



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

Estado del arte en relación con el efecto de extractos vegetales de *Melia azedarach* y *Azadirachta indica* sobre insectos y ácaros plaga presentes en Chile

AFE para optar al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias

Ariel Ignacio Álvarez Andrades

Directores de AFE
Gabriela Lankin Vega
Ricardo Pertuzé Concha

Profesores consejeros
Amanda Huerta Fuentes
Tomislav Curkovic Sekul

SANTIAGO - CHILE
2023

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS ESCUELA
DE POSTGRADO

Estado del arte en relación con el efecto de extractos vegetales de *Melia azedarach* y *Azadirachta indica* sobre insectos y ácaros plaga presentes en Chile

AFE presentada como parte de los requisitos para optar al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias

Ariel Ignacio Álvarez Andrades

DIRECTORES DE AFE

Calificaciones

Gabriela Lankin Vega
Ingeniero Agrónomo, MS, Ph.D.

Ricardo Pertuzé Concha
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

PROFESORES CONSEJEROS

Tomislav Curkovic Sekul
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Amanda Huerta Fuentes
Ingeniero Forestal, Doctor

Santiago, Chile
2023

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a mis profesores directores de tesis, Gabriela Lankin y Ricardo Pertuzé. Sin ustedes y sus virtudes, su paciencia y constancia esta tesis no la hubiese logrado tan fácil. Sus consejos fueron siempre útiles, formando parte importante de esta historia con sus aportes profesionales característicos. Gracias por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas.

Asimismo, Agradezco al profesor Erwin Aballay, por su comprensión y apoyo cuando se presentaron problemas de fuerza mayor para cumplir los tiempos establecidos. De la misma forma doy las gracias a la profesora Loreto Cánaves y Herman Silva Ascencio, por confiar en mí, y poder dedicar parte de mi tiempo en colaborar y aprender con ustedes, en mis primeros años en la universidad. También agradezco a cada uno de los profesores que conocí en la Facultad de Ciencias Agronómicas, sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación, perseverancia y tolerancia.

Agradezco también a mis amigos, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo, como también por brindarme el espacio necesario para los tiempos de distracción.

De igual forma, doy gracias a toda mi familia, principalmente a mi hermano, mi madre y mi padre, ustedes han sido siempre un motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes están siempre a mi lado en los días y noches más difíciles. Han sido, desde siempre mis mejores guías de vida. Orgulloso de ser su hijo y hermano, y que estén a mi lado en este momento tan importante.

Pero, sobre todo, gracias a mi pareja y a mi hija, por su paciencia, comprensión y solidaridad con este proyecto, por el tiempo que me han concedido, un tiempo robado a nuestra historia personal. Gracias por apoyarme en los momentos difíciles y por la confianza depositada todos estos años. Sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también el suyo. Son maravillosas, gracias por acompañarme en este camino de crecimiento.

Ahora bien, este trabajo de investigación es también fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales. Por ende, agradezco de igual manera a cada una de las personas que estimo, quiero y que ha formado parte de mi crecimiento como persona y profesional.

A todos, muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Hipótesis	3
Objetivos	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
MATERIALES Y MÉTODOS	4
Lugar de estudio	4
Materiales y fuente de información.....	4
Metodología.....	4
RESULTADOS	6
<i>Melia azedarach</i> (melia)	6
Modo de acción en la planta.	6
Principales modos de acción en el insecto.	7
Supresión de alimentación.	7
Regulador de crecimiento.	8
Supresión de reproducción.....	8
Principales órdenes y Familias de artrópodos susceptibles a melia presentes en Chile....	9
Lepidoptera.	11
Coleoptera.	11
Hemiptera.....	11
Diptera.....	11
Acari.....	12
Especies de interés en Chile por Orden y sus estadios más susceptibles.....	12
Lepidoptera.	12
Coleoptera.....	13
Hemiptera.....	14
Diptera.....	15
Acari.....	16
<i>Azadirachta indica</i> (neem)	17
Modo de acción en la planta.	17
Principales modos de acción.....	18

Supresión de alimentación	18
Regulador de crecimiento.	18
Supresión de reproducción.....	20
Principales órdenes y especies susceptibles presentes en Chile.....	20
Lepidoptera.	24
Coleoptera.....	24
Hemiptera.....	24
Diptera.....	24
Acari.....	24
Thysanoptera.....	24
Especies de interés en Chile por Orden y sus estadios más susceptibles.....	25
Lepidoptera.	25
Coleoptera.....	27
Hemiptera.....	27
Diptera.....	28
Acari.....	29
Thysanoptera.....	29
DISCUSIÓN	30
Efectividad de los extractos de <i>M. azedarach</i> (melia)	30
Mejores concentraciones de melia para el control de insectos presentes en Chile a nivel de campo/invernadero.	32
Efectividad de los extractos de <i>A. indica</i> (neem)	33
Mejores concentraciones de neem para el control de insectos presentes en Chile.....	35
CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estudios realizados con <i>M. azedarach</i> por especie, pertenecientes a los órdenes estudiados.....	9
Cuadro 2. Estudios realizados con neem por especie, pertenecientes a los órdenes estudiados.....	20

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice I. Base de datos en torno a plagas de Lepidoptera tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, <i>M. azedarach</i> , (melia).....	58
Apéndice II. Base de datos en torno a plagas de coleópteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, <i>M. azedarach</i> (melia).....	63
Apéndice III. Base de datos en torno a plagas de hemípteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, <i>M. azedarach</i> (melia).....	67
Apéndice IV. Base de datos en torno a plagas de dípteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, <i>M. azedarach</i> , (melia).....	72
Apéndice V. Base de datos en torno a plagas de ácaros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, <i>M. azedarach</i> , (melia).....	76
Apéndice VI. Base de datos en torno a plagas de lepidópteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, <i>A. indica</i> (neem).....	82
Apéndice VII. Base de datos en torno a plagas de coleópteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, <i>A. indica</i> (Neem).....	89
Apéndice VIII. Base de datos en torno a plagas de hemípteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, <i>A. indica</i> , (neem).....	92
Apéndice IX. Base de datos en torno a plagas de dípteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, <i>A. indica</i> , (neem).....	103
Apéndice X. Base de datos en torno a plagas de Thysanópteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, <i>A. indica</i> (neem).....	107
Apéndice XI. Base de datos en torno a plagas de ácaros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, <i>A. indica</i> (neem).....	110

RESUMEN

Debido a los problemas derivados del excesivo e inadecuado uso de los insecticidas sintéticos es que hoy en día se hace necesario buscar alternativas tendientes hacia un manejo de las plagas, que a la vez sea efectivo y ambientalmente sostenible, permitiéndonos satisfacer las necesidades de alimentos libres de residuos de plaguicidas tóxicos. Numerosas especies vegetales contienen compuestos biológicos que protegen a las plantas contra plagas o enfermedades, actuando como repelentes o insecticidas para muchos insectos al interactuar con estos compuestos. Por ejemplo, *Melia azedarach* y *Azadirachta indica* son especies de la familia Meliaceae, que poseen interesantes propiedades insecticidas. Estas propiedades se atribuyen principalmente a compuestos como las Meliarteninas o Azadiractina, respectivamente. De acuerdo con los resultados de esta revisión, órdenes como Lepidoptera, Diptera, Hemiptera, Coleoptera y Acari poseen especies presentes en el territorio nacional, que reaccionan de manera negativa a los compuestos de estas dos especies arbóreas. Los insectos pueden experimentar muerte, repelencia, disminución de alimentación y problemas reproductivos cuando se exponen a estos compuestos de manera tópica o en el alimento (acción de contacto o sistémica). Estos efectos son provocados por una acción anti alimentaria o por una regulación del crecimiento. En el caso de *M. azedarach*, los tratamientos más efectivos y factibles de utilizar corresponden al extracto acuoso y etanólico de hojas y frutos, mientras que en *A. indica* el extracto acuoso y el aceite comercial son los más efectivos.

Palabras claves: Azadiractina, Meliartenina extracto vegetal de neem/ melia. Aceite de neem/melia

ABSTRACT

Due to the problems derived from the excessive and inappropriate use of synthetic insecticides, it is now necessary to look for alternatives for pest management, both effective and environmentally sustainable, allowing us to meet the needs of toxic pesticide residue-free food. Numerous plant species contain biological compounds that protect plants against pests or diseases, acting as repellents or insecticides for many insects when interacting with these compounds. For example, *Melia azedarach* and *Azadirachta indica*, species of the Meliaceae family, have interesting insecticidal properties. These properties are mainly attributed to compounds such as Meliartenins or Azadirachtin respectively. According to the results of this review, orders such as Lepidoptera, Diptera, Hemiptera, Coleoptera and Acari have species present in the national territory, which react negatively to the compounds of these two tree species. These insect species can experience death, repellency, feeding deterrence, and reproductive problems when exposed to these compounds topically or in food (contact or systemic action). These effects are caused by an antifeedant action or by growth regulation. In the case of *M. azedarach*, the most effective and feasible treatments correspond to the aqueous and ethanolic extract of leaves and fruits, while in *A. indica* the aqueous extract and commercial oil are the most effective.

Key words: Azadirachtin, Meliartenin Plant extract of neem/melia, Oil of neem/melia.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, en la agricultura convencional, el manejo de plagas se realiza generalmente con insecticidas sintéticos, los cuales actúan de manera rápida y permiten controlar una cantidad importante de plagas (Scapinello *et al.*, 2014). Si bien esta estrategia evita pérdidas y ejerce un control efectivo de los insectos plaga, también se asocia a grandes costos. Al mismo tiempo el uso de estos agroquímicos ha resultado en una serie de problemas, peligros y riesgos por su uso indiscriminado, ya que además de afectar a los organismos nocivos, tienen un impacto negativo sobre muchos otros, como el ser humano, donde se pueden presentar intoxicaciones agudas y/o crónicas, como también en otros mamíferos, aves, insectos benéficos, entre otros. Además, existen otros riesgos, como la contaminación de suelos y de aguas subterráneas y superficiales. Si los plaguicidas no se usan adecuadamente, los insectos pueden desarrollar resistencia y, en consecuencia, los agricultores incrementan las aplicaciones y la emergencia de nuevas plagas puede ocurrir (Cañedo *et al.*, 2011).

En este escenario, se hace necesario buscar alternativas hacia un manejo integrado de plagas, a la vez efectivo y ambientalmente sostenible, que nos permita satisfacer las necesidades de alimentos libres de residuos tóxicos. Se sabe que una enorme cantidad de plantas contienen compuestos biológicos que las protegen contra plagas o enfermedades, actuando como repelentes o insecticida para muchos insectos al interactuar con estos compuestos. Por su potencial para el manejo de plagas, se han estudiado numerosos aceites esenciales y extractos de plantas (Mamduh *et al.*, 2017), muchos de los cuales corresponden a compuestos orgánicos volátiles (COV), los cuales pueden ser emitidos constitutivamente por las plantas y originar la alteración del perfil químico provocando una perturbación en el proceso de selección de hospedero por parte del insecto, ya sea directamente, a través de enmascaramiento de olor o repelencia, o indirectamente, al modificar la aceptabilidad del hospedero (Issa *et al.*, 2017). También se sabe que en muchos insectos provocan entre otros tantos, efectos anti alimentarios, alteraciones en el crecimiento y desarrollo, desórdenes en el comportamiento reproductivo y de oviposición, lo que muchas veces se traduce en la muerte del insecto o en la disminución de su población (Mckenna *et al.*, 2013). También se ha demostrado ampliamente que los COV activan las defensas contra los insectos herbívoros, los patógenos y el estrés ambiental (Brilli *et al.*, 2019). Cuando estos compuestos se usan como extractos botánicos de hojas, frutos u otras estructuras vegetales, provocan un menor impacto en el ecosistema ya que poseen propiedades deseables, como la biodegradabilidad, la reducción de la resistencia a las plagas y un menor impacto sobre los enemigos naturales, entre otros (Chiffelle *et al.*, 2019).

Los COV con acción sobre potenciales plagas pueden ser explotados, tanto en cultivos asociados, como aceites esenciales o como extractos botánicos. Los extractos botánicos son un método alternativo potencialmente valioso para controlar las plagas, ya que tienen menor persistencia y toxicidad que los insecticidas sintéticos (Melo *et al.*, 2016). Estos se obtienen al extraer los compuestos de las plantas (hoja, fruto, tallo, etc.) con algún solvente (agua, etanol, etc.), para ser aplicados directamente sobre plantas o insectos de interés. Muchos de los COV pertenecen a la familia de los monoterpenos ($C_{10}H_{16}$) o sesquiterpenos ($C_{15}H_{24}$), como también a limonoides (Al-Mehmadi y Al-Khalaf 2010), alcaloides, rotenonas y

flavonoides (Chiffelle *et al.*, 2019). Son producidas en cantidades significativas por especies pertenecientes a las familias botánicas Lamiaceae, Asteraceae (Daudouri *et al.*, 2018), Alliaceae (Lai *et al.*, 2011) y Meliaceae (Melo *et al.*, 2016). Dentro de esta última familia encontramos dos importantes especies productoras de COV: *M. azedarach* (Mckenna *et al.*, 2013) y *A. indica* (Jenkins *et al.*, 2003).

M. azedarach, conocido comúnmente como árbol del paraíso, es un árbol de hoja caduca, de uso principalmente ornamental, que se ha naturalizado en una gran cantidad de países tropicales y subtropicales (Huerta *et al.*, 2008). Se han aislado muchos limonoides de *M. azedarach* con efectos insecticidas como la meliartenina (Coria *et al.*, 2008) o meliatoxina (Huerta *et al.*, 2008). Se sabe también que *M. azedarach* tiene propiedades repelentes, anti alimentarias y otras propiedades insecticidas contra ciertas plagas de insectos (Abou-Fakhr *et al.*, 2001). Según Mckenna *et al.* (2013) a extractos botánicos o compuestos aislados de *M. azedarach* se les atribuyen efectos insecticidas no convencionales como: reducción parcial o inhibición completa de la fecundidad y la incubabilidad de los huevos, disminución de la oviposición, efectos anti alimentarios, reducción de la esperanza de vida de los adultos y efectos reguladores del crecimiento de insectos en la muda. Se ha demostrado además que posee efectos repelentes e insecticidas contra diferentes especies de plagas, dentro de las cuales destacan órdenes como: Lepidoptera, Diptera, Coleoptera y Hemiptera (Bullangpoti *et al.*, 2012; Abou-Fakhr *et al.*, 2001; Banchio *et al.*, 2003; Mckenna *et al.*, 2013; Valladares *et al.*, 1997).

Por su parte, *A. indica*, comúnmente conocido como neem, se ha investigado durante mucho tiempo como fuente de medicamentos e insecticidas (Jenkins *et al.*, 2003). Crece con facilidad en muchas regiones tropicales y posee usos ornamentales, para reforestación en zonas tropicales, como repelente e insecticida de plagas y como alimento de animales forrajeros (Fernández *et al.*, 2016). Los extractos de neem pueden proteger eficazmente los cultivos ante el ataque de ciertas plagas, siendo el principal compuesto activo la azadiractina, un compuesto limonoide con una excelente actividad insecticida contra muchas plagas fitófagas. La azadiractina tiene numerosos efectos sobre las plagas de insectos, incluida la regulación del crecimiento de insectos, la disminución de la alimentación y la inhibición de la reproducción (Tang *et al.*, 2002). El extracto de neem posee una rápida degradabilidad en el medio ambiente y tiene como características deseables, el ser mínimamente tóxico para organismos no objetivos como parasitoides, depredadores y polinizadores. La actividad biológica de extracto de neem afecta más de 400 especies plagas de insectos, donde destacan órdenes como: Lepidoptera, Hemiptera y Coleoptera (Jenkins *et al.*, 2003; Tang *et al.*, 2002; Charleston *et al.*, 2005; Ramos *et al.*, 2018).

Si bien el extracto de neem ha sido muy estudiado en torno a sus propiedades insecticidas y repelentes, la melia ha comenzado a ser estudiada con mayor intensidad durante las últimas dos décadas. Hoy en día existe mayor evidencia sobre el efecto del extracto de melia, pero aún la información no es certera, ya que existe una variabilidad en las formas para extraer los compuestos (agua, etanol, metanol, etc.) y suelen ocuparse distintas partes del árbol, generando extractos diferentes en cuanto a su composición química (Bitencourt *et al.*, 2014; Coria *et al.*, 2008).

En este contexto, este trabajo buscó generar una base de datos donde se reúnan distintos estudios en relación con los usos de melia y neem en el control de plagas. Esta base de datos permitió organizar y sistematizar la información que existe hoy en día con relación al uso de estas especies botánicas y sus diferentes extractos para el manejo de insectos y acaros plaga de importancia agrícola.

Hipótesis

El uso de extractos de neem y melia, provoca efectos supresores, letales o subletales, y repelencia en diferentes especies de insectos fitófagos

Objetivos

Objetivo general

Establecer el estado del arte en relación con las diferentes formas de uso de extractos de neem y melia para el control de insectos y acaros plagas, comparando entre las mismas especies y entre ambas.

Objetivos específicos

1. Identificar los extractos botánicos de melia más eficaces (en términos letales y subletales) para determinadas especies plagas presentes en Chile.
2. Identificar los extractos botánicos de neem más eficaces (en términos letales y subletales) para determinadas especies plagas presentes en Chile.
3. Identificar qué órganos o estructura de neem y melia poseen los mejores resultados con relación a efectos letales y subletales sobre especies de insectos.
4. Identificar los órdenes y especies de insectos presentes en Chile que más se ven afectadas por los extractos de melia y neem.
5. Identificar los modos de acción descritos en forma predominante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El presente estudio se desarrolló utilizando el Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Chile, durante los meses de mayo del 2021 y marzo del 2022. Posteriormente, el proceso de análisis de la información se llevó a cabo entre los meses de marzo y mayo del 2022.

Materiales y fuente de información

La información necesaria para la realización del presente estudio se obtuvo de diversas fuentes. Entre ellas es posible mencionar las siguientes:

- Libros relacionados con el asunto de estudio, obtenidos en bibliotecas, tanto en formato físico como digital.
- Memorias de título y tesis de posgrado, de distintas universidades nacionales e internacionales, en relación con el manejo de plagas a través de extractos de melia o neem.
- Artículos de revistas obtenidas en publicaciones periódicas, con evaluación de pares, tales como: *Agricultural and Forest Entomology*, *HortScience*, *Entomología Experimentalis et Applicata*, *Annual Review of Entomology*, entre otras.
- Páginas de internet reconocidas en el ámbito científico, entre las cuales destacan, Elsevier, Intech, NCBI (National Center for Biotechnology Information), Researchgate, entre otras de carácter científico.

Metodología

En cuanto a la metodología utilizada, se realizó una búsqueda de información con relación al efecto letal y subletal de extractos de melia y neem sobre insectos y acaros plaga, enfocándose en aspectos biológicos, tipo de extracto, efecto insecticida o repelente y modos de acción. También se enfocó en los grupos de insectos que impactan y en qué forma los afectan. Por último, se buscó información acerca de los COV que están involucrados en la repelencia/toxicidad de cada extracto. Para esto se utilizaron palabras claves en inglés tales como “*Melia azedarach* extract” y “*Melia azedarach* insecticide”, “*Azadirachta indica* extract”, “*Azadirachta indica* insecticide”, “neem extract” azadirachtine, Meliatoxin y Meliartenin, para facilitar su búsqueda.

La revisión se centró en los siguientes contenidos:

- Efectos y eficacia de los extractos botánicos de *M. azedarach* y *A. indica* sobre insectos y acaros.
- Extractos y aceites más efectivos para generar efectos negativos en poblaciones de insectos plaga.
- Composición química de extractos de *M. azedarach* y *A. indica*.
- Efectos de aceites de *A. indica* y *M. azedarach* sobre insectos.
- Principales insectos susceptibles a compuestos de *M. azedarach* y *A. indica*.
- Efecto de azadiractina, meliartenina y meliatoxinas sobre distintos insectos.

Se creó una base de datos en la cual se organizó la información revisada en cada uno de los estudios y su estructura se dispuso de la siguiente manera:

- Primeramente, se identificó la especie vegetal estudiada y en qué plaga actúa.
 - Nombre común de la especie botánica
 - Género
 - Especie
 - Orden de la plaga
 - Familia de la plaga
 - Especie
- Posteriormente se identificó elementos con relación a la metodología del estudio, como:
 - Formulación
 - Objetivos
 - Resultados
 - Composición química
 - Modo de acción
 - Hospedero de la plaga
 - Tipo de estudio
 - Autores
 - Fecha

RESULTADOS

Melia azedarach (melia)

M. azedarach es un árbol que posee una gran cantidad de compuestos, destacando los triterpenoides como las meliacarpinas, meliarteninas o meliatoxinas (Carpinella *et al.*, 2003; Chiffelle *et al.*, 2009). Estos compuestos son biológicamente activos, con cualidades insecticidas, provocando muchas veces efectos anti alimentarios o toxicidad, es decir, pueden inhibir la alimentación, generando interrupción en el desarrollo y la reproducción. Pueden generar repelencia y también muerte (Abou-Fakhr *et al.*, 2001; Henrique *et al.*, 2004; Maroneze y Gallegos 2009; Tinzaara *et al.*, 2006; Mimbela 2013).

Modo de acción en la planta

Para que los compuestos de *M. azedarach* pueden generar acción sobre las plagas, estos deben llegar primero al individuo. Si bien, por lo general en los estudios revisados se generan aplicaciones de extractos o aceite de forma directa a los insectos, se ha podido observar que estos pueden generar una acción a distancia en el insecto al moverse por el vegetal. A pesar de que existe una vaga información de como llegan las meliarteninas o meliatoxinas al insecto plaga cuando estos se aplican en el hospedero, la información revisada advierte sobre una acción de contacto y también sistémica, aunque esta última no está bien estudiada.

En condiciones de laboratorio se ha podido observar que larvas de lepidópteros comienzan a morir cuando se alimentan de hojas asperjadas con extractos o aceites de melia. La mortalidad se extiende a los estados de pupa y adulto llegando a matar a más del 95% de la población en especies como *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). (Brunherotto y Vendramim 2001). Asimismo, las aplicaciones directas en larvas o ninfas generan una alta mortalidad y disminución de alimentación en la mayoría de las especies revisadas. Ahora bien, los huevos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptero: Cucujidae) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) (Hemiptera: Aleyrodidae) también son altamente susceptibles a las aplicaciones directas de *M. azedarach* (Souza y Vendramim 2001).

Por otro lado, en condiciones de invernadero la tasa media de crecimiento poblacional del áfido *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae) se ve disminuida en más de un 30% a los 5 días de aplicar extracto metanólico y acuoso de frutos a partes de la planta huésped (raps) que no encontraba infectada. Cabe mencionar que, al momento de aplicar los extracto, las hojas infectadas fueron aisladas de manera física, para evitar una posible acción de los compuestos orgánicos volátiles, por lo cual es posible atribuirles una acción sistémica a estos compuestos (Shafiei *et al.*, 2018).

De la misma forma se ha observado que larvas de gusanos minadores como *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae), *T. absoluta* y *Phyllocnistis citrella* (Stainton) (Lepidoptera: Gracillariidae) se ven severamente afectados al aplicar compuestos

de *M. azedarach* en las hojas, una vez que estas han sido minadas (Abou-Fakhr *et al.*, 2000a; Ibañez *et al.*, 2009; Mckenna *et al.*, 2013). Lo anterior evidencia una importante acción translaminar de los compuestos de *M. azedarach*, los cuales viajan desde la superficie de la lámina hasta la larva que se encuentra minando el mesófilo de la hoja.

Ahora bien, en experimentos donde se asperjo directamente la planta huésped y el insecto plaga, los efectos generados fueron de mayor magnitud y más eficaces. En especies como *B. tabaci*, *B. brassicae*, y *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) la mortalidad fue superior al 70% llegando a superar un 90% en *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) cuando la aplicación fue directa sobre plaga y huésped (Charleston *et al.*, 2006; Kibrom *et al.* 2012). Debido a esto, los compuestos de *M. azedarach* generan efectos negativos de mayor magnitud cuando se aplican directamente en el insecto y a la planta huésped. Por ende, aunque exista evidencia de una acción sistémica, los experimentos que la prueban por sí sola no han demostrado ser tan eficaces, como cuando se experimenta también la acción de contacto, ósea, asperjando plaga y huésped a la vez.

Principales modos de acción en el insecto

Los compuestos de *M. azedarach* aplicados a través de extractos vegetales o aceites esenciales generan una variedad de efectos, dependiendo de las especies de insectos afectadas.

Supresión de alimentación. La acción anti alimentaria en respuesta a los compuestos de *M. azedarach* es un modo de acción recurrente en muchas especies del orden Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Acari y algunos de Diptera (Carpinella *et al.*, 2003; Valladares 2003; Rossetti *et al.*, 2008; Akhtar *et al.*, 2015). Los compuestos de *M. azedarach* provocan un estímulo negativo en el proceso de alimentación del insecto cuando tienen y también cuando no tienen posibilidad de elección (Rossetti *et al.*, 2008). Especies de lepidópteros como *Spilosoma virginica* (Lepidoptera: Erebididae), *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera eridania* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), *Colias lesbia* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Pieridae), de coleópteros como *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Epitrix argentinensis* (Bryant) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Plagioneda erythroptera* (Blanch) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Xanthogaleruca luteola* (Müller, 1766) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Epilachna paenulata* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), *Priocyphus bosqi* (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium confusum* (Duval) (Coleoptera: Tenebrionidae) y de dípteros, como *L. huidobrensis* presentan una supresión de alimentación mayor al 75% cuando son expuestos a distintos extractos y aceites esenciales de *M. azedarach* (Carpinella *et al.*, 2003; Valladares 2003; Rossetti *et al.*, 2008; Martinez 2010; Chiffelle *et al.*, 2011; Chiffelle *et al.*, 2019). Ahora bien, muchas de las especies afectadas por la acción anti alimentaria experimentan una pérdida de peso o una leve ganancia de peso en comparación a los controles, transformándose en un efecto subletal indicador importante de que los compuestos están generando una acción anti alimentaria (Henrique *et al.*, 2004; Andrades *et al.*, 2008; Mimbela S. 2013; Sardinha *et al.*, 2014; Souza *et al.*, 2015). En ocasiones, cuando el efecto

anti alimentario es fuerte y persiste en el tiempo, se pueden desencadenar efectos más severos como la muerte o repelencia del insecto, convirtiéndose así en una importante manera para el control de ciertas plagas (Henrique *et al.*, 2004; Maroneze y Gallegos 2009; Chiffelle *et al.*, 2011; Bullangpoti *et al.*, 2012; Mimbela S. 2013; Scapinello *et al.*, 2014; Chiffelle *et al.*, 2019).

Regulador de crecimiento. También es posible encontrar efectos tóxicos o de regulación del crecimiento, que pueden actuar en conjunto a otro modo de acción o por sí solos (Frag *et al.*, 2010; Ntalli *et al.*, 2014). El modo de acción por reguladores de crecimiento, al igual que la acción anti alimentaria, puede provocar desenlace con efectos como la muerte y repelencia (Coria *et al.*, 2008; Somariva *et al.*, 2008; Frag *et al.*, 2010; Busato *et al.*, 2018; Shaurub *et al.*, 2022). De la misma forma, en respuesta al extracto o aceite se esperan efectos subletales como malformaciones, aumento del tiempo de desarrollo del insecto, interrupciones en la oviposición, entre otros (Coria *et al.*, 2008; Somariva *et al.*, 2008; Busato *et al.*, 2018; Nathan *et al.*, 2006). En Lepidoptera es posible encontrar efecto regulador de crecimiento en algunas especies en respuesta a la exposición a los compuestos de *M. azedarach*. Por ejemplo, de la familia Noctuidae, larvas de *S. frugiperda* presentan mudas anormales al aplicar extractos acuosos de *M. azedarach* (Maroneze y Gallegos 2009). La acción por regulación de crecimiento ha sido observada también en especies de coleópteros, hemípteros y dípteros expuestos a extractos o aceites esenciales de *M. azedarach* (Ventura y Ito; Parra *et al.*, 2007; Rohde *et al.*, 2013; Shaurub *et al.*, 2022). En el díptero *Lutzomyia longipalpis* (Lutz y Neiva) (Diptera: Psychodidae), alimentado con hojas de *M. azedarach*, se genera una inhibición de la muda y mortalidad en el segundo estadio (Andrade *et al.*, 2009). El díptero de interés agrícola *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) sufre una interferencia en el proceso de ecdisis y metamorfosis, cuando sus larvas son expuestas a extractos acuosos de hojas y frutos, por lo cual se espera un gran número de adultos deformes que emerjan de los estadios inmaduros tratados (Rohde *et al.*, 2013). Adicionalmente, altas concentraciones de *M. azedarach* provoca un efecto anti alimentario significativo en las larvas, evidenciando que pueden presentarse efectos provocados por más de un modo de acción.

pero

Supresión de reproducción. También se ha observado disminución en la oviposición y una disminución en la emergencia de larvas. Por ejemplo, especies de lepidópteros como: *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae), *P. xylostella*, *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pieridae), *A. ipsilon*, *Earias vitella* (Fab) (Lepidoptera: Noctuidae) y *Hyblaea puera* (Cramer) (Lepidoptera: Hyblaeidae) muestran una disminución de oviposición cuando son expuestas a extractos de *M. azedarach* (Schmidt *et al.*, 1997; Torres *et al.*, 2001; Gajmer *et al.*, 2002; Senthil y Sehoon 2006; Torres *et al.*, 2006; Ibañez *et al.*, 2009; Maurya *et al.*, 2013). Este efecto es esperable en lepidópteros, ya que existe una irritabilidad de las hembras en contacto con las superficies tratadas con estos extractos durante la oviposición, porque la selección del sustrato para la oviposición se realiza a través de estímulos sensoriales, siendo el tarso y la probóscide los principales sitios quimiorreceptores (Torres *et al.*, 2006). En el orden Acari, los extractos y aceites esenciales de *M. azedarach*, provocan una marcada disminución de oviposición y muerte de huevos. Específicamente en *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). Dípteros hematófagos como los mosquitos de los géneros *Aedes*, *Anopheles* y *Culex* muestran una disminución de oviposición en respuesta a la exposición a extractos de *M. azedarach* (Nathan

et al., 2006; Coria *et al.*, 2008; Koc *et al.*, 2016). Hemípteros como *B. tabaci* también ven inhibida su oviposición en respuesta a la exposición a extractos de *M. azedarach*, lo que es esperable debido que la oviposición de *B. tabaci* ocurre normalmente cuando el insecto se está alimentando de la planta, por lo cual, los efectos tóxicos de *M. azedarach* estarían influenciando la oviposición (Abou-Fakhr *et al.*, 2001; Abou-Fakhr y McAuslane 2006).

Principales órdenes y Familias de artrópodos susceptibles a melia presentes en Chile

En esta revisión bibliográfica, y como se puede ver en el Cuadro 1, se ha podido verificar que los estudios que evalúan la acción de la melia sobre insectos presentes en Chile se concentran principalmente en el orden Lepidoptera, con 13 estudios en 6 especies distintas y Coleoptera, con 12 estudio en 7 especies. Hemiptera concentra 11 estudios distribuidos en 5 especies. En menor medida Diptera posee 9 estudios en 6 especies y con 5 estudios, hallamos el orden Acari con 1 especies.

Cuadro 1. Cantidad de estudios de *M. azedarach* por especie, pertenecientes a los órdenes estudiados.

Orden	Familia	Especie	N° de Estudios	Referencias
Lepidoptera	Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i>	3	Brunherotto y Vendramim 2001; Brunherotto <i>et al.</i> , 2010; Ibañez <i>et al.</i> , 2009
Lepidoptera	Pieridae	<i>Colias lesbia</i>	2	Carpinella <i>et al.</i> 2003; Valladares G. <i>et al.</i> , 2003
Lepidoptera	Pieridae	<i>Pieris brassicae</i>	1	Maurya R. <i>et al.</i> , 2013
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Agrotis ipsilon</i>	1	Shaurub <i>et al.</i> , 2022
Lepidoptera	Gracillariidae	<i>Phyllocnistis citrella</i>	1	Mckenna <i>et al.</i> , 2013
Lepidoptera	Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	5	Chen <i>et al.</i> , 1996; Torres <i>et al.</i> , 2001; Charleston <i>et al.</i> 2005; Charleston <i>et al.</i> , 2006; Torres <i>et al.</i> , 2006
Coleoptera	Curculionidae	<i>Sitophilus oryzae</i>	2	Carpinella <i>et al.</i> , 2003; Valladares <i>et al.</i> , 2003
Coleoptera	Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i>	1	Martinez 2010
Coleoptera	Cucujidae	<i>Cryptolestes</i>	1	Sagheer <i>et al.</i> , 2016

Orden	Familia	Especie	N° de Estudios	Referencias
		<i>ferrugineus</i>		
Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i>	1	Akhtar <i>et al.</i> , 2015
Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Tribolium confusum</i>	1	Carpinella <i>et al.</i> , 2003
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Xanthogaleruca luteola</i>	5	Valladares <i>et al.</i> , 1997; Carpinella <i>et al.</i> , 2003; Defago <i>et al.</i> , 2006; Chiffelle <i>et al.</i> , 2011; Chiffelle <i>et al.</i> , 2019
Coleoptera	Bruchidae	<i>Acanthoscelidius obtectus</i>	1	Gonzalez <i>et al.</i> , 2017
Hemiptera	Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	1	Erdogan <i>et al.</i> , 2020
Hemiptera	Aphididae	<i>Brevicoryne brassicae</i>	3	Lovatto <i>et al.</i> 2011; Birhanu <i>et al.</i> 2011; Kibrom <i>et al.</i> 2012
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	1	Ibañez <i>et al.</i> , 2009
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	7	Abou-Fakhr <i>et al.</i> , 2000a; Souza y Vendramim 2000a; Souza y Vendramim 2000b; Abou-Fakhr <i>et al.</i> , 2001; Souza y Vendramim 2001; Dias <i>et al.</i> , 2012; Lopes <i>et al.</i> , 2020
Hemiptera	Reduviidae	<i>Triatoma infestans</i>	1	Dadé <i>et al.</i> , 2018
Diptera	Agromyzidae	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	2	Abou-Fakhr <i>et al.</i> , 2000b; Banchio <i>et al.</i> , 2003
Diptera	Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	1	Rohde <i>et al.</i> , 2013
Diptera	Muscidae	<i>Musca</i>	1	Cabral <i>et al.</i> , 2008

Orden	Familia	Especie	N° de Estudios	Referencias
		<i>domestica</i>		
Diptera	Drosophilidae	<i>Drosophila melanogaster</i>	1	Chiffelle <i>et al.</i> , 2009
Diptera	Culicidae	<i>Culex pipiens</i>	1	Koc <i>et al.</i> , 2016
Diptera	Culicidae	<i>Aedes aegypti</i>	3	Coria <i>et al.</i> , 2008; Somariva <i>et al.</i> , 2008; Busato <i>et al.</i> , 2018
Acari	Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	3	El-Sawi 2008; Veronez <i>et al.</i> , 2012; Keskin <i>et al.</i> , 2020
Acari	Tetranychidae	<i>Tetranychus</i> sp.	1	Encina <i>et al.</i> , 2011

Lepidoptera. En este orden se encuentra una gran cantidad de especies presentes en Chile susceptibles a los compuestos de melia, de hecho, es el orden con más estudios revisados. Estas especies se distribuyen en 5 familias, donde encontramos a Pieridae con dos especies susceptibles y Gelechiidae, Plutellidae, Gracillariidae y Noctuidae con una especie cada una. Estas especies de insectos revisados se detallan en el Cuadro 1 y la más estudiada es el plutélido *P. xylostella* con 5 estudios, seguida de *T. absoluta* y *C. lesbia* con 3 y 2 estudios respectivamente.

Coleoptera. Como se observa en el Cuadro 1, este orden corresponde al segundo en importancia por la cantidad de estudios y especies revisadas. Son 5 las familias que presentan insectos susceptibles a los compuestos de melia. De estas 5 familias Curculionidae y Tenebrionidae poseen 2 especies cada una, siendo *Sitophilus* el único género de Curculionidae y *Tribolium* el único género de Tenebrionidae. Ahora bien, Cucujidae, Bruchidae y Chrysomelidae se presentan con 1 especie cada una, siendo este último el que tiene más registros con 5 estudios en *X. luteola*.

Hemiptera. Este orden concentra 3 distintas familias, con un total de 11 estudios respecto a melia. Las principales familias revisadas corresponden a Aphididae y Aleyrodidae, con 2 especies revisadas cada una. La principal familia estudiada corresponde a Aleyrodidae con 8 estudios, donde 7 son de *B. tabaci*, Posteriormente encontramos a Reduviidae con una especie revisada. El detalle de las especies de hemípteros y su frecuencia de estudio se encuentra en el cuadro 1.

Diptera. Si bien este orden no registra muchos estudios, estos se distribuyen en 6 especies, pertenecientes a 5 familias distintas. La familia Culicidae es la única que registra dos especies

distintas, siendo *Aedes aegypti* (Meigen) (Diptera: Culicidae) la que tiene más estudios revisados. Por su parte Agromyzidae, Tephritidae, Drosophilidae y Muscidae solo registran 1 especie revisada, siendo *L. huidobrensis* el único con 2 estudios.

Acari. De los órdenes con menor cantidad de estudio encontramos el orden Acari, donde se concentra la totalidad de los ensayos en la familia Tetranychidae. En esta familia el único estudiado es *T. urticae* con 3 estudios.

Especies de interés en Chile por Orden y sus estadios más susceptibles

Lepidoptera. Uno de los grupos de insectos más importantes sensibles a melía. En este orden se puede observar que los estadios propensos a reaccionar de manera negativa a los compuestos de *M. azedarach* se repiten en todas las especies revisadas. Estos efectos son altamente letales en la mayoría de las especies de lepidópteros revisados.

1. *T. absoluta*. La Polilla del tomate es un insecto presente en Chile que ha mostrado susceptibilidad en larvas y adultos en condiciones de laboratorio a los compuestos de *M. azedarach*. Se ha encontrado una disminución de oviposición en hembras adultas cuando se usó extracto acuoso y etanólico (Ibañez *et al.*, 2009). Es importante mencionar que extractos acuosos de hojas, ramas y frutos verdes generan una mortalidad y aumento en el tiempo de desarrollo de larvas. La intensidad de los efectos depende de la concentración aplicada.

2. *C. lesbia*. Es otro insecto presente en Chile en que se ha observado que sus larvas de quinto estadio suprimen su alimentación hasta un 100% al aplicarse extractos etanólicos de hojas (Carpinella *et al.*, 2003; Valladares *et al.*, 2003).

3. *P. brassicae*. Larvas de segundo estadio de la mariposa de la col experimentan mortalidad de hasta un 67% cuando se aplican extractos etanólicos de hojas y semillas. Asimismo, la mortalidad no fue el único estímulo negativo, ya que hembras adultas mostraron una disminución de oviposición del 100% al ser expuestas a hojas rociadas con extractos etanólicos de hojas y semillas (Maurya *et al.*, 2013).

4. *P. citrella*. El minador de las hojas de los cítricos en condiciones de campo experimentó una mortalidad del 51% en comparación al control 10 días después de una segunda aplicación en larvas de segundo y tercer estadio (Mckenna *et al.*, 2013).

5. *A. ipsilon*. Al aplicar 100 ppm de extracto metanólico de frutos, al alimento del gusano cortador, este presentó un 51% de disminución en su alimentación, cuando este ingirió el alimento. Asimismo, el extracto metanólico a 10 ppm generó la mortalidad del 28% de las larvas. En contraste, la concentración de 100 ppm mató al 100% de las larvas que se alimentaban del alimento tratado (Schmidt *et al.*, 1997). De la misma forma, Mekhlif (2009) observó 86% de mortalidad en larvas al aplicar extracto metanólico de frutos a 50 ppm. De igual manera, extractos metanólicos de frutos a 25 ppm en adultos, generó una reducción de la longevidad de 15 a 5 días en adultos machos y de 19 a 7 días en los adultos hembras. El número de huevos puestos por hembras se redujo de 1,274 a 12, de los cuales emergieron solo 2 larvas (Schmidt *et al.*, 1997).

6. *P. xylostella*. La polilla de la col ha mostrado una alta susceptibilidad a los compuestos de *M. azedarach*. Extractos acuosos afectan principalmente los estadios larvales, con actividad anti alimentaria, que, según Charleston *et al.*, (2005) llega a 72,7%. De la misma forma, según Torres *et al.* (2001) y Torres *et al.* (2006), existe una tendencia a la mortalidad cuando larvas de primer estadio se alimentan de hojas tratadas con extractos acuosos de frutos. Por su parte Charleston *et al.*, (2005) obtuvo una disminución de oviposición al usar extractos acuosos de hojas al 5% (p/v), concluyendo que existe un efecto repelente por parte de los compuestos de melia, ya que se encontró que un 69,2% de larvas son repelidas.

Por consiguiente, tanto larvas como hembras adultas de lepidópteros son los estados más sensibles a los compuestos de melia. Las larvas son más propensas a sufrir un efecto negativo, debido a que muchas de estas son altamente fitófagas, a diferencia de los adultos en estas especies que no consumen órganos vegetales. Ahora bien, las hembras adultas se ven afectadas negativamente debido a que muchas de éstas experimentan una disminución en la oviposición que puede llegar al 100% como en el caso de *P. brassicae* y *P. xylostella*. Los efectos ocasionados por los extractos o aceites esenciales se detallan en el Apéndice I.

Coleoptera. En este orden existen varias especies que registran sensibilidad a melia. Si bien, la mayoría de los estudios en este grupo son de laboratorio, se ha podido determinar los estadios de desarrollo más susceptibles a los extractos y aceites de melia en la mayoría de las especies revisadas presentes en Chile.

1. *X. luteola*. El escarabajo del olmo es un crisomélido presente en Chile que ha mostrado sensibilidad a los compuestos de *M. azedarach*. En laboratorio se ha observado que los extractos acuoso y etanólico generan una supresión de su alimentación que puede llegar al 100% en larvas de tercer estadio y adultos (Carpinella *et al.*, 2003; Defago *et al.*, 2006; Chiffelle *et al.* 2019). La acción anti alimentaria, inducida por los extractos de *M. azedarach* puede desencadenar hasta 100% de mortalidad en larvas de tercer estadio (Chiffelle *et al.*, 2019). La repelencia es otro efecto derivado de la acción anti alimentaria que llegó al 100% en larvas y adultos cuando se aplicaron extractos etanólicos de frutos en condiciones de invernadero (Valladares *et al.*, 1997).

2. *S. oryzae*. Los adultos del gorgojo del arroz en condiciones de laboratorio suprimen su alimentación en un 100%, al estar en contacto con extractos etanólicos de hojas (Carpinella *et al.*, 2003).

3. *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae). El gorgojo del maíz, por su parte, presenta una mortalidad del 83,7% en adultos expuestos a extractos etanólicos de hojas (Carpinella *et al.*, 2003; Valladares 2003; Martínez 2010).

4. *C. ferrugineus*. El gorgojo chico de la despensa es un insecto presente en Chile que, en condiciones de laboratorio, ha presentado un 75,9% de reducción en la emergencia larval cuando se usaron aceites esenciales de semillas. Asimismo, el porcentaje de pupación, cuando se aplican aceites esenciales fue 55% menor en comparación al control.

5. *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). El gorgojo castaño de la harina ha mostrado un índice de supresión alimentaria de 67,6% cuando insectos adultos

se expusieron a alimento tratado con aceites esenciales de *M. azedarach* al 6%. Es importante mencionar que el efecto depende del tiempo, ya que al día 15 se obtuvieron los mejores resultados, disminuyendo de forma significativa hasta el día 45. La concentración también es importante ya que concentraciones de 2% provocaron una disminución alimentaria significativamente menor (Akhtar *et al.*, 2015).

6. *T. confusum*. Adultos del gorgojo de la harina, expuestos al extracto etanólico de frutos, sufrieron una disminución de 88,4% en la actividad alimentaria (Carpinella *et al.*, 2003).

7. *Acanthoscelides obtectus* (Say.) (Coleoptera: Bruchidae). Mortalidad del 100% de los adultos expuestos a polvos de hojas a los días de aplicar.

Debido a lo anteriormente expuesto, en Coleoptera es posible evidenciar una susceptibilidad marcada en adultos y en larvas. A diferencia de Lepidoptera, muchos adultos coleópteros, son insectos activamente fitófagos, por lo cual existe una mayor probabilidad de exponerse o consumir los compuestos de *M. azedarach*, haciéndolos más susceptibles al tratamiento de melia. Como podemos ver en las especies *X. luteola*, *S. oryzae*, *S. zeamais* y *T. castaneum* el adulto es el principal estado de desarrollo afectado por los compuestos de *M. azedarach*, ocasionando muchas veces muerte, disminución de alimentación o repelencia (Carpinella *et al.*, 2003; Valladares 2003; Martínez 2010; Akhtar *et al.*, 2015; Chiffelle *et al.*, 2019). Por su parte, En *X. luteola* existe evidencia que las larvas se ven afectadas al igual que los adultos (Valladares *et al.*, 1997; Carpinella *et al.*, 2003; Defago *et al.*, 2006; Chiffelle *et al.*, 2011; Chiffelle *et al.*, 2019). Los efectos ocasionados por los extractos o aceites esenciales se detallan en el Apéndice II.

Hemiptera. Los hemípteros presentes en Chile afectados principalmente pertenecen al grupo de las mosquitas blancas y pulgones. Si bien el universo de especies presentes en Chile revisadas no son muchas, estas presentan alta susceptibilidad en sus diferentes estados de desarrollo a los compuestos de *M. azedarach*.

1. *B. tabaci*. La mosca blanca del tabaco es una especie que, en Chile, se encuentra sólo en el valle de Azapa y es la más estudiada internacionalmente en este grupo. Tanto extractos acuosos, etanólicos como metanólicos de frutos y de hojas asperjados a plantas de tomate, generan un nivel de repelencia contra adultos superior al 67% (Abou-Fakhr *et al.*, 2000; Abou-Fakhr *et al.*, 2001; Lopes *et al.*, 2020). Asimismo, se observó que la oviposición se redujo en un 50% aproximadamente con los extractos mencionados (Abou-Fakhr *et al.*, 2001; Abou-Fakhr y McAuslane, 2006). No se puede descartar un efecto tóxico sobre este insecto debido a que se ha encontrado que el extracto acuoso de frutos verdes genera una mortalidad del 58% en huevos depositados en hojas de tomate (Souza y Vendramim, 2000a; Souza y Vendramim, 2001). Por su parte las ninfas de primer y segundo estadio expuestas a extractos acuosos de frutos verdes y extracto metanólico, también mostraron 55 a 75% de mortalidad (Souza y Vendramim, 2000a; Souza y Vendramim, 2001; Abou-Fakhr y McAuslane 2006). Es importante mencionar que en ningún experimento hubo alteración del desarrollo de los insectos sobrevivientes. Por su parte Dias *et al.* (2012) pudieron corroborar, en condiciones de invernadero, algunos resultados obtenidos en laboratorio, al rociar extractos etanólicos de

ramas sobre plantas de tomate infestadas con ninfas, generando una mortalidad de 86% a nivel poblacional.

2. *T. vaporariorum*. La mosquita blanca de los invernaderos es una especie presente en Chile, que experimentó 48% de mortalidad al exponer adultos a extractos etanólicos al 10% (p/v) (Ibáñez *et al.*, 2009).

3. *B. brassicae*. Ninfas del pulgón de la col se ven repelidas en aproximadamente un 100 %, cuando se aplicó extracto de frutos inmaduros en condiciones de laboratorio y de campo (Lovatto *et al.*, 2011). Según Kibrom *et al.* (2012) al aplicar extractos acuosos de semillas en parcelas de repollo infestadas por el áfido, se generó una reducción poblacional de 81% y 86% a la quinta y sexta semana, respectivamente, después de la aplicación.

4. *M. persicae*. El pulgón verde del duraznero por su parte muestra niveles de susceptibilidad que dependen de la concentración de los compuestos de *M. azedarach*, ya que extractos etanólicos de frutos al 5% (p/v) aplicados sobre hojas de berenjena, matan 66% de los adultos sobre dichas hojas. En cambio, el extracto al 10% (p/v) genera la mortalidad del 94% de los adultos (Erdogan *et al.*, 2020). Por su parte, en condiciones de invernadero, se necesita del doble de concentración para lograr una mortalidad de 90% cuando los insectos ya han colonizado plantas de pimentón (Erdogan *et al.*, 2020).

5. *Triatoma infestans* (Klug, 1834) (Hemiptera: Reduviidae). La chinche picuda en condiciones de invernadero se ve medianamente repelidas cuando ninfas son expuestas a extractos metanólicos de frutos (Dade *et al.*, 2018).

Según los antecedentes expuestos, en todas las especies de Hemípteros evaluados, ninfas y adultos son altamente susceptibles a morir o ser repelidos por los compuestos de melia. Sus efectos e intensidades dependen directamente de la concentración usada y los días de exposición a éstos. Las hembras adultas, principalmente en Aleyrodidae también son altamente susceptibles a ser infértiles y los huevos de algunas especies pueden ser inviables al exponerse a *M. azedarach*. Los efectos ocasionados por los extractos o aceites esenciales se detallan en el Apéndice III.

Diptera. En este orden, la familia Culicidae es la que tiene mayor cantidad de registros sobre susceptibilidad a los compuestos de *M. azedarach*. Ahora, si bien los dípteros de importancia agronómica son menos que los hematófagos, se ha demostrado que existe una alta similitud en la sensibilidad de los estadios de desarrollo de ambos grupos de dípteros, al exponerse a los compuestos de melia. (Coria *et al.*, 2008; Somariva *et al.*, 2008; Koc *et al.*, 2016).

1. *A. aegypti*. Cuando larvas de primer estadio del mosquito de la fiebre amarilla son sumergidas en extracto etanólicos de hojas, muestran una mortalidad que llega al 100% en los estadios larvales más avanzados. De igual forma, la toxicidad del extracto etanólico de hojas generó una supresión en la oviposición de hembras adultas en casi un 100%.

2. *Culex pipiens* (Linnaeus) (Diptera: Culicidae). Larvas del mosquito común presenta susceptibilidad a los extractos metanólicos de frutos, con mortalidad de hasta 100% a las 96

horas, desde la aplicación. Esta respuesta depende del tiempo de acción y de la concentración usada (Koc *et al.*, 2016).

3. *Drosophila melanogaster* (Meigen) (Diptera: Drosophilidae). Adultos de la mosca del vinagre expuestos al extracto acuoso de frutos verdes y maduros sufrieron mortalidad del 74%. Por su parte el extracto de hojas juveniles genera un mayor efecto en estos insectos, llegando a niveles de mortalidad de 90% (Chiffelle *et al.*, 2009).

4. *Musca domestica* (Linnaeus) (Diptera: Muscidae). En mosca doméstica se ha visto que el extracto metanólico de semillas maduras genera 78% de inviabilidad en huevos cuando es aplicado sobre éstos (Cabral *et al.*, 2008).

5. *C. capitata* La mosca mediterránea de la fruta es susceptible a los compuestos de *M. azedarach*. Rohde *et al.*, (2013) encontraron una mortalidad de 31,4% en larvas de tercer estadio cuando se aplica extracto acuoso de frutos secos en condiciones de laboratorio. Además, el 25% de las larvas sobrevivientes generaron adultos deformes, alcanzándose una inviabilidad total del 56% en este insecto.

6. *L. huidobrensis*. Pupas de la mosca minadora de las chacras sufren un 90% de mortalidad cuando se aplican extractos etanólicos de frutos al 20% (p/v) en hojas de habas colonizadas por larvas de primer y tercer estadio respectivamente. Del mismo modo, se registra una disminución de 90% de pinchazos de alimentación en hojas de habas asperjadas con el mismo extracto (Banchio *et al.*, 2003). En condiciones de invernadero se han comprobado los efectos tóxicos de los compuestos de *M. azedarach* sobre *L. huidobrensis*, ya que extractos acuosos de frutos al 20% (p/v) aplicados en plantas de pepino, generan mortalidad de larvas progresiva en el tiempo de 45,5% a los 10 días y de 85,5% a los 20 días después de la aplicación.

De acuerdo con los antecedentes expuestos referentes al orden Diptera, las larvas son el estado de desarrollo más susceptible para el control de las especies evaluadas. De la misma forma, en algunas especies de dípteros revisados existen efectos letales y repelentes en individuos y hembras adultos, las que se ven afectadas en su fertilidad, disminuyendo considerablemente la puesta de huevos cuando son expuestas a los compuestos de melia. Los efectos ocasionados por los extractos o aceites esenciales se detallan en el Apéndice IV.

Acari. Los ácaros presentes en Chile revisados presentan similar susceptibilidad a los compuestos de melia. Si bien, estos ácaros pertenecen a la familia Tetranychidae, nos permite tener una idea de cuales son periodos más sensibles de los ácaros a los extractos o aceites de melia.

1. *T. urticae*. Adultos de la arañita roja han sufrido una mortalidad del 85,9% cuando se expusieron a hojas huéspedes tratadas con extractos acuosos de hojas verdes y aceite esencial de semillas en condiciones de laboratorio (Encina *et al.*, 2011). También, en condiciones de laboratorio, el extracto acuoso de hojas genera una disminución en la oviposición del 57% por día en hembras adultas expuestas (Veronez *et al.*, 2012). En otros casos, el extracto etanólico de hojas ha causado una repelencia del 83% de los adultos expuestos (El-Sawi, 2008).

En las especies de ácaros revisados, los adultos son los estados más susceptibles y con más datos sobre su control, tanto a nivel de letalidad como a nivel de supresión de oviposición de hembras. Por su parte los huevos también presentan una alta susceptibilidad al extracto de melia, por lo cual es recomendable la aplicación de productos en base a melia para apoyar el control de estas especies de ácaros, en distintos estadios de desarrollo. Ahora bien, los ácaros revisados pertenecen a la misma familia por lo cual, se necesitan más estudios de ácaros fitófagos pertenecientes a otras familias, para comprobar si tienen una susceptibilidad similar. Los efectos ocasionados por los extractos o aceites esenciales se detallan en el Apéndice V

***Azadirachta indica* (neem)**

Entre los compuestos identificados en *A. indica*, destacan los triterpenoides como la azadiractina. Este compuesto al igual que los triterpenoides de melia, es biológicamente activo, con cualidades insecticidas, pudiendo provocar muchas veces efectos anti alimentarios o toxicidad, es decir, puede inhibir la alimentación provocando muchas veces interrupción del desarrollo y reproductiva, repelencia y muerte. De la misma forma también actúa en muchas especies como un potente regulador de crecimiento.

Modo de acción en la planta

El neem, a diferencia de melia, es una de las especies vegetales más estudiadas por la acción insecticida de sus compuestos, principalmente la azadiractina. Según la literatura este compuesto triterpenoide tiene una acción sistémica en el vegetal, ósea puede moverse en la planta para llegar al insecto plaga (Guerra 2020). Lo anterior, se ha podido corroborar en esta revisión, ya que extractos o aceites de neem aplicados al suelo, cuando larvas de minadores como *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae), *L. huidobrensis* y *T. absoluta* se encuentran minando las hojas de la planta huésped, generan una mortalidad superior al 50% a nivel poblacional, que se extiende hasta el estadio adulto (Rodríguez y Vendramim 2007; Bastos *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2016). Asimismo, *Aphis craccivora* (Koch) (Hemiptera: Aphididae), *M. persicae*, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) y *C. capitata*, reducen su población de manera considerable, cuando se aplican extractos de neem al sustrato de la planta huésped, mediante riego (Alvarenga *et al.*, 2012; Carvalho y Bleicher 2016).

Ahora bien, al igual que en melia, existe una acción translaminar de los compuestos del neem, por su carácter sistémico. Así lo demuestran Cañarte *et al.*, 2003, Bastos *et al.*, 2010 y Costa *et al.* 2016 al encontrar que las larvas de *P. citrella*, *L. sativae* y *L. huidobrensis* morían al aplicarse extractos de neem a las hojas que ya se encontraban minadas.

Los compuestos del neem, se caracterizan por su capacidad de actuar de forma sistemática en la planta y también por su acción de contacto en el insecto, que no deja de ser importante. Larvas de *L. sativae* mueren un 100% a nivel poblacional cuando son expuestas directamente

a extracto de neem en condiciones de laboratorio (Mossoro 2017). Lo anterior indica que el neem tiene un gran potencial como insecticida de contacto para este insecto. Por otro lado, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Toz- zetti) (Hemiptera: Pseudococcidae), *B. tabaci*, *M. persicae*, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), *Aphis fabae* (Scopoli, 1763) (Hemiptera: Aphididae), *P. xylorella* y *P. brassicae* han presentado significativos efectos negativos al exponerse a extractos o aceites de neem por contacto (Torres *et al.*, 2001; Hasan y Ansari 2011; Cruz A. *et al.*, 2013, Montero O. *et al.*, 2017; Hutapea *et al.*, 2021).

Debido a lo anterior, cuando se aplican los compuestos de neem a la plaga y el huésped, se generan los mejores resultados en torno a los efectos negativos en los insectos y sus magnitudes, de hecho, así lo corroboran la mayoría de los estudios revisados sobre el neem.

Principales modos de acción

Debido a que el neem es uno de los árboles con carácter insecticida más investigado a nivel mundial, los modos de acción que predominan en los insectos susceptibles están bien estudiados.

Supresión de alimentación. Los compuestos del neem generan un fuerte efecto anti alimentario en los insectos susceptibles. Esta acción anti alimentaria puede darse por acción de los volátiles del neem que interfieren en la captación de los volátiles del huésped por parte del insecto, como también por una acción directa los compuestos del neem al ingresar al cuerpo del insecto (Hasan y Ansari 2011). En lepidópteros los limonoides contenidos en los aceites o extractos de neem, paralizan los músculos de las mandíbulas de las larvas. La acción anti alimentaria comienza a manifestarse posteriormente en el tracto gastro-intestinal del insecto, por lo que ocurren trastornos en el proceso de digestión y asimilación (Cañarte *et al.*, 2003). Debido a esto, es normal encontrar una disminución significativa en el peso y tamaño de larvas, pupas y adultos expuestos a compuestos del neem, en *P. brassicae*, *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), *P. xylostella*, *T. absoluta*, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae), *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), *P. citrella*, *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) y *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) (Brunherotto *et al.*, 2010; Groote 2010; Saenz *et al.*, 2010; Hasan y Ansari 2011; Boiça *et al.*, 2013; Nuñez *et al.*, 2016; Hached *et al.*, 2018). El desarrollo larval se prolonga más de lo normal debido a que el insecto no logra obtener los nutrientes necesarios para su desarrollo. Ahora bien, cabe señalar que el proceso anti alimentario es efectivo al haber concurrido un margen de tiempo, en el cual el insecto puede consumir material vegetal. Así lo demostraron Hasan y Ansari (2011) cuando al aplicar un aceite de neem de formulación comercial en larvas de *P. brassicae*, estas logran causar daño en las hojas, ya que la mortalidad de estas por el efecto anti alimentario y tóxico ocurren de manera lenta. De la misma forma al tratar los estados larvales más avanzados, el daño foliar aumenta demostrando que los estadios más inmaduros sufren un efecto anti alimentario más efectivo. Cañarte *et al.* (2003) por su parte, al aplicar extractos acuosos de neem también encontraron que el efecto anti alimentario ocurría de manera paulatina hasta causar la muerte en *P. citrella*.

Regulador de crecimiento. La azadiractina actúa principalmente como regulador de crecimiento, lo que ha sido reportado en los órdenes Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera,

Diptera y Acari. Por ejemplo, estados inmaduros del lepidóptero *C. pomonella* expuestos a aceites de neem comercial a través de la dieta, sufren anomalías durante el desarrollo larval y pupal. La sintomatología en larvas corresponde a la presencia de manchas en todo el cuerpo, anillo necrótico en el dorso, larvas transparentes, menor tamaño larval, imposibilidad de desprenderse de la vieja cápsula cefálica y exuvios adheridos al cuerpo (Burbulla *et al.*, 1995; Groote, 2010). Además, algunos individuos no logran formar sus pupas, muriendo sin completar su ciclo y muchos sobrevivientes se transforman en adultos deformes (Groote, 2010). Según Saenz *et al.* (2010) al aplicar un aceite comercial de neem en la dieta de *L. botrana* en concentraciones subletales, se desencadena una disminución en la hormona protoracicotrópica durante el desarrollo larval, por lo cual en el estadio 5, las larvas comienzan una deambulación prematura, cesan su alimentación y mueren. Cuando la concentración es alta sobre el primer estadio larval, estas cesan su alimentación, reafirmando la directa proporcionalidad entre la concentración y los efectos ocasionados. En el Nóctuido *H. armigera* los aceites de neem de formulación comercial aplicados en estados larvarios, provocan que algunas larvas no logren pupar. Adicionalmente, aquellas que logran pupar, presentan deformidades, como pupas con características larvarias (patas y cápsula cefálica), y la mayoría no logra llegar a la etapa adulta (Henrique *et al.*, 2018). Larvas de primer estadio de *P. xylostella*, por su parte, alimentadas con hojas tratadas con extractos acuosos de semillas en distintas concentraciones, mueren durante la ecdisis, sin poder liberar el exuvio. Otras mueren en el estadio pre pupal o pupal y la mayoría de las que llega al estado adulto presentan deformidades (Torres *et al.*, 2006).

En el orden Hemiptera, los compuestos de neem, en especial la azadiractina, provoca una interrupción en las concentraciones de ecdisona y la hormona juvenil en la hemolinfa, por ende, afecta la muda, la metamorfosis y la reproducción (Santos *et al.*, 2004; Azizah *et al.*, 2021). Al ser alimentado con hojas tratadas con extracto acuoso de semillas, el áfido *A. gossypii* muere en el proceso de muda, quedando muchas veces el antiguo tegumento adherido al cuerpo del insecto. Asimismo, las ninfas adquieren una coloración negra pardusca (Santos *et al.*, 2004). Por su parte, en *M. persicae* Gomes y Costa (2018) encontraron que ninfas expuestas a alimentos tratados con extractos acuosos de hojas, causan anomalías anatómicas en los insectos después de la muerte, como aspecto fundido y color oscurecido. Según los autores esto es provocado por el efecto de la azadiractina, la que provoca una interferencia en la metamorfosis, desencadenando anomalías anatómicas. En otros estudios se ha encontrado que las ninfas de *M. persicae*, mueren al consumir alimento tratado con aceites de neem de formulación comercial y las sobrevivientes producen adultos de tamaño inferior, alas, patas y estilete anormal. El grado de anomalía varía tanto con la etapa de crecimiento del insecto, la concentración aplicada y con la planta huésped de la que se alimentan (Shannag *et al.*, 2014). Asimismo, al tratar hembras adultas con una dieta que contiene azadiractina, la producción de ninfas cesa con el pasar de las horas y las ninfas producidas nacen muertas con apéndices sin desarrollar (Shannag *et al.*, 2014). En *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Hemiptera: Aphididae) se verifica el efecto de regulación del crecimiento en áfidos, ya que al alimentar ninfas con alimento tratado con aceites de neem de formulación comercial se observó mortalidad al interrumpir y abortar la muda ninfal (Sadeghi *et al.*, 2009).

Según Silva *et al.* (2015), en Diptera es esperable encontrar interferencias en la metamorfosis de *L. sativae*, lo que conduce a individuos deformes o mortalidad de estos. Según los autores

la azadiractina provoca cambios hormonales que llevan al insecto a la muerte durante el intercambio de tegumento o inhibe la ecdisis evitando que llegue a edad adulta. Debido a esto es que Costa *et al.* (2016) al usar extractos acuosos de semillas en distintas concentraciones, encontraron una alta mortalidad en larvas y las sobrevivientes mueren en la etapa pupal sin alcanzar el estado adulto.

Supresión de reproducción. Al igual que en *M. azedarach*, los compuestos de neem aplicados en las plantas huésped en forma de extractos o aceites provocan una disminución en la oviposición de lepidópteros, coleópteros, hemípteros, dípteros y ácaros. En especies de lepidópteros como *H. armigera*, *P. xylostella*, *P. brassicae*, *L. botrana* y otros, se ha encontrado una fuerte disminución reproductiva, ya que los insectos expuestos a los compuestos del neem reducen su fecundidad de manera significativa (Saenz *et al.*, 2010; Jesus *et al.*, 2011; Hasan y Ansari 2011; Henrique *et al.*, 2018). Hembras adultas de *H. armigera* al ser expuestas a aceites de neem de formulación comercial, reducen su fecundidad en 55%, ósea se puso menos de la mitad de los huevos que pusieron las larvas del tratamiento control. Por su parte *L. botrana* experimenta el mismo efecto con la diferencia que con concentraciones altas de azadiractina ocurre una esterilidad tal, que la fecundidad se reduce a 0 huevos puestos (Saenz *et al.*, 2010). Según los autores esta disminución se debe a que existe una reducción de la proteína ovárica, como también a la interrupción de la síntesis y absorción de vitelogenina en los ovocitos en desarrollo, lo que impide la producción de óvulos (Henrique *et al.*, 2018). Por su parte Hasan y Ansari (2011) al rociar hojas de repollo antes de infestar con *P. brassicae* encontraron un 60% menos de huevos puestos por hembras adultas en las hojas en comparación al cultivo control. Según los investigadores *P. brassicae* no se sintió atraída por las hojas del repollo, debido a que los volátiles del neem interfieren en la captación de los aromas del repollo.

Principales órdenes y especies susceptibles presentes en Chile

En esta revisión bibliográfica y como se presenta en el Cuadro 2, se observa que los estudios que evalúan la acción del neem sobre insectos presentes en Chile, se concentran principalmente en el orden Hemiptera con 43 estudios sobre 10 especies distintas. En segundo lugar, en cantidad de estudios, encontramos el orden Lepidoptera, con 28 estudios en 9 especies distintas. Por su parte Acari tiene 13 estudios revisados en 5 especies distintas. Coleoptera y Diptera concentran 11 estudios cada uno con 6 y 3 especies estudiadas respectivamente y por último Thysanoptera presenta 8 estudios en 2 especies distintas.

Cuadro 2. Estudios realizados con neem por especie, pertenecientes a los órdenes estudiados.

Orden	Familia	Especie	Nº de Estudios	Referencias
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Helicoverpa armigera</i>	3	Wakil <i>et al.</i> , 2012b; Tavares <i>et al.</i> , 2019; Fite <i>et al.</i> , 2020

Orden	Familia	Especie	N° de Estudios	Referencias
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Trichoplusia ni</i>	1	Nuñez <i>et al.</i> , 2016
Lepidoptera	Tortricidae	<i>Lobesia botrana</i>	1	Saenz <i>et al.</i> , 2010
Lepidoptera	Tortricidae	<i>Cydia pomonella</i>	2	Groote 2010; Burbulla <i>et al.</i> , 1995
Lepidoptera	Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i>	2	Rodriguez y Vendramim 2007; Brunherotto <i>et al.</i> , 2010
Lepidoptera	Pieridae	<i>Pieris brassicae</i>	3	Sharma y Gupta 2009; Hasan y Ansari 2011; Ali <i>et al.</i> , 2017
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Ectomyelois ceratoniae</i>	2	Hached <i>et al.</i> , 2018; Lalmi y Messaoudi 2021
Lepidoptera	Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	9	Torres <i>et al.</i> , 2001; Liang <i>et al.</i> 2003; Boiça <i>et al.</i> , 2005; Torres <i>et al.</i> , 2006; Bastos <i>et al.</i> , 2009; Jesus <i>et al.</i> , 2011; Ahmad <i>et al.</i> , 2012; Boiça <i>et al.</i> , 2013; Malik <i>et al.</i> 2019
Lepidoptera	Gracillariidae	<i>Phyllocnistis citrella</i>	5	Ripolles <i>et al.</i> , 1996; Cañarte <i>et al.</i> , 2003; Arshad <i>et al.</i> , 2018; Arshad <i>et al.</i> , 2019; Cañarte <i>et al.</i> , 2020
Coleoptera	Bruchidae	<i>Acanthoscelid es obtectus</i>	2	Gonzalez <i>et al.</i> , 2017; Ramos <i>et al.</i> , 2018
Coleoptera	Bruchidae	<i>Callosobruchus maculatus</i>	1	Trinidad y Gaona, 2011
Coleoptera	Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i>	4	Cerna <i>et al.</i> , 2010; Naue <i>et al.</i> , 2010; Kossou 2011; Perera <i>et al.</i> , 2018
Coleoptera	Curculionidae	<i>Sitophilus oryzae</i>	1	Fauzi <i>et al.</i> , 2022

Orden	Familia	Especie	N° de Estudios	Referencias
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Xanthogaleruca luteola</i>	1	Valizadeh <i>et al.</i> , 2013
Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i>	2	Islam y Talukde 2005; Khaier <i>et al.</i> , 2019
Hemiptera	Aphididae	<i>Aphis fabae</i>	2	Ahmed A. <i>et al.</i> 2007; Peynirsi <i>et al.</i> , 2021
Hemiptera	Aphididae	<i>Aphis craccivora</i>	7	Carvalho y Bleicher 2006; Chandra <i>et al.</i> , 2008; El-Hawary y El-Salam 2008; Baidoo <i>et al.</i> , 2011; Peña <i>et al.</i> , 2013; Dhakal <i>et al.</i> , 2019; Hossain <i>et al.</i> , 2021
Hemiptera	Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	7	Monteiro <i>et al.</i> , 2004; Wakil <i>et al.</i> , 2012a; Ebrahimi <i>et al.</i> , 2013; Peña <i>et al.</i> , 2013; Ribeiro <i>et al.</i> , 2015; Montero <i>et al.</i> , 2017; Azizah <i>et al.</i> , 2021
Hemiptera	Aphididae	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	4	Sadeghi <i>et al.</i> , 2009; Melesse y Singh 2012; Megersa 2016; Peynirsi <i>et al.</i> , 2021
Hemiptera	Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	10	Heuvel <i>et al.</i> , 1998; Carvalho <i>et al.</i> , 2008; Shannag <i>et al.</i> , 2014; Oliveira 2016; Poma 2016; Honorato 2017; Birgucu <i>et al.</i> , 2018; Cavalcante 2018; Venzon <i>et al.</i> 2010, Saady 2021;
Hemiptera	Aphididae	<i>Brevicoryne brassicae</i>	1	Carvalho <i>et al.</i> , 2008
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	3	Garcia y Gutierrez 2003; Vinasco y Soto 2014; Reyes <i>et al.</i> , 2016

Orden	Familia	Especie	N° de Estudios	Referencias
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	6	Lopes <i>et al.</i> , 2007; Valle <i>et al.</i> , 2009; Touhidul <i>et al.</i> , 2011; Dias <i>et al.</i> 2012; Cruz <i>et al.</i> , 2013; Navarrete <i>et al.</i> , 2017
Hemiptera	Pseudococcidae	<i>Pseudococcus longispinus</i>	1	Hutapea <i>et al.</i> , 2021
Hemiptera	Pentatomidae	<i>Bagrada hilaris</i>	2	Halder <i>et al.</i> , 2017; Shimat 2017
Diptera	Agromyzidae	<i>Liriomyza sativae</i>	7	Salas y Mendoza 2001; Hossain <i>et al.</i> 2008; Silva <i>et al.</i> , 2015; Costa <i>et al.</i> , 2016; Silva <i>et al.</i> , 2016; Mossoro 2017; Costa <i>et al.</i> , 2018
Diptera	Agromyzidae	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	2	Weintraub y Horowitz 1997; Bastos <i>et al.</i> , 2010
Diptera	Terphritidae	<i>Ceratitidis capitata</i>	2	Adan <i>et al.</i> , 1998; Alvarenga <i>et al.</i> , 2012
Thysanoptera	Thripidae	<i>Thrips tabaci</i>	3	Khan <i>et al.</i> , 2006; Shiberu y Negeri 2014; Fitiwy <i>et al.</i> , 2015
Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	5	Pearsall y Hogue 2000; Thoeming <i>et al.</i> , 2006; Bonsignore y Vacante 2012; Padilla 2015; Shah <i>et al.</i> , 2017
Acari	Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	6	Brito <i>et al.</i> , 2006; Carrillo <i>et al.</i> , 2011; Soto <i>et al.</i> , 2011; Bernardi <i>et al.</i> , 2012; Calvo <i>et al.</i> , 2015; Venzon <i>et al.</i> , 2020
Acari	Tetranychidae	<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	1	Topakci y Gocmen 2008
Acari	Tetranychidae	<i>Panonychus</i>	2	Maric <i>et al.</i> , 2009; Rangrez

Orden	Familia	Especie	N° de Estudios	Referencias
		<i>ulmi</i>		<i>et al.</i> , 2010
Acari	Eriophyidae	<i>Aculops lycopersici</i>	1	Rezapana <i>et al.</i> , 2019

Lepidoptera. En este orden se encuentra una gran cantidad de especies presentes en Chile susceptibles a los compuestos de neem. Estas especies se distribuyen en 7 familias distintas, incluyendo Noctuidae y Tortricidae con dos especies susceptibles en cada una y Gelechiidae, Plutellidae, Pieridae, Pyralidae y Gracillariidae con una especie cada una. Estas especies de insectos revisados se detallan en el Cuadro 2 y las más estudiadas son el plutéllido *P. xylostella* y *P. citrella* con 9 y 5 estudios respectivamente.

Coleoptera. En este orden se registran 4 familias con especies presentes en Chile susceptibles a los compuestos de neem. Curculionidae y Bruchidae son las principales con 2 especies cada una. En Curculionidae encontramos solo el género *Sitophilus*, a diferencia de Bruchidae que concentra estudios en *A. obtectus* y *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae). Con solo 1 especies estudiada encontramos a la familia Chrysomelidae y Tenebrionidae.

Hemiptera. Este orden es el que concentra la mayor cantidad de estudios y especies estudiadas con neem. La principal familia revisada corresponde a Aphididae, la que concentra 6 especies, de las cuales 3 son del género *Aphis*. Ahora bien, este género por ser el más estudiado concentra 16 estudios siendo *A. craccivora* y *A. gossypii* los principales con 7 estudios cada uno. El áfido más estudiado es *M. persicae* con 10 estudios tanto de laboratorio como de campo. En segundo lugar, encontramos a la familia Aleyrodidae con dos especies y 9 estudios realizados. Posteriormente encontramos a Pseudococcidae y Pentatomidae con una especie revisada cada una.

Diptera. Agromyzidae y Terphritidae son las dos familias revisadas del orden Diptera. La primera es la más importante con dos especies revisadas del género *Liriomyza*, en 9 estudios, concentrándose 7 en *L. sativae*.

Acari. En este grupo encontramos a dos familias con especies susceptibles al neem. Tetranychidae es la más importante con 4 especies susceptibles en 12 estudios. El género *Tetranychus* lo encontramos en dos especies, *T. urticae* y *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). *T. urticae* es la especie más importante con 6 estudios revisados. Por otro lado, con 1 estudio en una sola especie, encontramos la familia Eriophyidae con *Aculops lycopersici* (Tryon) (Acari: Eriophyidae).

Thysanoptera. Por último, encontramos este orden con 2 especies revisadas pertenecientes a la familia Thripidae. Esta familia concentra 8 estudios tanto de laboratorio como de

campo.

El detalle de las especies de todos los órdenes revisados y su frecuencia de estudio se encuentran detallado en el Cuadro 2.

Especies de interés en Chile por Orden y sus estadios más susceptibles

Lepidoptera. En casi todas las familias de lepidópteros revisadas se ha encontrado que el extracto vegetal y el aceite de neem comercial de distintos fabricantes con sus respectivas concentraciones de azadiractina, provocan una alta mortalidad en larvas, pupas y adultos cuando se aplican estos productos en el estadio larval. En condiciones de laboratorio al aplicar en el estado de larva se ha observado que *C. pomonella* y *L. botrana* producen un 0% de emergencia de adultos, ya que se genera una mortalidad poblacional que llega al 100% en el estado pupal o incluso en los estadios larvales cuando la concentración es lo suficientemente alta (Burbulla *et al.*, 1995; Groote 2010; Saenz *et al.*, 2010).

Ahora bien, de la misma forma en Pyralidae, *E. ceratoniae* ha presentado mortalidad de larvas del 100% a nivel poblacional cuando se aplican aceites de neem comerciales en laboratorio. Es posible encontrar una inhibición del crecimiento y un retraso en el desarrollo larval (Hached *et al.*, 2018; Lalmi y Messaoudi, 2021). A nivel de campo la mortalidad reportada no supera el 50% en larvas cuando se aplica una formulación de azadiractina. Por otro lado, *P. brassicae* ha mostrado mayormente un efecto anti alimentario en larvas que son expuestas a los compuestos del neem en condiciones de laboratorio. Tanto aceites de neem comercial como extractos acuoso y etanólicos presentan una supresión de alimentación que puede superar el 80% en larvas expuestas directamente o a través de alimento tratado (Hasan y Ansari, 2011; Ali *et al.*, 2017). De la misma forma estos productos logran una mortalidad que puede llegar al 100% a nivel poblacional en larvas al pasar una cierta cantidad de tiempo, provocando una disminución significativa en el número de adultos emergidos. En ambas especies de Pieridae, los huevos son susceptibles al neem, ya que su exposición provoca una disminución que muchas veces supera el 90% en el número huevos eclosionados (Sharma y Gupta, 2009).

En la familia Noctuidae, larvas de *T. ni* sufrieron una mortalidad superior al 70% cuando se aplicaron extractos hexánicos de hojas en condiciones de laboratorio. El peso de las larvas afectadas por el extracto disminuye en relación con el control y, como en los demás lepidópteros, la magnitud de los efectos depende de la concentración aplicada (Nuñez *et al.*, 2016). De igual manera, en condiciones de laboratorio, el aceite de neem comercial en *H. armigera* provoca una disminución de la fecundidad y la fertilidad, acortando los tiempos de pre-oviposición y generando que las hembras adultas reduzcan significativamente la oviposición. El neem alarga el periodo de desarrollo larvario, pero acorta la longevidad de *H. armigera*, ya que, genera una mortalidad superior al 90% cuando se aplican dosis letales, e insectos deformes cuando la dosis es subletal (Wakil *et al.*, 2012b). Por otro lado, en condiciones de campo, Fite *et al.* (2020) encontraron que los extractos acuosos y etanólicos de semillas provocan una disminución de la población del insecto superior al 65%, provocando un aumento en el rendimiento del cultivo huésped en comparación al control de agua o etanol, a pesar de que se aplicó cuando existía señal de daño foliar. De forma

equivalente, Tavares *et al.* (2019) concluyo que el aceite comercial de neem aplicado en campo provoca la muerte de la mitad de la población, pudiéndose observar que entre más joven es la larva en el momento de aplicación, mejor es el efecto.

En la familia Gelechiidae, *T. absoluta*, experimenta mortalidad de larvas superior al 60%, en condiciones de laboratorio, cuando se aplican extractos acuosos de semillas sobre hojas de tomate infestadas. Ahora bien, cuando se aplican en el suelo extractos al 10% (p/v) se ha podido generar una mortalidad del 100% durante el desarrollo del insecto (Rodriguez y Vendramin, 2007). Dependiendo de la concentración, al igual que en otros lepidópteros, se observa un aumento en el periodo de desarrollo larval y pupal, como también una reducción considerable en la oviposición (Brunherotto *et al.*, 2010). Por otra parte, en condiciones de invernadero, se ha podido visualizar una reducción superior al 60% en la formación de minas, las que reducen su tamaño considerablemente cuando aumentan las concentraciones del neem (Rodriguez y Vendramin, 2007).

Por otra parte, se ha observado una reducción total de la población del gusano minador *P. citrella* (Gracillariidae), con aplicaciones de aceite comercial de neem en condiciones de invernadero. En consecuencia, se redujo un 99% la superficie enrollada de las hojas y en un 93% la cantidad de minas generadas en éstas. Se observó que la mayoría de las minas eran de larvas de primer estadio, evidenciando la alta susceptibilidad de los estados inmaduros a los compuestos de neem (Ripolles *et al.*, 1996). A nivel de campo existe una mayor cantidad de antecedentes, que apuntan a una reducción poblacional importante, que puede superar el 85%, cuando se aplican extractos acuosos o aceites de neem de formulación comercial. A diferencia de las condiciones de campo, en condiciones de invernadero, se logra una mortalidad más baja de los insectos; sin embargo, es posible observar un fuerte efecto repelente, lo que contribuye a obtener un significativo porcentaje de reducción poblacional (Cañarte *et al.*, 2020). El efecto repelente también se observa en un 85% en individuos adultos. De la misma forma es posible esperar un efecto anti alimentario y una disminución en la formación de pupas y posterior emergencia de adultos (Arshad *et al.*, 2019).

En la familia Plutellidae, encontramos que *P. xylostella* es el lepidóptero con más reportes en torno a la susceptibilidad del neem, aunque en su mayoría son a nivel de laboratorio. Al igual que en los demás lepidópteros se observa una mortalidad que varía entre 50- 100% en larvas expuestas a aceites comerciales de neem y extractos acuosos en distintas concentraciones (Torres *et al.*, 2001). El insecto no logra completar su desarrollo, por ende, la emergencia de adultos disminuye de manera significativa. De forma similar, se ha encontrado una alta disminución en la alimentación y de oviposición como en los demás lepidópteros (Boiça *et al.*, 2005; Torres *et al.*, 2006).

Debido a los antecedentes obtenidos de las distintas especies, pertenecientes a las familias anteriormente mencionadas, es posible aseverar que entre más joven es la larva del lepidóptero, más susceptible es a los compuestos de neem aplicados mediante extracto vegetal o aceite, ya sea comercial o bruto. La acción reguladora de crecimiento y anti alimentaria del neem es ideal para controlar esa población de larvas que, si bien continúan su desarrollo, mueren o son inviables antes de ser adultos. Es de suma importancia ser efectivos a la hora de aplicar el bioinsecticida ya que la evidencia nos demuestra que estadios más inmaduros son más susceptibles al neem y en menores cantidades. De la misma forma las

aplicaciones más tardías no generan un gran problema, para el control poblacional ya que la evidencia recién expuesta nos demuestra que el neem genera una importante supresión en la oviposición de las hembras adultas y en muchas especies actúa también como un potente ovicida. Los efectos ocasionados por los extractos o aceites esenciales se detallan en el Apéndice VII.

Coleoptera. *A. obtectus*, *C. maculatus*, *S. zeamais*, *S. oryzae*, *X. luteola* y *T. castaneum* han demostrado una alta susceptibilidad en el estadio adulto a los extractos, aceite y polvos de distintos órganos del neem (Trinidad y Gaona, 2011; Gonzalez *et al.*, 2017; Perera *et al.*, 2018; Khaier *et al.*, 2019; Fauzi *et al.*, 2022). La mortalidad generalmente es alta con el pasar del tiempo, ya que los compuestos del neem actúan de manera lenta (Ramos *et al.*, 2018). Del mismo modo en *X. luteola* y *T. castaneum* se ha podido comprobar que también las larvas son altamente susceptibles a los efectos del neem.

Ahora bien, los estadios más susceptibles de los coleópteros a los compuestos del neem, son los adultos y las larvas. Cabe mencionar que estos estadios son altamente fitófagos, por ende, la probabilidad de contacto o ingestión de los compuestos del neem es mayor, siendo una importante oportunidad de control. Los efectos ocasionados por los extractos o aceites esenciales se detallan en el Apéndice VIII.

Hemiptera. En las especies revisadas se ha encontrado que huevos, ninfas y adultos son altamente susceptibles a los compuestos del neem. Los áfidos *A. gossypii*, *A. craccivora* y *A. fabae* han presentado una alta susceptibilidad a los compuestos de *A. indica* generando una reducción poblacional considerable ocasionada por mortalidad en adultos y ninfas cuando se aplican estos compuestos en forma de extractos vegetales o aceites esenciales (Carvalho y Bleicher 2006; Ahmed *et al.*, 2007; Peña *et al.*, 2013; Montero *et al.*, 2017; Hossain *et al.*, 2021; Peynirsi *et al.*, 2021). En experimentos de laboratorio, en invernadero y en campo, se ha encontrado que los compuestos de *A. indica* producen una tasa de crecimiento poblacional negativa cuando se exponen a estos hemípteros. *M. persicae*, *B. brassicae* y *A. pisum*, por su parte también son áfidos que experimentan una fuerte reducción poblacional gatillada por mortalidad o repelencia, de ninfas y adultos (Carvalho *et al.*, 2008; Sadeghi *et al.*, 2009; Venzon *et al.* 2010; Poma 2016; Cavalcante 2018; Peynirsi *et al.*, 2021). De la misma forma se ha observado un efecto anti alimentario que disminuye el daño considerablemente en las plantas huéspedes (Heuvel *et al.*, 1998; Oliveira, 2016).

Por otro lado, en especies de la familia Aleyrodidae también se ha observado que adultos y ninfas son repelidos o mueren al exponerse a los compuestos de *A. indica* cuando se alimentan de plantas tratadas o al ser rociados directamente. Al ser tratados con aceites esenciales o extractos acuosos y etanólicos, *B. Tabaci* y *T. vaporariorum* sufren reducción en la fertilidad y fecundidad, lo que provoca una reducción en el número de huevos puestos por hembra (García y Gutierrez 2003; Valle *et al.*, 2009; Vinasco y Soto 2014; Navarrete *et al.*, 2017). De la misma forma, al aplicar extractos sobre huevos de estas dos especies, disminuye de manera importante la emergencia de ninfas (Lopes *et al.*, 2007; Dias *et al.* 2012). Al igual que en los áfidos, es esperable una reducción en la alimentación de ninfas y adultos expuestos a los extractos en condiciones de laboratorio y campo.

Ninfas de *P. longispinus* de la familia Pseudococcidae mueren al ser expuestos directamente a aceites esenciales en condiciones de laboratorio (Hutapea *et al.*, 2021). De la misma forma, en condiciones de laboratorio, el Pentatómido *Bagrada hilaris* (Burmeister, 1835) (Hemiptera: Pentatomidae) ha experimentado una reducción de alimentación que provoca una considerable protección del cultivo huésped, cuando ninfas fueron tratadas con aceites esenciales de formulación comercial (Halder *et al.*, 2017).

Ahora bien, por la información expuesta, en todas las especies de Hemípteros afectados, las ninfas y adultos son altamente susceptibles a morir o ser repelidos por los compuestos del neem y sus efectos e intensidades dependen directamente de la concentración usada y los días de exposición a estos. Las hembras adultas también son altamente susceptibles a ser infértiles y los huevos de algunas especies como los de la familia Aleyrodidae, pueden ser inviables al contacto con el neem. Por lo cual, la oportunidad control de los hemípteros mencionados, es efectiva en cualquier etapa del ciclo de desarrollo, aunque es importante mencionar que al aplicar cuando la infestación es baja o de forma preventiva generará los mejores resultados. Los efectos ocasionados por los extractos o aceites esenciales se detallan en el Apéndice IX.

Diptera. De los dípteros presentes en Chile estudiados en esta revisión destaca la familia Agromyzidae con dos importantes insectos minadores. *L. sativae* y *L. huidobrensis* al ser expuestos a compuestos de *A. indica* o al consumir estos directamente de un huésped que ha sido tratado con extractos o aceites esenciales, experimentan mortalidad que afecta desde el estadio larval hasta los adultos (Bastos *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2016; Costa *et al.*, 2018). Dependiendo de la concentración usada muchas veces se genera una mortalidad que llega al 100% en el estado de pupa, provocando que no emerja ningún adulto. Otro efecto importante reportado, que verifica los efectos tóxicos de *A. indica* en estos dípteros, es la disminución de oviposición gatillada por la disminución de la fecundidad y fertilidad de las hembras que han sido expuestas a extractos acuosos o aceites esenciales de neem (Salas y Mendoza 2001; Silva *et al.*, 2015). En contraste, Hossain *et al.* (2008) observó que los huevos de *L. sativae* no han sufrido efectos negativos importantes a la exposición de estos compuestos.

De la misma forma, el insecto perteneciente a la familia Tephritidae *C. capitata* se ve altamente afectada por los compuestos del neem, cuando sus larvas son expuestas a estos, provocando la muerte hasta del 100% de los individuos en los estados más avanzados, como la pupa. Estos efectos provocados en dípteros, al igual que en otros órdenes, generan una reducción poblacional que depende de la concentración y el tiempo de exposición, tanto a nivel de laboratorio e invernadero como de campo (Adan *et al.*, 1998; Alvarenga *et al.*, 2012).

Según los antecedentes planteados, el estado larval es el más susceptible a los compuestos del neem. Por ende, a la hora de aplicar para controlar los dípteros mencionados, es importante hacerlo cuando la población se encuentra en estadio larval. Por otro lado, al igual que en los otros órdenes, las hembras pueden verse infértiles al ser tratadas con neem, por lo que aplicaciones más tardías a individuos púpaes o adultos, pueden generar de igual forma, buenos resultados en la reducción poblacional futura. Los efectos ocasionados por los extractos o aceites esenciales se detallan en el Apéndice X.

Acari. De los ácaros revisados el más importante a nivel de estudios es *T. urticae*. Este acaro ha mostrado una alta susceptibilidad al contacto con los compuestos de neem en sus estadios de huevo, ninfas y adulto a nivel de laboratorio. De la misma manera, *T. cinnabarinus*, *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) y *A. lycopersici* han mostrado una alta susceptibilidad en los estadios de huevo, ninfas y adulto al neem.

Estos efectos han podido comprobarse también a nivel de invernadero y campo en *T. urticae*, *P. ulmi* y *A. lycopersici*, mostrando una alta susceptibilidad en los estadios anteriormente mencionados. Los efectos negativos sobre los distintos estadios han podido generarse por contacto y por ingestión.

Dicho lo anterior, no existe un momento más efectivo para el control de estos ácaros, ya que todos los estadios son sensibles a los compuestos del neem, Por lo cual, debemos procurar siempre actuar preventivamente para así obtener mejores resultados. Los efectos ocasionados por los extractos o aceites esenciales se detallan en el Apéndice XI.

Thysanoptera. De los Thysanópteros presentes en Chile revisados, Thripidae es la principal familia con especies susceptibles a los compuestos del neem. Por ejemplo, *F. occidentalis* ha presentado resultados variados en los distintos niveles estudiados. En condiciones de laboratorio, al exponer adultos en aceites esenciales comerciales y extractos acuosos se ha encontrado una mortalidad media cuando se aplican por contacto y una mortalidad casi máxima cuando se aplicaron en el suelo (Bonsignore y Vacante, 2012; Padilla, 2015). De la misma forma al aplicar aceites esenciales de formulación comercial en plantas infestadas con *F. occidentalis* en condiciones de invernadero y campo, se ha obtenido como máximo un 50% de reducción poblacional, en distintas dosis y concentraciones. Es posible identificar que adultos y ninfas de *F. occidentalis*, presentan una alta supresión en la alimentación, que, dependiendo de la concentración usada, llega a reducir casi un 90% el daño generado en la planta huésped, lo que muchas veces se traduce en un aumento del rendimiento del cultivo a nivel de campo (Thoeming *et al.*, 2006; Shah *et al.*, 2017).

Por otra parte, *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera: Thripidae) también ha mostrado resultados variables a nivel de campo cuando se han expuestos a aceites esenciales y extractos acuoso de hojas y semillas. Se ha encontrado una reducción poblacional que varía de un 20% a 78%, cuando se han usado distintos tratamientos en sus concentraciones más altas. De igual manera que en *F. occidentalis*, se sospecha de una potencial acción anti alimentaria, ya que se encontró un aumento considerable del rendimiento del cultivo huésped en muchos estudios, a pesar de que la reducción poblacional no supero el 50%. (Shiberu y Negeri, 2014; Fitiwy *et al.*, 2015).

En Thysanoptera se ha podido identificar que, si bien los estados inmaduros y adultos no son tan sensibles al efecto letal del neem, son susceptibles a una posible acción anti alimentaria, lográndose un menor nivel de daño en el cultivo huésped. Es de suma importancia mencionar que los resultados no son concluyentes debido a que existe una variabilidad alta en estos, por lo cual es importante usar el neem como uso alternativo para controlar el daño del trips. Los efectos ocasionados por los extractos o aceites esenciales se detallan en el Apéndice XII

DISCUSIÓN

Efectividad de los extractos de *M. azedarach* (melia)

Los extractos vegetales y aceites esenciales de *M. azedarach*, independiente de su forma de extracción y el órgano o estructura vegetal usado para ésta, generalmente provocan estímulos negativos de diversas magnitudes en diversas especies (Andrade *et al.*, 2009; Al-Mehmadi y Al-Khalaf, 2010; Fetoh y Asiry, 2012). Se ha podido observar que el efecto y magnitud provocadas por los extractos y aceites en los insectos, dependen en gran medida del órgano o estructura vegetal utilizada, el tipo de extracción y de su concentración (Kamaraj *et al.*, 2010; Cala *et al.*, 2012; Rohde *et al.*, 2013). Los extractos acuosos, etanólicos, metanólicos y aceites esenciales han demostrado ser eficientes en experimentos de campo y laboratorio en insectos susceptibles (Nathan *et al.*, 2006; Kebede *et al.*, 2010; Abiy *et al.*, 2015). En muchos experimentos el extracto etanólico y metanólico presentan mejores resultados que el extracto acuoso en la misma concentración y condiciones similares de extracción (Granados, 2010; Fetoh y Asiry, 2012). En el orden Coleoptera, el extracto etanólico de frutos al 2,4% (p/v) genera un 86% de mortalidad en larvas *X. luteola* en condiciones de laboratorio, en cambio el extracto acuoso de frutos a 4,4% (p/v) genera solo 63% de mortalidad (Chiffelle *et al.*, 2011; Chiffelle *et al.*, 2019). Asimismo, larvas del díptero *Dacus ciliatus* (Loew, 1862) (Diptera: Tephritidae) experimentan mortalidad de 94% cuando se exponen a extractos etanólicos de hojas, por su parte al exponerse al extracto acuoso en las mismas condiciones sólo muere el 67% de las larvas (Fetoh y Asiry 2012). En *A. aegypti* tratadas con extractos etanólicos muere el doble de larvas que al ser tratadas con extractos acuosos a la misma concentración (Lopez, 2016). En Hemiptera ninfas de primer estadio del Psyllido *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) mueren el 100% cuando se aplican extractos etanólicos de hojas, en contraste al 90% de mortalidad obtenido por extractos acuosos a mayor concentración (Granados, 2010). El extracto metanólico al 20% (p/v) a su vez, logra casi un 33% más de mortalidad que el extracto acuoso de frutos al 20% (p/v) en poblaciones de *B. tabaci* en condiciones de invernadero (Abou-Fakhr *et al.*, 2000a).

Si bien existe diferencia en la efectividad de los extractos, en concentraciones adecuadas y aplicando en los momentos adecuados se puede reducir significativamente la población de insectos plagas, ya que todos los extractos y aceites esenciales permiten el manejo de las plagas susceptibles. Las hojas, frutos y semillas son los órganos/estructuras más usadas para generar extractos de *M. azedarach*. Por lo general todos los órganos/estructuras han demostrado generar algún efecto adverso en especies susceptibles, pero frutos y semillas han generado un impacto más intenso en los efectos sufridos (Zoppolo, 2008; Chiffelle *et al.*, 2009; Ibañez *et al.*, 2009; Kumaraj *et al.*, 2010). Ibañez y Zoppolo (2008) informaron que los frutos maduros de *M. azedarach* poseen un total de limonoides de 3,92 mg/g, en contraste a los 2,2 mg/g y 1,38 mg/g de hojas verdes y senescentes respectivamente. Por su parte Bermejo *et al.* (2014) encontraron que los extractos etanólicos al 20% (p/v) de frutos generaron casi un 61% más de sólidos totales que el extracto etanólico de hojas al 20% (p/v). De la misma forma Coria *et al.* (2008) encontraron que el extracto etanólico de frutos generaba 20 veces más meliartenina que el extracto etanólico de hojas. Debido a lo anterior

es esperable encontrar en condiciones de laboratorio, que el extracto acuoso de frutos al 5% (p/v) genere la muerte del 100% de las ninfas del áfido *B. brassicae*, en cambio el extracto acuoso de hojas a la misma concentración genera la muerte del 90% (Lovatto *et al.*, 2011). De la misma forma, *B. cockerelli* y *B. tabaci* también han mostrado una mortalidad significativamente más alta cuando se aplicaron extractos etanólicos, metanólicos y acuosos de frutos, respectivamente, a ninfas de estos hemípteros, en comparación a los extractos de hojas a la misma concentración que son menos efectivos (Abou-Fakhr *et al.*, 2001; Granados, 2010). Por su parte el coleóptero *D. speciosa*, ha sufrido un 50% de mortalidad en adultos cuando fueron expuestos a extractos acuoso de hojas. En cambio, el extracto de frutos y flores, a la misma concentración y condiciones, generó una mortalidad 88% y 100% respectivamente (Ventura y Ito, 2000). En *S. eridania* se ha podido observar que el extracto etanólico de frutos al 2% (p/v) genera casi un 20% más de inhibición alimentación en larvas en comparación al extracto etanólico de hojas al 2% (p/v) (Rossetti *et al.*, 2008). En *Anopheles stephensi* (Liston) (Diptera: Culicidae) el extracto metanólico de semillas generó aproximadamente un 20% más de mortalidad en larvas, pupas y adultos en comparación con el extracto metanólico de hojas a la misma concentración (Nathan *et al.*, 2006). *Ceratitis capitata* por su parte, sufre un 36% más de mortalidad cuando se exponen larvas a extractos de frutos en comparación a los de hojas a la misma concentración (Rohde *et al.*, 2013).

Respecto a los extractos de frutos, se ha podido establecer que, en comparación a los extractos de frutos maduros, los extractos de frutos inmaduros generan soluciones con mayor cantidad de compuestos que funcionan como agentes nocivos para los insectos, como los compuestos fenólicos (Chiffelle *et al.*, 2009). En un análisis de polifenoles, se observó que el extracto de frutos inmaduros contiene una mayor cantidad de taninos por litro, en comparación al extracto de frutos maduros (3,9 g/L sobre 2,56 g/L respectivamente). Lo anterior ha sido comprobado al observar que el extracto de frutos maduros genera efectos menos intensos en muchos insectos susceptibles en comparación al extracto de frutos inmaduros. En condiciones de laboratorio, *D. melanogaster* ha presentado 73% de mortalidad en adultos cuando se trató con extractos acuoso de frutos inmaduros, sin embargo, la aplicación del extracto acuoso de frutos maduros generó solo la muerte del 53% (Chiffelle *et al.*, 2009). Por su parte, en condiciones de laboratorio, 71% de larvas del ácaro *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) mueren a los 7 días de ser expuestas a extractos hexánicos de frutos maduros a 0,0625%; en cambio, en el mismo experimento, el extracto hexánico de frutos inmaduros a la misma concentración generó la muerte de toda la población de larvas (Dias *et al.*, 2008). En el hemíptero *B. brassicae* el extracto acuoso de frutos maduros al 5% (p/v) genera una mortalidad poblacional un 31,5% menor a la generada por el extracto acuoso de frutos inmaduros a la misma concentración, la que además mata a todos los insectos tratados (Lovatto *et al.*, 2011).

Es importante mencionar que si bien existe bastante evidencia para indicar que los extractos de frutos inmaduros generan mejores resultados que los de frutos maduros u hojas, no se puede descartar la utilidad y eficacia de estos, ya que existe evidencia de que, de igual manera han generado resultados prometedores. Si bien es cierto que los extractos de frutos han presentado mayor concentración de polifenoles o sólidos totales, existen insectos que, por diversos motivos, se ven más afectados por los extractos de hojas. Coria *et al.* (2008) observaron que extractos etanólicos de hojas generan una mortalidad mayor al 50% en larvas en comparación a la mortalidad ejercida por el extracto de frutos, a pesar de que este último

poseía un contenido de meliartenina 20 veces mayor. Esto pareciera indicar que otros compuestos son los responsables de la mayor actividad del extracto de hoja, ya sea por sus propias propiedades o por efectos sinérgicos con la meliartenina. Diptera, es un orden que ha mostrado susceptibilidad al extracto de hojas, incluso más que al extracto de frutos en algunas especies. Por ejemplo, larvas de *L. huidobrensis* en condiciones de invernadero, se ven repelidas en un 55% cuando se aplican extractos acuosos de frutos; en cambio, el extracto de hojas a misma concentración genera un 71% de repelencia (Abou-Fakhr *et al.*, 2000b). Las larvas de *A. aegypti* mueren en un 100% cuando se aplican extractos etanólicos de hojas. En contraste, el extracto de frutos maduros a mayor concentración solo genera un 40% de mortalidad (Coria *et al.*, 2008). Larvas del flebótomo *L. longipalpis* por otro lado, demoraron 15 días más en experimentar mortalidad del 100% cuando fueron alimentadas con polvo de frutos de *M. azedarach*, en comparación a la alimentación con polvo de hojas de *M. azedarach* (Andrade *et al.*, 2009). También es importante considerar que factores como la variedad del árbol, lugar de origen, entre otros, afectan la composición química de los extractos resultantes. Sin embargo, factores como el almacenamiento no generan grandes repercusiones a corto y mediano plazo, ya que, según Bermejo *et al.*, (2014) los extractos etanólicos de frutos y hojas pierden un 8% aproximadamente de sólidos totales, al transcurrir 6 meses desde que fue elaborado, por lo cual es una herramienta que no se ve perjudicada por el tiempo de almacenamiento en el corto plazo.

Mejores concentraciones de melia para el control de insectos presentes en Chile a nivel de campo/invernadero

La mayoría de las especies consultadas en la revisión, han sido probadas en condiciones de laboratorio, efectuando experimentos con condiciones controladas y en escenarios poco reales para su aplicación. Lepidoptera, Hemiptera y Diptera presentan especies con estudios a nivel de campo, sumando un total de 6 especies, que se encuentran en Chile.

A nivel de campo, el estado larval es el más afectado en Lepidópteros. Las larvas de *P. xylostella* ven su alimentación inhibida de forma significativa cuando son expuestas a extractos acuosos de hojas a 5% (p/v). Por su parte larvas de *P. citrella* al exponerse a extractos acuoso de frutos inmaduros a 20% (p/v) mueren de forma significativa. Se puede observar que los extractos acuosos generan buenos resultados en especies de lepidópteros a nivel de laboratorio y también a nivel de campo, por lo cual experimentar con extractos etanólicos o metanólicos podría generar efectos similares con mayores niveles de efectividad debido a que estos solventes podrían provocar una mejor extracción de compuestos nocivos para el insecto (Abou-Fakhr *et al.*, 2000b; López, 2016). Ahora bien, debido a la basta información entregada a la hora de intentar controlar un lepidóptero con extractos de *M. azedarach* el principal objetivo deberían ser las larvas.

Los Hemípteros picadores-chupadores presentan susceptibilidad en ninfas y adultos, los que sufren mayoritariamente mortalidad que reduce el tamaño poblacional de estos. Los extractos generalmente usados son acuosos y etanólicos, siendo este último el más probado y efectivo. Las especies de hemípteros evaluados en reacción a los extractos en campo han mostrado susceptibilidad a distintas concentraciones. *M. persicae* presenta un 90% de mortalidad a

nivel poblacional cuando se usan extracto etanólico de frutos al 20% (p/v) en invernadero (Erdogan *et al.*, 2020). Por su lado en *B. brassicae* el extracto acuoso al 5 % (p/v) disminuye más de 85% la población del áfido a la sexta semana de la aplicación (Kibrom *et al.*, 2012). Por último, el extracto acuoso y etanólico de frutos 3% (p/v) genera una alta repelencia y mortalidad en *B. tabaci* en condiciones de invernadero (Souza y Vendramim 2000a; Días *et al.*, 2012). Lo anterior se puede explicar por la variabilidad de los compuestos en los extractos brutos obtenidos de árboles en distintos hábitats, estados fenológicos o por el órgano y solvente usado para la extracción (Abou-Fakhr *et al.*, 2000a; Ibañez y Zoppolo, 2008; Chiffelle *et al.*, 2009; Ibañez *et al.*, 2009; Kumaraj *et al.*, 2010; Fetoh y Asiry, 2012). Debido a esto si bien, se detallan las mejores concentraciones usadas a nivel de campo, es importante generar una prueba de distintas concentraciones del extracto que se usará para el control de los insectos, para así ser eficiente en el manejo de estos.

El díptero *L. huidobrensis* ha mostrado susceptibilidad en larvas y pupas, aunque estas últimas mueren cuando el estado larval es expuesto a compuestos de *M. azedarach*. Los extractos etanólicos de frutos corresponden al mejor tratamiento reportado a nivel de campo a concentraciones de 10% (p/v). A nivel de laboratorio los demás dípteros revisados también presentan alta susceptibilidad al extracto de frutos y hojas.

Efectividad de los extractos de *A. indica* (neem)

Hoy en día existe mucha evidencia en condiciones de laboratorio y campo de que muchas especies de distintos órdenes son susceptibles a los compuestos de *A. indica*. Estos compuestos muchas veces son usados en distintos extractos vegetales o aceites de origen comercial o casero, los que son obtenidos de distintas partes del árbol. Si bien existe variabilidad en los tipos y cantidad de compuestos obtenidos de los distintos órganos y estructuras, en su mayoría son efectivos para provocar algún efecto adverso en especies susceptibles. Ahora bien, es importante señalar que los órganos o estructuras más usados en los estudios consultados, son semillas y hojas y si bien, muchas veces presentan diferencias en el pool de compuestos, en variadas ocasiones se han obtenido resultados similares en muchas especies de insectos plaga.

Según la literatura, al igual que en melia, los compuestos del neem se utilizan en forma de extractos etanólicos o acuosos, aunque su uso y experimentación se basa principalmente en aceites en bruto u obtenidos de forma comercial. En la presente revisión, se ha podido evidenciar que los aceites de neem, en especial los de formulación comercial son los más utilizados en los ensayos, generando efectos como disminución de oviposición, represión alimentaria, repelencia o mortalidad, que puede llegar a reducir la población en un 100%, como en *T. absoluta*, *P. xylostella*, *L. botrana*, *C. pomonella*, *E. ceratoniae*, *M. persicae*, *A. gossypii*, *A. craccivora*, *A. pisum*, *L. sativae* y *L. huidobrensis* en condiciones de laboratorio (Burbulla *et al.*, 1995; Weintraub y Horowitz, 1997; Monteiro *et al.*, 2004; Rodriguez y Vendramim, 2007; Torres *et al.*, 2006; El-Hawary y El-Salam, 2008; Saenz *et al.*, 2010; Megersa 2016; Costa *et al.*, 2016 ; Gomes y Costa, 2018; Hached *et al.*, 2018). A pesar de que existen buenos resultados y una mayor experimentación a nivel de laboratorio y campo con aceites de neem, los extractos acuosos y etanólicos en general no se diferencian

estadísticamente en cuanto a los efectos generados en los insectos plagas susceptibles al neem, en comparación a los aceites en bruto, como de origen comercial, cuando se prueban en los mismos estudios. Así lo evidenció Torres *et al.*, (2001) al reportar que, tanto aceites de formulación comercial como extractos acuosos de semillas, generan 100% de mortalidad en larvas al ser expuestas en las mismas condiciones experimentales de laboratorio. De la misma forma Heuvel *et al.* (1998) observó una mortalidad del 100% cuando se usaron extractos acuosos de semillas y aceites de origen comercial en las mismas condiciones experimentales en invernadero. Igualmente, en condiciones de campo, al exponer a *P. citrella* a extractos acuosos y aceites de formulación comercial en las mismas condiciones experimentales, se genera una mortalidad en larvas, que se acentúa de mayor manera en el extracto acuoso de semillas, superando así al aceite de formulación comercial en la reducción poblacional del insecto (Cañarte *et al.*, 2003; Cañarte *et al.*, 2020). Asimismo, Navarrete *et al.* (2017), también en condiciones de campo, encontraron que los extractos acuosos de semillas son más efectivos que los aceites de formulación comercial probados en el ensayo. Parámetros como mortalidad de ninfas y adultos, disminución de oviposición y rendimiento fueron mayores en el extracto acuoso en comparación al aceite comercial. Esta evidencia señala que los extractos acuosos de semillas pueden ser más eficaces que algunos aceites de origen comercial, debido a que existe una gran variedad de productos comerciales en base a aceites de neem con distintos contenidos de azadiractina (Heuvel *et al.*, 1998; Navarrete *et al.*, 2017; Cañarte *et al.*, 2020). Es importante considerar que los extractos, aparte de la azadiractina, poseen una mayor cantidad de compuestos potencialmente perjudiciales para los insectos plagas, que pueden actuar incluso en sinergia con la azadiractina, en comparación a los aceites, especialmente los de origen comercial, que se basan principalmente en este limonoide.

En cuanto a los extractos etanólicos y acuosos, estos últimos poseen una mayor cantidad de registros, aunque en general estadísticamente no se diferencia del etanólico en cuanto a los efectos generados cuando son estudiados en las mismas condiciones experimentales. Sharma y Gupta (2009) así lo demuestran al encontrar una mortalidad similar al alimentar larvas de *P. brassicae* con alimento tratado con extractos etanólicos y acuosos. Si bien los efectos son similares, para lograr esos efectos, en el extracto acuoso se ocupó una concentración de 10% (p/v) y en el etanólico 5% (p/v), por lo cual es posible evidenciar que los extractos acuosos requieren de mayor concentración para generar los niveles de daño en el insecto que genera el extracto etanólico. De la misma forma, Cruz *et al.* (2013), en condiciones de laboratorio, encontraron que los extractos etanólicos al 1% (p/v) generan una inviabilidad de huevos del 99% en *B. tabaci*, misma cifra obtenida por el extracto acuoso al 3% (p/v), corroborando así un mejor desempeño del extracto etanólico.

Respecto a los extractos, la mayor cantidad de registros ocurre con los de hojas y semillas, notándose pocas diferencias en cuanto a los niveles de acción en los insectos plagas. En cuanto a esas diferencias, en condiciones de laboratorio, se ha demostrado que los extractos acuosos de semillas al 10% (p/v) no permiten la emergencia de adultos de *L. sativae* cuando estos se aplican sobre las hojas minadas de la planta huésped (Costa *et al.*, 2016). Por su parte, el extracto acuoso de hojas al 12% (p/v) en las mismas condiciones experimentales genera un 35% de emergencia de adultos, pudiendo evidenciar la mejor eficacia del extracto de semillas en el díptero *L. sativae*. Cabe señalar que los extractos se aplicaron cuando las larvas estaban minando las hojas (Gomes *et al.*, 2016). De la misma forma el Lepidóptero *P.*

xylostella ha demostrado ser más susceptible al extracto acuoso de semillas en comparación al de hojas. En condiciones de laboratorio y en similares condiciones experimentales, larvas han muerto en su totalidad a nivel poblacional cuando se aplican extractos acuosos de semillas al 0,5% (p/v), en cambio el extracto acuoso de hojas al 10% (p/v) deja el 10% de las larvas vivas (Boiça *et al.*, 2005; Torres *et al.*, 2006).

Mejores concentraciones de neem para el control de insectos presentes en Chile

Se consideran ensayos en campo e invernadero para determinar los mejores extractos o aceites en sus respectivas concentraciones para el control de insectos plagas susceptibles al neem presentes en Chile. Lepidoptera, Hemiptera, Diptera, Acari y Thysanoptera presentan especies con estudios en condiciones de campo, sumando un total de 18 especies que se encuentran en Chile. Neem al igual que en *M. azedarach* se puede afirmar que a nivel de campo el estadio larval es el más afectado en Lepidópteros. Larvas de *H. armigera* en condiciones de campo presentan una mortalidad superior al 70% al exponerse a varias aplicaciones de extractos acuosos de semillas al 5% (p/v). Asimismo, el extracto acuoso de semillas al 0,5% (p/v) genera una reducción de la alimentación y de la formación de minas en larvas de *T. absoluta* en condiciones de invernadero. De la misma forma, el extracto acuoso de hojas al 7% (p/v) genera efectos como repelencia, reducción de alimentación y mortalidad significativa, superior al 80%, en larvas de *P. citrella* cuando se aplican periódicamente en condiciones de campo. *E. ceratoniae* por su parte, sólo experimenta una mortalidad de 40% en condiciones de campo cuando se aplican aceites comerciales con una concentración de azadiractina de 32 g/L. Cabe destacar que el mismo aceite comercial, en la misma concentración de azadiractina, genera un 100% de mortalidad en larvas de *E. ceratoniae* en condiciones de laboratorio, pudiendo así visualizar la gran diferencia en el comportamiento de una concentración en condiciones de laboratorio y campo.

En el orden Coleoptera se consideran los experimentos de laboratorio para plagas de semillas, debido a su ambiente controlado. El extracto etanólico de semillas generó una mortalidad del 100% en adultos. En especies como *A. obtectus* y *X. luteola* la dosis recomendada para el aceite comercial usado generó mortalidad y repelencia superior a un 90%. Ahora bien, en *T. castaneum*, *S. oryzae*, *S. zeamais*, *C. maculatus* y *A. obtectus* el polvo de distintos órganos del neem generó resultados similares o mejores a los extractos o aceites de neem, teniendo la ventaja de no subir el nivel de humedad en las semillas huéspedes almacenadas.

El orden Hemiptera es el grupo con mayor cantidad de especies presentes en Chile estudiadas con el neem. Los áfidos *A. gossypii*, *A. craccivora*, *M. persicae* y *A. pisum* presentan una mortalidad superior al 90% en ninfas y adultos expuestos a aplicaciones periódicas de extractos acuosos de semillas al 10% (p/v) en condiciones de invernadero y campo. Efectos como repelencia, disuasión de alimentación y oviposición también son esperables al aplicar los compuestos de neem sobre estos insectos. Cabe destacar que los aceites comerciales de determinados fabricantes generan similares resultados. De la misma forma, las mosquitas blancas *B. tabaci* y *T. vaporariorum* han experimentado los mismos efectos que los áfidos al aplicar aceites de origen comercial y extractos etanólicos al 13% (p/v) sobre las plantas infestadas en campo e invernadero.

En Diptera, *L. sativae* y *L. huidobrensis* experimentan una considerable mortalidad en larvas, pupas y adultos, cuando se aplican extractos acuosos de semillas al 10% (p/v) y aceites de origen comercial. Cabe considerar que estas aplicaciones generan mejores resultados al aplicarse en el suelo y cuando el insecto se encuentra en estado larval.

En Acari, se ha identificado que el aceite comercial "Azamax" 92,3 mg de ingrediente activo/L provoca mortalidad mayor al 90% en ninfas y adultos de *T. urticae*. Igualmente, en *P. ulmi* el aceite comercial neem Azal T/S 10g ingrediente activo/L genero una reducción poblacional superior al 85% a los 7 días de aplicar en un campo de manzano. Por último, el Aceite Neem EC (1.8) 2.5ppm genero una mortalidad superior al 95% entre el 3 y 14 día después de la aplicación en *A. lycopersici*.

Finalmente, en el orden Thysanoptera, los aceites de origen comercial con 60 ppm de azadiractina generan una considerable reducción de alimentación en ninfas de *F. occidentalis* cuando se aplican periódicamente en condiciones de campo. De la misma manera el extracto acuoso de hojas al 10% (p/v) genera el mismo efecto en ninfas y adultos de *T. tabaci* cuando se aplica en las mismas condiciones que *F. occidentalis*.

CONCLUSIONES

Según los antecedentes presentados en la revisión, podemos decir que los extractos y aceites de melia y neem provocan efectos supresores y de repelencia en los insectos plagas susceptibles revisados. De la misma manera, se pudo corroborar sus efectos subletales como también los efectos que generan la mortalidad de la población de los insectos.

En cuanto al neem se ha podido identificar que tantos aceites de origen comercial y en bruto generan efectos similares a los extractos etanólicos o acuosos de semillas en los insectos plagas. Por el contrario, en melia los extractos etanólicos y acuosos de frutos inmaduros son los tratamientos más prometedores para el control en cuanto a letalidad y subletalidad de los insectos susceptibles revisados. Ahora bien, debido a que se hace difícil conseguir los materiales vegetales para generar extractos de neem, es que el aceite de origen comercial es una importante opción para el control de las plagas identificadas en un Manejo integrado de Plagas. Por otra parte, si bien el extracto etanólico de frutos inmaduros de melia, es el tratamiento con mejores resultados, los extractos acuosos de frutos y hojas son una importante opción para el control de los insectos susceptibles revisados en un programa de manejo integrado, debido a que tenemos la disponibilidad del material vegetal gran parte de año y porque de igual manera estos extractos presentan resultados prometedores.

Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera y Acari, son órdenes que presentan especies con una alta susceptibilidad tanto a los compuestos del neem, como a los de melia. Al ser una de las especies más estudiadas mundialmente, el neem también presenta actividad sobre insectos de Thysanoptera como *T. tabaci* y *F. occidentalis*. Por su parte *T. absoluta*, *P. brassicae*, *P. citrella*, *P. xylostella*, *S. oryzae*, *S. zeamais*, *T. castaneum*, *X. luteola*, *A. obtectus*, *M. persicae*, *B. brassicae*, *T. vaporariorum*, *B. tabaci*, *L. huidobrensis*, *C. capitata* y *T. urticae* han presentado una alta susceptibilidad a los compuestos de melia y neem. Si bien existen diferencias en el nivel de acción de cada especie vegetal y su forma de extracción, ambas han demostrado un gran potencial para generar una importante reducción poblacional.

Ahora bien, se ha podido corroborar la acción sistemática del neem, en distintas especies vegetales y plagas. De la misma forma se ha podido identificar una potente acción de contacto en algunas plagas, principalmente dípteros, hemípteros y ácaros. De la misma forma en melia, se ha podido distinguir una marcada acción de contacto en el insecto y cuando éste se alimenta de vegetales tratados con extractos o aceites. A diferencia del neem, si bien en melia existen ejemplos de una posible acción sistémica de sus compuestos, estas son pocas y los resultados no son del todo contundentes.

Por último, los compuestos de melia y neem generan efectos negativos en los insectos, a través de modos de acción similares. Ambos compuestos actúan como potentes reguladores de crecimiento en distintos insectos plagas de Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera y Diptera. De la misma manera generan un efecto anti alimentario en la mayoría de las especies afectadas por ambos extractos vegetales y afectan de manera negativa la reproducción, disminuyendo la fertilidad, fecundidad y viabilidad de huevos. Algunos modos de acción se

podieron describir en la revisión y cada orden, familia y especie responde de manera particular a los compuestos de ambas especies vegetales.

Finalmente se ha observado que los estadios inmaduros de los insectos son los más susceptibles a los efectos de ambas especies vegetales, por lo cual las aplicaciones tempranas o preventivas presentaran la mejor oportunidad de manejo para esos insectos plagas en un M.I.P.

BIBLIOGRAFÍA

- Abiy E., T. Gebre, M. Balkew y G. Medhin. (2015). Repellent efficacy of DEET, MyggA, neem (*Azadirachta indica*) oil and chinaberry (*Melia azedarach*) oil against *Anopheles arabiensis*, the principal malaria vector in Ethiopia. *Malaria Journal* 14(187)
- Abou-Fakhr E., N. Nemer, Z. Hawi y L. Hanna. 2000a. Responses of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, to the chinaberry tree (*Melia azedarach* L.) and its extracts. *Annals of Applied Biology* 137: 79-88
- Abou-Fakhr E., N. Nemer, N. Kawar. 2000b. Efficacy of Chinaberry tree (Meliaceae) aqueous extracts and certain insecticides against the pea leafminer (Diptera: Agromyzidae). *The Journal of Agricultural Science* 134(04):413 – 420
- Abou-Fakhr E., H. Zournajian y S. Talhouk. 2001. Efficacy of extracts of *Melia azedarach* L. callus, leaves and fruits against adults of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Hom., Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology* 125, 8: 483- 488
- Abou-Fakhr E. y H. McAuslane. 2006. Effect of *Melia azedarach* L. Extract on *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae) and Its Biocontrol Agent *Eretmocerus rui* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Environmental Entomology* 35(3): 740–745
- Adan A., J. Soria, P. del Estal, C. Sanchez y E. Viñuela. 1998. Acción diferencial de dos formulaciones de azadiractina sobre los estados de desarrollo de *Ceratitis Capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Boletín de sanidad vegetal, Plagas* 24:1009-1018
- Ahmed A., M. Gesraha y C. Zebitz. 2007. Bioactivity of Two Neem Products on *Aphis fabae*. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(5): 392-398
- Ahmad N., M. Ansari y Nazrussalam. 2012. Effect of neemarin on life table indices of *Plutella xylostella* (L.). *Crop Protection* 38:7-14
- Akhtar S., M. Hasan, M. Sagheer y N. Javed. 2015. Antifeedant Effect of Essential Oils of Five Indigenous Medicinal Plants Against Stored Grain Insect Pests. *Pakistan Journal of Zoology* 47(4)
- Al M., M. Hoque, M. Animesh y H. Kabir. 2015. Evaluation of some indigenous plant extracts against red spider mite, *Oligonychus coffeae* Nietner (Acari: Tetranychidae) in tea. *Persian Journal of Acarology* 4(4):425–435
- Al-Mehmadi R. y A. Al-Khalaf. 2010. Larvicidal and histological effects of *Melia azedarach* extract on *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). *Journal of King Saud University - Science* 22(2): 77-85

Ali S., M. Ullah, M. Arshad, Y. Iftikhar, M. Saqib y M. Afzal. 2017. Effect of botanicals and synthetic insecticides on *Pieris brassicae* (L., 1758) (Lepidoptera: Pieridae). Turkish Journal of Entomology 41(3): 275-284

Alvarenga C., W. Franca, T. Giustolin, B. Jordao, G. Lopes, P. Cruz y P. Ramos. 2012. Toxicity of neem (*Azadirachta indica*) seed cake to larvae of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and its parasitoid, *diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). The Florida Entomologist 95(1): 57-62

Andrade C., N. Souza, C. Gouveia, V. Silva, M. Gonzalez y E. Rangel. 2009. Effect of Fruit and Leaves of Meliaceae Plants (*A. indica* and *Melia azedarach*) on the Development of *Lutzomyia longipalpis* Larvae (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) Under Experimental Conditions. Journal of Medical Entomology 46(5): 1125–1130

Andrades R., E. Correa, L. Silva, S. Bastos y C. Sausen. 2008. Actividade inseticida de meliáceas sobre *Diabrotica speciosa* (Col., Chrysomelidae). Ciencia Rural 38(7): 1805-1809

Arshad M., M. Ullah, M. Afzal, Y. Iftikhar, S. Khalid, Z. Hussain, J. Molina y J. Foster. 2018. Evaluation of Synthetic Insecticides and Essential Oils for the Management of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). Pakistan Journal of Zoology 51(3): 1053-1058

Arshad M., M. Ullah, M. Afzal, J. Molina, O. Prado y J. Foster. 2019. Effect of Neem-Based Botanicals and Abamectin 1.8% EC Against *Phyllocnistis citrella* in *Citrus reticulata* (Rutaceae) Nursery Plantations. BioOne 44(3):595- 606

Asif M., B. Atta, D. Gogi, M. Jalal y Q. Ali. 2020. Compatibility of entomopathogenic fungi and *A. indica* extract against the cotton pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) under controlled conditions. Egyptian Journal of Biological Pest Control 30:36

Azizah L., C. Nasahi y D. Dono. 2021. The Effectiveness of Neem Cake (*Azadirachta indica*) Water Extract against Aphids (*Aphis gossypii*) on Red Chili Plant. Cropsaver 4(2): 52-61

Baidoo P., D. Baidoe y I. Agbonu. 2011. Effects of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) Products on *Aphis craccivora* and its Predator *Harmonia axyridis* on Cowpea. American Journal of Experimental Agriculture 2(2): 198-206

Banchio E., G. Valladares, M. Defago, S. Palacios y C. Carpinella. 2003. Effects of *Melia azedarach*, (Meliaceae) fruit extracts on the leafminer *Liriomyza huidobrensis*, (Diptera, Agromyzidae): Assessment in laboratory and field experiments. Annals of Applied Biology 143: 187-193

Bastos S., V. Soares, L. Ribeiro, C. Sausen, R. Egewarth, M. Milani y J. Schirmann. 2010. Inseticidas botânicos sobre *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) e seus parasitóides em feijão-de-vagem cultivado em estufa. Revista Biotemas, 23 (2): 37-43

- Bastos S., R. Egewarth, C. Sausen, V. Sturza y L. Ribeiro. 2009. Ação de extratos de plantas na oviposição e na mortalidade da traça-das-crucíferas. *Ciencia Rural*, Santa Maria 39(2): 551-554
- Bermejo A., S. Pereira, M. Cintra y G. Morales. 2014. Determinación de parámetros químico-físico de las tinturas al 20% obtenidas de las hojas, tallos y frutos de *Melia azedarach* L (Pursiana). *Revista Habanera de Ciencias Médicas* 13(5): 670-680
- Bernardi D., M. Botton, U. Silva, O. Bernardi, T. Malausa, M. Garcia y D. Nava. 2012. Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. *Pest Management Science* 69: 75-80
- Birgucu A., S. Ozger, D. Pohl y I. Karaca. 2018. Effects of Soil Application of Neem on Some biological biological Characteristics of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Agricultural Sciences* 24: 256-268
- Birhanu M., Y. Awoke, A. Tahgas y N. Raja. 2011. Efficacy of *melia azadarach* and *mentha piperita* plant extracts against cabbage aphid, *brevicoryne brassicae* (homoptera: Aphididae). *World Applied Sciences Journal* 12(11):2150-2154
- Bitencourt R., C. Queiroga, G. Duarte, M. Eberlin, L. Kohn, C. Arns y F. Cabral. 2014. Sequential extraction of bioactive compounds from *Melia azedarach* L. in fixed bed extractor using CO₂, ethanol and water. *Journal of Supercritical Fluids* 95: 355-363
- Boiça A., C. Madeiros, A. Torres y N. Chagas. 2005. Efeito de extractos aquosos de plantas no desenvolvimento de *P. xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. *Arquivos do Instituto Biológico* 72(1): 45-50
- Boiça A., J. Janini, B. Souza y N. Rodriguez. 2013. Efeito de cultivares de repolho e doses de extrato aquoso de nim na alimentação e biologia de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). *Bioscience Journal*, 29(1), 22-31.
- Bonsignore C. y V. Vacante. 2012. Influences of Botanical Pesticides and Biological Agents on *Orius Laevigatus* - *Frankliniella Occidentalis* Dynamics Under Greenhouse Conditions. *Journal of Plant Protection Research* 52(1):15-23
- Brilli, F., F. Loreto y Baccelli, I. (2019). Exploiting Plant Volatile Organic Compounds (VOCs) in Agriculture to Improve Sustainable Defense Strategies and Productivity of Crops. *Frontiers in Plant Science*. 10:264. doi: 10.3389/fpls.2019.00264
- Brito H., M. Gondim, J. Oliveira y C. Camara. 2006. Toxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) formulations for twospotted spider mite and *Euseius alatus* de Leon and *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology* 35(4):500-505

Brunherotto R., J. Vendramim y M. Oriani. 2010. Effects of Tomato Genotypes and Aqueous Extracts of *Melia azedarach* Leaves and *Azadirachta indica* Seeds on *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 39(5): 784-791

Brunherotto R. y J. Vendramim. 2001. Bioatividade de Extratos Aquosos de *Melia azedarach* L. Sobre o Desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em Tomateiro. *Neotropical Entomology* 30 (3)

Bullangpoti V., E. Wajnberg, P. Audant y R. Feyereisen. 2012. Antifeedant activity of *Jatropha gossypii folia* and *Melia azedarach* senescent leaf extracts on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and their potential use as synergists. *Pest management Science* 68 (9): 1255-1264

Burbulla A., M. Sarasua y J. Avilla. 1995. Alimentación, mortalidad y desarrollo de *Cydia pomonella* (L.) y de *Cacoecimorpha pronubana* (Hübner) sobre dieta con extracto de neem incorporado. *Boletín Sanidad Vegetal, Plagas* 21:425-437

Busato M., J. Lutinski, D. Hermes, J. Magro, C. Moschen, A. Bohn y D. Alveny. 2018. Larvicidal effects of supercritical extract of *Melia azedarach* and *Bacillus thuringiensis* var. israelensis product on late instar of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Revista Colombiana de Entomología* 44(1): 39-43

Cabral M., E. Crescente, P. Mendonga, C. Gomes, V. Oliveira y A. Kelecom. 2008. *Melia azedarach* L. extracts and their activity on *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 18:699-702

Cala A., A. Chagas, M. Oliveira, A. Matos, L. Borges, L. Sousa, F. Souza y G. Oliveira. 2012. *In vitro* Anthelmintic effect of *Melia azedarach* L. and *Trichilia clausenii* C. against sheep gastrointestinal nematodes. *Experimental Parasitology* 130 (2) 98-102

Calvo L. 2015. Efectividad Biológica de Extracto de Neem *Azadirachta indica* Sobre Araña Roja *Tetranychus urticae* koch Sobre Hojas de Rosal. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. Departamento de parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, Mexico. 35p.

Cañedo V., A. Alfaro, y J. Kroschel. (2011). Manejo integrado de plagas de insectos en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la sierra central del Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. ISBN: 978-92-9060-407-5

Cañarte E., N. Martinez, J. Vera y H. Arredondo. 2003. Compatibilidad del nim *Azadirachta indica* A. Juss en el manejo natural del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en Manabí, Ecuador. I Seminario Nacional de Investigación en agricultura Orgánica.

Cañarte E., B. Navarrete, S. Montero, H. Arredondo, O. Chavez y N. Bautista. 2020. Effect of neem on *Phyllocnistis citrella* Stainton and its parasitoid *Agéniaspis citricola* Logvinovskaya in Ecuador. *Enfoque UTE* 11(2):1-10

- Carpinella M., M. Defago, G. Valladares y S. Palacios. 2003. Antifeedant and Insecticide Properties of a Limonoid from *Melia azedarach* (Meliaceae) with Potential Use for Pest Management. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (2): 369-374
- Carrillo J. y B. Hernandez. 2011. Efecto de extractos vegetales sobre la mortalidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), en laboratorio. *Journal of the Interamerican Society for Tropical Horticulture* 53:154-157
- Carvalho G., N. Santos, E. Pedroso y A. Torres. 2008. Eficiência do óleo de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) no controle de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em couve-manteiga *Brassica oleracea* Linnaeus var. *Acephala*. *Arquivos do Instituto Biológico, Sao paulo* 75(2):181-186
- Carvalho M. y E. Bleicher. 2006. Atividade sistêmica de azadiractina e extratos aquosos de sementes de nim sobre o pulgão-preto em feijão-de-corda. *Revista Ciencia Agronomica* 37(2): 177-181
- Cavalcante E. 2018. Bioensaio da ação inseticida de folhas de nim, *Azadirachta indica* A. Juss sobre *Myzus persicae* (Sulzer, 1776). Monografía presentada para obtener el título de Bachillerato en Ciencias Biológicas
- Cavoski I., Z. Chami, F. Bouzebboudja, N. Sasanelli, V. Simeone, D. Mondelli, T. Miano, G. Sarais, G. Ntalli y P. Caboni. 2012. *Melia azedarach* controls *Meloidogyne incognita* and triggers plant defense mechanisms on cucumber. *Crop Protection* 35: 85-90
- Cerna E., J. Landeros, Y. Ochoa, L. Guevara, M. Badii y V. Olalde. 2010. Evaluación de aceites y extractos vegetales para el control de *Sitophilus zeamais* y su efecto en la calidad de semilla de maíz. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo* 42(1):135-145
- Chandra B., P. Sarker y M. Rahman. 2008. Aphidicidal activity of some indigenous plant extracts against bean aphid *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). *Journal of Pesticide Science* 81:153-159
- Charleston D., R. Kfir, L. Vet y M. Dicke. 2005. Behavioural responses of diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to extracts derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica*. *Bulletin of Entomological Research* 95: 457-465
- Charleston D., R. kfir, M. Dicke y L. Vet. 2006. Impact of botanical extracts derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on populations of *Plutella xylostella* and its natural enemies: A field test of laboratory findings. *Biological Control* 39 (1): 105-114
- Chen C., S. Chang, L. Cheng y R. Hou. 1996. Deterrent effect of the chinaberry extract on oviposition of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L) (Lee, Yponomeutidae). *Journal of applied Entomology* 120 (3): 165-169

Chiffelle I., A. Huerta y D. Lizana. 2009. Caracterización Física y Química del Fruto y Hoja de *Melia azedarach* para Uso en Manejo Integrado de Plagas. Chilean Journal of Agricultural Research 69(1):38-45

Chiffelle I., A. Huerta, F. Azua, K. Puga y J. Araya. 2011. Antifeeding and insecticide properties of aqueous and ethanolic fruit extracts from *Melia azedarach* L. on the elm leaf beetle *Xanthogaleruca luteola* Müller. Chilean Journal of Agricultural Research 71(2): 218-225

Chiffelle I., A. Huerta, Bobadilla, V., Macuada, G., Araya, J., Curkovic, T. y Ceballos, J. 2019. Antifeedant and insecticidal effects of extracts from *Melia azedarach* fruits and *Peumus boldus* leaves on *Xanthogaleruca luteola* larvae. Chilean Journal of Agricultural Research 79(4): 609-615

Coria C., W. Almiron, G. Valladares, C. Carpinella, F. Ludueña, M. Defago y S. Palacios. 2008. Larvicide and oviposition deterrent effects of fruit and leaf extracts from *Melia azedarach* L. on *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). Bioresource Technology Volume 99, Issue 8: 3066-3070

Costa E., S. Torres, R. Ferreira, F. Gomes y E. Araujo. 2016. Extrato aquoso de sementes de nim no controle de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro. Revista Ciência Agronômica 47(2):401-406

Costa E., F. Silva y E. Araujo. 2018. Effect of aqueous neem seed extract via irrigation on larvae of *Liriomyza sativae* in melon crop. Horticultural research in Brasilia 36(3):353-356

Cruz A., M. Gamboa, R. Borges y E. Ruiz. 2013. Efectos insecticidas de extractos de plantas sobre la mosca blanca inmadura *Bemisia tabaci* Genn. (Hemípteros: Aleyroidae). Revista Electrónica de Biotecnología 16(1): 1-9

Dadé M., P. Zeinsteger, F. Bozzolo y N. Mestorino. 2018. Repellent and Lethal Activities of Extracts from Fruits of Chinaberry (*Melia azedarach* L., Meliaceae) Against *Triatoma infestans*. Frontiers in Veterinary Science 5(158)

Daudouri, T., H. Gautier, Ben issa, R., Costagliola, G y Gomez, L. 2018. Repellence of *Myzus persicae* (Sulzer): evidence of two modes of action of volatiles from selected living aromatic plants. 10.1002 / ps.5271

Defago M., G. Valladares, E. Banchio, C. Carpinella y S. Palacios. 2006. Insecticide and antifeedant activity of different plant parts of *Melia azedarach* on *Xanthogaleruca luteola*. Fitoterapia 77 (7–8): 500-505

- Dhakal R., R. Guimire, M. Sapkota, S. Thapa, A. Bhatta y R. Regmi. 2019. Bioeficacy of different insecticides on Cowpea Aphid (*Aphis craccivora* Koch). International Journal of Entomological Research 7(1): 1-7
- Dias G., M. Alves, J. Vendramim y C. dos Santos. 2012. Insecticidal and Behavioral Effects of Secondary Metabolites from Meliaceae on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Florida Entomologist 95 (3):743-751
- Dias L., D. da Costa, P. Ferri, A. Showler y L. Borges. 2014. Soil Quality Influences Efficacy of *Melia azedarach* (Sapindales: Meliaceae), Fruit Extracts Against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) 107(2): 484-489
- Ebrahimi M., M. Hasan y O. Valizadegan. 2013. Contact toxicity of *Azadirachta indica* (Adr. Juss.), *Eucalyptus camaldulensis* (Dehn.) and *Laurus nobilis* (L.) essential oils on mortality cotton aphids, *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae). Archives of Phytopathology and Plant Protection 46(18): 2153-2162
- El-Hawary y El-Salam. 2008. Effect of neem and antitranspirant products against *Aphis craccivora* Koch and its biology. Egyptian Academic Journal of Biological Sciences 1(2): 189-196
- El-sawi S. 2008. Toxicity and Bioactivity of *Melia azedarach* L. on the Two Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), and its predacious mite, *Euseius scutalis* (Athais - Henriot) (Acari: Phytoseiidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control 18(2): 289-295
- Encina R., M. Ramirez y C. Pino. 2011. Efecto de dos extractos acuosos de meliáceas sobre *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) en condiciones de laboratorio. Investigación Agraria 13(2)
- Erdogan P., P. Aksu, G. Esin, M. Kahyaoglu y N. Babaroglu. 2020. Formulation of *Allium sativum* L. and *Melia azedarach* L. plant extracts and their effects on *Myzus persicae* Sulzer, 1776 (Hemiptera: Aphididae). Journal of Bacteriology & Mycology open acces 8(3):72-76
- Farag M., M. Ahmed y H. Yousef. 2010. Repellent and Insecticidal Activities of *Melia azedarach* L. against Cotton Leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.). Zeitschrift für Naturforschung C 66: 129-135
- Fauzi S. y S. Prastowo. 2022. Repellent Effect of The Pandanus (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) and Neem (*Azadirachta indica*) Against Rice Weevil *Sitophilus oryzae* (Coleoptera, Curculionidae). Entomology Ornithology Herpetology 11(2)
- Fernández R., A. Villaroel y L. Cuamo. 2016. Evaluation of a Somatic Embryogenesis Regeneration System for Neem (*Azadirachta indica*). Acta Biologica Colombiana 21(3): 581-592

- Fetoh B. y K. Asiry. 2012. Toxicological and larvicidal activities of Alzanzalakhet, *Melia azedarach* against cucurbit fly, *Dacus ciliatus* at Hail Province in Saudi Arabia. *Toxicological & Environmental Chemistry* 94(7)
- Fite T., T. Tefera, M. Negeri y T. Damte. 2020. Effect of *Azadirachta indica* and *Milletia ferruginea* extracts against *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) infestation management in chickpea. *Cogent Food & Agriculture* 6(1)
- Fitiwy I., A. Gebretsadkan y K. Ayimut. 2015. Evaluation of botanicals for onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman, (Thysanoptera: Thripidae) control at Gum Selassa, South Tigray, Ethiopia. *Momona Ethiopian Journal of Science (MEJS)* 7(1):32-45
- Gajmer T., R. Singh, R. Saini y S. Kalidhar. 2002. Effect of methanolic extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and bakain (*Melia azedarach* L) seeds on oviposition and egg hatching of *Earias vittella* (Fab.) (Lep., Noctuidae). *Journal of Applied Entomology* 126 (5): 238-243
- Garcia J. y D. Gutierrez. 2003. Evaluación de los extractos vegetales de Barbasco, Neem y Marigol para el control de la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera Aleyrodidae). *Revista Nataima* 7: 53- 64
- Gardiano C., S. Ferraz, E. Lopes, P. Ferreira, D. Amora y L. Grassi. 2009. Avaliação de extratos aquosos de várias espécies vegetais, aplicados ao solo, sobre *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina* 30 (3): 551-556
- Gomes F., E. Costa, R. Ferreira, F. Lopes y E. Araujo. 2016. Efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de nim na mortalidade da mosca minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). *Revista Agro@ambiente On-line* 10(4): 381-386
- Gomes N. y E. da Costa. 2018. Bioactividade do nim sobre *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) EM *Eruca sativa* Miller. *Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia*
- Gonzalez L., M. Cruz y R. Jimenez. 2017. Acción insecticida más tardía con bioproductos de tres plantas para el control del gorgojo pardo *Acanthoscelides obtectus*. *Journal of Negative and No Positive Results* 2(6):240-244
- Granados C. 2010. Alternativas Biorracionales para el control de Paratrioza *Bactericera cockerelli* Sulzer (Hemiptera: Psyllidae) en laboratorio. Tesis para obtener el grado de: Maestro en Ciencias. Instituto Politecnico Nacional. Oaxaca. Mexico. 95p.
- Groote F. 2010. Efecto de azadiractina sobre polilla de la manzana (*Cydia pomonella* L.) Lepidoptera: Tortricidae) criada en laboratorio. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 57p

Guerra G. 2020. El aceite de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) una alternativa a los insecticidas químicos. *Hombre, Ciencia y Tecnología* 25(1): 122-128

Hached W., S. Romdhane, H. Sahraoui y K. Grissa-Lebdi. 2018. Control trials against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller 1881 (Lepidoptera: Pyralidae) under controlled conditions and in citrus orchard. *Journal Of New Sciences* 29(3):2961-2970

Halder J., D. Kushwaha, A. Rai y A. Singh. 2017. Potential of entomopathogens and neem oil against two emerging insect pests of vegetables. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 87 (2):220-224

Hasan y Ansari. 2011. Toxic effects of neem-based insecticides on *Pieris brassicae* (Linn.). *Crop Protection* 30(4) 502-507

Henrique C., J. Mezzomo, J. Batista, M. Barbosa y A. Takao. 2004. Bioatividade de extratos vegetais aquosos sobre *Spodoptera frugiperda* em condições de laboratório. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 71: 41-45

Henrique P., C. dos Santos, M. Oliveira y E. Guzzo. 2018. Biology and fertility life table of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) exposed to neem-based formulations. *Revista Brasileira de Ciencias Agrarias* 14(4) e6190.

Heuvel J., S. Hogenhout, M. Verbeek y F. Wilk. 1998. *Azadirachta indica* metabolites interfere with the host-endosymbiont relationship and inhibit the transmission of potato leafroll virus by *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 86: 253–260

Honorato H. 2017. Efeitos de Extratos de Fumo e Nim sobre *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae). Disertacion para optar al grado de Maestro en Ciencias. Curso de pos-graduacao em Fitossanidade e Biotecnología aplicada. Instituto de Ciencias Biológicas e da Saúde

Hossain M., H. Poehling, G. Thoming y C. Borgemeister. 2008. Effects of soil application of neem (NeemAzal®-U) on different life stages of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on tomato in the humid tropics. *Journal of Plant Diseases and Protection* 115: 80-87

Hossain M., M. Yasmin, M. Bachchu y M. Alim. 2021. Potency of Three Botanical Oils Against the *Aphis Craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae) Nymphs Under Laboratory Conditions. *SAARC Journal of Agriculture* 19(1):139-154.

Huerta A., I. Chiffelle, D. Lizama y E. Araya. 2008. Actividad insecticida de extractos del fruto de *Melia azedarach* en distintos estados de madurez sobre *Drosophila melanogaster*. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas* 34: 425-432

Hutapea D., I. Rahardjoa y M. Thamrin. 2021. Prospects of neem and citronella oil against *Pseudococcus longispinus* (hemiptera: Pseudococcidae) on Phalaenopsis. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 948: 1-7

Ibáñez, F. y R. Zoppolo. 2008. Manejo de plagas en Agricultura Orgánica. Extractos de *M. azedarach* para control de insectos. Boletín de Divulgación 94. INIA Las Brujas. 16 p.

Ibáñez F., R. Zoppolo, V. Ferrari, M. Diaz, J. Paullier y C. Rossini. 2009. Estudios de producción y efectividad bioinsecticida de extractos de Paraíso (*Melia azedarach* L.). INIA Las Brujas.

Islam M. y F. Talukder. 2005. Toxic and residual effects of *Azadirachta indica*, *Tagetes erecta* and *Cynodon dactylon* seed extracts and leaf powders towards *Tribolium castaneum* Direkte und residuale Giftwirkung von Samenextrakten und Blattpulvern aus *Azadirachta indica*, *Tagetes erecta* und *Cynodon dactylon* auf *Tribolium castaneum*. Journal of Plant Diseases and Protection 112(6):594-601

Issa R., H. Gautier y L. Gomez. 2017. Influence of neighbouring companion plants on the performance of aphid populations on sweet pepper plants under greenhouse conditions. Agricultural and Forest Entomology 19(2): 181-191

Jenkins D., F. Dunkel y K. Gamby. 2003. Storage Temperature of Neem Kernel Extract: Differential Effects on Oviposition Deterency and Larval Toxicity of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Environmental Entomology 32, 6: 1283-1289

Jesus F., L. Paiva, V. Goncalves, M. Marques y A. Boiça. 2011. Efeito de plantas insecticidas no comportamento e biología de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Arquivos do Instituto Biológico 78(2)

Kamaraj C., A. Rahuman, A. Bagavan, M. Jamal, G. Elango, G. Rajakumar, A. Zahir, T. Santhoshkumar y S. Marimuthu. 2010. Ovicidal and larvicidal activity of crude extracts of *Melia azedarach* against *Haemonchus contortus* (Strongylida). Parasitology Research 106: 1071–1077

Kebede Y., T. Gebre, M. Balkew. 2010. Laboratory and field evaluation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and Chinaberry (*Melia azedarach* L.) oils as repellents against *Phlebotomus orientalis* and *P. bergeroti* (Diptera: Psychodidae) in Ethiopia. Acta Tropica 113(2): 145-150

Keskin G., N. Kumral y O. Kacar. 2020. A laboratory study of the acaricidal, repellent and oviposition deterrent effects of three botanical oils on *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) Turkish Journal of Entomology 44 (3): 305-318

Kepencki I., D. Erdogus y P. Erdogan. 2016. Effects of some plant extracts on root-knot nematodes in vitro and in vivo conditions. Turkish Journal of Entomology 40(1): 3-14

Kepencki I. y H. Saglam. 2018. Effects of Some Indigenous Plant Extracts on *Meloidogyne javanica* Infesting Eggplant and Pepper under Greenhouse Condition. Journal of Agricultural Science and Technology 20: 1269-1278

- Khaier M., A. Bushra, A. Mustafa y E. Elrayah. 2019. Effects of Neem (*Azadirachta indica*) Seed Kernel Powder on *Tribolium castaneum*, the Intermediate Host of Some Poultry Cestodes. International Journal Of Pharmacy y Pharmaceutical Research 14(3):94-100
- Kibrom G., K. Kebede, G. Weldehaweria, G. Dejen, S. Mekonen, E. Gebreegziabher y R. Nagappan. 2012. Field evaluation of aqueous extract of *Melia azedarach* Linn. seeds against cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* Linn. (Homoptera: Aphididae), and its predator *Coccinella septempunctata* Linn. (Coleoptera: Coccinellidae). Archives of Phytopathology and Plant Protection 45(11):1-7
- Koc S., O. Hasan y H. Cetin. 2016. Evaluation of Some Plant Fruit Extracts for the Control of West Nile Virus Vector *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). Journal oh Anthropod-Borne Diseases 10(4): 595-601
- Kossou D. 2011. Evaluation des differents produits du neem *Azadirachta indica* A. Juss pour le controle de *Sitophilus zeamais* Motsch sur le mais en post-récolte. International Journal of Tropical Insect Science 10(3)
- Kumar A., M. Subramaniam, A. Babu y N. Muraleedharan. 2010. Bioefficacy of certain plant extracts against the red spider mite, *Oligonychus coffeae* (Nietner) (Acarina: Tetranychidae) infesting tea in Tamil Nadu, India. International Journal of Acarology 36(3):255-258
- Lai, R., M. You, Lotz, L.A.P y Vasseur, L. 2011. Response of green peach aphids and other Arthropods to Garlic intercropped with tobacco. Pest interactions in Agronomic systems 103 (3): 856-863
- Lalmi M. y Z. Messaoudi. 2021. Effet insecticide de l'huile de Neem (*Azadirachta Indica*) sur la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller). Memoria de titulo para obtener el grado de master en agronomía, especialidad producción vegetal. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Echahid Hamma Lakhdar EL-Oued. Argelia
- Liang G., W. Chen y T. Liu. 2003. Effects of three neem-based insecticides on diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Crop Protection 22(2): 333-340
- Lopes E., J. Vendramim y A. Lourenço. 2007. Interaction between resistant tomato genotypes and plant extracts on *bemisia tabaci* (GENN.) Biotype B. Science journal on Biological sciences, Chemical sciences, Agriculture, forestry, and fisheries, Educational sciences 64(5): 476-481
- Lopes E., E. Schlick, M. Emanoeli, N. Lopes, J. Callegari, P. Bogorni y J. Vendrimim. 2020. Insecticidal and inhibitory effects of Meliaceae and Asteraceae extracts to silverleaf whitefly. Horticultura Brasileira 38(3): 280-287
- Lopez C. 2016. Evaluacion de insecticidas bioracionales para el control del mosquito *Aedes aegypti* (L) = *Stegomyia aegypti* en Guasave, Sinaloa. Tesis para obtener el grado de Maestria en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Instituto Politecnico Nacional. Sinaloa. Mexico. 81p.

- Lovatto P., C. Mauch y G. Schiedeck. 2011. Efeito de extratos aquosos de *Melia azedarach* (Meliaceae) sobre a biologia e preferência alimentar de *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório. *Cadernos de Agroecologia* 6(2):1-6
- Malik M., S. Nazeer, M. Arif y J. Ahmad. 2019. Management of Diamond Back Moth (*Plutella xylostella*) using Indigenous Isolated Granulovirus and *Azadirachta indica*. *Pakistan Journal of Zoology* 52(2): 641-647
- Mamduh Z., V. Hosseininaveh, Allahyari, H., y Talebi-jahromi, K. 2017. Side effects of garlic extract on the life history parameters of the predatory bug, *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae). *Crop protection* 100: 65-72
- Maric D., I. Ogurlic, M. Prijovic y P. Peric. 2009. Effectiveness of Azadirachtin (NeemAzal-T/S) in Controlling Pear Psylla (*Cacopsylla pyri*) and European Red Mite (*Panonychus ulmi*). *Pesticidi i Fitomedicina* 24:123-131
- Maroneze D. y D. Gallegos. 2009. Effect of *Melia azedarach* aqueous extract on the development of immature and reproductive stages of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Semina-Ciencias Agrarias* 30 (3): 537-549
- Martinez D. 2010. Extractos de hojas de lila (*Melia azedarach* L.) para control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky y su efecto en la calidad de semillas de maíz almacenada. Tesis para obtener el grado de: Maestro en tecnología de granos y semillas. Universidad Autónoma Agraria. Buenavista. Mexico. 78p
- Maurya R., M. kushwaha y L. Yadav. 2013. Insecticidal activity of ethanolic extracts from seed and leaf of bakain (*Melia azedarach*) and its effect on oviposition and egg hatching of *Pieris brassicae* in mid hills of Uttarakhand. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 86(8):866-871
- Mckenna M., E. Abou-Fakhr y M. Farran. 2013. Effect of *Melia azedarach* (Sapindales: Meliaceae) fruit extracts on Citrus Leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *SpringerPlus* 2, 144
- Megersa A. 2016. Botanicals extracts for control of pea aphid (*Acyrtosiphon pisum*; Harris). *Journal of Entomology and Zoology Studies* 4(1): 623-627
- Melesse T. y S. Singh. 2012. Effect of climatic factors on pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* Harris (Homoptera:Aphididae) population and its Management through planting dates and biopesticides in field pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of Agricultural Technology* 8(1):125-132
- Melo, J., M. Correia, Chagas, T., Zanuncio, J y Ribeiro, T. 2016. Effects of Plant Extracts on Developmental Stages of the Predator *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Florida Entomologist*, 99(1):113-116

- Mekhlif A. 2009. Effect of *Melia azedarach* L. and *Ailanthus altissima* Swingle Extracts on the Larva Alimentary Tract and Growth of Black Cutworm, *Agrotis ipsilon* Hufn. (Lepidoptera: Noctuidae). Rafidain Journal of Science 20(2): 8-18
- Mimbela S. 2013. Actividad antialimentaria y efecto tóxico del extracto vegetal de *Melia azedarach* L. sobre larvas del tercer estadio de *Spodoptera frugiperda* (Smith) Lambayeque. Tesis para optar el título profesional de licenciado en biología. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ciencias biológicas. Lambayeque, Peru. 83p.
- Monteiro T., N. Pereira, A. Torres y A. Boiça. 2004. Effect of neem extract on the cotton aphid. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39(11):1071-1076
- Montero O., P. Morales, O. Pino, M. Carmeli, E. Gonzalez y L. Rosales. 2017. Actividad insecticida de seis extractos vegetales sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). Revista Protección Vegetal 32(3):1-7
- Naue M., A. Cavalcanti, A. Tanamati, A. Lima y H. Santos. 2010. Pós de folhas, ramos e sementes de nim (A. JUSS.) como repelente de (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos, Campo Mourão (PR) 1(1):21-24
- Navarrete B., O. Valarezo, E. Cañarte y R. Solorzano. 2017. Efecto del nim (*Azadirachta indica* JUSS.) sobre *Bemisia tabaci* Genadius (Hemiptera: Aleyrodidae) y controladores biológicos en el cultivo del melón *Cucumis melo* L. La Granja 25(1):33-44
- Ntalli N., A. Kopiczko, K. Kadtke, P. Marciniak, G. Rosinski y Z. Adamski. 2014. Biological activity of *Melia azedarach* extracts against *Spodoptera exigua*. Biologia 69 (11): 1606:1614
- Ntalli N., N. Monokrousos, C. Rumbos, D. Kontea, D. Zioga, M. Argyropoulou, U. Menkissoglu y N. Tsiropoulos. 2018. Greenhouse biofumigation with *Melia azedarach* controls *Meloidogyne spp.* and enhances soil biological activity. Journal of Pest Science 91: 29–40
- Nuñez G., J. Valadez, R. Gomez, C. Rodriguez y P. Tamez. 2016. *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) Survival, Immune Response, and Gut Bacteria Changes after Exposure to *Azadirachta indica* (Sapindales: Meliaceae) Volátiles. BioOne 99(1): 12-20
- Padilla L. 2015. Eficacia de Azadirachtina para el control de trips *Frankliniella occidentalis* en chile pimienta bajo macrotunel; el progreso, Jutiapa. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar. 64p.
- Parra G., C. Garcia y J. Cotes. 2007. Actividad insecticida de extractos vegetales sobre *Rhodnius prolixus* y *Rhodnius pallescens* (Hemiptera: Reduviidae). Boletín de Malariología y Salud Ambiental 47(1)
- Pearsall L. y E. Hogue. 2000. Use of azadirachtin as a larvicide or feeding deterrent for control of western flower thrips in orchard systems. Phytoparasitica 28:219-228

Peña A., L. Castellanos y A. Bata. 2013. Effect of plants extracts for the control of aphids of green bean (*Vigna unguiculata* (L.) as local alternative in the urban agriculture. Revista Científica Agroecosistemas, 1(2): 148-156

Peña M., J. Castro y A. Soto. 2013. Evaluación de insecticidas no convencionales para el control de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) en frijol. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 16(1): 131-138

Perera A., M. Karunaratne y S. Chinthaka. 2018. Bioactivity and Volatile Profiling of *Azadirachta indica* Leaves for the Management of Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* (Motsch.) Infestations. Journal of Tropical Forestry and Environment 8(1):10-24

Peynirsi E., E. Kurt y A. Kayahan. 2021. Bazı biyoinsektisitlerin *Aphis fabae* ve *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae) üzerindeki etkileri. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi 12(1): 67-77

Poma H. 2016. Determinación de la efectividad del uso de tres tipos de bioinsecticida a base del neem (*Azadirachta indica*) en el control del pulgón verde (*Myzus persicae*). Trabajo dirigido para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia. 69p

Ramos M., L. Silva, H. Hertwig, E. Zarowni y L. Silva. 2018. Alternative treatments in bean seeds for repelling *Acanthoscelides obtectus* (SAY). Journal of Seed Science 40(4):362-369

Rangrez M., A. Rather y M. Parray. 2010. Acaricidal action of biorationals, *Azadirachta indica* and *Melia azedarach* against mite pests of apple (*Malus domestica* Borkh.). Journal of Eco-friendly Agriculture 5(1):78-80

Reyes E., C. Ramos, C. Rodríguez y L. Ortega. 2016. Actividad biológica de nim en adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Aleyrodidae) West. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7(6):1283-1295

Rezapanah M., A. Masoud, A. Amoui, M. Khani y M. Turkmand. 2019. Study on the Botanical Acaricides in the Control of *Aculops lycopersici* Infested Tomato under Laboratory and greenhouse Conditions. Pesticides in Plant Protection Sciences 5(1):55-68

Ribeiro C., R. Sarmiento, M. Venzon, G. Rodrigues, M. Carneiro y P. Henrique. 2015. Lethal and sublethal effects of neem on *Aphis gossypii* and *Cycloneda sanguinea* in watermelon. Acta Scientiarum 37(2): 233-239

Ripolles J., A. Urbaneja y J. Avilla. 1996. Utilización de la azadiractina para el control de '*Phyllocnistis citrella*' Staiton: el minador de las hojas de los cítricos. Levante agrícola, 335, 170-176.

- Rodriguez R. y J. Vendramim. 2007. Bioactivity of aqueous neem seeds extract on the *Tuta absoluta* (Meyrick,1917) (Lepidoptera:Gelechiidae) in three ways of application. *Ciência e Agrotecnologia* 31(1):28-34
- Rohde C., A. Junior, P. Silva y K. Oliveira. 2013. Efeito de extratos vegetais aquosos sobre a mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Arq. Inst. Biol.* 80(4): 407-415
- Rossetti M., M. Defago, M. Carpinella, S. Palacios y G. Valladares. 2008. Biological activity of extracts of *Melia azedarach* on larvae of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 67 (1-2): 115-125
- Roy S. y A. Mukhopadhyay. 2012. Bioefficacy assessment of *Melia azedarach* (L.) seed extract on tea red spider mite, *Oligonychus coffeae* (Nietner) (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology* 38(1)
- Saady R. 2021. Evaluation of the efficiency of color traps and some insecticides in the population density of green peach *Myzus persicae* Sulzer on tomato plant. *Tikrit Journal for Agricultural Sciences* 21(1): 68-74
- Sadeghi A., J. Van y G. Smagghe. 2009. Evaluation of the susceptibility of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*, to a selection of novel biorational insecticides using an artificial diet. *Journal of Insect Science* 9(65): 1-8
- Saenz F., F. Moreno. V. Marco y I. Perez. 2010. Acute and Reproductive Effects of Align®, an Insecticide Containing Azadirachtin, on the Grape Berry Moth, *Lobesia botrana*. *Journal of Insect Science* 10(33): 1-11
- Sagheer M., M. Hasan, M. Ranjha, U. Sagheer, S. Saleem, Q. Ali, K. Ali y A. Majid. 2016. Toxicological and growth regulatory effects of acetone extract oils of indigenous medicinal plants against a stored grain pest, *Cryptolestes ferrugineus* (stephens) (coleoptera: Cucujidae). *Pakistan Journal of Zoology.* 48(3): 903-906
- Salas J. y O. Mendoza. 2001. Evaluación de un extracto de nim en el control de *Bemisia tabaci* y *Liriomyza sativae* en tomate. *Agronomía Tropical* 51(2): 221-234
- Santos M., P. Ramalho, M. Pinheiro, J. Barros, M. Oliveira y S. Franca. 2022. Bioeficácia de produtos à base de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no manejo de *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) em eucalipto. *Ciencia Forestal* 32(2):1078-1094
- Santos T., N. Costa, A. Torres y A. Boiça. 2004. Effect of neem extract on the cotton aphid. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39 (11): 1071-1076
- Sardinha B., E. Costa, Z. Ribeiro, M. Forim y A. Boiça. 2014. Feeding repellency and deterrence of leaf beetles by neem and chinaberry oils applied on bean leaves. *Revista Caatinga* 27(2):76-86

- Scapinello J., J. Oliveira, M. Ribeiros, O. Tomazelli, L. Chiaradi y J. Magro. 2014. Effects of supercritical CO₂ extracts of *Melia azedarach* L. on the control of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). The Journal of Supercritical Fluids 93:20-26
- Senthil S. y K. Sehoon. 2006. Effects of *Melia azedarach* L. extract on the teak defoliator *Hyblaea puera* Cramer (Lepidoptera: Hyblaeidae). Crop Protection 25 (3): 287-291
- Shafiei F., K. Ahmadi y M. Asadi. 2018. Evaluation of systemic effects of four plant extracts compared with two systemic pesticides, acetamiprid and pirimicarb through leaf spraying against *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae). Journal of Plant Protection Research 58(3): 257-264
- Sharma A. y R. Gupta. 2009. Biological activity of some plant extracts against *Pieris brassicae* (Linn.) Journal of Biopesticides, 2(1): 26-31
- Shah R., C. Stafford, I. Khan y D. Ullman. 2017. Feeding and mortality of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895 (Thysanoptera: Thripidae) in response to botanical extracts. Acta Zoologica Bulgarica 69(3):421-428
- Shaurub E., T. El-Sheikh y A. Shukshuk. 2022. Insect growth regulators and chinaberry (*Melia azedarach*) fruit acetone extract disrupt intermediary metabolism and alter immunocyte profile in *Agrotis ipsilon* larvae. International Journal of Tropical Insect Science 42: 2203–2213
- Shimat J. 2017. Repellent effects of essential oils on adult *Bagrada hilaris* by using an olfactometer. Southwestern Entomologist. 42(3):719-724.
- Silva F., E. Costa, R. Ferreira, F. Silva y E. Araujo. 2015. Óleo de nim aplicado via irrigação no controle da mosca minadora em meloeiro. Agropecuaria Científica No Semiárido 11(2): 122-126
- Silva F., E. Costa, R. Ferreira, F. Silva y E. Araujo. 2016. Efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de nim na mortalidade da mosca minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). Brazilian Journal of Agrarian and Environmental Science 10(4):381-386
- Somariva J., J. Nogared, M. Fernandez, L. Kanis y O. Santos. 2008. Leaf extracts of *Melia azedarach* Linnaeus (Sapindales: Meliaceae) act as larvicide against *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae). Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 41(6): 560-564
- Soto A., H. Oliveira y A. Pallini. 2011. Integration of biological control and alternative products against *Tetranychus urticae* (ACARI: TETRANYCHIDAE). Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 14(1): 23-29

- Souza A. y J. Vendramim. 2000a. Atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. *Scientia Agricola* (Piracicaba, Brazil) 57 (3):403-406
- Souza A. y J. Vendramim. 2000b. Efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro. *Bragantia*, Campinas, 59(2):173-179
- Souza A. y J. Vendramim. 2001. Atividade inseticida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology* 30(1):133-137
- Souza B., E. Costa, M. Forin, E. Costa y A. Boiça. 2015. Formulations of *Melia azedarach* to Control *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) Larvae in Corn and Plant Enhancement. *Neotropical Entomology* 44:173–179
- Shannag H., J. Capinera y N. Freihat. 2014. Efficacy of different neem-based biopesticides against green peach aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *International Journal of Agricultural Policy and Research* 2 (2): 061-068
- Shiberu T. y M. Negeri. 2014. Evaluation of insecticides and botanicals against Onion thrips, *Thrips tabaci* (L.) (Thysanoptera: Thripidae). *Entomology and Applied Science Letters* 1(2):26-30
- Tang Y., A. Weathersbee y R. Mayer. 2002. Effect of Neem Seed Extract on the Brown Citrus Aphid (Homoptera: Aphididae) and its Parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Environmental Entomology* 31, 1:172-176
- Tavares P., C. Santos, M. Oliveira y E. Guzzo. 2019. Biology and fertility life table of *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae) exposed to neem-based formulations. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife 14(4)
- Thoeming G., G. Draeger y H. Poehling. 2006. Soil application of azadirachtin and 3-tigloyl-azadirachtol to control western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae): translocation and persistence in bean plants. *Pest Management Science* 62(8):759-767
- Tinzaara W., W. Tushemereirwe, C. Nankinga, C. Gold y I. Kashaija. 2006. The potential of using botanical insecticides for the control of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *African Journal of Biotechnology* 5(20): 1994-1998
- Topakci N. y H. Gocmen. 2008. Pamuk kırmızı örümceği *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) (Acari: Tetranychidae)'a karşı Azadirachtin'in etkinliği üzerine bir araştırma. *BİTKİ KORUMA BÜLTENİ* 48(4): 9-18
- Torres A., R. Barros y J. Oliveira. 2001. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Neotropical entomology* 30 (1)

- Torres A., A. Boiça, C. Manfre y R. Barros. 2006. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. *Bragantia* 65 (3)
- Touhidul M., D. Omar, M. Latif y M. Mahbub. 2011. The integrated use of entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* with botanical insecticide, neem against *Bemisia tabaci* on eggplant. *African Journal of Microbiology Research* 5(21): 3409-3413
- Trinidad V. y E. Gaona. 2011. Acción insecticida y repelente del Neem sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) en granos de poroto (*Vigna unguiculata*). *Investigación Agraria* 13(2):107-111
- Valizadeh B., J. Sendi, A. Zibae y M. Oftadeh. 2013. Effect of Neem based insecticide Achook® on mortality, biological and biochemical parameters of elm leaf beetle *Xanthogaleruca luteola* (Col.: Chrysomelidae). *Journal of Crop Protection* 2(3):319-330
- Valladares G., L. Garbin, M. Defago, C. Carpinella y S. Palacios. 2003. Actividad antialimentaria e insecticida de un extracto de hojas senescentes de *Melia azedarach* (Meliaceae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 62 (1-2): 53-61
- Valladares G., M. Defago, S. Palacios y C. Carpinella. 1997. Laboratory Evaluation of *Melia azedarach* (Meliaceae) Extracts Against the Elm Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology* 90 (3): 747-750
- Valle P., E. Quintela, J. Oliveira y J. Seraphin. 2009. Toxicity of neem oil to *Bemisia tabaci* biotype B nymphs reared on dry bean. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 44(4)
- Ventura y Ito. 2000. Antifeedant activity of *Melia azedarach* (L.) extracts to *Diabrotica speciosa* (Genn.) (Coleoptera: Chrysomelidae) beetles. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 43 (2)
- Venzon M., H. Tognib, A. Perez y J. Oliveirac. 2020. Control of two-spotted spider mites with neem-based products on a leafy vegetable. *Crop Protection* 128
- Venzon M., M. Rosado, A. Fialho, D. Amalfi y A. Ciociola. 2010. Ação do Extrato de Semente de Nim Sobre o Pulgão *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) em Pimenta. *Centro Tecnológico da Zona da Mata (CTZM)*. 6p
- Veronez B., M. Sato. R. Nicastro. 2012. Toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *Tetranychus urticae* e o predador *Phytoseiulus macropilis*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 47(4):511-518
- Vinasco N. y A. Soto. 2014. Efecto insecticida de *Azadirachta indica* A. JUSS sobre *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista Agronomía*. 22(1): 36-43.

Wakil W., M. Ghazanfar, Y. Kwon, E. Ullah, S. Islam y K. Ali. 2012a. Testing *Paecilomyces lilacinus*, diatomaceous earth and *Azadirachta indica* alone and in combination against cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover) (Insecta: Homoptera: Aphididae). African Journal of Biotechnology 11(4): 821-828

Wakil W., M. Ghazanfar, F. Nasir, M. Qayyum y M. Tahir. 2012b. Insecticidal Efficacy of *Azadirachta indica*, Nucleopolyhedrovirus and Chlorantraniliprole Singly or Combined against Field Populations fo *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). Chilean Journal of Agricultural Research 72(1): 53-61

Weintraub P. y A. Horowitz. 1997. Systemic effects of a insecticide on *Liriomiza huidobrensis* larvae. Phytoparasitica 25(4):283-289

APÉNDICES

Apéndice I. Base de datos en torno a plagas de Lepidoptera tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, *M. azedarach*, comúnmente llamado melia.

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i>	Extracto acuoso de hojas al 0,1%	Evaluar el efecto del extracto de hojas sobre el desarrollo, reproducción y longevidad del insecto	40% de disminución de oviposición en hembras adultas tratadas	No indica	no indica	Tomate	Lab.	Brunheroto	2010
Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i>	Extracto etanólico al 10% (p/v)	Evaluar el efecto de los principios activos de los extractos de melia para el control de <i>T. absoluta</i>	Disminución de oviposición de un 87% en hembras adultas tratadas	No indica	Limonoides en distintas concentraciones según estructura vegetal	Tomate	Lab.	Ibañez et al.	2009
Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i>	Extracto acuoso de hojas al 5% (p/v)	Evaluar el potencial insecticida del extracto acuoso para el control de <i>T. absoluta</i>	Mortalidad del 91,4% en larvas tratadas, llegando a un 97,5% en el estado pupa. Las pupas generadas tenían un considerable	No indica	No indica	Tomate	Lab.	Brunheroto y Vendramim	2001

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
				menor peso. Aumenta el tiempo de desarrollo						
Pieridae	<i>Colias lesbia</i>	Extracto etanólico de frutos maduros	Evaluar la actividad anti alimentaria en <i>C. lesbia</i> , provocada por el extracto etanólico de frutos	Supresión de alimentación de un 76% en larvas de 5 estadio a las 24 horas de aplicar	Acción anti alimentaria	12-hydroxy amoorastatin y Meliartenina	Soja	Lab.	Carpinella <i>et al.</i>	2003
Pieridae	<i>Colias lesbia</i>	Extracto etanólico de hojas senescentes al 10% (p/v)	Se evaluaron los efectos anti alimentarios e insecticidas del extracto de hojas senescentes.	Supresión de alimentación del 100% de las larvas de 5 estadio tratadas	Acción anti alimentaria	Meliacarpinas	Alfalfa	Lab.	Valladarez <i>et al.</i>	2003
Pieridae	<i>Pieris brassicae</i>	Extracto etanólico de semillas maduras y hojas verdes al 10% (p/v)	evaluar el efecto del extracto etanólico sobre la actividad insecticida, la disminución de la oviposición y la incubabilidad de los huevos de <i>P. brassicae</i>	Mortalidad superior al 66% en larvas de 2 estadio y Disminución de la oviposición de un 100% en hembras adultas	No indica	Limonoides	Sin huésped (muselina y placa Petri)	Lab.	Maurya <i>et al.</i>	2013

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Noctuidae	<i>Agrotis ipsilon</i>	Extracto acetónico de frutos	Evaluar el efecto del extracto acetónico en el desarrollo del insecto	Provoca una interrupción del desarrollo larvario	Regulador de crecimiento	No indica	Sin huésped	Lab.	Shaurub <i>et al.</i>	2022
Gracillariidae	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Extracto acuoso de frutos verdes y maduros	evaluar la eficacia del extracto acuoso de frutos para el control de <i>P. citrella</i> en campo	Mortalidad del 51% de las larvas de 2 y 3 estadio después de 10 días de ser tratadas en campo	Regulador de crecimiento y acción anti alimentaria	No indica	Limonero	Campo	Mckenna <i>et al.</i>	2013
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Extracto acuoso de hojas verdes	Evaluar el efecto anti alimentario del extracto acuoso de hojas en condiciones de campo sobre <i>P. xylostella</i>	significativa supresión de alimentación en larvas de 2 y 4 estadios. Aumenta el número de repollos comercializables, ya que baja el daño en repollos tratados	Acción anti alimentaria	No indica	Repollo	Campo	Charleston <i>et al.</i>	2006
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Extracto acuoso de hojas verdes al 5% (p/v)	Impacto del extracto acuoso de hojas sobre la oviposición y alimentación de <i>P.</i>	Disminución de oviposición de un 78,2% a los 14 días de aplicar.	Acción anti alimentaria	No indica	Repollo	Invernadero	Charleston <i>et al.</i>	2005

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
			<i>xylostella</i> en invernadero	Repelencia de un 69% de las larvas tratadas. Supresión de alimentación de 72% en larvas.						
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Extracto acuoso de frutos al 4% (p/v)	Evaluar el efecto en la oviposición de los extractos acuosos de frutos. Evaluar la repelencia de <i>P. xylostella</i> al aplicar a plantas de raps	80% Disminución de oviposición en hembras adultas tratadas en experimento de elección. Existe una marcada repelencia de la polilla.	No indica	No indica	Raps	Lab.	Chen <i>et al.</i>	1996
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Extracto acuoso de frutos al 10% (p/v)	Evaluar el efecto insecticida del extracto acuoso de frutos sobre el desarrollo de <i>P. xylostella</i>	Mortalidad del 96% de las larvas tratadas. De la misma forma existe un alargamiento de sus estados de desarrollo. De las larvas sobrevivientes el 100% muere en estado pupal.	Regulador de crecimiento	No indica	Repollo	Lab.	Torres <i>et al.</i>	2001

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Extracto acuoso de frutos al 12,5% (p/v)	Determinar el efecto letal del extracto acuoso de frutos sobre larvas de <i>P. xylostella</i> y así evaluar aspectos biológicos de la plaga	Mortalidad del 100% de las larvas de estadio 1, a los 7 días de haber sido tratadas. Dosis subletales aumentan el tiempo de desarrollo	Regulador de crecimiento	No indica	Repollo	Lab.	Torres <i>et al.</i>	2006

Apéndice II. Base de datos en torno a plagas de coleópteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, *M. azedarach* (melia).

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Curculionidae	<i>Sitophilus oryzae</i>	Extracto etanólico de frutos maduros	Evaluar la actividad anti alimentaria en <i>S. oryzae</i> , provocada por el extracto etanólico de frutos aplicado en el alimento	Supresión de alimentación del 51,8% en adultos tratados en experimentos de elección	Acción anti alimentaria	12-hydroxy amoorastatin y Meliartenina	Arroz	Lab.	Carpinella <i>et al.</i>	2003
Curculionidae	<i>Sitophilus oryzae</i>	Extracto etanólico de hojas senescentes al 10% (p/v)	Se evaluaron los efectos anti alimentarios e insecticidas del extracto de hojas senescentes.	Supresión de alimentación de un 100% en adultos a los 3 días de ser tratados	Acción anti alimentaria	Meliacarpinas	Arroz	Lab.	Valladarens <i>et al.</i>	2003
Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i>	Extracto metanólico y etanólico de hojas verdes al 16% (p/v)	evaluar el mejor extracto para el control del insecto <i>S. zeamais</i>	Mortalidad del 99% de los adultos al aplicar extracto metanólico y un 84% a los 6 días de aplicar el extracto etanólico	Acción anti alimentaria	No indica	Maíz	Lab.	Martinez	2010
Cucujidae	<i>Cryptolestes</i>	Aceites esenciales	Determinar el efecto tóxico letal y	Mortalidad de huevos de un	Regulador de	No indica	Sin huésped	Lab.	Sagheer <i>et al.</i>	2016

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
	<i>ferrugineus</i>	extraído con acetona de hojas frescas al 15% (v/v)	regulador de crecimiento del aceite esencial en	78,3%, reduce la pupación un 60% a los 10 días de aplicación.	crecimiento		(papel filtro, placa Petri)			
Tenebrioni dae	<i>Tribolium castaneum</i>	Aceite esencial extraído con acetona al 15% (v/v)	Evaluar el efecto anti alimentario del aceite esencial al 6% en experimentos de alimentación con alimento tratado	Supresión de alimentación de un 67,6% de los adultos tratados a los 7 días de aplicación	Acción anti alimentaria	No indica	Harina de trigo	Lab.	Akhtar <i>et al.</i>	2015
Tenebrioni dae	<i>Tribolium confusum</i>	Extracto etanólico de frutos maduros	Evaluar la actividad anti alimentaria en <i>T. confusum</i> , provocada por el extracto etanólico de frutos aplicados en el alimento	Supresión de alimentación de un 88,4% en adultos tratados	Acción anti alimentaria	12-hydroxy amoorastatin y Meliartenina	Galleta de arroz	Lab.	Carpinella <i>et al.</i>	2003
Chrysomeli dae	<i>Xanthogale ruca luteola</i>	Extracto etanólico de hojas y frutos al 1% (p/v)	Evaluar la actividad tóxica y disuasoria de alimentación al aplicar el extracto etanólico al alimento	Mortalidad del 100% de los adultos tratados a los 3 y 8 día, para el extracto de frutos y hojas respectivamente	Acción anti alimentaria	Meliartenina	Olmo	Lab.	Defago <i>et al.</i>	2006

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Chrysomelidae	<i>Xanthogaleuca luteola</i>	Extracto etanólico de frutos al 10% (p/v)	Evaluar los efectos del extracto etanólico aplicados en el alimento en el comportamiento alimentario y el desarrollo de <i>X. luteola</i>	Mortalidad del 100% de los adultos y larvas tratadas. En dosis subletales se obtuvo repelencia de un 100% adultos y larvas	Acción anti alimentaria	No indica	Olmo	Lab.	Valladare <i>et al.</i>	1997
Chrysomelidae	<i>Xanthogaleuca luteola</i>	Extracto etanólico de frutos maduros	Evaluar la actividad anti alimentaria en <i>X. luteola</i> , provocada por el extracto etanólico de frutos aplicados en el alimento	Supresión de alimentación del 100% de los adultos tratados	Acción anti alimentaria	12-hydroxy amoorastatin y Meliartenina	Olmo	Lab.	Carpinella <i>et al.</i>	2003
Chrysomelidae	<i>Xanthogaleuca luteola</i>	Extracto etanólico de frutos al 4,7% (p/v) y acuoso de frutos al 4,4% (p/v)	Evaluar el efecto anti alimentario e insecticida del extracto etanólico y acuoso de melia, en larvas de <i>X. luteola</i>	Mortalidad de un 60% aproximadamente en larvas de 3 estadios para ambos tratamientos 14 días después de aplicar. Disminución de alimentación superior al 85%	Acción anti alimentaria	Triterpenoides biológicamente activos	Olmo	Lab.	Chiffelle <i>et al.</i>	2019

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Chrysomelidae	<i>Xanthogaleuca luteola</i>	Extracto etanólico de frutos al 2,4% (p/v) y acuoso de frutos al 10% (p/v)	Evaluar los efectos insecticidas y anti-alimentarios del extracto etanólico y acuoso aplicados en el alimento de <i>X. luteola</i> , en pruebas de elección	Mortalidad de un 86% en adultos tratados con extracto etanólico y un 76% de mortalidad en los tratados con extracto acuoso. El extracto acuoso al 3,6% (p/v) genero un 100% de disminución de alimentación en adultos	Acción anti alimentaria	Triterpenoides	Olmo	Lab.	Chiffelle <i>et al.</i>	2011
Bruchidae	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Polvo de hojas al 75%	Determinar la mortalidad en laboratorio de <i>A. obtectus</i> en respuesta a melia	Mortalidad del 100% de los adultos evaluados	anti alimentario	triterpenoideos	Porotos	Lab.	Gonzalez	2017

Apéndice III. Base de datos en torno a plagas de hemípteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, *M. azedarach* (melia).

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Extracto etanólico de frutos al 10% (laboratorio) y 20% (Invernadero)	Evaluar el efecto letal del extracto etanólico sobre <i>M. persicae</i> en condiciones de invernadero y laboratorio	Mortalidad del 94,3% de los adultos tratados en laboratorio y un 90,3% en invernadero	Acción anti alimentaria	Terpenoides	Berenjena en laboratorio y Pimiento en invernadero	Lab. e invernadero	Erdogan <i>et al.</i>	2020
Aphididae	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Extracto acuoso de Frutos y hojas al 5% (p/v)	Evaluar la acción del extracto acuoso hojas frutos sobre <i>B. brassicae</i>	Mortalidad del 100% de ninfas a las 24 horas de aplicar el extracto de frutos verdes. Mortalidad del 99,4% de los adultos a las 24 horas de la aplicación de extracto de hojas verdes.	Regulador de crecimiento	Limonoides	Repollo	Lab.	Lovatto <i>et al.</i>	2011
Aphididae	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Extracto acuoso de semillas 1% (p/v)	Evaluar eficacia de extractos de semillas en experimentos de elección y no elección	Disminución de la población superior al 70% en ambos experimentos	Acción anti alimentaria	Meliatoxina A1 y B1 y Meliacarpinas	Repollo	Lab.	Birhanu <i>et al.</i>	2011

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Aphididae	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Extracto acuoso de semillas 5% (p/v)	Evaluar el impacto del extracto acuoso de semillas sobre <i>B. brassicae</i> y su controlador natural en condiciones de campo	Reducción poblacional de 81% y 86% a la quinta y sexta semana. No existen efectos negativos en el enemigo natural	No indica	No indica	Repollo	Campo	Kibrom <i>et al.</i>	2012
Aleyrodidae	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Extracto etanólico al 10% (p/v)	Evaluar el efecto insecticida de los principios activos de los extractos de meliá para el control de <i>T. vaporariorum</i>	Disminución de oviposición de un 87% en hembras adultas tratadas	No indica	Limonoides en distintas concentraciones según estructura vegetal	Tomate	Lab.	Ibañez <i>et al.</i>	2009
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Extracto metanólico y acuoso de frutos y hojas	Investigar la bioactividad del extracto metanólico y acuoso sobre la oviposición y comportamiento de adultos de <i>B. tabaci</i>	Repelencia superior al 60% de los adultos con ambos extractos. Todos los extractos metanólico y acuoso probados generaron más de un 51,3% de disminución de oviposición en hembras adultas	Acción anti alimentaria	Limonoides, Meliatoxinas A1, A2, B1 y B2.	Tomate	Invernadero	Abou-Fakhr E. <i>et al.</i>	2001

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Extracto metanólico y hexánico de ramas verdes	Evaluar la bioactividad de los extractos etanólicos y hexánicos sobre <i>B. tabaci</i> biotipo <i>B.</i>	El extracto etanólico genera un 77,9% de reducción poblacional de adultos y un 75,7% de disminución de oviposición	No indica	Limonoides	Tomate	Lab.	Lopes <i>et al.</i>	2020
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Extracto etanólico de ramas verdes al 0,56% (p/v)	Evaluar el efecto del extracto etanólico sobre huevos y ninfas de <i>B. tabaci</i>	Mortalidad del 86% de las ninfas a los 7 días de haber aplicado el extracto	No indica	Limonoides	Tomate	Invernadero	Dias <i>et al.</i>	2012
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Extracto Acetónico y Metanólico al 20% (p/v)	Evaluar el efecto tóxico de los extractos de meliá sobre los distintos estadios de <i>B. tabaci</i> en experimento de elección	Repelencia de un 53% en ninfas 3 días después de ser tratadas con el extracto acetónico. Mortalidad de 49% de ninfas 3 días después de aplicaciones	No indica	No indica	Tomate	Lab.	Abou-Fakhr E. <i>et al.</i>	2000
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Extracto acuoso de	Evaluar el efecto letal en huevos y	Mortalidad del 58% de los	No indica	No indica	Tomate	Lab.	Souza y	2001

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
		frutos verdes al 3% (p/v)	ninfas de <i>B. tabaci</i> al aplicar por aspersión extractos acuosos de melia	huevos a los 8 días de ser tratados. Mortalidad del 55% de las ninfas a los 15 días de ser tratadas					Vendra mim	
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Extracto acuoso de frutos al 3% (p/v)	Evaluar la acción insecticida del extracto acuoso de frutos a nivel de invernadero	Mortalidad de un 68,6% de las ninfas 8 días después de ser tratadas	No indica	No indica	Tomate	Invernadero	Souza y Vendramim	2000a
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Extracto acuoso de hojas al 2% (p/v)	Evaluar la actividad ovicida del extracto acuoso de hojas sobre <i>B. tabaci</i>	Mortalidad del 35% de los huevos a los 7 días de haber sido tratados	No indica	No indica	Tomate	Invernadero	Souza y Vendramim	2000b
Reduviidae	<i>Triatoma infestans</i>	Extracto acetónico de frutos maduros al 20% (p/v)	evaluar la capacidad insecticida y repelente del extracto acetónico para controlar <i>T. infestans</i>	Repelencia de un 100% en las ninfas de 1 estadio a las 24 horas de aplicar el extracto a 20% (v/v). Repelencia del 100% de las ninfas de 5	No indica	Limonoides	Papel filtro	Lab.	Dade <i>et al.</i>	2018

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
				estadio a las 24 horas de aplicar extracto al 100% (v/v)						

Apéndice IV. Base de datos en torno a plagas de dípteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, *M. azedarach* (melia).

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Agromyzidae	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Extracto acuoso de frutos maduros y hojas verdes al 20% (p/v)	Evaluar la eficacia insecticida del extracto acuoso de frutos y hojas para controlar <i>L. huidobrensis</i>	Repelencia de un 55% en larvas con el extracto de frutos y un 71% con el extracto de hojas. Reduce el número de infestaciones.	Acción anti alimentaria	Limonoides	Acelga	Invernadero	Abou-Fakhr H. <i>et al.</i>	2000
Agromyzidae	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Extracto etanólico de frutos maduros al 20%	Evaluar el efecto del extracto etanólico de frutos sobre el comportamiento de alimentación y oviposición, así como también sobre la supervivencia y el desarrollo larval	Mortalidad que llega a un 70% entre el estadio larval y pupal.	Acción anti alimentaria y Regulador de crecimiento	No indica	Calabacín	Lab.	Banchio <i>et al.</i>	2003
Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	Extracto acuoso de hojas verdes al 25% (p/v)	Evaluar el efecto de los extractos acuosos de hojas verdes sobre larvas, pupas y adultos de <i>C. capitata</i>	inviabilidad del 56% de los individuos tratados. Mortalidad de un 31,4% de larvas y	Regulador de crecimiento (interrupción de ecdisis)	Limonoide	papel filtro (placa Petri)	Lab.	Rohde <i>et al.</i>	2013

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
				25% de adultos deformes. Las aplicaciones en pupa generan un 62,8% de inviabilidad.	metamorfosis). Anti Alimenticio para adultos y larvas					
Muscidae	<i>Musca domestica</i>	Extracto metanólico y en hexano de semillas	Evaluar la actividad biológica del extracto metanólico y hexánico en el desarrollo larvario y embrionario.	Mortalidad de 78% de los huevos con extractos metanólicos. Mortalidad del 50% de las larvas y pupas tratadas con el extracto en hexano. La viabilidad de huevos se reduce un 88% con el extracto hexánico	No indica	Meliartenina	Sin huésped (placas Petri)	Lab.	Cabral <i>et al.</i>	2008
Drosophilidae	<i>Drosophila melanogaster</i>	Extracto acuoso de frutos y hojas verdes	Evaluar la efectividad insecticida del extracto acuoso sobre <i>D. melanogaster</i>	Mortalidad del 90% en adultos tratados con extracto de hojas y un 74% de adultos muertos con el extracto de	No indica	Meliacarpinas	Dieta artificial	Lab.	Chiffelle <i>et al.</i>	2009

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
				frutos						
Culicidae	<i>Culex pipiens</i>	Extracto metanólico de frutos 1000 ppm	evaluar el efecto tóxico letal del extracto metanólico al empapar larvas de <i>C. pipiens</i>	Mortalidad del 100% de las larvas de 2º estadio a las 24 horas de ser tratadas	Regulador de crecimiento	No indica	Sin huésped (empapamiento del insecto)	Lab.	Koc <i>et al.</i>	2016
Culicidae	<i>Aedes aegypti</i>	Extracto etanólico de frutos (p/v) al 0,1% y hojas al 0,075% (p/v)	evaluar los efectos del extracto etanólico en el comportamiento de oviposición, desarrollo larvario y mortalidad de <i>A. aegypti</i> .	El extracto de frutos generó una mortalidad del 40% en larvas de 2, 3 y 4 estadios a los 4 días de haber sido tratadas y el extracto de hojas generó una mortalidad del 100% a los 2 días de aplicar. Fuerte disminución de oviposición.	Regulador de crecimiento	Meliartenina, Extracto de hoja senescente posee 20 veces menos que el extracto de frutos	Sin huésped (jaulas)	Lab.	Coria <i>et al.</i>	2008
Culicidae	<i>Aedes aegypti</i>	Extracto etanólico de hojas frescas y secas al	evaluar el efecto larvicida de extractos etanólicos de hojas frescas y secas al	Alta mortalidad de larvas de 3 y 4º estadio	Regulador de crecimiento	Limonoides	Sin huésped (empapamiento)	Lab.	Somariva <i>et al.</i>	2008

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
		75% (p/v)	empapar larvas de <i>A. aegypti</i>				del insecto)			
Culicidae	<i>Aedes aegypti</i>	Extracto en Dióxido de carbono supercrítico de frutos maduros	Evaluar la eficacia del extracto de dióxido de carbono supercrítico sobre la supervivencia de las larvas de <i>A. aegypti</i>	Mortalidad del 100% de las larvas de 2 y 3 estadio a los 4 días después de ser tratadas	Regulador de crecimiento	Terpenoides, terpenos, esteroides y cumarinas	Sin huésped (empapamiento del insecto)	Lab.	Busato <i>et al</i>	2018

Apéndice V. Base de datos en torno a plagas de ácaros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, *M. azedarach*, (melia).

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	Aceite obtenido por prensado en frío usado al 3% (v/v)	Evaluar los efectos biológicos adversos y acaricidas del aceite esencial sobre <i>T. urticae</i>	Mortalidad del 90% de los adultos a los 7 días de ser tratados. 87% de disminución de oviposición en adultas a los 2 días de ser tratados. La repelencia supera el 75% al 3% (p/v)	No indica	Triterpenoides "limonoides"	Poroto	Lab.	Keskin <i>et al.</i>	2020
Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	Extracto acuoso de hojas al 10% (p/v)	Evaluar la toxicidad letal del extracto acuoso de hojas sobre <i>T. urticae</i>	Mortalidad de un 48% en hembras adultas a los 5 días de ser tratadas. 57% de disminución de oviposición en hembras adultas por día.	No indica	Triterpenoides	Canavalia	Lab.	Veronez <i>et al.</i>	2012

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	Extracto etanólico de frutos 15% (p/v)	Evaluar el efecto de extracto etanólicos sobre la mortalidad de <i>T. urticae</i>	Mortalidad superior al 82% a nivel poblacional	No indica	No indica	Tomate	Lab.	Carrillo <i>et al.</i>	2011
Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	Extracto etanólico y en acetato de etilo de hojas verdes	Evaluar la toxicidad de los extractos sobre <i>T. urticae</i>	Repelencia de un 100% cuando se usó extracto de acetato de etilo y de un 83% cuando se usó el extracto etanólico. Se observó una alta disminución de oviposición y acortamiento de la vida de hembras adultas	No indica	No indica		Lab.	El-Sawi	2008
Tetranychidae	<i>Tetranychus sp.</i>	Extracto acuoso de hojas verdes al 10% (p/v)	Evaluar el efecto tóxico letal del extracto acuoso de hojas sobre <i>Tetranychus sp.</i>	Mortalidad del 96% de los adultos a los 4 días de ser tratados	No indica	No indica	Poroto	Lab.	Encina <i>et al.</i>	2011

Apéndice VII. Base de datos en torno a plagas de lepidópteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceas, *A. indica* (neem)

Plaga		Formulación	Evaluaciones	Resultados	Modo de acción	Ingrediente activo	Planta hospedera	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Noctuidae	<i>Helicoverpa armigera</i>	Aceite comercial (5UL/L)	Mortalidad y tasa de pupación	50% mortalidad en larvas L2.	Toxicidad en sistema digestivo	Azadiractina	No indica	Campo	Wakil <i>et al.</i>	2012b
Noctuidae	<i>Helicoverpa armigera</i>	Extracto acuoso y etanólico de semillas	Efectividad de extractos etanólicos y acuosos sobre la población del insecto	65-70% reducción poblacional con ambos extractos sobre larvas L5. Aumento del rendimiento del cultivo	No indica	No indica	Garbanzo	Campo	Fite <i>et al.</i>	2020
Noctuidae	<i>Helicoverpa armigera</i>	Aceite comercial "Neenmax"	Calcular de parámetro de tabla de vida y fertilidad	94% mortalidad sobre larvas L1. Disminución de longevidad, fertilidad, fecundidad y periodo de oviposición.	Regulador de crecimiento	Azadiractina	Dieta especial	Lab.	Tavares <i>et al.</i>	2019
Noctuidae	<i>Trichoplusia ni</i>	Extracto hexánico de hojas y tallos	Evaluar los cambios en el comportamiento del insecto en respuesta al extracto	60-70% mortalidad en larvas	Regulador de crecimiento	No indica	Dieta especial	Lab.	Nuñez <i>et al.</i>	2016
Tortricidae	<i>Lobesia botrana</i>	Aceite comercial	Acción de azadiractina sobre	100% mortalidad de larvas, disminución de	Regulador de	32 g Azadiractina	Dieta especial	Lab.	Saenz <i>et al.</i>	2010

Plaga		Formulación	Evaluaciones	Resultados	Modo de acción	Ingrediente activo	Planta hospedera	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
		“ALIGN EC”	fecundidad, fertilidad y longevidad de adultos. Acción larvicida y ovicida.	fecundidad y fertilidad. Efecto ovicida en huevos más jóvenes.	crecimiento	/L				
Tortricidae	<i>Cydia pomonella</i>	Aceite comercial “Neem-X”	Efectos del aceite sobre desarrollo, fecundidad, fertilidad y posible acción letal.	50% mortalidad de larvas. 100% inhibición desarrollo pupal. Malformaciones con dosis subletal.	Regulador de crecimiento	20 ppm de azadiractina	Dieta especial	Lab.	Groote	2010
Tortricidae	<i>Cydia pomonella</i>	Aceite comercial “sukrina new”	Acción del neem incorporados a la dieta sobre el comportamiento de alimentación, mortalidad y duración del desarrollo	Mortalidad del 100% de las larvas, notándose una reducción del peso significativa	Regulador de crecimiento	2% de azadiractina	Dieta especial	Lab.	Burbulla <i>et al.</i>	1995
Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i>	Extracto acuoso de semillas	Acción insecticida del extracto sobre larvas en foliolos infestados	Mortalidad del 100% de las larvas en laboratorio y reducción del 60% de las minas en invernadero	Regulador de crecimiento y acción anti alimentaria	Azadiractina	Tomate	Lab. e Invernadero	Rodriguez y Vendramin	2007

Plaga		Formulación	Evaluaciones	Resultados	Modo de acción	Ingrediente activo	Planta hospedera	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i>	Extracto acuoso de semillas	Acción de los extractos acuosos sobre el desarrollo, la reproducción y longevidad de la plaga	Mortalidad del 71,4% de las larvas, llegando al 100% en pupa. reducción de oviposición del 45% aproximadamente.	Regulador de crecimiento y Anti alimentario	No indica	Tomate	Lab.	Brunhe rotto <i>et al.</i>	2010
Pieridae	<i>Pieris brassicae</i>	Extracto acuoso de hojas secas	Eficacia de extractos sobre mortalidad y crecimiento del insecto	Mortalidad del 65% de las larvas L2. Reducción de la tasa de consumo y tasa de crecimiento	Efecto anti alimentario	No indica	Repollo	Lab.	Ali <i>et al.</i>	2017
Pieridae	<i>Pieris brassicae</i>	Aceite comercial "Ecozin"	Efecto sobre alimentación, oviposición y efectos letales sobre huevos y larvas	Mortalidad del 100% de las larvas antes de pupar. Disminución de oviposición de un 60% en adultas. Efecto ovicida de un 78%	Regulador de crecimiento y anti alimentario	3% de azadiractina	Repollo	Lab.	Hasan y Ansari	2011
Pieridae	<i>Pieris brassicae</i>	Extracto acuoso al 10% (p/v) y etanólico al 5% (p/v)	Efecto tóxico de extractos de neem sobre la plaga	existe una supresión de alimentación del 81% y una mortalidad de larvas del 50%	Acción anti alimentaria	azadiractina	Ricino	Lab.	Sharma y Gupta	2009

Plaga		Formulación	Evaluaciones	Resultados	Modo de acción	Ingrediente activo	Planta hospedera	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Pieridae	<i>Ectomyelois ceratoniae</i>	Aceite comercial	determinar el efecto tóxico de la azadiractina	Mortalidad de larvas de un 100% en laboratorio y de casi 40% en campo	No indica	Azadiractina 32g/L	cítricos	Lab. y Campo	Hached <i>et al.</i>	2018
Pieridae	<i>Ectomyelois ceratoniae</i>	Aceite comercial	Determinar la viabilidad de los huevos y de las larvas en reacción al aceite de neem	Mortalidad del 100% de las larvas de estadio 1 a los 3 días y un 92% de huevos no eclosionados.	Regulador de crecimiento	Azadiractina	no indica	Lab.	Lalmi y Messaoudi	2021
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Aceite comercial	Determinar el efecto larvicida de aceite de neem	Mortalidad de un 40% de las larvas a los 8 días de ser tratadas	Solo indica toxicidad	0,15% de Azadiractina	Dieta especial	Lab.	Malik <i>et al.</i>	2019
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Extracto acuoso de semillas al 10% (p/v)	determinar efectos del extracto sobre la dieta y el desarrollo del insecto	Mortalidad del 88% de las larvas de 1 estadio. Dosis subletales generaron una disminución de la masa consumida	Acción anti alimentaria	no indica	Repollo	Lab.	Boiça <i>et al.</i>	2013
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Aceite comercial "dalNeem"	evaluar el efecto del aceite de neem sobre la oviposición y la posible letalidad sobre el insecto	Disminución de oviposición del 85% en hembras adultas. 80% de control en larvas a los 6 días	Regulador de crecimiento y anti alimentario	Azadiractina	Repollo	Lab.	Bastos <i>et al.</i>	2009

Plaga		Formulación	Evaluaciones	Resultados	Modo de acción	Ingrediente activo	Planta hospedera	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Aceite comercial "Neemix"	Determinar la actividad anti alimentaria y la toxicidad sobre larvas del aceite de neem	Mortalidad del 100% de las larvas a los 7 días de la aplicación. Dosis subletales redujeron el peso y el tamaño de las larvas	Acción anti alimentaria	Azadiractina	Repollo	Lab.	Liang <i>et al.</i>	2003
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Aceite comercial "Neemarina"	determinar el efecto del aceite de neem en los aspectos de la tabla de vida del insecto como la mortalidad y el desarrollo, la tasa de reproducción, la tasa intrínseca de aumento y el tiempo de generación,	Mortalidad del 72% de las larvas. se redujo la eclosión de huevos, disminuye la fecundidad de hembras y aumenta el tiempo de desarrollo	No indica	Azadiractina	Coliflor	Lab.	Ahmad <i>et al.</i>	2012
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Extracto acuoso al 10% (p/v)	Evaluar los efectos de los extractos sobre la oviposición y alimentación de las larvas	Disminución de oviposición del 50% en adultas. Disminuye el consumo de col a los 30 minutos de haber aplicado.	Efecto anti alimentario	Azadiractina	Repollo	Lab.	Jesus <i>et al.</i>	2011
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Extracto acuoso de	Evaluar los efectos de los extractos	Mortalidad del 100% de las larvas tratadas.	Regulador de	Azadiractina	Repollo	Lab.	Torres <i>et al.</i>	2006

Plaga		Formulación	Evaluaciones	Resultados	Modo de acción	Ingrediente activo	Planta hospedera	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
		semillas al 0,5% (p/v)	sobre los aspectos biológicos del insecto	Dosis subletales generan individuos deformes y se prolonga la etapa larval	crecimiento					
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Extracto acuoso de hojas verdes al 10% (p/v)	evaluar el efecto de los extractos sobre el desarrollo del insecto	Mortalidad del 90% de las larvas de 1 estadio.	No indica	Azadiractina	Repollo	Lab.	Boiça <i>et al.</i>	2005
Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Aceite comercial y Extracto acuoso al 10% (p/v)	Determinar el efecto insecticida del extracto	Mortalidad del 100% de las larvas de 1 estadio en ambos tratamientos, sin llegar a pupa	No indica	Azadiractina	Repollo	Lab.	Torres <i>et al.</i>	2001
Gracillariidae	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Aceite de neem al 1,5% y extracto acuoso al 7%	evaluar la eficacia de aceites y extractos acuoso de neem en el control del insecto	Reducción poblacional de un 85% aproximadamente en ambos tratamientos a los 7 días de aplicar	Regulador de crecimiento	Azadiractina	Cítricos	Campo	Arshad <i>et al.</i>	2019
Gracillariidae	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Aceite comercial al 1,5%	Evaluar la eficacia del aceite en cuanto a mortalidad sobre el insecto	Mortalidad baja de larvas de un 35%	No indica	Azadiractina	Mandarinas y empapamiento larval	Lab.	Arshad <i>et al.</i>	2018

Plaga		Formulación	Evaluaciones	Resultados	Modo de acción	Ingrediente activo	Planta hospedera	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Gracillariid ae	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Aceite 10mL/L y Extracto acuoso 50 g/L	determinar el efecto de los aceites y extractos acuosos sobre parámetros de vida del insecto como reproducción, desarrollo, atracción y esperanza de vida.	Mortalidad de un 72% aproximadamente para ambos tratamientos en larvas a los 10 días. Genera un efecto ovicida del 70% y repelencia de adultos del 85%	Acción anti alimentaria	Azadiractina	Cítricos	Campo	Cañarte <i>et al.</i>	2003
Gracillariid ae	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Aceite comercial “inbio 75TM” y Extracto acuoso 50 g/L	Determinar la efectividad de la acción insecticida del neem sobre el insecto	Mortalidad de un 70% aproximadamente en ambos tratamientos. Disminuye la infestación con ambos en un 90%	No indica	Azadiractina	Cítricos	Campo	Cañarte <i>et al.</i>	2020
Gracillariid ae	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Aceite comercial “Citrolina y Actipron”	Comprobar la eficacia del aceite comercial en campo e invernadero sobre el insecto	Reducción poblacional de larvas del 100% en invernadero y un 60% en campo. Hay reducción en el número de minas y en la superficie de hoja enrollada que llega al 99%	Regulador de crecimiento	Azadiractina	Cítricos	Inverna dero y Campo	Ripolles <i>et al.</i>	1996

Apéndice VIII. base de datos en torno a plagas de coleópteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, *A. indica* “Neem”

Plaga		Formulación	Evaluaciones	Resultados	Modo de acción	Ingrediente activo	Planta hospedera	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Bruchidae	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Polvo de hojas al 75%	Determinar la mortalidad en laboratorio de <i>A. obtectus</i> en respuesta al neem	Mortalidad del 100% de los adultos a los 7 días de aplicar	Anti alimentario	Azadiractina	Porotos	Lab.	Gonzalez	2017
Bruchidae	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Aceite de neem de Vitaplant Ltda 3ml/kg de poroto	Evaluar el efecto del tratamiento con neem para controlar <i>A. obtectus</i>	Reducción de alimentación superior a un 98% en individuos adultos a los 50 días. Repelente a las primeras semanas.	No indica	Azadiractina	Poroto	Lab.	Ramos <i>et al.</i>	2018
Bruchidae	<i>Callosobruchus maculatus</i>	Polvo de hojas a 4%	Evaluar el efecto toxico del polvo de neem sobre <i>C. maculatus</i>	90% de mortalidad en adultos a los 5 días de aplicar. Repelencia en adultos.	No indica	Azadiractina	Poroto	Lab.	Trinidad y Gaona	2011
Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i>	Extracto crudo en hexano 10.000 ppm	Evaluar el efecto insecticida del neem sobre <i>S. zeamais</i>	Mortalidad superior a 91% en adultos a los 8 días de aplicación	No indica	Azadiractina	maíz	Lab.	Cerna <i>et al.</i>	2010
Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i>	Polvo de hojas y	Evaluar la actividad repelente del neem	Alta repelencia de ambos polvos en	No indica	Azadiractina	maíz	Lab.	Naue <i>et al.</i>	2010

Plaga		Formulación	Evaluaciones	Resultados	Modo de acción	Ingrediente activo	Planta hospedera	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
		semillas	sobre <i>S. zeamais</i>	adultos						
Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i>	Polvo de hojas al 33% (p/p)	Evaluar el efecto toxico del polvo de hojas en <i>S. zeamais</i>	Mortalidad de 77% en adultos a los 10 días de aplicación	No indica	Azadiractina	maíz	Lab.	Perera <i>et al.</i>	2018
Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i>	Extracto etanólico de semillas	Evaluar el efecto del extracto etanólico de semillas sobre <i>S. zeamais</i>	Mortalidad el 100% de los adultos a los 3 días de aplicar	No indica	Azadiractina	maíz	Lab.	Kossou	2011
Curculionidae	<i>Sitophilus oryzae</i>	Polvo de hojas 10g	Evaluar la repelencia del polvo de neem en <i>S. oryzae</i>	Mortalidad del 76% de los adultos a los 24 días de aplicar	Regulador de crecimiento	Azadiractina	Arroz	Lab.	Fauzi <i>et al.</i>	2022
Chrysomelidae	<i>Xanthogaleruca luteola</i>	Aceite comerial de neem "Achook"	Evaluar la toxicidad del neem sobre <i>X. luteola</i>	Mortalidad de larvas. Sin emergencia de adultos y pupas	No indica	Azadiractina	Olmo	Lab.	Valizadeh <i>et al.</i>	2013
Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i>	Polvo de hojas	Evaluar el efecto del polvo de hojas sobre <i>T. castaneum</i>	Mortalidad de 57% en adultos con efecto residual alto	No indica	Azadiractina	Harina	Lab.	Islam y Talukder	2005
Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i>	Polvo de semillas al	Evaluar los efectos de contacto del	Mortalidad de 95% de las larvas a los 5 días	Anti alimentario	Azadiractina	Sin hospedero	Lab.	Khair <i>et</i>	2019

Plaga		Formulación	Evaluaciones	Resultados	Modo de acción	Ingrediente activo	Planta hospedera	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
		20%	neem sobre diferentes estadios de desarrollo de <i>T. castaneum</i>	de haber aplicado. Adultos mueren en un 90% a los 7 días de haber aplicado el polvo					<i>al.</i>	

Apéndice IX. Base de datos en torno a plagas de hemípteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, *A. indica*, (neem).

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Aphididae	<i>Aphis fabae</i>	Aceite comercial "Neem Azal T/S"	Evaluar el impacto del Aceite comercial en cuanto a letalidad en la especie plaga	Mortalidad de un 94% de adultos y ninfas a los 8 días de la aplicación. Reducción de un 30% en la producción de ninfas por día.	No indica	1% de Azadiractina	Haba	Lab.	Ahmed <i>et al.</i>	2007
Aphididae	<i>Aphis fabae</i>	Aceite comercial "Nimbecidina"	Determinar los efectos letales del aceite comercial sobre pulgones.	Reducción poblacional del 93% en ninfas de 3 y 4 estadios.	No indica	3% de azadiractina	Sin hospeder o (placa Petri)	Lab.	Peynirsi <i>et al.</i>	2021
Aphididae	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	Aceite comercial "Nimbecidina"	Determinar los efectos letales del aceite comercial sobre pulgones.	Reducción poblacional del 91% en ninfas de 3 y 4 estadios.	No indica	3% de azadiractina	Sin hospeder o (placa Petri)	Lab.	Peynirsi <i>et al.</i>	2021
Aphididae	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	Aceite comercial "Neem Azal T/S"	evaluar la potencia del aceite comercial en cuanto a letalidad en <i>A. pisum</i>	Mortalidad del 100% de las ninfas tratadas con aceite.	Regulador de crecimiento. Interrupción de la muda y aborto.	1% de Azadiractina	Dieta especial	Lab.	Sadeghi <i>et al.</i>	2009

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Aphididae	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	Extracto acuoso de semillas al 5% (p/v)	Evaluar el desempeño del extracto acuoso en el control de <i>A. pisum</i>	Mortalidad del 100% de las ninfas al cuarto día	No indica	No indica	arveja	Lab.	Megersa	2016
Aphididae	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	Extracto acuoso de semillas al 10% (p/v)	Evaluar la correlación entre la población de áfidos y la eficacia del Aceite comercial	Reducción de la población de un 50% aproximadamente. Aumenta el rendimiento del cultivo en un 95%	No indica	No indica	arveja	Campo	Melesse y Singh	2012
Aphididae	<i>Aphis craccivora</i>	Extracto acuoso de semillas al 10% (p/v) y Aceite comercial "Neemazal"	Evaluar la efectividad de la azadiractina aplicada al suelo vía extracto y aceite comercial para el control del pulgón	Reducción poblacional de ninfas de un 71% cuando se usó el extracto y un 84% cuando se usó el aceite. retrasan el desarrollo del insecto	Regulador de crecimiento. Se afecta la ecdisis	Azadiractina (2% en el aceite comercial)	Caupí	Invernadero	Carvalho y Bleicher	2006
Aphididae	<i>Aphis craccivora</i>	Aceite crudo al 2% (v/v)	Evaluar la mortalidad y repelencia generada por los aceites de neem en el insecto	Repelencia de un 73% en ninfas de 3 estadio y una mortalidad del 60% a los 3 días de la aplicación	No indica	No indica	Poroto	Lab.	Hossain <i>et al.</i>	2021

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Aphididae	<i>Aphis craccivora</i>	Extracto acuoso de hojas al 10% (p/v)	Evaluar la efectividad de los extractos acuosos por maceración en el control del áfido	Reducción poblacional de un 64% a los 9 días de la aplicación	No indica	No indica	Caupí	Campo	Peña <i>et al.</i>	2013
Aphididae	<i>Aphis craccivora</i>	Aceite comercial "Neemix" 2 mL/L	Identificar los aspectos de producción, población de áfidos y economía en respuesta al aceite aplicado en el control de la plaga	Reducción del 96% de la población del insecto a los 5 días. Aumentó la producción del cultivo, aumentando el beneficio.	No indica	Azadiractina	Caupí	Campo	Dhakar <i>et al.</i>	2019
Aphididae	<i>Aphis craccivora</i>	Extracto acuoso de hojas al 10% (p/v)	Evaluar el efecto letal del extracto acuoso de hojas en el áfido en condiciones reales.	Mortalidad de un 94% en adultos y ninfas. Se generó un aumento del rendimiento del 884% en comparación al control sin neem	No indica	No indica	Poroto	Campo	Chandra <i>et al.</i>	2008
Aphididae	<i>Aphis craccivora</i>	Aceite de neem "nimbecidina"	evaluar el efecto del aceite comercial para el control del áfido en condiciones	Mortalidad del 100% de los adultos	No indica	0,03% de azadiractina	Haba	Lab.	El-Hawary y El-Salam	2008

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
			controladas							
Aphididae	<i>Aphis craccivora</i>	Extracto acuoso de semillas al 5% (p/v)	Evaluar la eficacia del extracto acuoso sobre el áfido en condiciones reales	Reducción poblacional de un 72,5% de adultos y ninfas. El daño a las hojas baja un 52,5%	No indica	Azadiractina	Caupí	Campo	Baidoo <i>et al.</i>	2011
Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	Aceite comercial "Bioneem"	Se evaluó la toxicidad letal del aceite sobre el insecto	Mortalidad de un 95% de los adultos tratados	No indica	3,3 mg/L de azadiractina	Poroto	Lab.	Peña <i>et al.</i>	2013
Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	Extracto etanólico de hojas a 1000ppm	Determinar el efecto del extracto etanólico en el áfido en condiciones controladas	Mortalidad del 100% de los adultos a las 24 horas de ser tratados	No indica	Azadiractina	Algodón	Lab.	Montero <i>et al.</i>	2017
Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	Aceite comercial "DalNeem"	evaluar la toxicidad letal y subletal del extracto comercial sobre el áfido	Mortalidad del 100% de los individuos tratados a los 4 días. Tasa de crecimiento disminuye en dosis subletales	Regulador de crecimiento. interfiere en la ecdisis	1,475 g/L de azadiractina	Sandia	Lab.	Ribeiro <i>et al.</i>	2015

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	Aceite bruto de hojas verdes al 20000 ppm	Evaluar el efecto tóxico letal del aceite bruto de hojas en pulgones adultos	Mortalidad del 82% de los adultos tratados a las 24 horas.	No indica	Azadiractina	Pepino	Lab.	Ebrahimi <i>et al.</i>	2013
Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	Extracto acuoso de semillas y hojas	Evaluar el efecto tóxico del extracto acuoso sobre pulgones adultos en condiciones de laboratorio e invernadero	Mortalidad de áfidos adultos de un 55% en laboratorio y un 51% en invernadero, a los 10 días	Regulador de crecimiento. interrupción de la ecdisona y la hormona juvenil	Azadiractina	Algodón	Lab. e invernadero	Wakil <i>et al.</i>	2012 a
Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	Extracto acuoso de semillas al 4,8%	Evaluar el efecto tóxico del extracto acuoso aplicado en el alimento del áfido en condiciones de laboratorio. También se evaluó el efecto del extracto en la población a nivel de invernadero	Mortalidad del 94% de las ninfas tratadas en laboratorio. Reducción del 93% de la población en invernadero. Disminuye el daño foliar	Regulador de crecimiento. Ninfas color pardusco y partes del cuerpo seca	Azadiractina	Ají	Lab. e invernadero	Azizah <i>et al.</i>	2021
Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	Extracto acuoso de semillas al 1,4% (p/v)	evaluar los efectos del extracto acuoso sobre el desarrollo y supervivencia	Mortalidad del 100% de las ninfas tratadas. Reproducción de	Regulador de crecimiento. interrupción	Azadiractina	Algodón	Lab.	Monteiro <i>et al.</i>	2004

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
			fecundidad del áfido.	hembras expuestas desde nacimiento a dosis subletales se redujo a 0%	del proceso de muda. Tegumento pegado al cuerpo antiguo.					
Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Extracto acuoso de hojas verdes al 4% (p/v)	Evaluar el efecto tóxico de los extractos acuosos de hojas sobre el pulgón verde del duraznero	Mortalidad del 100% de las ninfas y adultos tratadas a las 24 horas de aplicación por ingestión y contacto.	Regulador de crecimiento (cadáveres de color oscuro y aspecto fundido)	Azadiractina	Rúcula	Lab.	Cavalcante	2018
Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Aceite comercial "Neem Azal T/S" al 1%	Evaluar el efecto en la reproducción y mortalidad de adultos y ninfas	Mortalidad del 80% de las ninfas tratadas. La reproducción del áfido disminuye a la mitad	No indica	10 g/L de azadiractina	Ají	Lab.	Venzon <i>et al.</i>	2010
Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Extracto acuoso de ramas	Evaluar la toxicidad letal del extracto acuoso obtenido por maceración de ramas sobre pulgones	Mortalidad del 98% de los insectos a los 5 días de ser tratados	No indica	Salanina, Meliantrol y Azadiractina	Arveja	Lab.	Poma	2016

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Aceite comercial "Neem Azal T/S"	Evaluar el efecto del aceite comercial aplicado al suelo sobre el tiempo de desarrollo, pre-oviposición, post-oviposición, vida adulta y las tasas de supervivencia y fecundidad	Disminución de oviposición de un 95% en hembras adultas. Aumenta el tiempo de desarrollo. 100% de mortalidad en ninfas con dosis más altas	Regulador de crecimiento y acción anti alimentaria	Azadiractina	Pimentón	Lab.	Birgucu <i>et al.</i>	2018
Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Extracto acuoso de semillas al 7,5% (p/v)	evaluar la densidad numérica de <i>M. persicae</i> , al aplicar extractos por aspersión del cultivo	Mortalidad de un 67,4% de los individuos tratados	No indica	No indica	Tomate	Campo	Saady	2021
Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Extracto etanólico de Hojas al 5% (p/v)	evaluar el efecto tóxico letal y en el desarrollo de <i>M. persicae</i> al aplicar extractos etanólicos de hojas	Mortalidad del 90% de los adultos a los 3 días de aplicar. Interrupción de madurez reproductiva	Regulador de crecimiento. bloqueo de células neurosecretoras	Azadiractina	Repollo	Lab.	Honorato	2017
Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Aceite crudo 15ml/L	Evaluar el efecto de Aceite crudo aplicado mediante	Reducción poblacional de adultos de un	Regulador de crecimiento.	Azadiractina	Pimentón	Lab.	Shannag <i>et al</i>	2014

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
			aspersión sobre la repelencia, actividad alimentación y supervivencia de <i>M. persicae</i> ,	99%. El consumo de alimento se redujo un 50% y la repelencia aumentó un 50% cuando se aplicó a las raíces.	Formación de individuos deformes					
Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Extracto acuoso de hojas verdes al 8% (p/v)	Evaluar el efecto tóxico letal del extracto acuoso de hojas en adultos y ninfas de <i>M. persicae</i> en condiciones de laboratorio	Mortalidad del 100% de las ninfas y adultos tratados	No indica	Azadiractina, Meliacarpinas, Melianona, Melantrol, Nimbina, Azadiractol	Repollo	Lab.	Oliveira	2016
Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Aceite comercial 1 mg/ml y Extracto acuoso de semillas al 10% (p/v)	evaluar la mortalidad y tasa de crecimiento de ninfas alimentadas con dieta tratada con aceite o extractos de neem	Mortalidad del 100% de las ninfas tratadas con ambos tratamientos, Dosis subletales disminuyen el peso de las ninfas	No indica	Azadiractina	Dieta artificial	Lab.	Heuvel <i>et al.</i>	1998
Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Aceite comercial "Nim-I-Go"	Evaluar el efecto letal del aceite comercial en <i>M.</i>	Mortalidad del 59% de las ninfas tratadas y un 86%	Acción anti alimentaria	Azadiractina	Repollo	Lab.	Carvalho <i>et al.</i>	2008

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
		al 1%	<i>persicae</i>	de muerte en ninfas proveniente de adultos tratados						
Aphididae	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Aceite comercial "Nim-I-Go" al 2%	Evaluar el efecto letal del aceite comercial en <i>B. brassicae</i>	Mortalidad de 98% de las ninfas tratadas y del 100% de las ninfas nacidas de adultos tratados a los 3 días	Acción anti alimentaria	Azadiractina	Repollo	Lab.	Carvalho <i>et al.</i>	2008
Aleyrodidae	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Aceite comercial "Bioneem" al 1,86%	evaluar el potencial del aceite comercial a través de su toxicidad letal y de su tasa de crecimiento poblacional en dosis subletales	Mortalidad del 95% de los adultos tratados. Reducción del periodo de vida, de fertilidad, fecundidad y cambios en el comportamiento alimenticio	No indica	Azadiractina	Tomate	Lab.	Vinasco y Soto	2014
Aleyrodidae	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Aceite comercial "neem oil spray" 1mg/ml	evaluar el efecto generado por el aceite comercial en el insecto, reflejados en mortalidad,	Disminución de oviposición de un 100% en hembras adultas a los 2 días de aplicar. La	No indica	Azadiractina	Tomate	Invernadero	Reyes <i>et al.</i> ,	2016

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
			repelencia y interrupción reproductiva	repelencia superó el 90% y la mortalidad el 68%						
Aleyrodidae	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Extracto de neem al 7,5%	evaluar los efectos letales y reproductivos del extracto de neem sobre <i>T. vaporariorum</i>	Reducción poblacional del 76%. Aplicación de forma curativa género un 73% de ninfas muertas y reducción reproductiva. Aplicación preventiva género menores poblaciones	No indica	No indica	Poroto	Invernadero	García y Gutierrez	2003
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Extracto acuoso de semillas al 10% (p/v) y Aceite comercial 10 ml/L	Evaluar la eficacia del extracto y aceite de neem contra <i>B. tabaci</i>	Reducción poblacional del 68% cuando se usó extracto y un 56% cuando se usa aceite. Provoca una disminución de oviposición superior al 77% en ambos.	No indica	Azadiractina	Melón	Campo	Navarrete <i>et al.</i>	2017

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
				Aumenta el rendimiento más de 200%						
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Aceite comercial "DalNeem"	Evaluar el estado más susceptible al aceite al aplicarse por contacto o ingestión	Mortalidad del 94% de las ninfas de 3 estadio a los 6 días.	Regulador de crecimiento	Azadiractina	Poroto	Invernadero	Valle <i>et al.</i>	2009
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Aceite comercial "Azadirachtin EC"	Determinar las dosis del aceite comercial que sean biológicamente compatibles y efectivas.	Mortalidad del 75% en ninfas de 2 estadio a los 7 días. Existe un leve efecto ovicida	Acción anti alimentaria	0,3% de azadiractina	Berenjena	Lab.	Touhidul <i>et al.</i>	2011
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Extracto etanólico al 1% (p/v) y acuoso al 3% (p/v) de hojas secas	evaluar la actividad insecticida sobre huevos y ninfas de <i>B. tabaci</i> al aplicar extractos etanólicos y acuosos	Mortalidad del 99% de los huevos al aplicar extracto acuoso y etanólico y un 99% de mortalidad en ninfas al aplicar extracto etanólico	No indica	Azadiractina	ají	Lab.	Cruz <i>et al.</i>	2013
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Extracto acuoso de	Evaluar los efectos del extracto acuoso	Reducción poblacional de un	No indica	No indica	Tomate	Invernadero	Lopes <i>et al.</i>	2007

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
		semillas al 2% (p/v)	de semillas sobre la población de <i>B. tabaci</i>	79% de los adultos a las 24 horas. Se genera un efecto repelente						
Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Extracto etanólico de hojas y ramas al 13% (p/v)	Evaluar los efectos del extracto etanólico sobre las ninfas de <i>B. tabaci</i>	Mortalidad superior al 80% en ninfas expuestas en ambos tratamientos	No indica	Azadiractina	Tomate	Invernadero	Dias <i>et al.</i>	2012
Pseudococcidae	<i>Pseudococcus longispinus</i>	Aceite en bruto al 1,5%	evaluar el efecto del aceite en bruto de neem aplicado por contacto para controlar la plaga	Mortalidad del 60% de las ninfas tratadas	No indica	Azadiractina y otros triterpenoides	Orquidea (<i>Phalaenopsis</i>)	Lab.	Hutapea <i>et al.</i>	2021
Pentatomidae	<i>Bagrada hilaris</i>	Aceite bruto al 1%	Evaluar el efecto del aceite de neem en la alimentación y esperanza de vida del insecto	Reducción de la alimentación de un 70% de las ninfas.	Efecto anti alimentario	Azadiractina	Placa Petri	Lab.	Halder <i>et al.</i>	2017
Pentatomidae	<i>Bagrada hilaris</i>	Aceite comercial "Aza Direct"	Determinar la letalidad y subletalidad del aceite comercial	Baja reducción de alimentación de solo un 20%	No indica	1,2% de Azadiractina	Brócoli	Campo	Shimat	2017

Apéndice X. Base de datos en torno a plagas de dípteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, *A. indica*, (neem).

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Agromyzidae	<i>Liriomyza sativae</i>	Extracto acuoso de semillas al 10% (p/v)	Evaluar el efecto letal del extracto acuoso al aplicar vía riego, en <i>L. sativae</i>	Mortalidad desde estado larval que llega a 96,8% en estado pupal.	Regulador de crecimiento	Azadiractina	Melón	Invernadero	Costa <i>et al.</i>	2018
Agromyzidae	<i>Liriomyza sativae</i>	Extracto acuoso de hojas al 12,5% (p/v)	Evaluar el efecto letal del extracto acuoso de hojas sobre <i>L. sativae</i>	Mortalidad desde estadio larval que llega a 65% en el estadio pupal	Regulador de crecimiento	Azadiractina	Melón	Lab.	Silva <i>et al.</i>	2016
Agromyzidae	<i>Liriomyza sativae</i>	Extracto acuoso de semillas al 20% (p/v)	Evaluar el efecto letal del extracto acuoso de semillas asperjadas en hojas infestadas.	Mortalidad de un 91% de ninfas, llegando al 100% en estadio pupal	Regulador de crecimiento	Azadiractina	Melón	Lab.	Costa <i>et al.</i>	2016
Agromyzidae	<i>Liriomyza sativae</i>	Aceite comercial "Azamax"	Evaluar el efecto letal del aceite comercial aplicado en el Riego para el control de <i>L. sativae</i>	Mortalidad del 50% en el estado pupa. En el estadio larval se generó un 35% de mortalidad	Regulador de crecimiento	12 g/L de azadiractina	Melón	Invernadero	Silva <i>et al.</i>	2015
Agromyzidae	<i>Liriomyza sativae</i>	Aceite comercial "Sukrina"	Evaluar el efecto de distintas dosis del aceite comercial	Disminución de oviposición de un 87% en las	No indica	750g/L de azadiractina	Tomate	Campo	Salas y Mendoza	2001

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
			sobre la reproducción y desarrollo poblacional del insecto	hembras adultas. Género un 92% de reducción poblacional						
Agromyzidae	<i>Liriomyza sativae</i>	Aceite comercial "Neem Azal"	Evaluar el efecto del aceite comercial en la oviposición, el desarrollo de los estadios inmaduros y las etapas de vida que habitan en el suelo.	Mortalidad superior al 99% en larvas expuestas a ambas condiciones experimentales. La aplicación preventiva o en L1 es la mejor.	No indica	17% de azadiractina	Tomate	Lab. e Invernadero	Hossain <i>et al.</i>	2008
Agromyzidae	<i>Liriomyza sativae</i>	Extracto acuoso de semillas al 20% (p/v)	Evaluar el efecto por contacto y sistémico del extracto acuoso de semillas sobre larvas y pupas de <i>L. sativae</i>	Mortalidad del 100% en estadio pupal, la que comenzó en el estadio larval en ambas condiciones. Efecto aumentó con la concentración	Regulador de crecimiento	Azadiractina	Melón	Lab. e Invernadero	Mossoro	2017
Agromyzidae	<i>Liriomyza huidobrensi</i>	Aceite comercial	Evaluar la acción insecticida del aceite	Reducción poblacional del	No indica	Azadiractina	Poroto	Invernadero	Bastos <i>et al.</i>	2010

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
	s	“DalNeem” al 10%	comercial sobre <i>L. huidobrensis</i>	88% de los adultos hasta los 22 días						
Agromyzidae	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Aceite comercial “Neemix 45” 1 ppm	Evaluar los efectos sistémicos insecticidas del aceite comercial aplicados al suelo o al follaje, sobre la pupación y eclosión de <i>L. huidobrensis</i>	Mortalidad del 100% de las pupas. La mortalidad comenzó en el estadio larval a distintas dosis	No indica	4,5% de azadiractina	Poroto	Lab.	Weintraub y Horowitz	1997
Terphritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	Aceite bruto de semillas al 30% (v/v)	Evaluar si el aceite comercial aplicado al suelo es efectivo para el control de <i>C. capitata</i>	Mortalidad del 71% de las larvas de 3 estadio tratadas. baja emergencia de adultos	no indica	0,1% (p/p) de azadiractina	Sin huésped	Lab.	Alvarenga <i>et al.</i>	2012
Terphritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	Aceite comercial “Aling”	Evaluar la toxicidad letal del aceite comercial sobre los distintos estadios de <i>C. capitata</i>	Mortalidad del 86% de las larvas tratadas. Llegando a un 100% en estadio de pupa	No indica	3% de Azadiractina	Placa Petri	Lab.	Adan <i>et al.</i>	1998

Apéndice XI Base de datos en torno a plagas de Thysanópteros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, *A. indica* (neem).

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Thripidae	<i>Thrips tabaci</i>	Extracto acuoso de hojas y semillas al 5% (p/v)	Determinar la efectividad del extracto acuoso como insecticida contra <i>T. tabaci</i>	Baja reducción poblacional, la que llega a 30% en insectos tratados con extractos acuosos de hojas y a un 15% en los tratados con extractos acuosos de semillas. Aumenta el rendimiento del cultivo	No indica	No indica	Cebolla	Campo	Fitiwy <i>et al.</i>	2015
Thripidae	<i>Thrips tabaci</i>	Extracto acuoso de hojas al 10% (p/v)	Evaluar la efectividad como insecticida del extracto acuoso de hojas para el manejo de trips	Reducción poblacional de un 78% de los insectos tratados. Existió mortalidad de los individuos. Aumenta el rendimiento.	No indica	No indica	Cebolla	Campo	Shiberu y Negeri	2014

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Thripidae	<i>Thrips tabaci</i>	Extracto acuoso de semilla al 3% (p/v) y Aceite bruto al 2%	Evaluar las actividades insecticidas del aceite y extracto de neem	Reducción poblacional superior a un 58% en adultos y estadios inmaduros, que depende de la concentración.	acción anti alimentaria	Azadiractina, Salanina, Nimbina y Malentroil	Algodón	Campo	Khan <i>et al.</i>	2006
Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Aceite comercial "Neem Azal T/S" 300 g/hl	Evaluar la acción insecticida del Aceite comercial sobre <i>F. occidentalis</i>	Baja reducción poblacional de un 38% de adultos	No indica	1% de azadiractina	Frutilla	Invernadero	Bonsignore y Vacante	2012
Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Aceite comercial "Neem-X 0,4 CE"	Evaluar el efecto insecticida del aceite comercial en la población de <i>F. occidentalis</i>	Reducción poblacional de un 46% de insectos a los 7 días de ser tratados	No indica	0,4% de azadiractina	Pimentón	Invernadero	Padilla	2015
Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Extracto acuoso de semillas al 5% (p/v) y Aceite comercial al 10%	Evaluar la eficacia del extracto acuoso de semillas y aceite comercial como insecticida de trips, al aplicarse en el follaje infestado	Mortalidad del 48% de los adultos tratados para el aceite y 42% para el extracto acuoso. Reducción de alimentación de 86% a los dos días	Acción anti alimentaria	No indica	<i>Emilia sonchifolia</i>	Lab.	Shah <i>et al.</i>	2017

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
				para el extracto acuoso y un 94% para el aceite						
Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Aceite comercial "Neem Azal U"	Evaluar el efecto sistémico del aceite comercial aplicado al suelo contra el trips de las flores	Mortalidad del 95% de los estadios inmaduros	No indica	100 mg de azadiractina	Poroto	Lab.	Thoeming <i>et al.</i>	2006
Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Aceite comercial	Evaluar el efecto del aceite comercial de neem sobre la población de trips y su repercusión en el rendimiento	Reducción poblacional de un 48% de los insectos en estadio inmaduro. Aumenta el rendimiento	Efecto anti alimentario	4% de azadiractina	Nectarino y manzano	Campo	Pearsall y Hogue	2000

Apéndice XII. Base de datos en torno a plagas de ácaros tratados con extractos o aceites de la especie perteneciente a la familia Meliaceae, *A. indica* (neem).

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	Aceite de neem comercial "organic neem"	Evaluar la acción letal y subletal de productos comerciales de neem	Mortalidad del 95% de la población. Reducción de fertilidad	No indica	Azadiractina	No indica	Lab.	Soto <i>et al.</i>	2011
Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	Aceite de neem comercial "Azamax"	Evaluar los efectos de la azadiractina sobre <i>T. urticae</i>	Reducción poblacional de un 75%	No indica	Azadiractina	Frambuesa	Invernadero	Bernardi <i>et al.</i>	2012
Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	Aceite de neem comercial "neemseto" 1%	Evaluar la toxicidad tóxica de formulaciones de neem comercial sobre <i>T. urticae</i>	Repelencia y Mortalidad superior a 98% en adultos y huevos. Reducción de fecundidad mayor a 65%	No indica	Azadiractina	Sin hospedero	Lab.	Brito <i>et al.</i>	2006
Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	Aceite de neem a 1000ppm	Evaluar la toxicidad tóxica de aceite de neem sobre <i>T. urticae</i>	Mortalidad de 96% de la población adulta	No indica	Azadiractina	Sin hospedero	Lab.	Calvo	2015
Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	Extracto etanólico de	Evaluar el efecto de extracto etanólico	Mortalidad superior al 89% a nivel	No indica	Azadiractina	Tomate	Lab.	Carrillo <i>et al.</i>	2011

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
		frutos 20% (p/v)	sobre la mortalidad de <i>T. urticae</i>	poblacional						
Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	Aceite de neem comercial "Azamax" 92.36 mg ig/L	Evaluar el efecto de los productos a base de neem sobre <i>T. urticae</i>	Mortalidad del 90% de la población (ninfas y adultos) a las 24 horas de aplicación	No indica	Azadiractina	Perejil	Invernadero	Venzon	2020
Tetranychidae	<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	Aceite de neem comercial "neem azal-T/S 60ppm"	Evaluar el efecto repelente de neem sobre <i>T. cinnabarinus</i>	Mortalidad de 100% en ninfas y adultos. Mortalidad de huevos mayor al 90%. 100% de repelencia a las 48 horas	No indica	Azadiractina	Poroto	Lab.	Topakci y Gocmen	2008
Tetranychidae	<i>Panonychus ulmi</i>	Aceite de neem al 1,5%	Evaluar el efecto ocasionado por el neem sobre <i>P. ulmi</i>	93% de mortalidad en estadios móviles a los 3 días. 73% de mortalidad en huevos	No indica	Azadiractina	No indica	Lab.	Rangrez <i>et al.</i>	2010
Tetranychidae	<i>Panonychus ulmi</i>	Aceite de neem comercial "neem Azal-T/S 10g ia/L"	Evaluar el efecto toxico del neem sobre <i>P. ulmi</i> a nivel de campo	Reducción poblacional mayor al 85 a los 7 días de aplicación	Anti alimentaria y regulador de crecimiento	Azadiractina	Manzano	Campo	Maric <i>et al.</i>	2009

Plaga		Formulación	Objetivos	Resultados	Modo de acción	Composición química	Hospedero de la plaga	Tipo de estudio	Autores	Año
Familia	Especie									
					to					
Eriophyidae	<i>Aculops lycopersici</i>	Aceite de neem comercial "Neem EC (1.8)" 2.5ppm	Evaluar los efectos tóxicos del neem sobre <i>A. lycopersici</i> a nivel de laboratorio y campo	Mortalidad superior a 95% entre 3 y 14 días después de la aplicación	No indica	Azadiractina	Tomate	Invernadero	Rezapana <i>et al.</i>	2019