados en el México son el maíz, sorgo, cebada, pastos, del mismo modo ha causado

pérdidas en frijol, chile y trigo (SENASICA, 2009), también es factible hallarlo en amaranto, crucíferas y tomate de cáscara (Salas-Araíza y Boradonenko, 2006); mientras que en el estado de Puebla ataca cultivos como el amaranto (Aragón y López-Olguín, 2001), granos básicos y cultivos hortícolas (Barrientos-Gutiérrez *et al.*, 2013); por este último caso es denominado también gusano soldado de las hortalizas (Salas-Araíza y Boradonenko, 2006). Debido a su importancia como plaga fitófaga y su amplia distribución a nivel mundial y en México, el manejo de *S. exigua* y las alternativas para su control son temas valiosos dentro del quehacer agrícola.

El manejo actual de *S. exigua* se basa en la aplicación de insecticidas de síntesis química de venta libre, por ejemplo en la región hortícola del Valle de Tepeaca, Puebla se utiliza, un producto cuyos componentes activos son clorpirifos etil+ permetrina (Barrientos *et al.*, 2013); por otra parte, la SAGARPA, indica que los productos químicos autorizados para el control de este insecto pueden contener: cyflutrin, fenvalerato, lambda cyaotrina, metamidofos, monocrotofos, naled, triclorfon y el ya mencionado clorpirifos etil (SAGAR, 2000). Varios de los productos previamente señalados, poseen alto grado de toxicidad y se consideran nocivos tanto para la salud humana como para el ambiente, tal es el caso del metamidofos y monocrotofos, ambos organofosforados. Así mismo, se ha encontrado que *S. exigua* posee resistencia contra una proporción importante de los insecticidas químicos utilizados en su manejo (Caballero *et al.*, 2007), específicamente se han identificado en insecticidas piretroides y organofosforados; esta resistencia se ha registrado en diversas poblaciones de este lepidóptero, por lo cual se han observado brotes excesivos y constantes de larvas de *S. exigua*, sobre todo en zonas hortícolas, lo cual indica que el control químico actual es insuficiente para lograr evitar daño en cultivos importantes (Zhang *et al.*, 2014).

La Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, para el manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos, indica que los daños ocasionados por plagas en nuestro país repercuten en forma directa sobre los rendimientos obtenidos por unidad de superficie, así como en la calidad fitosanitaria y comercial, causando pérdidas en el mercado nacional y de exportación, por lo que la investigación relacionadas con las plagas agrícolas presentes en el territorio mexicano es un tema relevante.

2 OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar el potencial de extractos crudos y aceites de *Argemone mexicana* (Papaveraceae), *Azadirachta indica* (Meliaceae), *Chenopodium graveolens* (Chenopodiaceae), *Marrubium vulgare* (Lamiaceae), *Montanoa tomentosa* (Asteraceae) y *Schinus molle* (Anacardiaceae) para el manejo de *M. pallidipennis* y *S. exigua*.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 *M. pallidipennis*

Identificar dentro del grupo de especies vegetales evaluadas al menos una con potencial para el manejo de *M. pallidipennis*

Determinar dentro del grupo de derivados vegetales uno o más que evite la eclosión de huevos, genere repelencia o mortalidad $\geq 50\%$ a concentraciones $\leq 10\%$ en *M. pallidipennis*.

2.2.2 *S. exigua*

Identificar dentro del grupo de especies vegetales evaluadas al menos una con potencial para el manejo de *S. exigua*.

Determinar dentro del grupo de derivados vegetales uno o más que evite la eclosión de huevos, genere mortalidad o tenga efecto antialimentario $\geq 50\%$ a concentraciones $\leq 10\%$ en *S. exigua*.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. No eclosión

3.1.1 Extractos

Los extractos de éter de petróleo y hexánico, obtenidos de la raíz de chicalote *A. mexicana* y aplicados a 1000 ppm tienen efecto ovicida en *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), y generan que únicamente eclosionen el 4.9 y 8.9% de los huevos expuestos, respectivamente a 1000 ppm (Warikoo y Kumar, 2014).

En hemípteros fitófagos la evaluación sobre huevos de extractos derivados del neem *A. indica* no ha tenido resultados importantes, por ejemplo, en la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), el extracto obtenido de esta especie vegetal no provocó mortalidad significativa (Bezerra-Silva *et al.*, 2012).

Los extractos hexánicos de frutos de pirú *S. molle*, mostraron una característica importante para el control de *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae), puesto que tuvieron actividad ovicida (Ferrero *et al.*, 2006).

3.1.2 Aceites

Salama *et al.* (2012), evaluaron el efecto del aceite esencial de marrubio *M. vulgare* contra el mosquito *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae), se halló capacidad ovicida, por ello se le ha considerado como promisorio para el control de esta especie.

Insecticidas comerciales a base de aceite de neem *A. indica* disminuyen la supervivencia de huevos de *S. exigua* (Greenberg *et al.*, 2005).

Formulaciones insecticidas, cuyo activo principal es el aceite de neem *A. indica* aplicadas a huevos de los lepidópteros plaga *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) y *S. litura* aplicados a concentraciones de 10 y 20 μ /L tienen efecto ovicida significativo, asimismo, por sí solo el aceite de neem provoca 36 y 28% de mortalidad en huevos de *H. armigera* y *S. litura* al aplicarse a 20 μ /L (Susaimanickam *et al.*, 2012).

3.2 Repelencia

3.2.1 Extractos

En la plaga de granos almacenados *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), los extractos de éter de petróleo, clorofórmico y metanólico de la semilla obtenidos de la parte aérea

del chicalote *A. mexicana* se reportaron como altamente repelentes contra la plaga de granos *T. castaneum* y contra el áfido plaga *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) (Ali *et al.*¹, 2017).

Se evaluaron extractos hexánicos de las hojas y frutos de pirú *S. molle*, los cuales mostraron propiedades repelentes contra el primer instar ninfal de la chinche *T. infestans* (Ferrero *et al.*, 2006).

Evaluaciones de extractos etílicos y de éter de petróleo de pirú *S. molle*, en la cucaracha *Blatella germánica* (Blattodea: Blattidae) produjeron efecto repelente (Ferrero *et al.*, 2007). El extracto etanólico de pirú *S. molle* se reportó como altamente repelente ($\geq 80\%$) a adultos de *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) (Pavela, 2004).

El árbol del paraíso *Melia azedarach* (Meliaceae), es una de las especies botánicas que ha sido objeto de estudio para producir repelencia, enfocándose en hemípteros vectores. A dicha especie se le atribuye un efecto repelente al aplicar el aceite y del extracto etanólico derivado de los frutos, que se ha evaluado sobre *T. infestans* (Arias & Schmeda-Hirschmann, 1988). El extracto de los frutos no maduros resultó altamente repelente para ninfas de primer y cuarto estadio ninfal, mientras que el fruto maduro generó un efecto más débil y las hojas no mostraron efecto (Valladares *et al.*, 1999). Igualmente, al evaluarse el extracto etanólico sobre *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae) y *R. pallens* se registró repelencia $\leq 50\%$ (Parra-Henao *et al.*, 2007).

3.3 Mortalidad

3.3.1 Extractos

Al ser evaluado el extracto acetónico de chicalote *A. mexicana* en termitas *Coptotermes formosanus* (Blattodea: Rhinotermitidae) se registró mortalidad superior al 50%, posterior a las 48 h después de exposición (Elango *et al.*, 2012). En la plaga de granos almacenados *T. castaneum*, los extractos de éter de petróleo, clorofórmico y metanólico de la semilla de *A. mexicana* generaron mortalidad en los adultos de dicho insecto (Ali *et al.*,²2017).

El extracto etanólico de las hojas del chicalote *A. mexicana* aplicados a ninfas del triozido plaga *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae), provocaron mortalidad casi total de los organismos expuestos de quinto instar (Granados- Echegoyen *et al.*, 2015). También se ha identificado actividad de esta especie contra varios tipos de culícidos vectores por ejemplo se ha reportado que una fracción de un extracto de éter de petróleo elaborado a partir de las semillas de chicalote *A. mexicana*, generó un efecto larvicida e inhibitorio del crecimiento para los mosquitos

A. stephensi (Diptera: Culicidae) (Sakthivadivel y Thilagavathy, 2003). Los extractos de éter de petróleo de semillas y raíz aplicados al mosquito *C. quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae), también provocan un efecto larvicida (Ali *et al.*², 2017). Al aplicarse extractos hexánicos de las semillas del chicalote *A. mexicana*, estos generaron alta mortalidad en las larvas del mosquito *A. aegypti* (Ruiz-Guerrero *et al.*, 2015), mientras que en otro estudio con larvas de este último mosquito se menciona, que el extracto hexánico obtenido de la raíz genera efecto larvicida tras 24 h de exposición (Warikoo y Kumar, 2013).

En la plaga de gramíneas *Collaria scenica* (Hemíptera: Miridae), se evaluó el extracto etanólico de semillas de neem *A. indica* y se identificó mortalidad superior al 90%, al aplicar la concentración de 250 ppm, las aplicaciones del producto fueron continuas (Villamil *et al.*, 2012).

En relación a estudio con la subfamilia Triatominae, en la chinche *T. infestans*, se evaluó el potencial insecticida de extractos de la semilla del neem *A. indica* en presentaciones comerciales, obteniendo mortalidad en sus pruebas, sobre todo a las 24 horas de exposición (Schmahl *et al.*, 2010).

Los extractos etílicos, así como los extractos de éter de petróleo de hojas pirú *S. molle* producen mortalidad significativa en la cucaracha *B. germánica* (Ferrero *et al.*, 2007).

En coleópteros se realizaron evaluaciones en adultos del crisomélido plaga *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae), se aplicaron extractos acuosos y etanólicos de las hojas de pirú *S. molle*; y se observó mortalidad superior al 97%, con extracto etanólico (Huerta *et al.*, 2010).

En *R. neglectus* se evaluó el extracto etanólico de las semillas de *Annona coriácea* (Annonaceae), y se identificó acción insecticida, tanto en ninfas como en adultos (Pinheiro *et al.*, 2013).

3.4 Actividad antialimentaria

3.4.1 Extractos

En una evaluación de la actividad antialimentaria de extractos intra y extracelulares de suspensiones de neem *A. indica* se halló entre 40 y 100% de actividad al evaluarse frente a *S. frugiperda* (Capataz *et al.*, 2007).

El extracto etanólico de marrubio *M. vulgare*, genera actividad antialimentaria significativa en el coccinélido plaga *Epilachna paenulata* (Coleoptera: Coccinellidae) (Del corral *et al.*, 2014).

En plagas de granos almacenados como *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), se ha señalado el efecto de inhibición de la alimentación o actividad antialimentaria del pirú *S.*

molle (Arias *et al.*, 2017), mientras que en *T. castaneum*, al aplicar el extracto etanólico de pirú sobre alimento se registró un efecto fagodisuasivo (Descamps *et al.*, 2008).

En el coleóptero plaga *X. luteola*, se aplicó extracto acuoso de las hojas de pirú *S. molle*; y se determinó inhibición de la alimentación total (Huerta *et al.*, 2010).

Los extractos obtenidos a partir de distintas estructuras del árbol del paraíso *M. azedarach* han mostrado una importante acción antialimentaria sobre larvas de *S. exigua*, así mismo, *Trichillia havanensis* ha sido asociada con este mismo efecto debido a sus limonoides (Caballero *et al.*, 2008). Derivados obtenidos de *T. pallida* también generan actividad antialimentaria en larvas de *S. exigua* y otros lepidópteros plaga (Simmonds *et al.*, 2001).

3.4.2 Aceites

El aceite de *Tagetes patula* (Asteraceae), en *S. litura* registró efecto antialimentario en larvas de cuarto instar (Krishnappa *et al.*, 2010).

En la chinche *Oebalus poecilus* (Hemíptera: Pentatomidae), se evaluaron productos comerciales cuyo principio activo era el aceite de neem *A. indica* (Dalneem y Nim-I-Go), en ambos casos se determinó actividad antialimentaria significativa, las concentraciones $\geq 1\%$ de los productos comerciales evaluados fueron las que destacaron por disminuir la alimentación de la plaga y en consecuencia el daño de *O. poecilus* en cultivos de arroz (Pinheiro y Quintela, 2010).

Insecticidas comerciales basados en aceite de neem *A. indica* disuaden la alimentación de larvas de *S. exigua* en bioensayos de elección y no-elección (Greenberg *et al.*, 2005).

4 METODOLOGÍA

4.0 General

Los procesos implicados en la metodología incluyeron el establecimiento de las colonias de las especies *M. pallidipennis* y *S. exigua*, la elaboración de los productos a evaluar, y los bioensayos para cada una de las variables establecidas. Las evaluaciones se realizaron en instalaciones del laboratorio de parásitos y vectores de la Facultad de Biología, perteneciente a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

4.1 Elaboración de los productos vegetales

Los productos vegetales a evaluar pertenecientes a las especies vegetales chicalote *Argemone mexicana* (Papaveraceae), neem *Azadirachta indica* (Meliaceae), epazote de zorrillo *Chenopodium graveolens* (Chenopodiaceae), marrubio *Marrubium vulgare* (Lamiaceae), zoapatle *Montanoa tomentosa* (Asteraceae) y pirú *Schinus molle* (Anacardiaceae), a excepción del neem *A. indica*, todas ellas fueron colectadas en el Valle de Tepeaca Puebla, mientras que los frutos de neem fueron adquiridas con productores de la región de Mérida- Yucatán, la edad promedio de los árboles fue de 5 años. Las especies utilizadas se identificaron mediante las claves de Rzedowski y Rzedowski (2005), así mismo, ejemplares de estas especies se depositaron en el herbario del Colegio de Postgraduados, Montecillo. En el caso de los extractos el material utilizado se secó previamente a la sombra por al menos una semana y se colocaron 130 g de planta por cada litro de solvente; mientras que los aceites se elaboraron con el material fresco utilizando aproximadamente 0.5 kg de planta por cada extracción. Los solventes utilizados para los extractos fueron etanol y hexano de grado analítico, (Golden-Bell® y Meyer® respectivamente) la técnica de obtención fue a través de macerado y concentración en rotavapor, los cuales se evaluaron a diferentes concentraciones. Por otra parte, los aceites esenciales fueron obtenidos por destilación por arrastre de vapor. Todos los productos una vez obtenidos se guardaron en frascos ámbar y se protegieron de la luz y calor.

4.2 *M. pallidipennis*

4.2.1 Colonia de *M. pallidipennis*

Una parte de la colonia inicial fue proporcionada por el Dr. Alejandro Martínez-Ibarra; los individuos provenían del suroeste de México; otra parte de los individuos del pie de cría eran de

la colonia de la chinche *M. pallidipennis* previamente establecida por el Dr. José Lino Zumaquero, cuyos organismos fueron colectados en el estado de Puebla.

El mantenimiento de la colonia se llevó a cabo en una cámara adaptada, en recipientes de plástico oscuros cilíndricos o rectangulares con el fondo cubierto por papel absorbente o tissue y orificios en la parte superior para permitir el paso del aire. La cámara tenía una temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, humedad del 50% y un fotoperiodo de 12:12 h (luz: oscuridad). Los adultos, huevos y ninfas se revisaban continuamente y se mantenían separados por edades (n1, n2...n5, adultos). La alimentación de las ninfas y adultos, desde el inicio de la conformación de la colonia se llevó a cabo semanalmente, con sangre de conejo *Oryctolagus cuniculus*, los conejos fueron anestesiados de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, utilizando 0.25 ml/kg de ketamina intramuscular. Las chinches de cada uno de los instares se mantuvieron separados incluso durante la alimentación y cada grupo de insectos se colocaba en recipientes plásticos de 500 y 118 ml y cubiertos con una membrana que permitiera el paso del aparato bucal de adultos y ninfas, el promedio en minutos de alimentación duraba 25 minutos.

4.2.2 Evaluaciones en *M. pallidipennis*

Para realizar las evaluaciones de los productos vegetales en la chinche *M. pallidipennis* se tomó como referencia la metodología realizada por Arias y Schmeda- Hirschmann (1988), así como Valladares *et al.* (1999). Se efectuaron valoraciones del efecto de cada uno de los productos vegetales sobre huevos, repelencia y toxicidad (midiendo mortalidad por aplicación directa).

Específicamente, los productos vegetales se aplicaron en diferentes períodos del desarrollo de la chinche *M. pallidipennis* para evaluar los siguientes parámetros:

- a) No eclosión
- b) Repelencia en ninfas (primer y cuarto instar) y adultos
- c) Mortalidad (ninfas de tercer instar por contacto directo)

4.2.2.1 No eclosión

La capacidad de los productos vegetales para evitar la eclosión, se evaluó tomando como referencia el protocolo de Valladares *et al.* (1999). En este bioensayo se aplicaron los extractos etanólico y hexánico, así como los aceites vegetales sobre huevos de la chinche *M. pallidipennis*, para ello se utilizaron sólo aquellos que se determinaron como fértiles, es decir con un corrimiento opercular apropiado, y coloración naranja. A estos se les aplicó un volumen de 100 uL por cada grupo de 10 huevos, (cuya edad promedio era de 7 días) el cual se consideró una repetición. Las

concentraciones en todos los casos fueron: 100, 80, 60, 30, 10, 1 y 0.1%, asimismo, cada concentración tuvo cinco repeticiones. Los testigos únicamente se trataron con etanol o hexano 70%. los huevos con cada tratamiento se depositaron en cajas Petri, previamente perforadas para permitir la entrada de aire; éstas se mantuvieron a las mismas condiciones de temperatura y humedad que el resto de la colonia. Los huevos no eclosionados (15 días después de la eclosión total del testigo) se examinaron en el microscopio estereoscópico para constatar mortalidad, y posteriormente se contabilizaron en cada repetición, esto se expresó como un porcentaje, tanto en los tratamientos como en el testigo. Se contabilizó el número de muertes en cada caso y se calculó el porcentaje de mortalidad, el cual se corrigió por la fórmula de Abbott (1925).

4.2.2.2 Repelencia

Para evaluar la repelencia se tomó como referencia la metodología que utilizaron Arias & Schmeda- Hirschmann (1988), modificando el contenedor y tipo/número de refugios empleados. La unidad experimental se constituyó de un recipiente rectangular oscuro (30 x 12 x 15 cm), con tapa, dentro del cual se colocaron totalmente separados dos refugios, uno de los cuales se impregnó con uno de los productos, los cuales se aplicaron a diferentes concentraciones, los cuales se dejaron evaporar a temperatura ambiente, posteriormente se colocaron en este sistema grupos de ninfas de primero, cuarto instar o adultos (Figura 1). La variable evaluada fue el número de chinches *M. pallidipennis* en sus diferentes etapas (ninfas o adultos)- que fueron repelidos por el extracto o aceite a cada una de las concentraciones evaluadas.

En todos los bioensayos las ninfas y adultos se seleccionaron de la misma edad, peso y tiempo de ayuno (cinco h), asimismo, se realizaron cinco observaciones con n=10 para las evaluaciones con ninfas de primer instar; 8 observaciones con n= 6, para las evaluaciones con ninfas de cuarto instar y 10 observaciones con n=5 para las pruebas con adultos. Se consideró la propuesta de Werdin *et al.* (2008) para determinar la repelencia, con la fórmula:

$$PR=NB/NT$$

Dónde PR=Proporción de repelencia, NB= Número de organismos en el refugio blanco y NT=Número total de organismos expuestos.

Cada proporción se trasladó a porcentaje para su análisis.

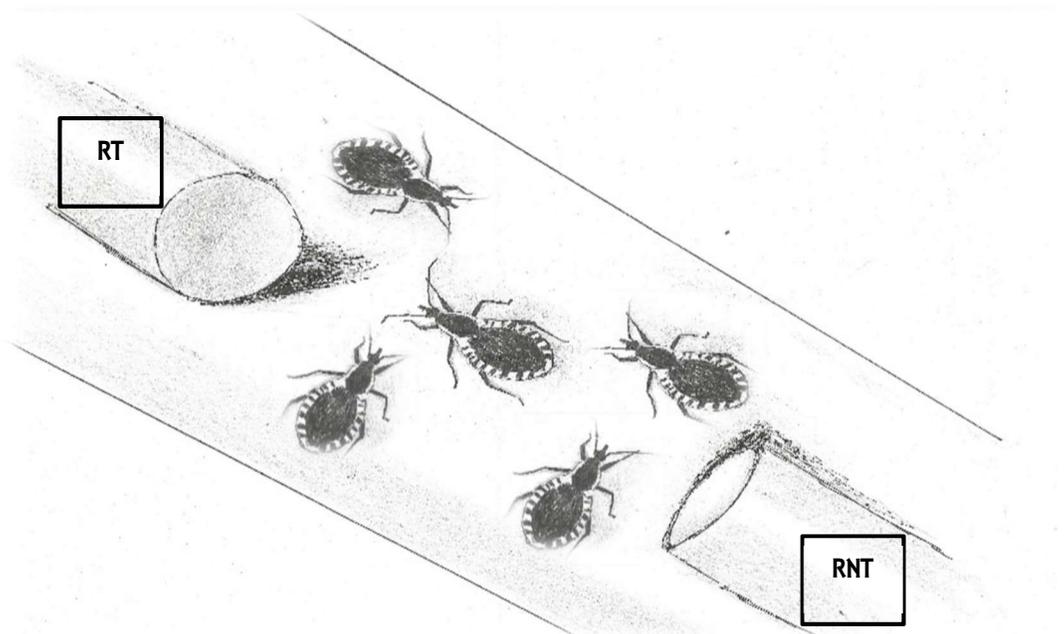


Figura 1. Esquema del sistema de evaluación de repelencia en *M. pallidipennis*. RT: refugio tratado y RNT: refugio no tratado/blanco.

4.2.2.3 Mortalidad en ninfas

Para la evaluación (por contacto indirecto con los productos vegetales) se tomaron grupos de 10 ninfas de tercer estadio, a las cuales se les aplicaron 0.5 μ L del producto vegetal por aplicación tópica (en el pronoto). Se registró la mortalidad provocada por cada uno de los productos, entre las semanas 1-4 posteriores a la aplicación a diferentes concentraciones (100, 80, 60, 30, 10, 0.1 %); a las ninfas testigo se les aplicaron 0.5 μ L del solvente.

4.2.3 Análisis de datos

Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico Statgraphics Centurión, a 95% de confianza. Se utilizó estadística paramétrica y no-paramétrica.

4.3 *S. exigua*

4.3.1 Colonia de *S. exigua*

Se estableció una colonia del gusano soldado *S. exigua*, los individuos se colectaron de la zona del Valle de Tepeaca (Acatzingo y Los Reyes de Juárez), visitando parcelas parcialmente abandonadas o de traspatio donde las aplicaciones de insecticidas son escasas o nulas. Los individuos se mantuvieron en recipientes de plástico rectangulares con el fondo cubierto por papel

absorbente y con orificios en la parte superior para permitir el ingreso de aire. Las larvas se alimentaron con una dieta hemisintética, mientras que los adultos se alimentaron con una solución de miel al 10%. En ambas etapas de desarrollo los organismos se mantuvieron a una temperatura de 20 ± 4 °C, fotoperiodo de 12:12 horas (luz: oscuridad) y humedad $\leq 40\%$.

4.3.2 Evaluaciones en *S. exigua*

Los productos vegetales se aplicaron para evaluar:

- a) No eclosión
- b) Mortalidad (larvas de tercer instar por contacto directo))
- c) Actividad antialimentaria

4.3.2.1 No eclosión

La capacidad para evitar la eclosión se evaluó al aplicar ya sea el extracto (etanólico/hexánico) o el aceite, con una micropipeta a lotes de huevos de menos de 24 h de edad, y se consideró cada uno de estos lotes una repetición. Para cada concentración se realizaron 10 repeticiones, así mismo, en cada uno de los lotes antes de la aplicación se contabilizó el número de huevos y se registró. Las concentraciones de cada extracto vegetal y del aceite fueron: 100, 80, 60, 30, 10, 1 y 0.1%.

Las masas de huevos del gusano soldado *S. exigua* se empaparon con 100 μ L de cada una de las concentraciones de los productos vegetales. En los grupos control se trataron lotes de huevos con el solvente empleado para la obtención de cada producto. Luego de aplicado el tratamiento, los huevos fueron depositados en cajas Petri donde se mantuvieron a las mismas condiciones de temperatura y humedad que el resto de la colonia. La variable a evaluar fué el porcentaje de huevos que no eclosionaron por cada producto, comparado con el testigo.

4.3.2.2 Mortalidad

Para la evaluación (por contacto indirecto con los productos vegetales) se tomaron 5 grupos de 10 larvas de tercer instar a las cuales se les colocaron 0.5 μ L del producto vegetal en el tórax. Se determinó el efecto generado a las 24, 48, 72 y 96 h posteriores a la aplicación de los extractos a diferentes concentraciones (100-0.1) y el aceite esencial (a 100-0.1), más un control.

4.3.2.3 Actividad antialimentaria

La unidad experimental consistió en una caja Petri (15 x 90 mm) con el fondo cubierto por una capa de agar al 2.5% (Escoubas *et al.*, 1993), en esta capa se realizaron círculos de 17 mm de diámetro, donde se colocaron los discos foliares (15 mm de diámetro), de acelga *Beta vulgaris*

sobre los que se aplicaron 12 µL del producto vegetal, sobre cada uno de los discos. Una vez evaporado el solvente, dentro de cada placa se colocó una larva de quinto instar de *S. exigua*, de menos de 24 h de edad, mantenida en ayuno las seis horas previas y con peso lo más homogéneo posible (≤ 70 mg). Cada placa Petri se consideró una repetición y se realizaron 10 repeticiones por tratamiento. Las concentraciones de los productos sobre los discos foliares (peso del producto/peso del disco foliar), fueron de 100-0.1, el aceite esencial a 100-0.1. En cada ensayo se incluyó un tratamiento testigo. Se obtuvieron datos de ingestión en miligramos de disco(s) foliar(es) consumido(s) de peso seco por cada larva. El peso seco inicial de los discos foliares se estimó, en cada ensayo, a partir de 10 grupos de seis discos foliares, con los que se obtuvo el factor de conversión de peso fresco a peso seco. El ensayo finalizó cuando en la mayor parte de las placas testigo el insecto había ingerido el 75% del total de los discos (4.5 discos aproximadamente). Al final del ensayo, los discos foliares no consumidos se colocaron en una estufa a 60 °C durante 48 horas y se obtuvo el peso seco final de cada grupo de discos. Se empleó la metodología de no-elección, en este tipo de ensayo el insecto se alimenta de los discos o no lo hace, lo que permite evaluar la capacidad del extracto para inhibir la alimentación (o efecto antiapetitivo) de un insecto y se calcula el índice antiapetitivo (IA). Este índice se obtuvo de acuerdo con Bentley *et al.* (1984), por medio de la ecuación:

$$IA = [(Dc - Dt) / Dc] \times 100\%$$

Donde: Dc= Discos control Dt=discos tratados.

4.3.3 Análisis de datos

Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico Statgraphics Centurión, a 95% de confianza.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante la investigación y la discusión correspondiente a cada variable evaluada se muestran en dos secciones principales correspondientes a los resultados de *M. pallidipennis* y *S. exigua*.

5.1 *M. pallidipennis*

5.1.1. No eclosión

5.1.1.1 Extractos etanólicos

El Cuadro 1 muestra los resultados obtenidos tras la aplicación de los extractos etanólicos a los huevos de la chinche *M. pallidipennis*. En el caso de los productos etanólicos, los resultados más importantes fueron de los extractos de neem *A. indica* y zoapatle *M. tomentosa*.

Los extractos etanólicos de *A. mexicana*, *M. vulgare* y *S. molle* no afectaron la eclosión de huevos a diferencia del extracto de epazote de zorrillo *C. graveolens* que a concentraciones de 80-100% evitó la eclosión en 12% de los huevos, mientras que el extracto de neem *A. indica* a concentraciones de 60 a 100% evitó la eclosión del 24.7 a 29.8% de los huevos y del extracto de zoapatle *M. tomentosa* que a las concentraciones de 1 a 100% evitó la eclosión de 10 a 44 de los huevos. Los extractos etanólicos de estas seis especies no afectaron en más de 44% de los huevos tratados.

Cuadro 1. Huevos no eclosionados (%) de *M. pallidipennis* al aplicar extractos etanólicos.

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0	0 ± 2 a	0 ± 1.0 c	0 ± 2 b	4 ± 2 a	0 ± 2 e	0 ± 2 ab
0.1	4 ± 2 a	4.6 ± 2.7 c	0 ± 2 b	4 ± 2 a	0 ± 2 e	2 ± 2 b
1	4 ± 2 a	4.6 ± 2.7 c	0 ± 2 b	4 ± 2 a	10 ± 2 d	2 ± 2 b
10	4 ± 2 a	6.8 ± 3.3 c	4 ± 4 ab	4 ± 2 a	30 ± 2 c	2 ± 2 b
30	6 ± 2 a	8.9 ± 4.9 c	6 ± 4 ab	4 ± 2 a	34 ± 4 ab	4.1 ± 2 ab
60	6 ± 2 a	24.7 ± 4 ab	8 ± 2 ab	2 ± 2 a	34 ± 9 ab	4 ± 2 ab
80	6 ± 2 a	28.2 ± 2.6 a	12 ± 4 a	2 ± 2 a	44 ± 5 a	4 ± 2 ab
100	6 ± 2 a	29.8 ± 6.0 a	12 ± 4 a	2 ± 2 a	44 ± 5 a	5.1 ± 5 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

5.1.1.2 Extractos hexánicos

El cuadro 2 registra los resultados obtenidos tras la aplicación de los extractos etanólicos a los huevos de la chinche *M. pallidipennis*. Los extractos hexánicos de epazote de zorrillo *C. graveolens* y marrubio *M. vulgare* no afectaron la eclosión de huevos en contraste con el de chicalote *A. mexicana* y zoapatle *M. tomentosa* que a concentraciones de 60-100% evitaron de 10.4-14.6% la eclosión de huevos, mientras que el extracto de *S. molle* a concentraciones de 10 a 100% evitaron de 4.1 a 35.4% la eclosión de huevos y finalmente, el extracto de *A. indica* a concentraciones de 60 a 100% evitó la eclosión del 35 a 83.3% de los huevos tratados. El extracto hexánico de *A. indica* al 80% inhibe en más del 50% la eclosión.

Cuadro 2. Huevos no eclosionados (%) de *M. pallidipennis* al aplicar extractos hexánicos.

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0	0 ± 2 b	0 ± 2 d	0 ± 2.5 a	0 ± 2 a	0 ± 2 b	0 ± 2.5 d
0.1	0 ± 2.5 b	3.7 ± 2 d	0 ± 2.5 a	0 ± 2 a	0 ± 2 b	0 ± 2.5 d
1	0 ± 2.5 b	3.7 ± 3 d	0 ± 2.5 a	0 ± 2 a	2 ± 2 b	0 ± 2.5 d
10	0 ± 2.5 b	7 ± 2 d	0 ± 2.5 a	0 ± 2 a	2 ± 2 b	4.1 ± 4 bc
30	6.25 ± 0 ab	12 ± 2 d	2.08 ± 2.5 a	2 ± 2 a	6.2 ± 5.7 ab	8.3 ± 7 bc
60	10.4 ± 4 a	35 ± 6 c	2.08 ± 2.5 a	0 ± 2 a	10.4 ± 6 a	20.8 ± 2.5 b
80	10.4 ± 4.1 a	62.5 ± 4 b	2.08 ± 2.5 a	0 ± 2 a	10.4 ± 6 a	33.3 ± 5.1 a
100	14.6 ± 4.1 a	83.3 ± 4 a	6.25 ± 0 a	0 ± 2 a	14.6 ± 7.6 a	35.4 ± 5.5 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

5.1.1.3 Aceites

Los aceites fueron los que mejor efecto anti-eclosión mostraron, y destacó el producto comercial de neem *A. indica* (aceite prensado en frío) que obtuvo porcentajes importantes incluso a concentraciones del 1%, tal como se muestra en el cuadro 3, estas concentraciones lograron impedir la eclosión del 51% de los huevos. Los aceites concentrados de zoapatle *M. tomentosa* y pirú *S. molle* no inhibieron en 50% la eclosión a diferencia de los aceites de neem *A. indica* comercial y elaborado, así como el de epazote de zorrillo *C. graveolens* que requirieron concentraciones aproximadas de 1, 70 y 70% para lograr esa efectividad. Los tratados con este aceite a diferentes concentraciones se colapsaron y en algunos casos mostraban una coloración negruzca, tal como se observa en la Figura 2.

Cuadro 3. Huevos no eclosionados (%) de *M. pallidipennis* al aplicar aceites esenciales.

Concentración %	<i>A. indica</i> (comercial)	<i>A. indica</i> (elaborado)	<i>C. graveolens</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0	0 ± 2.4 e	0 ± 2 c	0 ± 2.5 d	0 ± 2.5 d	0 ± 2 c
0.1	12.2 ± 2.4 d	3.2 ± 2 c	4.1 ± 4 d	2.0 ± 2 d	0 ± 2 c
1	51.0 ± 5 c	3.2 ± 2 c	4.1 ± 4 d	4.0 ± 2.5 d	2.0 ± 2.5 c
10	71.4 ± 6.7 b	35.0 ± 6 b	6.2 ± 4.6 c	18.4 ± 5.0 c	2.0 ± 2.5 c
30	71.4 ± 4.7 b	36.7 ± 4.7 b	8.5 ± 5.0 c	24.5 ± 2.5 b	24.5 ± 4.0 b
60	75.5 ± 5 b	44.9 ± 5 b	37.5 ± 3.3 b	26.5 ± 3.5 b	30.6 ± 2.0ab
80	91.8 ± 5 a	71 ± 2.0 a	58 ± 4.0 a	30.6 ± 4.0 ab	38 ± 6 a
100	100 ± 0 a	71 ± 3.82 a	58.3 ± 4.5 a	40.8 ± 3.5 a	38.8 ± 5 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

Figura 2. Huevos de *M. pallidipennis*.



Izquierda: huevo tratado con 0% extracto (control). Derecha: huevo, tratado con aceite comercial derivado de *A. indica*.

Los derivados del neem *A. indica* fueron los que mejores resultados obtuvieron, así mismo, los aceites de neem *A. indica*, demostraron inhibir un porcentaje mayor de huevos en comparación con los extractos, a concentraciones menores al 10%. Como ya se mencionó, el aceite comercial obtuvo el resultado más significativo con un 51% de inhibición de la eclosión al 1% de concentración. Del neem *A. indica*, a pesar de ser una especie tan ampliamente estudiada en cuanto a su acción contra insectos, se encuentra poca literatura en donde se haya evaluado su potencial como medio de control de hemípteros hematófagos. En hemípteros fitófagos, tal como en la mosquita *B. tabaci*, el extracto etanólico aplicado al 0.5% únicamente evito la eclosión del 18.5% de los huevos (Bezerra-Silva *et al.*, 2012), mientras que en el presente estudio se observó un

resultado incluso menor, a 1% de concentración el porcentaje de no-eclosión fue de 4.5%, esto contrario a lo encontrado al aplicar el aceite prensado en frío (comercial).

Los huevos de la chinche *M. pallidipennis* que se trataron con los extractos etanólico y hexánico de chicalote *A. mexicana* no tuvieron problemas para eclosionar. Los resultados mostrados por ambos extractos no fueron los esperados, esto a pesar que el chicalote *A. mexicana* se menciona en la literatura como una especie con capacidad ovicida, especialmente al ser evaluado en otros vectores, tal como dípteros y dentro de dicho grupo uno de los más representativo es el mosquito *Ae. aegypti*; en una investigación realizada con huevos de este organismo, el extracto hexánico de la raíz a 1000 ppm (0.1%) evitó la eclosión de más del 90% de los huevos tratados (Warikoo y Kumar, 2014). En el caso de los resultados derivados de las evaluaciones en este trabajo, se tomó la parte aérea, esto es tallo y hojas para la elaboración de los extractos, por lo que la evaluación del extracto de la raíz de chicalote *A. mexicana* sobre huevos de la chinche *M. pallidipennis* sería una sugerencia para posteriores trabajos.

En relación a los extractos derivados de epazote de zorrillo *C. graveolens*, la eclosión de huevos no se observó disminuida en un porcentaje significativo, mientras que, el aceite logró evitar que más del 50% de los huevos eclosionaran, un efecto significativamente diferente al testigo, sin embargo, esto fue solamente a las concentraciones de 100 y 80%, por lo que puede ser considerado como con poca aplicabilidad.

Los extractos obtenidos a partir de marrubio *M. vulgare*, no tuvieron efecto importante sobre los huevos de la chinche *M. pallidipennis*, la eclosión fue similar al testigo en todos los casos incluso a la concentración sin diluir. En este caso, únicamente se evaluó la actividad del extracto etanólico y hexánico. El marrubio *M. vulgare* tiene una referencia en la literatura como especie con capacidad ovicida, en el mosquito *C. pipiens*, también un vector de importancia médica (Salama *et al.*, 2012), al aplicar el aceite de dicha especie botánica, por lo cual una recomendación para trabajos posteriores sería evaluar el aceite de marrubio *M. vulgare*.

Los derivados de zoapatle *M. tomentosa* mostraron que el extracto etanólico era capaz de impedir que un 44% eclosionara a las concentraciones de 100 y 80%, en ambos casos, cabe destacar que este resultado fue mayor que el de su homólogo derivado de neem *A. indica*, lo cual demuestra que esta especie tiene potencial, aunque nuevamente la concentración empleada lleve a poca aplicabilidad. El resultado en esta misma variable al aplicar el extracto hexánico no fue

significativo puesto que, el extracto sin diluir inhibió únicamente la eclosión del 14.6% de huevos. Finalmente, el aceite impidió la eclosión de 40.8, 30.6 y 18.4% de huevos a las concentraciones de 100, 80 y 10%, aunque este resultado fue significativo estadísticamente no tienen aplicabilidad. Así mismo, no existen referencias sobre esta especie relacionadas a la evaluación de derivados botánicos en control de vectores o insectos hematófagos, únicamente se ha señalado su utilidad de manera tradicional en plagas, la presente evaluación probablemente sea una de las primeras realizadas en triatominos y específicamente en la chinche *M. pallidipennis*.

Los productos obtenidos a partir de pirú *S. molle* registraron varias respuestas; en el caso del extracto etanólico el efecto no fue significativo, es decir menor al 10%, esto incluso al aplicar los extractos sin diluir. Al aplicar el extracto hexánico, registró valores de no-eclosión de 35.4 y 33.3% esto a las concentraciones de 80 y 100%. Por otra parte, los aceites generaron un resultado similar, puesto que el efecto registrado fue de 38% a las concentraciones antes mencionadas. Aunque en la literatura al aplicarse sobre la chinche *T. infestans*, derivados del pirú *S. molle* se han reportado con capacidad ovicida de aproximadamente el 80% al aplicar el extracto hexánico (Ferrero *et al.*, 2006), en el presente estudio si se observó efecto sobre la eclosión de huevos de la chinche *M. pallidipennis*, pero este se registró a concentraciones altas y con los valores antes mencionados.

De todos los productos vegetales evaluados, el que registró resultados con aplicabilidad fue el aceite prensado en frío de neem *A. indica* aplicado a 1% de concentración inhibe 51% la eclosión. El aceite de neem *A. indica* no se había evaluado previamente en huevos de hemípteros vectores, específicamente en *M. pallidipennis*.

5.1.2. Repelencia

El efecto repelente se evaluó en dos diferentes momentos del desarrollo de las ninfas (N1 y N4) y en adultos, el resultado de estas evaluaciones se muestra en los siguientes tres apartados.

Algunos grupos de datos no tuvieron normalidad de acuerdo a la prueba de Bartlett efectuada en este mismo programa, debido a ello se analizaron utilizando pruebas no-paramétricas que fueran homólogas a las que convencionalmente se utilizan cuando existe normalidad en los datos.

5.1.2.1 Ninfas de primer instar

5.1.2.1.1 Extractos etanólicos

Los resultados se muestran en los cuadros 4, 5 y 6 que corresponden a las observaciones a los 35 minutos, 2 y 24 h, respectivamente. El extracto etanólico de neem *A. indica* logró repeler a más del 50% de las chinches, así mismo, a dosis bajas se logra repelencia significativa en los tres tiempos; sin embargo, al aumentar la concentración no se correlaciona la efectividad. A concentraciones altas no se logra repelencia total a las 24 h. El extracto de epazote de zorrillo *C. graveolens* repele 50% a 1% de concentración, a 2 y 24 h. De esta manera, la mejor repelencia (50%) se logra con el extracto de neem *A. indica* a 0.1% a 35 min.

Cuadro 4. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos etanólicos en refugios (35 min).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.001	26 ± 2.4 d	42 ± 2 d	22 ± 2 c	28 ± 2 d	24 ± 2.4 d	30 ± 3 c
0.01	30 ± 4 d	44 ± 2 d	26 ± 2.4 c	36 ± 1 c	30 ± 5.1 b	35 ± 3.1 c
0.1	30 ± 4 d	50 ± 0 c	44 ± 2 b	38 ± 3.1 b	32 ± 3.1 b	35 ± 5.4 c
1	40 ± 7 cd	52 ± 5 c	48 ± 5.1 b	40 ± 3.7 ab	42 ± 3 ab	40 ± 5 c
10	42 ± 4 c	60 ± 6 bc	60 ± 2 a	40 ± 5.4 a	50 ± 3 a	64 ± 5.1 b
30	45 ± 4 c	68 ± 3 b	60 ± 3 a	40 ± 3 a	50 ± 2.4 a	66 ± 2.4 b
60	50 ± 3 c	74 ± 6 a	64 ± 2 a	44 ± 5 a	54 ± 2.4 a	70 ± 3 b
80	60 ± 4 b	76 ± 6 a	68 ± 2 a	50 ± 0 a	64 ± 2.4 a	80 ± 3 a
100	72 ± 3 a	76 ± 6 a	68 ± 4.9 a	50 ± 0 a	70 ± 6.7 a	84 ± 2.4 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

Cuadro 5. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos etanólicos en refugios (2 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.001	36 ± 2.4 d	42 ± 2 c	22 ± 5 c	28 ± 2.4 d	20 ± 2.4 d	34 ± 3.7 d
0.01	30 ± 4 d	44 ± 2.4 c	26 ± 2.4 c	36 ± 1 c	26 ± 2.4 c	38 ± 2. c
0.1	30 ± 4 d	48 ± 2 a	44 ± 3.1 b	36 ± 3.1 b	32 ± 4.9 b	40 ± 5 c
1	40 ± 7 cd	52 ± 2 a	50 ± 5.1 b	40 ± 5.8 b	40 ± 0 b	44 ± 2.4 c
10	42 ± 4 c	68 ± 2 ab	60 ± 2 a	42 ± 5.4 b	50 ± 2.3 b	73 ± 5.1 b
30	45 ± 3 c	68 ± 5 ab	60 ± 3 a	42 ± 3 b	50 ± 2.3 b	75 ± 2.3 b
60	50 ± 4 c	72 ± 6 a	60 ± 2 a	44 ± 5 b	54 ± 2.3 b	80 ± 3.1 b
80	60 ± 3 b	76 ± 6 a	62 ± 2 a	50 ± 0 ab	60 ± 2.3 ab	80 ± 3.1 ab
100	72 ± 3 a	76 ± 6 a	62 ± 4.9 a	56 ± 4 a	60 ± 6 a	86 ± 2.4 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

Cuadro 6. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos etanólicos en refugios (24 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.001	42 ± 4 d	42 ± 2 d	22 ± 5 c	30 ± 3.1 c	20 ± 1.4 d	34 ± 2.4 d
0.01	44 ± 4 d	44 ± 2.4 d	26 ± 2.4 c	34 ± 2.4 b	26 ± 1.4 c	38 ± 3.7 c
0.1	44 ± 2.4 d	50 ± 3.1 c	44 ± 3.1 b	38 ± 2 b	30 ± 4 b	40 ± 5 c
1	40 ± 6 c	54 ± 2.4 ab	50 ± 5.1 ab	40 ± 2.4 ab	30 ± 0 b	48 ± 2 c
10	42 ± 4 c	56 ± 2.4 ab	50 ± 3.7 ab	40 ± 2.4 ab	34 ± 2.3 b	70 ± 3.7 b
30	45 ± 4 c	64 ± 6 ab	50 ± 3 ab	40 ± 3 ab	34 ± 2 b	75 ± 2.8 b
60	50 ± 3 c	70 ± 4 ab	56 ± 3 a	44 ± 5 ab	40 ± 2 b	80 ± 3.1 b
80	60 ± 3 b	80 ± 6 ab	50 ± 6 a	50 ± 0 a	44 ± 2 ab	80 ± 2.8 ab
100	70 ± 7 a	90 ± 2.1 a	60 ± 6.3 a	50 ± 1.3 a	46 ± 2.4 a	82 ± 2 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

5.1.2.1.2 Extractos hexánicos

Los resultados de la repelencia a ninfas de primer instar al aplicar extractos hexánicos se muestran en los Cuadros 7-9. El extracto de neem *A. indica* a concentraciones de 1 y 0.1% repelieron $\geq 50\%$ de las ninfas de primer instar a 35 min y 24 h. El extracto de pirú *S. molle* obtuvo repelencia de 58% al ser aplicado a 30% de concentración en todos los tiempos. Los extractos de chicalote *A. mexicana*, epazote de zorrillo *C. graveolens* y marrubio *M. vulgare* lograron repeler al 50% de las ninfas a las concentraciones de 80 y 100%, mientras que el extracto de zoapatle *M. tomentosa* solo repelió el 50% de ninfas al ser aplicado sin diluir o 100%. Considerando estos resultados la mejor repelencia a concentraciones con mejor aplicabilidad ($\leq 10\%$), es la registrada por el extracto de neem *A. indica*.

Cuadro 7. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos hexánicos en refugios (35 min).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	30 ± 3.7 c	50 ± 0 d	30 ± 2.3 b	30 ± 3 c	30 ± 3.1 b	34 ± 0 d
1	40 ± 5 ab	52 ± 2 d	38 ± 5 ab	34 ± 5 c	35 ± 3 b	34 ± 3.3 c
10	44 ± 5.1 ab	60 ± 5.8 c	42 ± 3.7 a	38 ± 5 c	40 ± 2.3 b	36 ± 1.2 c
30	44 ± 2.3 ab	68 ± 3.1 b	44 ± 2.3 a	44 ± 2.3 b	40 ± 2 b	58 ± 1.2 ab
60	48 ± 2.3 ab	70 ± 2.8 ab	48 ± 2.3 a	48 ± 3 b	42 ± 2 b	60 ± 3.3 ab
80	50 ± 2.3 a	72 ± 2.8 ab	50 ± 2.3 a	50 ± 3.7 a	45 ± 2 ab	64 ± 3.3 a
100	50 ± 4.9 a	76 ± 3.1 a	50 ± 4 a	50 ± 5 a	50 ± 3.1 a	64 ± 2.4 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

Cuadro 8. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos hexánicos en refugios (2 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	30 ± 3.7 c	40 ± 0 c	32 ± 4 b	30 ± 3 c	30 ± 3.1 b	34 ± 3 d
1	40 ± 5 ab	42 ± 2 c	38 ± 5 a	34 ± 5 c	35 ± 3 b	44 ± 3.3 c
10	44 ± 5.1 ab	68 ± 5.8 b	42 ± 3.7 a	38 ± 5 c	40 ± 2.3 b	46 ± 3 c
30	44 ± 2.3 ab	68 ± 2.6 b	42 ± 2.3 a	44 ± 2.1 b	40 ± 2 b	58 ± 1.2 ab
60	48 ± 2.3 ab	72 ± 2.6 b	58 ± 2.3 a	48 ± 3 a	42 ± 2 b	60 ± 2.4 ab
80	50 ± 2.3 a	72 ± 3.1 b	50 ± 2.3 a	50 ± 2.1 a	45 ± 2 ab	64 ± 2.4 a
100	50 ± 4.9 a	76 ± 2.6 a	50 ± 4 a	50 ± 5.4 a	50 ± 3.1 a	64 ± 2.4 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

Cuadro 9. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos hexánicos en refugios (24 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	30 ± 4.9 c	50 ± 0 c	32 ± 4.9 b	30 ± 4 c	20 ± 3.1 bc	34 ± 3 d
1	40 ± 5 ab	52 ± 5 c	38 ± 2 a	34 ± 1.3 c	25 ± 3 b	44 ± 3.3 c
10	42 ± 4.9 ab	60 ± 2.3 b	42 ± 2.6 a	36 ± 4 c	30 ± 3.7 b	46 ± 3.2 c
30	44 ± 2.4 ab	60 ± 3.1 b	42 ± 2.3 a	44 ± 2 ab	32 ± 2 b	60 ± 1.3 ab
60	48 ± 2.4 a	68 ± 3.3 a	48 ± 2.3 a	48 ± 3 a	36 ± 2 b	60 ± 2.4 a
80	50 ± 2.4 a	70 ± 3.3 a	50 ± 2.6 a	50 ± 4.5 a	40 ± 2 ab	64 ± 2.4 a
100	50 ± 4.9 a	70 ± 6 a	50 ± 3.1 a	50 ± 4 a	40 ± 2 a	64 ± 3.2 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

5.1.2.1.3 Aceites

En este caso se realizaron observaciones a los 50 min y 24 h, en los refugios tratados con los aceites a siete concentraciones. En los grupos de datos obtenidos la estadística empleada fue no-paramétrica, debido a que los datos carecían de homocedasticidad según la prueba de Bartlett; los resultados se presentan en los Cuadros 10 y 11, que corresponden a las observaciones a los 50 min y 24 h, respectivamente. Los cuadros presentan el resultado de la mediana con los valores de los cuartiles superior e inferior respectivamente, así como el rango equivalente en letra considerando el resultado de la prueba Kruskal- Wallis. En este caso ninguno de los productos evaluados obtuvo un valor $\geq 50\%$ de repelencia a 1% de concentración. La repelencia 50% se

registró a concentraciones igual o superiores al 10% al aplicar los aceites de neem *A. indica* (comercial), epazote de zorrillo *C. graveolens* y pirú *S. molle* a 50 min.

Cuadro 10. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de *M. pallidipennis* al aplicar aceites en refugios (50 min).

Concentración %	<i>A. indica</i> (comercial)	<i>A. indica</i> (elaborado)	<i>C. graveolens</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	30 [30, 40] e	30 [30, 30] d	30 [30, 40] e	30 [30, 30] d	30 [30, 40] d
1	40 [30, 50] de	30[30, 50] c	40 [30, 50] de	30[30, 50] c	30 [30, 40] d
10	50 [40, 50] cd	40 [40, 50] bc	50 [40, 50] cd	40 [40, 50] bc	50 [30, 50] c
30	50 [40, 50] cd	50 [40, 50] b	50 [40, 50] cd	50 [40, 50] b	50 [40, 50] c
60	60 [50, 60] c	60 [60, 60] a	60 [50, 60] c	60 [60, 60] a	60 [60,70] ab
80	60 [50, 70] b	60 [60, 60] a	60 [50, 70] b	60 [60, 60] a	70 [60,70] ab
100	70 [60, 70] a	60 [60, 70] a	70 [70, 70] a	60 [60, 70] a	80 [70, 80] a

Letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskal-Wallis, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

Cuadro 11. Repelencia (%) a ninfas de primer instar de *M. pallidipennis* al aplicar aceites en refugios (24 h).

Concentración %	<i>A. indica</i> (comercial)	<i>A. indica</i> (elaborado)	<i>C. graveolens</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	30 [30, 40] e	30 [30, 40] e	30 [30, 30] d	30 [30, 40] d	30 [30, 40] d
1	40 [30, 50] de	30 [30, 50] d	30 [30, 40] d	30[30, 50] c	30 [30, 40] d
10	50 [40, 60] cd	50 [40, 60] c	40 [30, 50] c	40 [40, 50] bc	40 [30, 50] c
30	60 [40, 60] cd	50 [40, 60] c	40 [40, 50] c	40 [40, 50] b	50 [40, 50] c
60	60 [50, 60] c	60 [50, 60] b	40 [40, 50] c	50 [50, 60] ab	50 [50,50] ab
80	70 [70, 70] b	60 [70, 70] b	60 [60, 70] b	50 [50, 60] ab	60 [60,60] ab
100	70 [70, 90] a	70 [70, 90] a	70 [70, 70] a	70 [60, 70] a	60 [60, 60] a

Letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskal-Wallis, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

Entre los productos evaluados para lograr repelencia en ninfas de primer instar $\geq 50\%$, los extractos etanólicos tuvieron resultados significativos ($\geq 50\%$) a menor concentración aplicada, y entre estos destacó el extracto etanólico de neem *A. indica* a 0.1% de concentración. También el extracto hexánico de neem *A. indica* a 0.1 y 1% de concentración obtuvieron resultados importantes

5.1.2.2 Ninfas de cuarto instar

5.1.2.2.1 Extractos etanólicos

Los Cuadros 12-14 muestran los resultados obtenidos para la repelencia de ninfas de cuarto instar a 35 min, y 2 y 24 h. En este caso, los extractos de neem *A. indica* y pirú *S. molle* a 0.1% de concentración, registraron valores $\geq 50\%$ de repelencia a 35 min y 2 h. El extracto de zoapatle *M. tomentosa* logró esta repelencia a 1% de concentración, la cual se registró solamente a 35 min y a concentraciones más altas no existe correlación entre concentración y porcentaje de repelencia. Los extractos de chicalote *A. mexicana*, epazote de zorrillo *C. graveolens* y marrubio *M. vulgare* tuvieron que ser aplicados a concentraciones de 10% o más para registrar repelencia $\geq 50\%$.

De acuerdo a lo previamente señalado acerca de los resultados presentados en cada uno de los Cuadros correspondientes, los extractos etanólicos que mejor resultado obtuvieron fueron el de neem *A. indica* y pirú *S. molle*.

Cuadro 12. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos etanólicos en refugios (35 min).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	40 ± 4.1 b	50 ± 2 e	41 ± 3 d	40 ± 4 ab	45 ± 4 bc	50 ± 3 d
1	44 ± 4.4ab	55 ± 2 cd	47 ± 2 c	44 ± 4 ab	50 ± 4 b	54 ± 3 d
10	50 ± 4.4 ab	60 ± 3 c	58 ± 2.6 b	48 ± 4 ab	54 ± 4 b	58 ± 3 c
30	54 ± 2.3 ab	66 ± 3 c	60 ± 2 ab	50 ± 2.3 ab	54 ± 2 b	58 ± 4 ab
60	56 ± 2.3 ab	66 ± 3 c	62 ± 3 ab	50 ± 3 a	56 ± 2 b	62 ± 3 ab
80	55 ± 5.7 a	77 ± 3 b	62 ± 3 ab	54 ± 3 a	56 ± 3 ab	68 ± 5 ab
100	60 ± 6.5 a	89 ± 3 a	66 ± 3 a	54 ± 4 a	56 ± 2 a	75 ± 3 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 8 repeticiones y n=6 en todos los casos.

Cuadro 13. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos etanólicos en refugios (2 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	40 ± 2.7 b	50 ± 2 e	41 ± 3 d	40 ± 3 bc	41 ± 4 bc	50 ± 3 c
1	44 ± 4.4ab	55 ± 2 d	47 ± 2 c	41 ± 5 bc	45 ± 4 b	54 ± 3 c
10	50 ± 3.7 ab	63 ± 3 c	58 ± 3 b	48 ± 5 bc	50 ± 3.7 b	62 ± 3 b
30	54 ± 2.3 ab	66 ± 3 c	60 ± 2 ab	48 ± 2.3 b	50 ± 3.7 b	62 ± 1 b
60	56 ± 2.3 ab	66 ± 3 c	62.5 ± 3 ab	50 ± 3 ab	54 ± 2 b	62 ± 2.4 b
80	60 ± 3.7 a	77 ± 4 b	62.5 ± 3 ab	54 ± 3.7 a	56 ± 3 ab	68 ± 2.4 b
100	60 ± 6.2 a	89 ± 4 a	66.5 ± 3 a	54 ± 4 a	56 ± 3 a	75 ± 3.2 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 8 repeticiones y n=6 en todos los casos.

Cuadro 14. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos etanólicos en refugios (24 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	41 ± 3 b	45 ± 3 de	41 ± 3 e	40 ± 3 bc	35 ± 4 c	50 ± 3 c
1	44 ± 4.4ab	50 ± 4 d	41 ± 2 e	41 ± 4.3 bc	41 ± 4 b	54 ± 3 c
10	47 ± 4.3 ab	64 ± 3 c	45 ± 3 d	45 ± 3.3 bc	50 ± 4 b	62 ± 3 b
30	50 ± 4.3 ab	76 ± 3 ab	47 ± 2 d	45 ± 2.3 b	50 ± 4 b	62 ± 3 b
60	50 ± 2.3 ab	79 ± 3 ab	52 ± 3 c	48 ± 3.3 ab	54 ± 2 b	62 ± 2.4 b
80	56 ± 4 a	85 ± 4 ab	62 ± 3 b	50 ± 3.3 a	56 ± 3 ab	68 ± 2.4 b
100	58 ± 4.3 a	91 ± 3 a	68 ± 4 a	50 ± 4 a	58 ± 3 a	89 ± 3 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 8 repeticiones y n=6 en todos los casos.

5.1.2.2.2 Extractos hexánicos

Los cuadros 15 -17 registran los resultados obtenidos al aplicar los extractos hexánicos. Los extractos de neem *A. indica*, epazote de zorrillo *C. graveolens* y pirú *S. molle* a 1% de concentración, obtuvieron valores $\geq 50\%$ de repelencia a 35 min, mientras que a 2 y 24 h, a la misma concentración el neem *A. indica* y epazote de zorrillo *C. graveolens* registraron el valor de repelencia previamente señalado, el valor del pirú *S. molle* disminuyó. Los extractos de chicalote *A. mexicana*, marrubio *M. vulgare* y zoapatle *M. tomentosa* tuvieron que ser aplicados en concentraciones de 10% o más. De acuerdo con los resultados señalados los extractos con mejor resultado fueron los de neem *A. indica*, y epazote de zorrillo *C. graveolens*.

Cuadro 15. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos hexánicos en refugios (35 min).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	30 ± 2 d	42 ± 3 e	44 ± 3 d	40 ± 4 c	30 ± 3 e	40 ± 4 d
1	39 ± 3 c	50 ± 2 d	50 ± 2 c	44 ± 1.3 c	40 ± 3 d	50 ± 3 d
10	47 ± 4 ab	58 ± 3 c	58 ± 2 b	50 ± 4 b	46 ± 4 c	65 ± 4 bc
30	50 ± 2 ab	58 ± 3 c	60 ± 2 ab	50 ± 2 b	48 ± 2 c	70 ± 4 b
60	50 ± 2.3 ab	60 ± 3 c	63 ± 3 ab	55 ± 3 a	50 ± 2 c	70 ± 3 b
80	52 ± 4 a	70 ± 4 ab	63 ± 3 ab	60 ± 3 a	60 ± 2 b	75 ± 4 b
100	52 ± 5 a	73 ± 3 a	67 ± 2 a	60 ± 3 a	80 ± 4 a	87 ± 4 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 8 repeticiones y n=6 en todos los casos.

Cuadro 16. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos hexánicos en refugios (2 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	30 ± 3 d	42 ± 3 e	44 ± 3 d	40 ± 4 c	30 ± 3 e	40 ± 4 d
1	39 ± 4 c	52 ± 2 dc	50 ± 2 c	44 ± 1.3 c	40 ± 3 d	47 ± 3 d
10	47 ± 4 ab	58 ± 3 c	58 ± 2 b	50 ± 4 b	48 ± 4 c	70 ± 4 bc
30	50 ± 2 ab	58 ± 3 c	60 ± 2 ab	50 ± 2 b	50 ± 2 c	70 ± 4 b
60	50 ± 2.3 ab	60 ± 3 c	63 ± 3 ab	55 ± 3 a	50 ± 2 c	75 ± 3 b
80	52 ± 4 a	70 ± 4 ab	63 ± 3 ab	60 ± 3 a	60 ± 2 b	75 ± 4 b
100	52 ± 5 a	73 ± 3 a	67 ± 2 a	60 ± 3 a	77 ± 4 a	87 ± 4 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 8 repeticiones y n=6 en todos los casos.

Cuadro 17. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de *M. pallidipennis* al aplicar extractos hexánicos en refugios (24 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	35 ± 3.1 c	42 ± 3 e	42 ± 3 d	40 ± 2 c	30 ± 3 e	40 ± 4 d
1	39 ± 4 c	50 ± 2 d	52 ± 2 c	44 ± 4 c	40 ± 3 d	47 ± 3 d
10	47 ± 4 ab	58 ± 3 c	58 ± 2 b	50 ± 4 b	48 ± 4 c	70 ± 4 bc
30	50 ± 2 ab	58 ± 3 c	60 ± 2 ab	50 ± 2 b	50 ± 2 c	70 ± 4 b
60	50 ± 2.3 ab	60 ± 3 c	60 ± 3 ab	55 ± 3 a	50 ± 2 c	75 ± 3 b
80	52 ± 4 a	70 ± 4 ab	63 ± 3 ab	60 ± 3 a	60 ± 2 b	75 ± 4 b
100	54 ± 3 a	73 ± 3 a	63 ± 2 a	63 ± 4 a	70 ± 4 a	87 ± 4 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 8 repeticiones y n=6 en todos los casos.

5.1.2.2.3 Aceites

Los resultados registrados por estos derivados botánicos se hallan en los cuadros 18 y 19. Ninguno de los aceites logró repeler 50% de las ninfas a 1 o 0.1% de concentración; esta repelencia solo se observó a partir de 10% de concentración; los aceites de neem *A. indica* y el de pirú obtuvieron repelencia $\geq 50\%$ al aplicarse a dicha concentración.

Cuadro 18. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de *M. pallidipennis* al aplicar aceites en refugios (50 min).

Concentración %	<i>A. indica (comercial)</i>	<i>A. indica (elaborado)</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	30 [30, 40] c	30 [30, 35] d	30 [30, 30] e	30 [30, 30] d	30 [35, 40] d
1	33 [33, 50] c	33 [33, 50] c	40 [25, 50] de	40 [25, 50] c	40 [30, 40] c
10	50 [41, 50] b	50 [41, 50] b	41 [25, 50] cd	40 [25, 50] bc	50 [50, 60] b
30	50 [40, 50] b	50 [40, 50] b	50 [40, 50] cd	58 [50, 60] b	50 [50, 66] b
60	50 [50, 66] ab	50 [40, 65] b	50 [50, 60] c	66 [50, 60] a	66 [58, 66] b

80	66 [66, 70] ab	66 [50, 66] a	60 [40, 70] ab	70 [66, 70] a	66 [66,75] b
100	66 [41, 75] a	66 [58, 66] a	70 [40, 70] a	75 [66, 90] a	83 [50, 91] a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskal-Wallis, $\alpha=0.05$); 8 repeticiones y $n=6$ en todos los casos.

Cuadro 19. Repelencia (%) a ninfas de cuarto instar de *M. pallidipennis* al aplicar aceites en refugios (24 h).

Concentración %	<i>A. indica</i> (comercial)	<i>A. indica</i> (elaborado)	<i>C. graveolens</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	30 [30, 40] e	30 [30, 30] d	30 [30, 30] d	30 [30, 30] d	30 [35, 40] d
1	33 [33, 50] e	30 [33, 33] d	30 [30, 40] d	40 [25, 50] c	40 [33, 40] d
10	50 [40, 60] cd	41 [33, 50] d	40 [33, 50] cd	50 [30, 50] bc	50 [50, 50] c
30	50 [40, 60] cd	50 [40, 60] c	40 [40, 50] c	58 [30, 60] ab	50 [40, 60] c
60	50 [50, 60] c	50 [50, 66] b	40 [40, 50] c	60 [40, 60] a	66 [58, 75] ab
80	66 [50, 66] b	58 [41, 66] b	60 [60, 70] ab	70 [66, 70] a	66 [66, 75] ab
100	66 [50, 80] a	66 [58, 75] a	70 [60, 70] a	80 [66, 90] a	75 [58, 91] a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskal-Wallis, $\alpha=0.05$); 8 repeticiones y $n=6$ en todos los casos.

De todos los productos evaluados para lograr repelencia $\geq 50\%$ en ninfas de cuarto instar los que mejores resultados obtuvieron fueron los extractos etanólicos de neem *A. indica* y pirú *S. molle* a 0.1% de concentración.

5.1.2.3 Adultos

5.1.2.3.1 Extractos etanólicos

Los Cuadros 20 y 21 corresponden a los resultados para pruebas de repelencia a adultos de *M. pallidipennis*, tras observaciones realizadas a 1.5 y 24 h, respectivamente.

A la concentración de 0.1% el extracto de neem *A. indica*, registró 50% de repelencia a 1.5 y 24 h, mientras que los extractos de pirú *S. molle* y zoapatle *M. tomentosa* generaron repelencia $\geq 50\%$ a concentración de 1% en ambos tiempos de observación, particularmente el extracto de pirú *S. molle* registró 60% a 1% de concentración en ambos tiempos. Por otra parte, tanto el extracto de chicalote *A. mexicana* como el de marrubio *M. vulgare* se aplicaron a concentraciones $\geq 10\%$ para lograr la repelencia de $\leq 50\%$. De acuerdo a los resultados señalados el extracto con los resultados más significativos fue el de neem *A. indica* aplicado a la concentración de 0.1%.

Cuadro 20. Repelencia (%) a adultos de *M. pallidipennis* al aplicar extractos etanólicos en refugios (1.5 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	32 ± 3 c	50 ± 7 c	40 ± 3 d	30 ± 3.1 d	42 ± 3.1 d	40 ± 5.4 d
1	34 ± 3 c	52 ± 7 c	44 ± 2 d	40 ± 3.7 c	52 ± 3 c	60 ± 5 c
10	50 ± 4 ab	70 ± 4 b	50 ± 3 c	50 ± 4 ab	60 ± 3 b	76 ± 4 b
30	50 ± 4 ab	70 ± 4 b	50 ± 3 c	50 ± 3 ab	60 ± 2 b	76 ± 4 b
60	54 ± 4 ab	74 ± 4 a	60 ± 2 ab	55 ± 5 ab	64 ± 4 ab	78 ± 4 b
80	58 ± 4 ab	76 ± 4 a	60 ± 2 ab	60 ± 4 a	64 ± 4 ab	80 ± 3 ab
100	60 ± 4 a	80 ± 5 a	66 ± 4 a	60 ± 4 a	70 ± 4 a	86 ± 5 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 10 repeticiones y n=5 en todos los casos.

Cuadro 21. Repelencia (%) a adultos de *M. pallidipennis* al aplicar extractos etanólicos en refugios (24 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	32 ± 3 c	52 ± 2 d	40 ± 3 d	40 ± 3.1 d	40 ± 4 d	40 ± 5.4 e
1	34 ± 3 c	56 ± 7 d	44 ± 2 d	45 ± 3.7 c	50 ± 4 c	60 ± 5 d
10	52 ± 4 b	62 ± 7 c	46 ± 4 c	50 ± 4 ab	60 ± 3 b	70 ± 4 c
30	50 ± 4 ab	65 ± 4 bc	50 ± 3 c	50 ± 3 ab	60 ± 2 b	70 ± 4 c
60	54 ± 4 ab	65 ± 4 bc	60 ± 2 ab	56 ± 5 ab	64 ± 4 ab	80 ± 4 ab
80	58 ± 4 ab	70 ± 4 b	60 ± 2 ab	60 ± 4 a	64 ± 4 ab	80 ± 3 ab
100	60 ± 4 a	80 ± 5 a	66 ± 4 a	60 ± 4 a	70 ± 4 a	88 ± 5 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 10 repeticiones y n=5 en todos los casos.

5.1.2.3.2 Extractos hexánicos

Los cuadros 22 y 23 muestran los resultados de repelencia a adultos al aplicar los extractos hexánicos. En este caso, los productos derivados de zoapatle *M. tomentosa* y pirú *S. molle* registraron repelencia del 56 y 52%, respectivamente a 1% de concentración en las dos observaciones realizadas (2 y 24 h), mientras que el chicalote *A. mexicana*, epazote de zorrillo *C. graveolens*, e incluso el neem *A. indica* registraron repelencia del 50% a concentraciones igual o superiores al 10%. El extracto de marrubio no registró repelencia del 50% a ninguna de las concentraciones aplicadas. De acuerdo a los resultados señalados, los mejores extractos fueron los de zoapatle *M. tomentosa* y pirú *S. molle* aplicados a 1% de concentración.

Cuadro 22. Repelencia (%) a adultos de *M. pallidipennis* al aplicar extractos hexánicos en refugios (1.5 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	30 ± 3 d	36 ± 7 dc	40 ± 3 d	30 ± 3.2 c	42 ± 3 d	44 ± 2 c
1	30 ± 3 d	40 ± 7 c	44 ± 2 d	30 ± 3.2 c	52 ± 3 c	56 ± 4 b
10	40 ± 3 c	48 ± 6 c	50 ± 3 c	35 ± 2 ab	60 ± 3 b	65 ± 3 ab
30	40 ± 3 c	60 ± 4 b	54 ± 3 c	35 ± 2 ab	62 ± 2 b	65 ± 4 ab
60	50 ± 3 b	66 ± 4 a	60 ± 3 b	35 ± 2 ab	65 ± 4 ab	68 ± 3 ab
80	50 ± 3 b	66 ± 4 a	60 ± 3 b	40 ± 3 a	65 ± 4 ab	70 ± 3 a
100	60 ± 3 a	70 ± 6 a	68 ± 4 a	40 ± 5 a	70 ± 3 a	70 ± 5 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 10 repeticiones y n=5 en todos los casos.

Cuadro 23. Repelencia (%) a adultos de *M. pallidipennis* al aplicar extractos hexánicos en refugios (24 h).

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	30 ± 3 c	36 ± 6 d	40 ± 3 d	30 ± 3.2 c	42 ± 2 d	46 ± 4 d
1	30 ± 3 c	42 ± 6 cd	40 ± 2 d	30 ± 3.2 c	52 ± 3 c	56 ± 4 c
10	40 ± 3 b	54 ± 7 b	54 ± 4 c	35 ± 2 b	60 ± 3 b	68 ± 3 b
30	40 ± 3 b	56 ± 4 ab	54 ± 3 c	35 ± 2 b	62 ± 2 b	68 ± 4 b
60	45 ± 3 ab	56 ± 4 ab	60 ± 3 b	35 ± 2 b	65 ± 4 ab	70 ± 3 ab
80	52 ± 3 a	60 ± 2 ab	60 ± 3 b	45 ± 3 a	65 ± 4 ab	70 ± 4 a
100	52 ± 3 a	64 ± 6 a	68 ± 3 a	48 ± 1 a	70 ± 3 a	70 ± 5 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 10 repeticiones y n=5 en todos los casos.

5.1.2.3.3 Aceites

Los cuadros 24 y 25 muestran los resultados de repelencia a adultos de la chinche *M. pallidipennis* al aplicar aceites obtenidos de 4 especies vegetales. Los aceites de neem *A. indica* (comercial- prensado en frio y elaborado), fueron los que obtuvieron valores de repelencia $\geq 50\%$ a 1% de concentración, en ambos tiempos de observación, y estos también se consideran los resultados más significativos, puesto que los otros aceites evaluados obtuvieron repelencia $\geq 50\%$ al ser aplicados a concentraciones de 30 a 100%. Es relevante señalar que los aceites de pirú *S. molle* y zoapatle *M. tomentosa* lograron generar repelencia a adultos de más de 90% al aplicarse sin diluir (100%).

Cuadro 24. Repelencia (%) a adultos de *M. pallidipennis* al aplicar aceites en refugios (50 min).

Concentración %	<i>A. indica</i> (comercial)	<i>A. indica</i> (elaborado)	<i>C. graveolens</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	40 [40, 40] c	40 [40, 40] d	30 [20, 30] e	20 [0, 60] c	20 [0, 60] e
1	50 [40, 80] bc	50 [40, 50] c	40 [25, 50] d	20[0, 60] c	20 [0, 60] e
10	60 [60, 80] b	60 [60, 70] b	40 [40, 50] cd	30 [0, 60] bc	30 [0, 60] d
30	70 [60, 80] ab	70 [60, 80] b	60 [60, 60] c	60 [0, 60] b	60 [0, 60] c
60	80 [60, 80] a	80[60, 80] b	70 [40, 60] b	80 [60, 80] a	80 [60, 80] b
80	80 [60, 100] a	80 [60,100] a	80 [40, 70] a	80 [60, 100] a	80 [60, 90] b
100	80 [60, 100] a	80 [60,100] a	80 [40, 80] a	90 [80, 100] a	100 [80,100] a

Letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskall-Wallis, $\alpha=0.05$); 10 repeticiones y n=5 en todos los casos.

Cuadro 25. Repelencia (%) a adultos de *M. pallidipennis* al aplicar aceites en refugios (24 h).

Concentración %	<i>A. indica</i> (comercial)	<i>A. indica</i> (elaborado)	<i>C. graveolens</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1	40 [40, 40] c	40 [40, 40] d	30 [20, 30] e	20 [0, 60] d	20 [0, 60] e
1	50 [40, 80] bc	50 [40,50] c	40 [40, 60] d	20[0, 60] c	20 [0, 60] e
10	60 [40, 80] b	60 [40, 80] b	50 [20, 50] cd	30 [0, 60] bc	30 [0, 60] d
30	70 [60, 80] ab	70 [60, 80] b	60 [40, 60] c	40 [40, 60] b	60 [40, 60] c
60	70 [60, 80] a	80[60,100]ab	60 [60, 60] b	80 [40, 80] a	80 [40, 80] bc
80	100 [60,100] a	100[60,100]a	70 [40, 80] a	80 [40, 100] a	80 [60, 100] b
100	100 [80,100] a	100[80,100]a	70 [60, 100] a	90 [80, 100] a	90 [80,100] a

Letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskall-Wallis, $\alpha=0.05$); 10 repeticiones y n=5 en todos los casos.

En los tres estados de desarrollo de *M. pallidipennis* se obtuvieron valores de repelencia $\geq 50\%$, en al menos uno de los productos botánicos evaluados, así mismo, se observó este resultado en más de una de las concentraciones aplicadas menores al 10%. Al contrastar los valores de repelencia obtenidos por los extractos etanólicos, hexánicos y aceites, los primeros fueron los que registraron resultados con más aplicabilidad, puesto que se observó repelencia igual o mayor al 50% a las concentraciones de 0.1%, así mismo, algunos extractos hexánicos también lograron valores de repelencia equivalentes. Si realizamos una comparación entre las ventajas de los tipos de extractos evaluados, además de los valores de repelencia obtenidos por los extractos etanólicos, estos últimos tienen la preeminencia de que el solvente utilizado para su obtención es menos volátil que el hexano, posee menor toxicidad al manipularse y su costo es mucho menor; por otra parte, si comparamos los extractos etanólicos con los aceites, la obtención de los primeros es más sencilla y requiere menor costo. En las evaluaciones con adultos, más de uno de los aceites evaluados

generaron repelencia significativa (50%) a 1% de concentración, esto no se observó en ninfas de primer o cuarto instar; esto último se relaciona con la falta de desarrollo de órganos sensoriales en la etapa de ninfa, los adultos son capaces de detectar mayor número de volátiles que los inmaduros.

De acuerdo a los resultados previamente presentados, las especies más promisorias para repeler a ninfas y adultos de *M. pallidipennis* fueron el neem *A. indica*, pirú *S. molle*, epazote de zorrillo *C. graveolens* y zoapatle *M. tomentosa*, y de entre estas especies la que obtuvo resultados más significativos fue el neem *A. indica*.

Una de las cualidades del neem *A. indica* es su efecto repelente (Atawodi y Atawodi, 2009), y la literatura indica que dicha característica en la especie es causada por los compuestos volátiles de tipo organosulfurado contenidos en la semilla y hojas (Kumar *et al.*, 2016), en el presente trabajo se confirmó la actividad de la planta frente a el vector *M. pallidipennis*, puesto que todos los productos (extractos y aceites) tuvieron un porcentaje de repelencia igual o superior al 50%, en ninfas y adultos, y esto estuvo presente en más de una concentración, y de estas las que pueden considerarse más significativas son aquellas $\geq 0.1\%$. A pesar de que los resultados aquí presentados se consideran promisorios, es necesario realizar evaluaciones en semicampo para determinar con mayor certeza su efectividad contra ejemplares silvestres de la chinche *M. pallidipennis* o triatomíneos vectores en general.

En relación a los derivados del epazote de zorrillo *C. graveolens*, el efecto repelente $\geq 50\%$ a una concentración de 1%, se registró tanto para ninfas de primer y cuarto instar, en más de una de las clases de productos botánicos evaluados, sin embargo, no se observaron resultados significativos en adultos, a diferencia de otras especies como el neem *A. indica*. Se hallan pocas referencias en la literatura sobre la evaluación de derivados de epazote de zorrillo *C. graveolens*; la mayor parte de los textos señalan su utilidad tradicional en el manejo de plagas insectiles de otros ordenes o bien por su acción antiparasitaria, por ejemplo en el estado de Hidalgo, se utilizan ramos para repeler hormigas de los granos almacenados (Villavicencio-Nieto, 2010), así mismo, se utiliza en algunas comunidades como repelente de insectos, dípteros principalmente, empleándolo en manojos (contacto personal). Particularmente en hemípteros u otros vectores de importancia médica no existen referencias en la literatura, este es uno de los primeros reportes o referencias relacionadas a su evaluación para el manejo de una chinche vector de Chagas como la chinche *M. pallidipennis*, no obstante, a nivel comercial se encuentra un producto para evitar las

pediculosis, que actúa como repelente de ectoparásitos hematófagos, como el piojo *Pediculus humanus* (Phthiraptera: Pediculidae). La suma de todas estas evidencias señala a la especie epazote de zorrillo *C. graveolens* con potencial uso para el manejo de especies de insectos hematófagos que pueden ser vectores de enfermedades.

En relación al zoapatle *M. tomentosa*, tal como se señaló previamente, obtuvo resultados adecuados en repelencia a adultos (extracto hexánico), y menos significativos en ninfas. Existen escasas referencias de la utilidad de la especie en manejo de plagas insectiles, por ejemplo, se conoce que en Hidalgo el zoapatle *M. tomentosa* se utiliza para evitar ectoparásitos, como pulgas y piojos en personas y animales (Villavicencio-Nieto, 2010). Así mismo a *Montanoa* sp. se le evaluó en *S. frugiperda*, mostrando un efecto significativo para el control de larvas de este insecto (Rodríguez *et al.*, 1982); entre los constituyentes del aceite esencial se menciona que existen mono y sesquiterpenos (Rodríguez y Porras, 2002); de este grupo de terpenoides destaca el sabineno hallado en porcentajes altos en hojas y flores, dicho componente se ha determinado como un activo con capacidad insecticida (Robles-Zepeda *et al.*, 2004), este puede ser el origen de la actividad de los derivados de la planta, sin embargo son necesarias evaluaciones más detalladas que determinen que esta sugerencia tiene mayor sustento. No se encontraron referencias que relacionen el uso de zoapatle *M. tomentosa* para el manejo de especies insectiles de la familia Triatominae o más específicamente de algún Reduviidae, nuevamente se considera a estas evaluaciones como una de las primeras enfocadas a esta área de estudio.

En el caso del pirú *S. molle*, se registraron valores de repelencia significativos en ninfas de cuarto instar y adultos. Una referencia en la literatura indica que se evaluaron extractos hexánicos de las hojas y frutos de pirú *S. molle* los cuales mostraron propiedades insecticidas y repelentes contra el primer instar ninfal y huevos de la chinche *T. infestans*, los autores mencionan que los extractos de hojas y frutos fueron altamente repelentes para las ninfas (Ferrero *et al.*, 2006). También se han realizado pruebas de la actividad biológica generada en la cucaracha *B. germanica* en la cual se aplicaron extractos etílicos y de éter de petróleo, utilizando hojas y frutos del pirú *S. molle*, los autores comentan que todos los extractos produjeron efecto repelente (Ferrero *et al.*, 2007); así mismo, en el gorgojo del maíz *S. zeamais* tanto el polvo como el aceite esencial fueron altamente repelentes (Arias *et al.*, 2017). El origen fitoquímico de la actividad del pirú *S. molle* probablemente se encuentre en los terpenoides hallados en concentraciones importantes tanto en hojas como en frutos (Chirino y Ferrero, 2001); en este trabajo se utilizaron ambas estructuras para

la elaboración de extractos y del aceite. Particularmente se ha asociado la repelencia al p-cimeno, hallado en gran concentración en esta especie (Maganga, 1996), sin embargo, son necesarias evaluaciones más específicas y cromatográficas, para confirmar esta hipótesis. En el presente trabajo se encontró que existe posibilidad de uso del pirú *S. molle* como repelente de ninfas y adultos de la chinche *M. pallidipennis*, sin embargo, como en el caso de los derivados de neem *A. indica*, es necesario realizar más evaluaciones en zonas de campo para poder confirmar de manera formal su potencial.

En relación al resto de especies vegetales evaluadas, es decir el chicalote *A. mexicana* y marrubio *M. vulgare*, estas fueron las que obtuvieron los resultados menos significativos. A pesar de tener referencias en la literatura donde se señala su efecto repelente en varias especies insectiles. Por una parte, el chicalote *A. mexicana* ha sido objeto de estudio por varios años debido a su aplicación en el control de plagas agrícolas, por ejemplo, la actividad repelente hacia otros hemípteros, particularmente áfidos, como el pulgón *A. gossypii*; en una investigación realizada con esta especie se determinó que los extractos provenientes de la parte aérea provocaban una mayor repelencia que los elaborados con la raíz, cuya actividad era casi nula (Ali *et al.*, 2017), en el presente trabajo se utilizó la parte aérea para la elaboración de los extractos con resultados mostrados en los cuadros de resultados, sin embargo como ya se mencionó no se determinaron valores significativos o adecuados de repelencia. La literatura indica que su actividad biológica contra insectos y otros grupos de plagas se debe a la gran cantidad de alcaloides presentes en su composición química (Brahmachari *et al.*, 2013). Así mismo, es posible encontrar un producto comercial a base de esta especie, producto de la empresa PROGRANIC® Omega (RSCO-INAC-0103Y-0266-009-90), un insecticida botánico/concentrado emulsionable¹. A pesar de las referencias en literatura y su aplicación en un producto comercial, los extractos derivados de *A. mexicana* no tuvieron un efecto adecuado de repelencia en ninfas ni en adultos de la chinche *M. pallidipennis*. En relación al marrubio *M. vulgare* se ocupa de manera tradicional como repelente de ciertos ectoparásitos en aves (Villavicencio-Nieto, 2010), igualmente el extracto etanólico se reportó como altamente repelente ($\geq 80\%$ de repelencia) a adultos de *L. decemlineata* (Pavela,

¹ Producto de la empresa Ultraquimia Agrícola, S.A. de C.V. Página web del producto disponible: <http://www.agroquimicos-organicopl.com/progranic-omega-9478-9#inicio>

2004); en el presente trabajo el efecto repelente no fue el adecuado, tanto para ninfas como adultos de la chinche *M. pallidipennis*.

5.1.3 Mortalidad

5.1.3.1 Extractos etanólicos.

Los Cuadros 26 y 27 muestran la información para esta variable y productos evaluados. Se dividieron los resultados en dos cuadros debido a que las concentraciones utilizadas y tiempos de observación y pruebas estadísticas de la mortalidad no eran los mismos. El Cuadro 26 registra los resultados para los extractos de chicalote *A. mexicana*, epazote de zorrillo *C. graveolens*, marrubio *M. vulgare* y zoapatle *M. tomentosa*; mientras que el Cuadro 27 muestra los resultados obtenidos por el extracto de neem *A. indica*.

De entre los extractos etanólicos, el de pirú *S. molle* registró el mayor porcentaje de mortalidad al aplicarse a una concentración del 1% (mortalidad de 20%) sin embargo, este valor como ya se señaló se observó después de 4 semanas de haberse aplicado el producto; la primera semana la mortalidad fue nula. A pesar de existir referencias de que el extracto etanólico generaba mortalidad significativa (Huerta *et al.*, 2010), en el presente trabajo este resultado no se presentó.

El máximo valor de mortalidad lo registró el extracto de neem *A. indica*, con 47.9% de mortalidad al aplicarse la concentración de 100% y al tiempo 4 de observación. Los extractos que menor mortalidad registraron fueron el de chicalote *A. mexicana* y zoapatle *M. tomentosa*.

Los extractos etanólicos no generaron mortalidad $\geq 50\%$ a ninguna de las concentraciones evaluadas y tiempos considerados incluso al ser aplicados sin diluir (100%).

Cuadro 26. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa de extractos etanólicos de *A. mexicana*, *C. graveolens*, *M. vulgare*, *M. tomentosa* y *S. molle*, a diferentes concentraciones y tiempos.

Concentración (%) y Tiempo	<i>A. mexicana</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0T1	0 d	0 i	0 d	0 e	0 h
0T2	0 d	4± 2 h	4±2 c	4±2 e	0 h
0T3	0 d	4± 2 h	4±2 c	4±2 e	4±2 g
0T4	4±2 c	6± 2 h	4±2 c	4±2 e	4±2 g
0.1T1	0 d	4± 2 h	0 d	2±2 e	0 h

0.1T2	4±2 c	6± 2 h	6±2 c	2±2 e	0 h
0.1T3	4±2 c	6± 2 h	6±2 c	2±2 e	4±2 g
0.1T4	4±2 c	6± 2 h	6±2 c	6±2 cd	4±2 g
1T1	0 d	0± 2 h	6±2 c	4±2 de	0 h
1T2	4±2 c	2± 4 h	10±5 bc	4±2 de	12±4 f
1T3	4±2 c	4± 4 g	10±5 bc	4±2 de	16±4 e
1T4	4±2 c	6± 6 ef	10±5 bc	10±0 c	20±0 d
10T1	0 d	10± 0 f	12 ±7 b	4±2 d	16±7 e
10T2	6±2 b	10± 2 e	14±6 b	4±2 d	20±6 d
10T3	6±2 b	14± 2 d	14 ±6 b	4±2 ab	20±6 c
10T4	6±2 b	16± 3 c	14±6 b	12±3 c	28±4 b
100 T1	0 d	24± 2 bc	42±7 a	10±2 b	20±6 d
100T2	10±0 a	26 ± 4 b	42±7 a	10±0 b	24±4 c
100T3	10±0 a	30± 2 a	42±8 a	16±2 a	34±8 ab
100T4	10±0 a	30± 2 a	44±3 a	16±2 a	36±6 a

T1=semana 1, T2=semana 2, T3=semana 3 y T4= semana 4. *Concentración aplicada al testigo. Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

Cuadro 27. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa del extracto etanólico de *A. indica* a diferentes concentraciones y tiempos.

Concentración (%) y Tiempo	<i>A. indica</i>
0T1	0 [0,0] f
0T2	0 [0,0]f
0T3	0 [0,0]f
0T4	0 [0,0]f
0.1T1	0 [0,0] f
0.1T2	0[0,0] f
0.1T3	0 [0,0] f
0.1T4	0 [0,0] f
1T1	0 [0,0] f
1T2	0 [0,0] f
1T3	0 [0,0] f
1T4	0 [0,0] f
10T1	0 [0, 6.25] f
10T2	6.25 [0, 6.25] e
10T3	6.25 [0, 6.25] e
10T4	6.25 [6.25, 16.7] e
30T1	16.7 [16.7, 27.1] d
30T2	16.7 [16.7, 27.1] d

30T3	16.7 [16.7, 47.9] d
30T4	16.7 [16.7, 47.9] d
60T1	27.1 [27.1, 27.1]c
60T2	27.1 [27.1, 27.1] c
60T3	27.1 [27.1, 47.9] c
60T4	27.1 [27.1, 47.9] c
80T1	27.1[27.1, 27.1] c
80T2	27.1 [27.1, 58.3] c
80T3	27.1 [27.1, 58.3] c
80T4	27.1 [27.1, 58.3]c
100T1	37.5 [37.5, 58.3] b
100T2	37.5 [37.5, 58.3] b
100T3	37.5[37.5, 58.3] b
100T4	47.9 [37.5, 58.3] a

T1=semana 1 posterior a la aplicación, T2= semana 2 posterior a la aplicación, T3= semana 3 posterior a la aplicación, T4= semana 4 posterior a la aplicación. Valor de mediana [Cuartil inferior, Cuartil superior], letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskall Wallis, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

5.1.3.2 Extractos hexánicos

El Cuadro 28 muestra los resultados para los extractos de chicalote *A. mexicana*, marrubio *M. vulgare* y zoapatle *M. tomentosa* en las cuales varias de las concentraciones son estadísticamente iguales al testigo, solo se presentaron diferencias al aplicar el extracto sin diluir; mientras que el Cuadro 29 registra los resultados obtenidos por el extracto de neem *A. indica*, epazote de zorrillo *C. graveolens* y pirú *S. molle*.

En general, los extractos hexánicos registraron mortalidad reducida al aplicarse a 1% de concentración; por ejemplo, el marrubio *M. vulgare* registró 12% de mortalidad al aplicarse a dicha concentración; por el contrario, a alta concentración o sin diluir tuvieron efecto significativamente importante con respecto al testigo (0% de concentración), esto se observó en particular con los extractos de neem *A. indica* y epazote de zorrillo *C. graveolens*, mientras que, a 1% de concentración estos mismos extractos generaron efecto nulo y 9.6% de mortalidad respectivamente, esto 4 semanas posteriores a la aplicación.

Cuadro 28. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa de los extractos hexánicos de *A. mexicana*, *M. vulgare* y *M. tomentosa* a diferentes concentraciones y tiempos.

Concentración (%) y Tiempo	<i>A. mexicana</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>
0T1	0 c	2± 2 d	0 d
0T2	0 c	4± 2 d	0 d
0T3	4 ±2 b	4± 2 d	4±2 c
0T4	4 ±2 b	6± 2 d	4±2 c
0.1T1	0 c	6± 6 d	0 d
0.1T2	0 c	6± 6 d	0 d
0.1T3	4 ±2 c	6± 6 d	6±2 c
0.1T4	6 ±2 b	6± 6 d	6±2 c
1T1	2 ±2 c	6± 6 d	2±2 c
1T2	2 ±2 c	6± 6 d	2±2 c
1T3	6 ±2 b	12± 7 c	6±2 c
1T4	6 ±2 b	12± 7 c	6±2 c
10T1	2 ±2 c	10± 7 c	6±2 c
10T2	2 ±2 c	10± 7 c	6±2 c
10T3	2 ±2 c	14 ± 7 bc	6±2 c
10T4	2 ±2 c	14± 7 bc	6±2 c
100T1	6 ±2 b	14± 4 bc	12±4 b
100T2	6 ±2 b	32± 8 ab	12±4 b
100T3	10±4 a	32± 8 ab	16±4 ab
100T4	14 ±2 a	34± 8 a	20±6 a

T1=semana 1, T2=semana 2, T3=semana 3 y T4= semana 4. Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

Cuadro 29. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa de los extractos hexánicos de *A. indica*, *C. graveolens* y *S. molle* a diferentes concentraciones y tiempos.

Concentración (%) y Tiempo*	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>S. molle</i>
0T1	0 [0,0] f	0 [0,0] g	0 [0,0] i
0T2	0 [0,0] f	0 [0,0] g	0 [0,0] i
0T3	0 [0,0] f	0 [0,0] g	0 [0,0] i
0T4	0 [0,0] f	0 [0,0] g	0 [0,0] i
0.1T1	0 [0,0] f	0 [0,0] g	0 [0,0] i
0.1T2	0 [0,0] f	0 [0,0] g	0 [0,0] i

0.1T3	0 [0,0] f	0 [0,0] g	0 [0,0] i
0.1T4	0 [0,0] f	0 [0,9.6] e	0 [0,9.6] g
1T1	0 [0,0] f	0 [0,0] g	0 [0,0] i
1T2	0 [0,0] f	0 [0,0] g	0 [0,0] i
1T3	0 [0,0] f	0 [0,0] g	0 [0,0] i
1T4	0 [0,0] f	9.6 [0,9.6] e	0 [0,9.6] g
10T1	0 [0, 0] f	0 [0, 9.6] e	0 [0, 9.6] g
10T2	16.7 [0, 16.7] e	9.6 [0, 9.6] e	0 [0, 9.6] g
10T3	16.7 [0, 16.7] e	9.6 [0, 19] ef	0 [0, 9.6] g
10T4	27.1 [27.1, 27.1] e	19 [9.6, 19] f	9.6 [0, 9.6] h
30T1	16.7 [16.7, 16.7] e	9.6 [0, 9.6] e	9.6 [0, 19.2] e
30T2	16.7 [16.7, 27.5] e	9.6 [0, 9.6] e	9.6 [0, 19.2] e
30T3	16.7 [16.7, 27.5] e	9.6 [0, 19] e	9.6 [0, 19.2] e
30T4	27.1 [27.1, 27.1] d	19 [9.6, 19] f	19.2 [19.2, 19.2] f
60T1	27.1[0, 27.1] d	28 [0, 28] cd	19.2 [19.2, 29] d
60T2	27.1 [16.7, 27.1] d	28 [0, 28] cd	19.2 [19.2, 29] d
60T3	27.1 [27.1, 27.1] d	28 [9.6, 28] d	19.2 [19.2, 29] d
60T4	37.5 [37.5, 37.5] c	28 [9.6, 28] d	19.2 [19.2, 29] d
80T1	27.1 [27.1, 27.1] d	28 [28, 28] c	29 [19.2, 29] bc
80T2	37.5 [37.5, 37.5] c	28 [28, 28] c	29 [19.2, 29] bc
80T3	47.9 [47.9, 68.8] bc	28 [28, 28] c	29 [29, 29] c
80T4	47.9 [47.9, 68.8] bc	28 [28, 28] c	29 [28, 57] b
100T1	37.5 [37.5, 37.5] c	38 [38, 48] b	29 [29, 57] b
100T2	37.5 [37.5, 79.2] c	38 [38, 48] b	29 [29, 57] b
100T3	58.3 [58.3, 79.2] b	48 [48, 57] a	29 [29, 67] ab
100T4	79.2 [58.3,79.2] a	48 [48, 57] a	38.4 [29, 76] a

T1=semana 1 posterior a la aplicación, T2= semana 2 posterior a la aplicación, T3= semana 3 posterior a la aplicación, T4= semana 4 posterior a la aplicación. Valor de mediana [Cuartil inferior, Cuartil superior], letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskal Wallis, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y $n=10$ en todos los casos.

5.1.3.3 Aceites

Los cuadros 30 y 31 muestran los resultados obtenidos para esta variable al aplicar los aceites de cada una de las especies señaladas.

En este caso los resultados más significativos fueron los que se obtuvieron al aplicar los aceites de neem *A. indica*, y en particular de los dos productos evaluados el que mayor mortalidad registró al aplicarse a 1% de concentración fue el obtenido por prensado (28%), esta mortalidad además se observó a la segunda semana, un tiempo menor a todos los obtenidos. La concentración más alta del aceite de neem comercial (100%) registró entre un 28 y 67% de mortalidad entre la semana 1 y 4 respectivamente.

Cuadro 30. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa de los aceites de *A. indica* y *C. graveolens* a diferentes concentraciones y tiempos.

Concentración (%) y Tiempo*	<i>A. indica</i> - Aceite comercial	<i>A. indica</i> - Aceite elaborado	<i>C. graveolens</i>
0T1	0 [0,0] ñ	0 [0,0] ñ	0 [0,0] h
0T2	0 [0,0] ñ	0 [0,0] ñ	0 [0,0] h
0T3	0 [0,0] ñ	0 [0,0] ñ	0 [0,0] h
0T4	0 [0, 0] ñ	0 [0, 0] ñ	0 [0, 0] h
0.1T1	0 [0,0] f	0 [0, 9.6] ñ	0 [0, 0] h
0.1T2	9.6 [0, 28] l	9.6 [0, 9.6] n	0 [0, 0] h
0.1T3	19.2 [0, 19.2] n	9.6 [0, 19.2] n	0 [0, 0] h
0.1T4	19.2 [0, 19.2] n	19.2 [9.6, 28] m	0 [0, 9.6] e
1T1	9.6 [0, 28] l	0 [0, 19.2] i	0 [0, 9.6] e
1T2	28 [0, 28] m	19.2 [0, 19.2] j	0 [0, 9.6] e
1T3	28 [0, 28] m	19.2 [0, 19.2] j	0 [0, 9.6] e
1T4	28 [9.6, 38] jk	19.2 [0, 28] l	9.6 [0, 9.6] f
10T1	19.2 [0, 38] j	9.6 [0, 19.2] i	0 [0, 9.6] e
10T2	28 [0, 38] jk	19.2 [0, 19.2] j	0 [0, 9.6] e
10T3	38 [0, 38] k	28 [0, 38] k	9.6 [0, 9.6] f
10T4	38 [0, 38] k	28 [0, 38] k	9.6 [0, 19.2] fg
30T1	19.2 [19.2,19.2] hi	9.6 [9.6, 19.2] g	9.6 [9.6, 9.6] b
30T2	19.2 [19.2, 38] h	19.2 [9.6, 19.2] d	9.6 [9.6, 9.6] b
30T3	38 [38, 38] fg	28 [9.6, 38] h	19.2 [19.2, 19.2] d
30T4	38 [38, 38] fg	28 [9.6, 38] h	19.2 [19.2, 19.2] d
60T1	19.2 [19.2, 38] h	19.2 [9.6, 19.2] d	9.6 [9.6, 9.6] b
60T2	28 [28, 38] de	19.2 [19.2, 19.2]de	9.6 [9.6, 9.6] b
60T3	38 [38, 38] fg	28 [28, 28] f	19.2 [9.6, 19.2] c
60T4	38 [38, 38] fg	28 [28, 28] f	19.2 [19.2, 19.2] d
80T1	28 [9.6, 38] e	19.2 [9.6, 19.2] d	9.6 [9.6, 9.6] b
80T2	38 [19.2, 57] f	19.2 [19.2, 28] c	9.6 [9.6, 9.6] b
80T3	38 [38, 57] g	38 [19, 38] e	19.2 [19.2, 28] a
80T4	38 [38, 57]g	38 [38, 38] f	19.2 [19.2, 28] a
100T1	28 [19.2, 48] d	19.2 [19.2, 28] c	9.6 [9.6, 9.6] b
100T2	48 [48, 48] c	19.2 [19.2, 28] c	9.6 [9.6, 9.6] b
100T3	57[57, 67] b	28 [19, 38] b	19.2 [19.2, 28] a
100T4	67 [57, 67] a	38 [19, 67] a	19.2 [19.2, 28] a

T1=semana 1 posterior a la aplicación, T2= semana 2 posterior a la aplicación, T3= semana 3 posterior a la aplicación, T4= semana 4 posterior a la aplicación. Valor de mediana [Cuartil inferior, Cuartil superior], letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskal Wallis, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

Cuadro 31. Mortalidad (%) en ninfas de tercer instar por aplicación directa de los aceites de *M. tomentosa* y *S. molle* a diferentes concentraciones y tiempos.

Concentración (%) y Tiempo*	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0T1	0 [0,0] h	0 [0,0] j
0T2	0 [0,0] h	0 [0,0] j
0T3	0 [0,0] h	0 [0,0] j
0T4	0 [0, 0] h	0 [0, 0] j
0.1T1	0 [0, 0] h	0 [0, 0] j
0.1T2	0 [0,0] h	0 [0,0] j
0.1T3	0 [0, 10] i	0 [0, 10] k
0.1T4	0 [0, 10] i	0 [0, 10] k
1T1	10[0, 10] g	10[10, 10] i
1T2	10 [10, 10] g	10 [10, 10] j
1T3	10 [10, 10] g	10 [10, 10] i
1T4	10 [10, 10] g	10 [10, 10] i
10T1	10[0, 10] g	10[10, 10] i
10T2	10 [10, 10] g	10 [10, 10] j
10T3	10 [10, 10] g	10 [10, 10] i
10T4	10 [10, 10] g	10 [10, 10] i
30T1	10 [0, 10] g	10 [10, 20] c
30T2	10 [0, 10] g	10 [10, 20] c
30T3	20 [20, 20] f	10 [10, 20] c
30T4	20 [20, 30] f	20 [10 ,20] h
60T1	10 [0, 10] g	10 [10, 20] c
60T2	10 [0, 20] h	10 [10, 20] c
60T3	20 [20, 20] f	20 [20, 20] d
60T4	20 [20, 30] f	20 [20, 30] b
80T1	10 [10, 20] d	10 [10, 20] c
80T2	10 [10, 20] d	10 [10, 20] c
80T3	20 [10, 30] e	20 [10, 30] b
80T4	20 [20, 30]f	20 [20 30] b
100T1	10 [10, 30] c	10 [10, 20] c
100T2	10 [10, 30] c	10 [10, 20] c
100T3	20 [10, 20] b	20 [10, 30] b
100T4	20 [20, 40] a	20 [20, 40] a

T1=semana 1 posterior a la aplicación, T2= semana 2 posterior a la aplicación, T3= semana 3 posterior a la aplicación, T4= semana 4 posterior a la aplicación. Valor de mediana [Cuartil inferior, Cuartil superior], letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Kruskal Wallis, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

En esta variable se observó que los porcentajes de mortalidad $\geq 50\%$ o cercanos a este valor se registraron únicamente al aplicar concentraciones de extractos superiores al 10%, y en algunos casos solo al utilizar el extracto sin diluir. Así mismo, en varios de los productos evaluados tuvo que transcurrir más de una semana (T1) para lograr registrar mortalidad significativa o diferente al testigo. Por ello se considera que esta es la variable fue la que obtuvo menos resultados prometedores. Los aceites registraron el más alto porcentaje de mortalidad al aplicarse a 1%, de entre las 3 clases de productos vegetales evaluados y entre ellos el que mayor mortalidad registró fue el aceite de neem prensado en frío (comercial).

Por otra parte, la especie vegetal que registró resultados menos significativos fue el chicalote *A. mexicana*, puesto que en el presente trabajo no registró un porcentaje de mortalidad mayor al 50%. Esto a pesar que en la literatura se menciona su acción contra varios ordenes insectiles, por ejemplo, se ha asociado mucho al manejo de otros vectores, con un efecto larvicida al aplicar los extractos de tipo hexánico, metanólico o acetónico, como en el mosquito *A. aegyptii*, (Ruiz-Guerrero *et al.*, 2015) o en el mosquito *C. quinquefasciatus* (Ali *et al.*², 2017; Sakthivadivel y Thilagavathy, 2003), así mismo, en otras familias de hemípteros específicamente el trioído llamado comúnmente psílido de la papa *B. cockerelli* en el cual se ha evaluado el extracto etanólico de *A. mexicana* en los inmaduros de 4to y 5to instar con resultados de mortalidad superiores al 90%, 24 horas posteriores a su aplicación (Granados-Echegoyen *et al.*, 2015) y en termitas (Elango *et al.*, 2012). Sin embargo, en la chinche *M. pallidipennis* esos porcentajes de mortalidad no se registraron puesto que, la máxima mortalidad generada por el extracto etanólico fue del 10% al ser aplicado sin diluir, durante la cuarta semana de aplicación, y el extracto hexánico generó 14% de mortalidad a las mismas condiciones, por lo tanto, para esta especie no posee aplicabilidad.

Contrarios a estos últimos resultados, los derivados del neem *A. indica* obtuvieron resultados significativos, aunque no los esperados o adecuados, considerando las referencias que existen sobre esta especie. Sin embargo, considerando los antecedentes de la especie, se puede pronosticar que, si la observación continuara después de las cuatro semanas, el porcentaje de mortalidad continuaría aumentando, esta sería una recomendación para trabajos posteriores.

Nuevamente, es importante señalar que, aunque la acción insecticida del neem *A. indica* ha sido ampliamente estudiada, y actualmente incluye la evaluación de productos comerciales, los cuales generalmente provocan mortalidad en insectos a pocas horas de aplicación (Schmahl *et al.*, 2010), esto no se observó con los productos vegetales evaluados en el presente trabajo. Así mismo

en otro hemíptero por ejemplo, en el mirdido plaga *C. scenica* se reportó mortalidad superior al 90% al aplicarse el extracto etanólico de semillas de neem *A. indica* a 250 ppm con aplicaciones continuas del extracto (Villamil *et al.*, 2012), en el caso del presente estudio únicamente se realizó una aplicación, por lo cual una recomendación más es la evaluación con más aplicaciones de los productos vegetales con mejor efecto.

En el caso de vectores hematófagos la investigación se ha enfocado en dípteros; los hemípteros con hábitos hematófagos tienen pocas referencias asociadas a la evaluación de derivados de neem *A. indica* para su control. El estudio relacionado a dicha especie se ha enfocado a su molécula más representativa, la Azadirachtina y al efecto de esta sobre el parásito del Chagas *T. cruzi*, que a la evaluación de sus derivados botánicos para el control del vector (Azambuja y García, 1992), esto debido a que existen evidencias de que la Azadirachtina puede “inmunizar” al vector y liberarlo por algunos días del parásito *T. cruzi* causante del Chagas (Falasca y Bernabé, 2009). Este último sería un enfoque diferente de investigación a considerarse y un trabajo amplio que considera al vector como un organismo transmisor, parte de una cadena, no como el causante de la enfermedad. En cuanto a la especie neem *A. indica* como tal, desde hace varias décadas se menciona como una de las más útiles en el manejo de insectos vectores, esto aplica a diversas especies de mosquitos, moscas, triatominos, cucarachas, pulgas y piojos, entre otros. La actividad del neem *A. indica* sobre especies insectiles incluye efectos sobre el crecimiento (afecta el proceso de muda), suprime de la fecundidad y causa esterilidad, produce repelencia a la oviposición, etc. (Mulla y Su, 1999; Mordue y Nisbet, 2000). En referencias más recientes relacionadas con su importancia en el manejo de insectos se menciona la utilidad del aceite como antialimentario e insecticida en hemípteros (Pinheiro y Quintela, 2010). Como ya se comentó, el neem *A. indica* tuvo mortalidad igual o cercana al 50% en todas las pruebas realizadas, sin embargo, esto casi siempre se observó a concentraciones elevadas de cada uno de los productos, lo cual para algunos expertos en el tema de uso de productos naturales podría considerarse como de poca aplicabilidad comercial o importancia, pero para las personas que lidian diariamente con el problema de las picaduras (y lo que ello podría significar), representa una alternativa en sus hogares.

En relación a los derivados de epazote de zorrillo *C. graveolens*, marrubio *M. vulgare* y zoapatle *M. tomentosa* no existen referencias en la literatura sobre su evaluación para manejar vectores hemípteros al provocar mortalidad, solo las referencias previamente señaladas. De entre los derivados de pirú *S. molle* el mejor efecto de mortalidad registrado fue el obtenido tras la

aplicación del extracto etanólico, el cual anteriormente se comentó; contrariamente el extracto hexánico no tuvo diferencias significativas con respecto al testigo, a una concentración de 1%, mientras que el aceite únicamente produjo un 10% de mortalidad a la concentración señalada. Investigaciones que han evaluado extractos hexánicos del pirú *S. molle*, señalan mortalidad importante al realizar su aplicación en las chinches de la subfamilia Triatominae, (Ferrero *et al.*, 2007), además en otras plagas como coleópteros se realizaron evaluaciones en adultos del crisomélido plaga *X. luteola*, al utilizar extractos acuosos y etanólicos de las hojas de pirú *S. molle*, con mortalidad elevada (superior al 97%), sin embargo, en el presente trabajo como ya se comentó el resultado fue diferente, incluso a la concentración sin diluir de los diferentes productos botánicos, la mortalidad no rebasó el 40%. Estos resultados pueden deberse a la gran adaptabilidad de los organismos de esta especie

De acuerdo a todos los datos obtenidos en las tres evaluaciones a *M. pallidipennis* se infiere que el manejo del vector puede incluir derivados de origen vegetal, al realizar aplicaciones de estos para evitar la eclosión y repeler tanto a ninfas como a adultos. La eclosión puede evitarse en un porcentaje 50% al aplicar el aceite prensado en frío a 0.1% de concentración. La repelencia $\geq 50\%$ puede lograrse con varios de los productos vegetales evaluados, sin embargo, los productos que resultan significativos en ninfas son los extractos etanólicos de neem *A. indica* (primer y cuarto instar) y *S. molle* (cuarto instar), al aplicarse a 0.1% de concentración, mientras que en adultos el extracto etanólico de neem *A. indica* a 0.1% logra este mismo valor de repelencia. La mortalidad registrada por los derivados vegetales aplicados a 0.1 o 1% sobre ninfas de tercer instar, es menor al 50%.

5.2 *S. exigua*

5.2.1. No eclosión

En esta sección se muestran los resultados obtenidos sobre la eclosión de huevos de *S. exigua* al aplicar extractos etanólicos, hexánicos y aceites a diferentes concentraciones. Se evaluaron los resultados de acuerdo a su homocedasticidad, considerando la prueba de Bartlett, por lo que se aplicaron evaluaciones paramétricas y no paramétricas según cada caso. Los Cuadros presentan medias y su rango correspondiente de acuerdo al ANOVA, o bien se presentan las medianas, con los valores de los cuartiles superior e inferior respectivamente, así como el rango equivalente en letra considerando el resultado de la prueba Kruskal- Wallis.

5.2.1.1 Extractos etanólicos

El cuadro 32 muestra los resultados tras la aplicación de los extractos etanólicos sobre huevos de *S. exigua*, ninguno de estos registró $\geq 50\%$ no eclosionados a 1% o 0.1% de concentración; todos los valores de no eclosión a dichas concentraciones fueron semejantes al testigo. La no-eclosión $\geq 50\%$ se registró a concentraciones igual o superiores al 30%, lo cual se observó al aplicar el extracto de neem *A. indica*, epazote de zorrillo *C. graveolens*, marrubio *M. vulgare* zoapatle *M. tomentosa* y pirú *S. molle*. El extracto de chicalote *A. mexicana* fue el que menor efecto de no- eclosión registró.

Cuadro 32. Huevos no eclosionados (%) de *S. exigua* al aplicar extractos etanólicos

Concentración %	<i>A. mexicana</i> *	<i>A. indica</i> **	<i>C. graveolens</i> **	<i>M. vulgare</i> **	<i>M. tomentosa</i> **	<i>S. molle</i> **
0*	0 [0, 2] e	0 ± 1 e	0 ± 2 d	0 ± 1 d	0 ± 1 d	0 ± 2 e
0.1	5 [0, 5] de	1.6 ± 2.7 e	3 ± 2 d	0.8 ± 1 d	3 ± 3 d	2 ± 2 e
1	5 [0, 5] d	2.6 ± 1 e	3 ± 2 d	1.4 ± 0 d	3.6 ± 3 d	2 ± 2 e
10	5 [0, 6] d	25 ± 3 d	5 ± 4 d	2.5 ± 2 d	10 ± 1 d	10 ± 3 d
30	10 [2, 11] c	70 ± 6 c	21 ± 4 c	5.6 ± 3 d	42 ± 3 c	46 ± 6 bc
60	20 [20, 20] b	74 ± 6 c	50 ± 4 b	12 ± 2 c	80 ± 4 b	56 ± 5 b
80	20 [20, 30] b	91 ± 1.6 b	53 ± 4 b	58 ± 4 b	80.8 ± 3 b	76 ± 5 a
100	49 [48, 56] a	95 ± 0 a	72 ± 4 a	70.1 ± 4 a	90.8 ± 2 a	81 ± 5 a

Letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (**Prueba de Tukey, * Prueba de Kruskal-Wallis, $\alpha=0.05$); 10 repeticiones en todos los casos.

5.2.1.2 Extractos hexánicos

El Cuadro 33, muestra los resultados obtenidos tras aplicar los extractos hexánicos sobre huevos de *S. exigua*. Los que obtuvieron diferencias significativas con respecto al testigo fueron los derivados del neem *A. indica* y el de pirú *S. molle*; estos valores no se acercaron al 50% de no eclosión, asimismo, las concentraciones de entre 30 y 100% de los extractos fueron las que registraron valores $\geq 50\%$ de no-eclosión, por ejemplo, el neem *A. indica* con 54% de no eclosión a 30% de concentración.

Cuadro 33. Huevos no eclosionados (%) de *S. exigua* al aplicar extractos hexánicos

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0	2 ± 2 c	0 ± 1 f	0 ± 1 b	0 ± 1 d	0 ± 1 d	0 ± 1.0 f
0.1	1 ± 0 c	14 ± 6 e	3 ± 2 b	4 ± 4 d	3 ± 3 d	10 ± 6 e
1	2 ± 0 c	26 ± 5 e	3 ± 2 b	9 ± 4 cd	4 ± 2 d	15 ± 5 e

10	11 ± 2 b	48 ± 2.5 cd	3 ± 4 b	14 ± 5 c	11 ± 3 c	26 ± 2.5 cd
30	32 ± 5 a	54 ± 6 c	3 ± 3 b	20 ± 3 b	12 ± 3 c	34 ± 6 c
60	33 ± 5 a	75 ± 5 b	9 ± 5 ab	22 ± 3 b	17 ± 3 c	54 ± 5 b
80	33 ± 5 a	91 ± 5 a	10 ± 6 a	28 ± 3 b	26 ± 3 ab	71 ± 5 a
100	34 ± 5 a	100 ± 0 a	12 ± 5 a	37 ± 3 a	31 ± 3 a	98 ± 1 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 10 en todos los casos.

5.2.1.3 Aceites

El cuadro 34 muestra los resultados obtenidos tras aplicar los aceites vegetales sobre huevos del gusano soldado *S. exigua*. El mejor resultado fue el obtenido por el aceite de neem *A. indica*, al aplicarse a 1% de concentración.

Cuadro 34. Huevos no eclosionados (%) de *S. exigua* al aplicar aceites esenciales.

Concentración %	<i>A. indica comercial</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0	0 ± 2 e	0 ± 1 e	0 ± 2 e	0 ± 1 d
0.1	32 ± 6 d	3 ± 2 e	5 ± 3 e	10 ± 2 e
1	56 ± 6 c	25 ± 6 d	24 ± 2 d	20 ± 5 d
10	90 ± 4 b	31 ± 6 d	35 ± 3 c	32 ± 5 c
30	94 ± 3 a	48 ± 6 c	50 ± 5 b	60 ± 4 b
60	96 ± 2 a	66 ± 6 b	60 ± 3 a	80 ± 5 a
80	97 ± 3 a	82 ± 4 a	65 ± 5 a	82 ± 5 a
100	100 ± 0 a	86 ± 5 a	67 ± 5 a	89 ± 5 a

Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 10 repeticiones en todos los casos.

De entre todos los productos vegetales aplicados a huevos del gusano soldado *S. exigua*, el aceite comercial o prensado en frío derivado de neem *A. indica* es el que mejor resultado registró con un valor de no eclosión de 56% a 1% de concentración. Así mismo, las concentraciones más altas de los aceites evaluados inhibieron casi en su totalidad la eclosión, puesto que se registraron porcentajes $\geq 90\%$. Desde hace varios años se determinó que los extractos de neem *A. indica* afectan el desarrollo de los huevos del gusano soldado *S. exigua* (Greenberg *et al.*, 2005), como ya se señaló en el presente trabajo todos los derivados del neem *A. indica* afectaron la eclosión de huevos en porcentajes casi siempre superiores al resto de sus homólogos evaluados, como se esperaba, esta fue una de las especies que mejores resultados registraron en todas las variables bajo estudio. Distintos derivados de *A. indica* ya habían sido evaluado previamente en *S. exigua* y a otros lepidópteros, con resultados siempre significativos, por ejemplo, en *H. armígera* y *S. litura* (Susaimanickam *et al.*, 2012), por lo que los resultados aquí presentados pueden considerarse una

ratificación de su actividad ovicida, sin embargo, en algunas variables los resultados no fueron significativos como lo que se ha reportado por otras investigaciones. En el resto de los derivados vegetales únicamente se observó que las concentraciones superiores al 10% fueron las que obtuvieron resultados de no- eclosión $\geq 50\%$, por lo cual no se consideraron adecuadas.

5.2.2 Mortalidad

Los resultados obtenidos para cada uno de los tres productos vegetales se muestran en los Cuadros 35 a 38, y corresponden a los extractos etanólicos, hexánicos y aceites, para cada uno de estos productos se indica el valor correspondiente a las observaciones realizadas que fueron de las 24 a las 96 h, en las tablas se observará la concentración aplicada y cada uno de los tiempos registrados como T1=24 h, T2=48 h, T3=72 h y T4=96 h.

5.2.2.1 Extractos etanólicos

Los cuadros 35 y 36, muestran los resultados de mortalidad después de aplicar los extractos etanólicos en larvas de gusano soldado *S. exigua*. La mortalidad igual o superior al 50% no se registró por la aplicación de ninguno de los extractos ni concentraciones evaluadas.

Cuadro 35. Mortalidad (%) en larvas de tercer instar por aplicación directa de los extractos de *A. mexicana*, *M. vulgare*, y *M. tomentosa* a diferentes concentraciones y tiempos.

Concentración (%) y Tiempo	<i>A. mexicana</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>C. graveolens</i>
0T1	0 d	0 b	0 d
0T2	0 d	0 b	0 d
0T3	0 d	0 b	0 d
0T4	4±2 c	4±2 b	4±2 c
0.1T1	0 d	0 b	0 d
0.1T2	4±2 c	2±2 b	4±2 c
0.1T3	4±2 c	2±2 b	4±2 c
0.1T4	4±2 c	2±2 b	4±2 c
1T1	0 d	0 b	0 d
1T2	4±2 c	0 b	6±4 c
1T3	4±2 c	4±2 b	6±4 c
1T4	4±2 c	4±2 b	6±4 c
10T1	0 d	0 b	0 d
10T2	6±2 b	0 b	6±4 c
10T3	6±2 b	4±2 b	12±7 b
10T4	6±2 b	4±2 b	12±7 b
100T1	0 d	0 b	0 d

100T2	10±0 a	0 b	12±3 b
100T3	10±0 a	12±2 a	20±5 a
100T4	10±0 a	12±2 a	20±5 a

T1=24 h, T2= 48 h, T3= 72 h y T4= 96 h. Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones y n=10 en todos los casos.

Cuadro 36. Mortalidad (%) de larvas de tercer instar de *S. exigua* al aplicar los extractos etanólicos de *A. indica*, *M. tomentosa* y *S. molle*.

Concentración (%) y Tiempo*	<i>A. indica</i> *	<i>M. tomentosa</i> **	<i>S. molle</i> *
0T1	0 [0,0] h	0 e	0 [0,0] f
0T2	0 [0,0] h	0 e	0 [0,0] f
0T3	0 [0,0] h	0 e	0 [0,0] f
0T4	0 [0, 0] h	0 e	0 [0, 0] f
0.1T1	0 [0, 0] h	0 e	0 [0, 0] f
0.1T2	0 [0,0] h	0 e	0 [0,0] f
0.1T3	0 [0, 10] i	2±2 e	0 [0, 0] f
0.1T4	0 [0, 10] i	2±2 e	0 [0, 0] f
1T1	0 [0, 10] g	2±2 e	0 [0, 0] f
1T2	0 [0, 10] g	2±2 e	0 [0, 0] f
1T3	0 [0, 10] g	6±2 d	0 [0, 0] f
1T4	10 [0, 10] fg	6±2 d	0 [0, 10] e
10T1	0 [0, 10] g	2±2 e	0 [0, 0] f
10T2	0 [0, 10] g	2±2 e	0 [0, 0] f
10T3	0 [0, 10] g	8±2 d	0 [0, 0] f
10T4	10 [0, 20] f	8±2 d	0 [0, 10] e
30T1	0 [0, 10] g	2±2 e	0 [0, 10] e
30T2	0 [0, 10] g	2±2 e	10 [0, 10] e
30T3	10 [0, 20] f	2±2 e	10 [0, 10] e
30T4	10 [0, 20] f	8±4 d	10 [0, 10] e
60T1	10 [0, 10] g	4±2 e	10 [0, 10] c
60T2	10 [0, 10] h	4±2 e	10 [0, 20] c
60T3	20 [10, 20] f	16± 6 b	10 [0, 20] c
60T4	20 [10, 20] f	16± 6 b	10 [10, 20] d
80T1	10 [0, 20] d	8±3 d	10 [0, 20] c
80T2	10 [0, 20] d	8±3 d	10 [0, 20] c
80T3	20 [20, 30] e	18±8 ab	20 [10, 20] b
80T4	20 [20, 30]f	18±8 ab	20 [10, 20] b
100T1	20 [20, 30] c	8±2 d	10 [0, 20] c
100T2	20 [20, 50] c	12±3 c	10 [0, 20] c
100T3	20 [20, 50] b	24±2 a	10 [10, 40] c

100T4	30 [20, 60] a	24±2 a	40 [10, 40] a
-------	---------------	--------	---------------

T1=24 h, T2= 48 h, T3= 72 h y T4= 96 h. Letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (**Prueba de Tukey, * Prueba de Kruskall-Wallis, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones, n=10 en todos los casos.

5.2.2.2 Extractos hexánicos

Los cuadros 37 y 38, muestran los resultados de mortalidad después de aplicar los extractos hexánicos, en larvas del gusano soldado *S. exigua*. Los resultados más significativos se registraron al aplicar las concentraciones más altas de los extractos, los cuales en ningún caso provocaron 50% de mortalidad.

Cuadro 37. Mortalidad (%) de larvas de tercer instar por aplicación directa de los extractos hexánicos de argemone *A. mexicana*, marrubio *M. vulgare* y zoapatle *M. tomentosa* a diferentes concentraciones y tiempos.

Concentración (%) y Tiempo	<i>A. mexicana</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>C. graveolens</i>
0T1	0 c	0 e	0 d
0T2	0 c	0 e	0 d
0T3	0 c	0 e	0 d
0T4	4±2 c	4±2 d	4±2 c
0.1T1	4±4 c	0 e	0 d
0.1T2	4±4 c	2±2 e	4±2 c
0.1T3	4±4 c	2±2 e	4±2 c
0.1T4	4±4 c	2±2 e	4±2 c
1T1	4±4 c	0 e	0 d
1T2	4±4 c	4±2 d	4±4 c
1T3	4±4 c	4±2 d	4±4 c
1T4	4±4 c	4±2 d	4±4 c
10T1	4±2 c	0 e	0 d
10T2	4±2 c	10±6 c	10±4 c
10T3	4±2 c	10±6 c	14±2 b
10T4	8±4 c	10±6 c	14±2 b
100T1	8±2 b	0 e	0 d
100T2	8±2 b	14±2 b	14±2 b
100T3	8±2 b	18±3 a	38±7 a
100T4	14±4 a	18±3 a	38±7 a

T1=24 h, T2= 48 h, T3= 72 h y T4= 96 h. Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones, n=10 en todos los casos.

Cuadro 38. Mortalidad (%) de larvas de tercer instar de *S. exigua* al aplicar los extractos hexánicos de *A. indica*, *M. tomentosa*, *S. molle*.

Concentración (%) y Tiempo*	<i>A. indica</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0T1	0 g	0 e	0 i
0T2	0 g	0 e	0 i
0T3	2±2 g	0 e	0 i
0T4	2±2 g	0 e	4±2 h
0.1T1	0 g	0 e	0 i
0.1T2	0 g	0 e	0 i
0.1T3	0 g	2±2 e	0 i
0.1T4	4±2 f	2±2 e	4±2 h
1T1	0 g	4±4 e	0 i
1T2	4±2 f	4±4 e	0 i
1T3	4±2 f	4±4 e	6±2 g
1T4	4±2 f	10±6 d	6±2 g
10T1	12±4 e	10±6 d	0 i
10T2	12±4 e	10±6 d	0 i
10T3	12±4 e	10±6 d	8±2 f
10T4	16±4 de	16±6 c	8±2 f
30T1	18±4 d	10±6 d	8±2 f
30T2	18±4 d	10±6 d	8±2 f
30T3	18±4 d	16±6 c	12±4 d
30T4	25±4 c	24±6 b	12±4 d
60T1	24±6 c	10±6 d	10±0 e
60T2	24±6 c	10±6 d	18±2 b
60T3	24±6 c	22±5 b	18±2 b
60T4	34±6 b	32±5 ab	20±0 b
80T1	34±4 b	14±6 cd	18±2 b
80T2	34±5 b	14±6 cd	18±2 b
80T3	34±5 b	22±5 b	18±2 b
80T4	34±6 b	38±5 a	22±2 a
100T1	44±2 a	18±4 c	16±2 cd
100T2	44±2 a	18±4 c	16±2 cd
100T3	48±3 a	28±2 b	24±2 a
100T4	48±3 a	40±5 a	24±2 a

T1=24 h, T2= 48 h, T3= 72 h y T4= 96 h. Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones, n=10 en todos los casos.

5.2.2.3 Aceites

El Cuadro 39 muestra los resultados de mortalidad después de aplicar aceites vegetales, en larvas del gusano soldado *S. exigua*. Los aceites evaluados fueron los de neem *A. indica*, y zoapatle *M. tomentosa*; en el caso del neem *A. indica* se aplicaron dos tipos aceites, uno obtenido comercialmente (prensado en frío), y otro elaborado durante la investigación que fue obtenido por la técnica de arrastre de vapor. Los porcentajes de mortalidad $\geq 50\%$ se registraron al aplicar concentraciones de 10% o más; estos resultados fueron más elevados que los obtenidos con los extractos etanólicos y hexánicos.

Cuadro 39. Mortalidad (%) de larvas de tercer instar de *S. exigua* al aplicar los aceites de *A. indica* y *M. tomentosa*.

Concentración (%) y Tiempo*	<i>A. indica</i> - comercial (prensado en frío)	<i>A. indica</i> – (arrastre de vapor)	<i>M. tomentosa</i>
0T1	0 g	0 h	0 h
0T2	0 g	0 h	0 h
0T3	0 g	0 h	0 h
0T4	0 g	0 ± 2 h	0 h
0.1T1	9 ± 2 f	10 ± 6 fg	0 h
0.1T2	19 ± 2 e	10 ± 6 fg	1 ± 1 h
0.1T3	21 ± 2 e	18 ± 6 f	3 ± 1 h
0.1T4	35 ± 2 d	20 ± 6 f	3 ± 1 h
1T1	9 ± 2 f	10 ± 6 fg	0 h
1T2	19 ± 2 e	10 ± 6 fg	1 ± 1 h
1T3	21 ± 2 e	18 ± 6 f	3 ± 1 h
1T4	35 ± 2 d	20 ± 6 f	3 ± 1 h
10T1	12 ± 4 f	14 ± 2 f	1 ± 1 g
10T2	22 ± 4 de	31 ± 2 e	4 ± 3 h
10T3	31 ± 5 d	42 ± 4 d	18 ± 6 e
10T4	58 ± 0 b	54 ± 6 cd	34 ± 5 c
30T1	12 ± 4 f	17 ± 4 f	1 ± 1 h
30T2	27 ± 2 d	32 ± 6 e	4 ± 1 h
30T3	44 ± 2 c	46 ± 5 d	18 ± 2 e
30T4	62 ± 4 b	56 ± 5 cd	41 ± 2 bc
60T1	16 ± 0 e	17 ± 5 f	1 ± 1 h
60T2	27 ± 6 d	37 ± 6 d	4 ± 1 g
60T3	47 ± 2 c	46 ± 5 d	21 ± 3 e

60T4	66 ± 5 b	60 ± 5 c	45 ± 5 b
80T1	16 ± 6 e	29 ± 1 e	4 ± 3 h
80T2	27 ± 5 d	62 ± 2 c	4 ± 3 h
80T3	48 ± 4 c	65 ± 2 c	25 ± 6 d
80T4	69 ± 5 ab	77 ± 5 a	45 ± 4 b
100T1	17 ± 6 e	31 ± 3 e	6 ± 3 g
100T2	31 ± 2 d	66 ± 6 c	6 ± 3 g
100T3	50 ± 5 c	70 ± 4 b	26 ± 6 d
100T4	77 ± 5 a	79 ± 3 a	54 ± 6 a

T1=24 h, T2= 48 h, T3= 72 h y T4= 96 h. Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones, n=10 en todos los casos.

En el caso de los extractos etanólicos y hexánicos, estos no mostraron el porcentaje de mortalidad esperado y para algunas de las concentraciones aplicadas no hubo diferencias significativas con respecto al testigo, tampoco se registraron valores de $\geq 50\%$ a concentraciones de 1% en ningún caso.

Los aceites fueron los que registraron mayor porcentaje de mortalidad y destacó el producto comercial de neem *A. indica* a 96 h (T4), con mortalidades de 40 y 58% al aplicarlo a las concentraciones de 1 y 10%, respectivamente; mientras que el aceite de esta misma especie, elaborado mediante arrastre de vapor, registró 38 y 54% de mortalidad a las mismas condiciones mencionadas. Los resultados obtenidos a la concentración de 1% y 0.1% no alcanzaron mortalidad $\geq 50\%$. Debido a los reportes que tiene la especie neem *A. indica*, es posible inferir que estos valores se hubiesen incrementado a mayor tiempo de observación, puesto que es conocido el efecto “a largo plazo” que los derivados de dicha especie provocan, interviniendo en procesos biológicos importantes como la muda y el crecimiento; tal como ya se había determinado hace años, los extractos de neem *A. indica* tienen un efecto regulador del desarrollo, lo cual se puede observar varios días después de su aplicación (Prabhaker *et al.*, 1986; Mourão *et al.*, 2014). Algunas publicaciones señalan un efecto rápido de mortalidad al aplicar el aceite de *A. indica* en inmaduros de lepidópteros, lo cual no se registró en las evaluaciones realizadas (Schmahl *et al.*, 2010).

5.2.3 Actividad antialimentaria

El cuadro 40, muestra los resultados de actividad antialimentaria, después de aplicar los extractos etanólicos, en larvas del gusano soldado *S. exigua*. Los resultados correspondientes a las

evaluaciones con extractos hexánicos y aceites se perdieron durante el sismo de septiembre 2017, puesto que el instrumento de trabajo donde se guardaba esa información resultó totalmente dañado.

Cuadro 40. Actividad antialimentaria IA (%) de larvas de quinto instar de *S. exigua* al aplicar seis extractos etanólicos.

Concentración %	<i>A. mexicana</i>	<i>A. indica</i>	<i>C. graveolens</i>	<i>M. vulgare</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>S. molle</i>
0.1%	15 ± 4 c	36 ± 1 c	12 ± 5 c	16 ± 5 d	9 ± 2 d	13 ± 4 d
1%	16 ± 4 c	58 ± 5 b	43 ± 5 b	40 ± 1 c	37 ± 5 c	33 ± 5 c
10%	35 ± 5 b	61 ± 5 b	52 ± 5 b	60 ± 5 ab	57 ± 5 b	42 ± 5 b
100%	63 ± 6 a	93 ± 7 a	64 ± 6 a	68 ± 4 a	72 ± 6 a	53 ± 6 a

IA: Índice antiapetitivo (%) media, Medias con letras iguales dentro de la misma columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $\alpha=0.05$); 5 repeticiones, n=10 en todos los casos.

Los extractos de neem *A. indica*, epazote de zorrillo *C. graveolens*, marrubio *M. vulgare*, zoapatle *M. tomentosa* y pirú *S. molle* al 1% de concentración registraron valores de IA de 58%, 43%, 40%, 37% y 33% de actividad antialimentaria, respectivamente. A concentraciones más altas la actividad de dichos extractos aumenta, sin embargo, los resultados de concentraciones sin diluir pueden considerarse con poca o nula aplicabilidad por algunos autores /investigadores.

El resultado más significativo para esta variable fue el obtenido por el extracto de neem *A. indica* como ya se mencionó con más de 50% de valor de IA, la literatura sugiere que los productos vegetales derivados de neem *A. indica* con otros solventes pueden tener resultados más altos que los presentados en el presente trabajo. Se conoce el efecto disuasorio de la alimentación de varias especies de meliáceas (Caballero, 2008, Simmonds *et al.*, 2001), como el neem *A. indica* sobre otros insectos como hemípteros plaga, tal como el pentatómido *O. poecilus* (Pinheiro y Quintela, 2010) e insectos en general (Atawodi y Atawodi, 2009), y específicamente sobre los inmaduros del gusano soldado *S. exigua* que ha sido determinado previamente (Greenberg *et al.*, 2005); dicho efecto también ha sido comprobado en otros lepidópteros del mismo género (Capataz *et al.*, 2007). La actividad antialimentaria se ha asociado al triterpeno llamado Azadiractina, hallado en grandes cantidades en fruto y hojas. A dicha molécula se le ha atribuido también la repelencia, el efecto insecticida, regulador del crecimiento y la esterilidad en hembras adultas (Allan *et al.*, 2002,

Schmutterer, 1990); en el presente trabajo se utilizaron los sólo frutos verdes para la elaboración de los extractos y el aceite.

Los extractos que se acercaron al $\geq 50\%$ en IA al aplicarse a 1% de concentración, fueron los derivados de epazote de zorrillo *C. graveolens* y marrubio *M. vulgare*. En cuanto al epazote de zorrillo *C. graveolens*, se conoce su toxicidad en otros organismos, y originalmente se ha utilizado como remedio popular atribuyéndole propiedades contra parásitos (desparasitante/biocida), por lo cual se ha enfocado más su estudio en determinar la validez de esta característica en mamíferos, dejando de lado su posible actividad contra plagas insectiles, esto obviamente conlleva en reducida información preexistente sobre este tema. El género *Chenopodium* agrupa a otras especies que han sido objeto de estudio dentro de este grupo, no obstante la especie que más atención a tenido es *C. ambrosoides* del cual se ha reportado capacidad de inhibir la alimentación en otros organismos semejantes al gusano soldado *S. exigua*, tal es el caso de las larvas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae), en el cual se ha señalado que el extracto etanólico produce un efecto antialimentario importante (Novo *et al.*, 1998); dicha actividad se relaciona con los resultados obtenidos en el presente trabajo, que mostró que el derivado etanólico de epazote de zorrillo *C. graveolens* tiene también cierto potencial para el manejo de plagas de lepidópteros . En cuanto al posible origen de la actividad antialimentaria del epazote de zorrillo *C. graveolens*, se puede asociar al flavonoide pinocembrin, el cual se ha identificado dentro de la fitoquímica de esta especie (Camacho *et al.*, 1991; Calzada *et al.*, 2003); el pinocembrin se señala como disuasorio de la alimentación a alta concentración en otros lepidópteros del mismo género (Díaz y Palacios, 2015), por lo que podría ser el responsable del efecto registrado en el presente trabajo, aunque son necesarias evaluaciones más profundas que confirmen esto. Por otra parte, el marrubio *M. vulgare*, tiene un reporte de actividad antialimentaria en otra especie, el cual indicó que el mismo extracto utilizado en la presente investigación logró inhibir aproximadamente el 70% de la alimentación del cochinélido plaga *E. paenulata* (Del Corral *et al.*, 2014), los resultados aquí registrados confirman que el marrubio *M. vulgare* tiene potencial para ser utilizado como antialimentaria (aunque su efecto es menor que el del neem *A. indica*), la cual puede estar relacionada con algunos de los componentes fitoquímicos hallados en el marrubio *M. vulgare*, entre los que destacan los terpenos marrubina y ácido marrúbico, el primero señalado como un componente que otorga el sabor amargo a esta especie (Ahmed *et al.*, 2010).

Los resultados más bajos en esta variable en *S. exigua* fueron los registrados por los extractos de chicalote *A. mexicana* y pirú *S. molle*, esto a pesar de que en otros ordenes insectiles se reporta que los extractos de esta especie tienen un efecto antialimentario (Arias *et al.*, 2017; Descamps *et al.*, 2008; Huerta *et al.*, 2010).

5.3 Consideraciones finales

Ambos insectos registraron respuestas estadísticamente significativas y diferentes en al menos dos de las variables evaluadas. En el caso de la variable eclosión, la aplicación del aceite de neem *A. indica* fue el más adecuado tanto para los huevos de la chinche *M. pallidipennis* como del gusano soldado *S. exigua*. Este resultado es importante en el caso de esta última especie puesto que existe poca información y evaluaciones realizadas en huevos de triatomíneos y por otra parte el resultado confirma que este derivado continúa siendo una estrategia efectiva que puede ser útil dentro de programas de manejo de plagas tanto agrícolas como de importancia médica tal es el caso de la chinche *M. pallidipennis*.

En cuanto a la mortalidad, fue la variable con menos resultados significativos en ambas especies de insectos bajo estudio, puesto que ninguno de los productos vegetales evaluados logró un resultado con aplicabilidad. Sin embargo, nuevamente la información aportada por las evaluaciones en la chinche *M. pallidipennis* resultan de interés puesto que tampoco se halla suficiente información sobre mortalidad generada por productos de origen vegetal en vectores de la familia Reduviidae. Mientras que en el caso del gusano soldado *S. exigua*, el resultado obtenido puede relacionarse al desarrollo de resistencia al neem *A. indica*, lo cual ya se ha reportado en otros lepidópteros plaga, no solo en México.

En relación a repelencia en chinches de *M. pallidipennis* se registraron resultados estadísticamente importantes y con posible aplicabilidad o bien con la expectativa de realizar posteriores evaluaciones ya sea de manera confinada nuevamente o bien en semicampo-campo. En todos los periodos de desarrollo existió más de un producto vegetal con efecto repelente, y destacaron los derivados de las especies: neem *A. indica*, epazote de zorrillo *C. graveolens* y pirú *S. molle*. Estas especies y específicamente los derivados vegetales obtenidos a partir de estas (y discutidos previamente) pueden considerarse como promisorias en evaluaciones de campo, cuyo objetivo sea el manejo de la chinche *M. pallidipennis*, particularmente en aquellas evaluaciones cuyo enfoque sea el peridomicilio, puesto que la actividad y hábitat principal de esta especie se ha

observado en mayor medida en estas zonas, sin embargo, también se ha ubicado intradomicilio. Así mismo, es importante señalar que a pesar de existir cierta información sobre la evaluación de productos obtenidos a partir del pirú estas se habían realizado en otra especie de vector; este es el primer reporte de evaluaciones en la chinche *M. pallidipennis* y esto mismo aplica al resto de las especies evaluadas. Por otra parte, la variable actividad antialimentaria evaluada en el gusano soldado *S. exigua*, coincidió con los resultados previamente señalados en una de las especies vegetales, el neem *A. indica*, que como es ampliamente conocido tiene reportes de utilidad en muchas especies y con estas evaluaciones se ratifica su aplicabilidad en el manejo de plagas de insectos de importancia agronómica.

Se cumplió el objetivo del presente trabajo, y se identificó más de una especie botánica y los derivados vegetales que afectan significativamente a la chinche *M. pallidipennis*, mientras que el gusano soldado *S. exigua*, se vio afectado de modo importante solo por los derivados botánicos obtenidos de una especie, las cuales se señalaron previamente en cada una de las variables bajo estudio.

Los derivados vegetales que puede servir en el manejo de ambos insectos son el extracto etanólico y el aceite prensado en frío de neem *A. indica*. El extracto etanólico registró resultados significativos ($\geq 50\%$), en repelencia de ninfas y adultos de *M. pallidipennis* a 0.1% de concentración, y actividad antialimentaria a 1% de concentración. El aceite prensado en frío de neem logra inhibir la eclosión $\geq 50\%$ de huevos de *M. pallidipennis* y *S. exigua*.

6. CONCLUSIONES

6.1 *M. pallidipennis*

Tomando en consideración los resultados de los bioensayos para determinar la actividad biológica de extractos y aceites pertenecientes a seis especies vegetales en *M. pallidipennis*, se obtienen las siguientes conclusiones:

De entre las 6 especies vegetales evaluadas, existe más de una que afecta significativamente a *M. pallidipennis*.

El aceite de neem *A. indica* prensado en frío, logra inhibir la eclosión en mayor proporción y a una concentración apropiada, es decir $\geq 51\%$ del total de los expuestos a 1% de concentración.

La repelencia $\geq 50\%$ en ninfas de primer instar se observa al aplicar el extracto etanólico de neem *A. indica*, en tanto que, en ninfas de cuarto instar se registra al aplicar los extractos etanólicos de *A. indica* y *S. molle*, y en adultos se observa al aplicar el extracto etanólicos de neem *A. indica*, todos ellos aplicados a 0.1% de concentración. Otros productos vegetales aplicados a 1% de concentración también son capaces de repeler $\geq 50\%$ de ninfas y adultos.

La mortalidad $\geq 50\%$ a concentraciones menores al 10% no se observa por ninguno de los extractos o aceites aplicados a ninfas de tercer instar de *M. pallidipennis*.

6.2 *S. exigua*

De acuerdo a los resultados obtenidos a partir de los bioensayos para determinar la actividad biológica de extractos y aceites pertenecientes a seis especies vegetales en el gusano soldado *S. exigua*, se realizan las siguientes conclusiones:

El efecto sobre la eclosión de huevos más importante se registra al aplicar el aceite prensado en frío de neem *A. indica* que logra inhibir la eclosión en 56% al aplicarse a 1% de concentración.

La mortalidad $\geq 50\%$ a concentraciones menores a 10% no se registra por ninguno de los extractos o aceites aplicados a larvas de tercer instar.

La actividad antialimentaria en larvas de quinto instar más importante y adecuada, es la determinada al aplicar el extracto etanólico de *A. indica* con valores de IA de 58% a 1% de concentración.

7. LITERATURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Ahmed, B., Masoodi, M. H., Siddique, A. H., y S. Khan. 2010. A new monoterpene acid from *Marrubium vulgare* with potencial antihepatotoxic. *Nat Prod Res.* 18: 1671-1680.
- Alí¹ H., Sabiha, S., Islam, S., Begum, R.S., Nesa, M. and N. Islam. 2017. Repellent activity of *Argemone mexicana* L. extracts against *Aphis gossypii* and *Tribolium castaneum*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* 6 (1): 466-469.
- Alí² H., Islam, S., Sabiha, S., Begum, R.S., Nesa, M. and N. Islam. 2017. Lethal action of *Argemone mexicana* L. extracts against *Culex quinquefasciatus* Say larvae and *Tribolium castaneum*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* 6 (1):438-441.
- Allan E. J., Eeswara, J. P., Jarvis, A., Mordue (Luntz), A., Morgan, E. and Stuchbury, T. 2002. Induction of hairy root cultures of *Azadirachta indica* A. Juss and their production of azadirachtin and other important insect bioactive metabolites. *Plant Cell Reports.* 21 (4): 374-379.
- Aragón G.A., y López-Olguín, J.F. (2001). Descripción y control de las plagas del amaranto. Publicación especial de la Benemérita Universidad autónoma de Puebla. México. Págs. 7 y 8.
- Arias A. R. y Schmeda-Hirschmann, G. 1988. The effects of *Melia azedarach* on *Triatoma infestans* bugs. *Fitoterapia.* 59: 148-149.
- Arias J. P., Silva, G., Figueroa A.I.C., Fischer S., Robles-Bermúdez, Rodríguez-Maciél, J. C., y Lagunes-Tejeda, A. 2017. Actividad insecticida, repelente y antialimentaria del polvo y aceite esencial de frutos de *Schinus molle* para el control de *Sitophilus zeamais* (motschulsky). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences.* 33 (2): 93-104.
- Atawodi E. S. y Atawodi, J. C. 2009. *Azadirachta indica* (Neem): a plant of multiple biological and pharmacological activities. *Phytochem Rev.* 8: 601-620.
- Azambuja P y E. Garcia. 1992. Effects of azadirachtin on *Rhodnius prolixus*: immunity and trypanosoma interaction. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.* 87: 569-72.
- Barrientos-Gutiérrez, J.E, Huerta-de la Peña, A., Escobedo-Garrido, J., & López-Olguín, J. 2013. Manejo convencional de Spodoptera exigua en cultivos del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* 4 (8): 1197-1208.

- Benítez-Alva J.I., Huerta, H. y Téllez-Rendón, J.L. 2012. Distribución de triatominos (Heteroptera: Reduviidae) asociados a la vivienda humana y posibles zonas de riesgo en seis estados de la república mexicana. *Revista Biocyt- UNAM*. 5 (7): 327-340.
- Bentley M.D., Leonard, D.E., Stoddard, W.F. y Zalkow, L. H. 1984. Pyrrolizine alkaloids as larval feeding deterrents for spruce budworm *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77(4):393-397.
- Bezerra-Silva G.C., Alves S. M., Djair, V. J and C. Tadeu. 2012. Insecticidal and behavioral effects of secondary metabolites from Meliaceae on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *The Florida Entomologist*. 95 (3): 743-751.
- Brahmachari G., G. Dilip y R. Rajiv. 2013. *Argemone mexicana*: chemical and pharmacological aspects. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 23(3): 559-567.
- Caballero, P., Murillo, R., Lasa, R., Williams, T., & Muñoz, D. 2007. *Spodoptera exigua* control with bioinsecticides in vegetable crops. In *Congresos y Jornadas. Serie Sanidad Vegetal- Junta de Andalucía (España)*. JA, CAP. Disponible en: http://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=635800BC019204EBE15E287FF7E3F5CF?request_locale=es&recordID=ES2007002188&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=¢erString=&enableField=.
- Caballero, C., J. López-Olguín., M. Ruiz., F. Ortego., and P. Castañera. 2008. Antifeedant activity and effects of terpenoids on detoxication enzymes of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner). *Spanish Journal of Agricultural Research*. 6 (Special issue): 177-184.
- Calzada, F., Velázquez, C., y Cedillo-Rivera, R. 2003. Antiprotozal activity of the constituents of *Teloxys graveolens*. *Phytother Res*. 17: 731-732.
- Camacho M.R., B. Suárez., H. Quiróz., J.L. Contreras y R. Mata. 1991. Pinocebrine: A bioactive flavanone from *Teloxys graveolens*. *Journal of Ethnopharmacology*. 31 (3): 383-389.
- Capataz, T. J., F. Orozco., R. Vergara. y Hoyos, R. 2007. Efecto antialimentario de los extractos de suspensiones celulares de *Azadirachta indica* sobre *Spodoptera frugiperda* en condiciones de laboratorio. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. 60: 3703-3715.
- CENAPRECE 2016. Programa de enfermedades transmitidas por vector. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades- Secretaria de Salud. Disponible en: http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/portada_vectores.html. Consultada en agosto 2017.

- CESAVEG. 2007. Campaña de manejo fitosanitario de cultivos básicos: Maíz. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato. Disponible en: http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_07/folleto_maiz_07.pdf. Consultada en septiembre de 2014.
- Chirino M., M. Carriac, y A. Ferrero. 2001. Actividad insecticida de extractos crudos de drupas de *Schinus molle* L. (Anarcadiaceae) sobre larvas neonatas de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). Bol. San. Veg. Plagas. 27(3): 305-314.
- Del corral S., Diaz-Napal, G.N., Zaragoza, M., Carpinella, M. C., Ruíz, G y S. M. Palacios. Screening for extracts with Insect antifeedant properties in native plants from central Argentina. 2014. Boletín latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas. 13(5): 498- 505.
- Descamps L.R., Ferrero. A.A., Sanchez C. C. y N. Stefanazzi. 2008. Actividad biológica de extractos vegetales de *Schinus molle* var. Areira (Anacardiaceae) en *Tribolium castaneum* Herbst. (Insecta, Coleoptera, Tenebrionidae), plaga de grano almacenado. Boletín de Sanidad Vegetal. 34(4):595-605.
- Dias C.P.J y C.J. Schofield. 2004. Control of Triatominae. Cab international. pp. 547- 550.
- Díaz, N, G.N. y S.M, Palacios. 2015. Bioinsecticidal effect of the flavonoids pinocembrin and quercetin against *Spodoptera frugiperda*. J. Pest Sci. 88: 629.
- Elango G., Abdul, R.A., Kamaraj, C., Bagavan, A., Abduz, Z.A., Santhoshkumar, T., Marimuthu, S., Velayutham, K., Jayaseelan, C., Vishnu, K.A. & Rajakumar, G. 2012. Efficacy of medicinal plant extracts against Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*. Ind Crop Prod. 36: 524-530.
- Escoubas P., Lajide, L y J. Mitzutani. 1993. An improved leaf-disk antifeedant bioassay and its application for the screening of Hokkaido Plants. Entomol. Exp. Appl. 66:99-107.
- Falasca S y Bernabé, A. M. 2009. El árbol del Neem *Azadirachta indica* para controlar enfermedades endémicas en Argentina. Revista Geográfica, Pan American Institute of Geography and History. pp. 111-124.
- FAO. 2012. El pacto mundial contra las plagas de las plantas conmemora sus 60 años de actividades. Consultada en junio 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/131978/icode/>. **
- Ferrero A.A., Werdin, G. J.O y C. C. Sánchez. 2006. Biological activity of *Schinus molle* on

- Triatoma infestans*. Revista Fitoterapia. 77: 381–383.
- Ferrero, A.A, Chopa C.S., Gonzalez, J.O.W. y Alzogaray, R.A. 2007. Repellence and Toxicity of *Schinus molle* extracts on *Blattella germanica*. Revista Fitoterapia. 78(4): 311-314.
- Flores-Villegas, A.L., Cabrera-Bravo, M., Toriello, C., Bucio-Torres, I.M., Salazar-Schettino, P.M y A. Córdoba-Aguilar. 2016. Survival and immune response of the Chagas vector *Meccus pallidipennis* (Hemiptera: Reduviidae) against two entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* and *Isaria fumosorosea*. Parasites and Vectors. 9: 176.
- Galvão C., Carcavallo, R., Da silva R. D and J. Jurberg. 2003. A checklist of the current valid species of the subfamily Triatominae Jeannel, 1919 (Hemiptera, Reduviidae) and their geographical distribution, with nomenclatural and taxonomic notes. Zootaxa. 202: 1-36.
- Granados-Echegoyen. C., Pérez-Pacheco, R., Bautista-Martínez, N., Alonso-Hernández, N., Sánchez-García, J.A., Martínez-Thomas, H.S y S. Sánchez-Mendoza. 2015. Insecticidal effect of botanical extracts on development stages of *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). Southwestern Entomologist. 40(1): 97-107.
- Greenberg S. M., Showler, A. T. and Liu, T-X. 2005. Effect of neem based insecticides on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Insect Science*. 12(1): 17-23.
- Huerta A., Chiffelle, I., K. Puga., F, Azúa, y Araya, J. E. (2010). Toxicity and repellence of aqueous and etanolic extracts from *Schinus molle* on elm leaf beetle *Xanthogaleruca luteola*. Crop protection. 29: 1118-1123.
- Kumar D., Rahal, A. and J. K. Malik. 2016. (Ramesh, C.G Ed). Neem extract. Nutraceuticals efficacy, safety and toxicity. Edition 1st. Elsevier. Chapter 43. pp. 585-597.
- Krishnappa K., Anandan, A., Mathivanan, T., Elumalai, K y M. Govindarajan. 2010. Antifeedant activity of volatile oil of *Tagetes patula* against armyworm, *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). International Journal of Current Research. 4: 109-112.
- Maganga, M., G. Gries y R. Gries. 1996. Repellency of various oils and pine oil constituents to house flies (Diptera: Muscidae). Envirom. Entomol. 25(5):1182- 1187.
- Mazzotti L. 1936. Investigación sobre la existencia de enfermedad de Chagas en el país: Demostración de los tripanosomas en los reduvídeos transmisores. Revista Mexicana de Medicina. 16: 584-585.
- Monteón V.M., Reyes-López, P.A., Sosa-Palacio, A., León-Tello, G., Martínez-Murguía, J., y Sosa-Jurado, F. 2005. Heterogeneous distribution of the prevalence of anti- *Trypanosoma*

- cruzi* antibodies among blood donors in the State of Puebla. *Revista Salud Pública*, 47: 116–125.
- Mordue A.J y J.A Nisbet. 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against Insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 29 (4): 615-632.
- Mourão A. S., J. Cola., W. De Souza., C. F. Wilcken., G. L. Demolín. & Serrão, J. E. 2014. Mortality of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) Caterpillars Post exposure to a comercial Neem (*Azadirachta indica*, Meliaceae) oil formulation. *Florida Entomologist*. 97(2): 555-561.
- Mulla S. M. y Su, T. 1999. Activity and biological effects of Neem products against arthropods of medical and veterinary importance. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 15 (2): 133-152.
- Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2014. Para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores. *Diario oficial de la Federación*. México. Abril 2015.
- Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001. Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos. 2002. *Diario Oficial de la Federación*. México. Septiembre 2002.
- Novo R. J., Viglianco, A y M. Nassetta. 1998. Efecto antialimentario de extractos de cuatro plantas sobre *Anticarsia gemmatalis* Hub. (Lepidoptera: Noctuidae). *Bol. San. Veg. Plagas*. 24: 525-530.
- OMS. 2017. Enfermedades transmitidas por vectores, Nota descriptiva. Consultada en febrero 2018. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/es/>.
- Parra-Henao G., García, P.C. M. y Cotes, T.J.M. 2007. Actividad insecticida de extractos vegetales sobre *Rhodnius prolixus* y *Rhodnius pallescens*. *Boletín de Mariología y Salud Ambiental*. 47: 125-137.
- Pavela R. 2004. Repellent effect of ethanol extracts from plants of the family Lamiaceae on Colorado potato beetle adults (*Leptinotarsa decemlineata* Say). *National Academy Science Letters*. 27: 195-203.
- Pérez Arellano J.L., Bolaños Rivero, M., Fernández Soto, P. y Muro Álvarez, A. 2010. Artrópodos y enfermedades. *Medicine: Programa de Formación Médica Continuada Acreditado (Ejemplar dedicado a: Enfermedades infecciosas (VII): parasitosis)*. pp. 3747-3756.

- Pinheiro C.A. y D.E Quintela. 2010. Neem oil antifeedant and insecticidal effects on *Oebalus poecilus* (Hemiptera: Pentatomidae) males and females. *Pesqui. Agropecu. Trop.* 40: 394-400.
- Prabhaker N., Coudriet, D. L., Kishaba, A. N., y Meyerdirk, D. E. 1986. Laboratory evaluation of Neem-seed extract against larvae of the cabbage looper and beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology.* 79: 39-41.
- Rajendran, T.P y Devendra S. 2016. *Ecofriendly Pest Management for Food Security.* Elsevier Inc. USA. Chapter 1. pp. 3.
- Robles- Zepeda R., J. Molina-Torres., E. Lozoya-Gloria. y M.G. López. 2005. Volatile organic compounds of leaves and flowers of *Montanoa tomentosa*. *Flavour and Fragrance Journal.* 21(2): 225-227.
- Rodríguez C.B y M. Porras. 2002. *Botánica sistemática.* Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. Págs.233-246.
- Rodríguez, H, C., Lagunes, T. A., Domínguez, R.R y V. L. Bermúdez. 1982. Búsqueda de plantas nativas del Estado de México con propiedades tóxicas contra el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, y mosquito casero, *Culex quinquefasciatus* Say. *Revista Chapingo,* 3738:3539.
- Rodríguez-Bataz E., Noguera-Torres, B., Rosario-Cruz, R., Martínez-Ibarra, J.A., Rosas-Acevedo. 2011. Triatomines (Hemiptera: Reduviidae) vectores de *Trypanosoma cruzi* Chagas 1909, en el estado de Guerrero, México. *Rev. Biomed.* 22: 31-40.
- Ruiz-Guerrero, R., Rodríguez-Pérez, M. A and M. Norzaragay-Campos.2015. Toxicity of mexican native Plants extracts against larvae of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.* 5(4): 287-291.
- Sakthivadivel M. & Thilagavathy, D. 2003. Larvicidal and chemosterilant activity of the acetone fraction of petroleum ether extract from *Argemone mexicana* L seed. *Bioresour Technol.* 89: 213-216.
- Salama M. M., Taher, E. E. y El-Bahy, M.M. 2012. Molluscicidal and mosquitocidal activities of the essential oils of *Thymus capitatus* and *Marrubium vulgare* Rev. *Inst. Med. Trop. Sao Paulo.* 54(5): 281-286.
- Salas-Araiza, M.D y A. Boradonenko. 2006. Insects associated with amaranth *Amaranthus hypocondriacus* L. (Amaranthaceae). In Irapuato, Guanajuato, México. *Acta Universitaria.*

16: 50–55.

- Salazar-Schettino P.M., Bucio-Torres, M. I., Martínez-Ibarra, J.A., Monroy-Escobar M. C., Rodas-Retana, A., Guevara-Gómez, Y., Vences-Blanco, M.O., Ruiz- Hernández, A.L., Torres-Gutiérrez, E., Rojas-Wastavino, G.E. y M. Cabrera-Bravo. 2010. Revisión de 13 especies de la familia Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) vectores de la enfermedad de Chagas, en México. *J Selva Andina Res Soc.* 1: 57-81.
- Schmahl G., K. A. S Al-Rasheid., F. Abdel-Ghaffar., S. Klipel. y Mehlhorn, H. 2010. The efficacy of Neem seed extracts (Tre-san, MiteStop) on a broad spectrum of pests and parasites. *Parasitol Res.* 107: 261-269.
- Schmutterer H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree. En: *Annual Review of Entomology.* 35: 271-298.
- SENASICA. 2009. Programa de Trabajo de la Campaña Manejo fitosanitario del maíz a operar con recursos del componente Sanidad e Inocuidad del Programa Soporte 2009. Gobierno del Estado de México. 2009. pp.7-8.
- Simmonds, M., Stevenson, P., Porter, E., & Veitch, C. N. 2001. Insect antifeedant activity of three new tetranortriterpenoids from *Trichilia pallida*. *Journal of Natural Products.* 64: 1117-1120.
- Susaimanickam M. P., B. Kathirvelu and I. Savarimuthu. 2012. Ovicidal activity of botanical oil formulations against *Helicoverpa armigera* Hubner and *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Asian Pacific Journal. Tropical Biomedicine.* 1241-1244
- Valladares G. R., Ferreyra, D., Defago, M.T., Carpinella, M.C. y S. Palacios. 1999. Effects of *Melia azedarach* on *Triatoma infestans*. *Fitoterapia.* 70: 421-424.
- Villavicencio-Nieto M., B. Pérez- Escandón. y Gordillo- Martínez, A. 2010. Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México. *Polibotánica,* 193-238.
- Villamil, M. D.A., N. Naranjo & M. A. Van Strahlen. Efecto Insecticida del Extracto de Semillas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Collaria scenica* Stal (Hemiptera: Miridae). *EntomoBrasilis.* 5 (2): 125-129.
- Warikoo R. y Kumar, S. 2013. Impact of *Argemone mexicana* extracts on the cidal, morphological and behavioral response of dengue vector *Aedes aegypti* L (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 112: 3477-3484.

- Warikoo R. y 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.
- Werdin, J., A. Murray, y A. Ferrero. 2008. Bioactividad de aceites esenciales de *Schinus molle* var. *Areira* (Anacardiaceae) en ninfas II de *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). Bol. Sanid. Veg. Plagas. 34(3): 367-375.
- Zarate L. G. y Zarate, R. G.1985. A checklist of the Triatomine (Hemiptera: Reduviidae) of Mexico. Int J. Entomol. 27: 102-127.
- Zhang, P., M. Gao., W. Mu., C, Zhou y X-H. Li. 2014. Resistant levels of *Spodoptera exigua* to eight various insecticides in Shandong, China. J. Pesticide Science. 39 (1) : 7-13.
- Zheng X.L., Wang, P., Cong, X.P., y Lei, C.L.2011. Pupation behavior, depth, and site o *Spodoptera exigua*. Bulletin of Insectology. 64 (2): 209-214.

