

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**ACTIVIDAD REPELENTE Y TOXICIDAD DE ACEITES ESENCIALES SOBRE**  
***ACYRTHOSIPHON LACTUCAE* (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

**POR**

**BÁRBARA RAYEN CARRASCO PALLALEO**

**MEMORIA PRESENTADA A LA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA**  
**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**PARA OPTAR AL TÍTULO DE**  
**INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN-CHILE**  
**2022**

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ACTIVIDAD REPELENTE Y TOXICIDAD DE ACEITES ESENCIALES SOBRE  
*ACYRTHOSIPHON LACTUCAE* (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

**POR**

**BÁRBARA RAYEN CARRASCO PALLALEO**

**MEMORIA PRESENTADA A LA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN-CHILE  
2022**

Aprobada por:

Profesor Asociado, Gonzalo Silva A.  
Ing. Agrónomo, Mg. Cs. Dr. Cs.

---

Guía

Profesor Asociado, Inés Figueroa C.  
Ing. Agrónomo, Dr. Cs. Hort.

---

Asesor

Profesor Asociado, Susana Fischer G.  
Ing. Agrónomo, Dr. Cs. Agr.

---

Asesor

Profesor Asociado, Guillermo Wells M.  
Ing. Agrónomo, Mg. Cs.

---

Decano

## **RECONOCIMIENTOS**

Este trabajo fue financiado por el proyecto FIA Regular N° PYT-2016-0885 titulado “Producción y procesamiento de lechugas de cuarta gama con aceites esenciales de plantas aromáticas con actividad insecticida, bactericida y antioxidante”.

**TABLA DE CONTENIDOS**

	<b>Página</b>
Resumen .....	1
Summary.....	1
Introducción .....	2
Materiales y Métodos.....	6
Resultados y Discusión.....	10
Conclusiones.....	17
Referencias.....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

	<b>Página</b>
Figura 1 Olfatómetro de tubo en “Y” de vidrio (a), filtros de agua destilada y carbón activado (b), “Y” de vidrio con estructura de alambre (c) y detalle de líneas umbral marcadas en estructura de vidrio.....	9
Figura 2 Repelencia de aceites esenciales en concentraciones de 1, 2, 4 y 8 % sobre adultos de <i>A. lactucae</i> (n=número de repeticiones).....	16
Tabla 1 Especies vegetales de las que se extrajo aceites esenciales para evaluar su efecto insecticida y repelente contra <i>Acyrtosiphon lactucae</i> .....	6
Tabla 2 Toxicidad por contacto de aceites esenciales en concentraciones de 1, 2, 4 y 8 % sobre adultos de <i>A. lactucae</i> .....	12

## **ACTIVIDAD REPELENTE Y TOXICIDAD DE ACEITES ESENCIALES SOBRE *ACYRTHOSIPHON LACTUCAE* (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

TOXICITY AND REPELLENT ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS AGAINST *ACYRTHOSIPHON LACTUCAE* (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

**Palabras índice adicionales:** *Acyrtosiphon lactucae*, aceites esenciales de plantas, pesticidas naturales, salvia, perejil, eucalipto, poleo, boldo, tepa, laurel ornamental, lavanda, tomillo.

### **RESUMEN**

El aumento en la demanda de hortalizas libres de residuos tóxicos, han posicionado a los aceites esenciales como una alternativa ecológica para el control de áfidos en lechuga. En este estudio se evaluó el efecto insecticida y repelente de nueve aceites esenciales de plantas aromáticas sobre adultos ápteros de *Acyrtosiphon lactucae*. Los aceites esenciales se obtuvieron por hidrodestilación, y se realizaron bioensayos de aspersión y repelencia con una torre de Potter y un olfactómetro de tubo en "Y" de vidrio, respectivamente. *Petroselinum crispum* y *Mentha pulegium* tuvieron una toxicidad significativa de 45,8 y 61,0 %, respectivamente, a partir de la concentración de 2,0 %, mientras que *Laureliopsis philippiana*, *Thymus vulgaris*, *Nerium oleander* y *Lavandula angustifolia* mostraron una mortalidad superior a 50,0 %, a una concentración de 8,0 %, desde las 12 horas de exposición. Por otra parte, *Salvia officinalis*, *Eucalyptus globulus*, *T. vulgaris* y *L. angustifolia* mostraron efecto repelente (77,0; 68,0; 60,0 y 73,0 %, respectivamente) en las concentraciones de 1,0; 2,0; 4,0 y 8,0 %. Estos resultados se consideran prometedores para el control de áfidos, pero es necesario realizar más estudios sobre el potencial de las especies vegetales sobre este insecto tanto en laboratorio como condiciones de campo. Se concluye que los aceites esenciales de *T. vulgaris* y *L. angustifolia* presentan alta actividad repelente y tóxica para el control de *A. lactucae*.

### **SUMMARY**

The increase of free insecticide residues of vegetables has positioned to essential oils

as an ecological alternative to control aphids in lettuce. In this study, the insecticidal and repellent effect of nine essential oils from aromatic plants against wingless adults of *Acyrtosiphon lactucae* was assessed. The essential oils were obtained by hydrodistillation, and aspersion and repellency bioassays were carried out with a Potter Tower and a glass "Y" tube olfactometer, respectively. *Petroselinum crispum* and *Mentha pulegium* showed a significant toxicity of 45.8 and 61.0 %, respectively, from 2.0 % concentration, while *Laureliopsis philippiana*, *Thymus vulgaris*, *Nerium oleander* and *Lavandula angustifolia* showed a mortality higher than 50.0 %, at a concentration of 8.0 %, from 12 hours of exposure. On the other hand, *Salvia officinalis*, *Eucalyptus globulus*, *T. vulgaris* and *L. angustifolia* exhibited a repellent effect (77.0; 68.0; 60.0 and 73.0 %, respectively) at concentrations of 1.0, 2.0, 4.0 and 8.0 %. These results are considered promising aphids control, but it is necessary to carry out more studies on the potential of plant species against this insect under laboratory and field conditions. We concluded that the essential oils of *T. vulgaris* and *L. angustifolia* have high repellent and toxic activity to *A. lactucae* control.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, debido a una mayor conciencia sobre la importancia de los alimentos en la salud, se han producido cambios significativos en la dieta de las personas en cuanto a sus hábitos de consumo ya sea con la incorporación de alimentos más saludables y con menor valor energético para prevenir enfermedades, como también en la demanda de productos orgánicos (Ferratto y Mondino, 2008).

Una de las hortalizas más consumidas en el mundo es la lechuga (*Lactuca sativa* L.), y aunque nutricionalmente su valor es bajo, tiene un alto porcentaje de agua (95 %) y aporta fibra y vitamina E. Además, sus diferentes formas y colores le han dado importancia gastronómica, debido a que es considerada como un componente primordial de los preparados de cuarta gama. Su utilización como alimento, se justifica en que posee propiedades, como antitumígeno, tranquilizante y somnífero, todas asociadas a principios activos que corresponden a lactucina y lactupicrina (Ferratto y Mondino, 2008).

La producción de hortalizas en Chile, en cuanto a la distribución de la superficie por



región es una de las actividades económicas más tradicionales del país. Las principales regiones productoras son la Región Metropolitana con alrededor de 24.214 ha, después la Región del Maule con 13.738 ha y la Región del Libertador Bernardo O'Higgins con 13.198 ha, las cuales han aumentado su superficie respecto a la temporada anterior. En relación con la distribución de acuerdo al tipo de hortaliza, las principales que se cultivan en el país, al año 2019, son el choclo (*Zea mays*) con 10.151 ha, tomate (*Solanum lycopersicum*) para consumo fresco con 5.328 ha y lechuga con una superficie de 6.476 ha (Muñoz, 2020).

De acuerdo a las estadísticas oficiales, se estima que en Chile la superficie con hortalizas el año 2019 fue de 86.751 hectáreas, lo que indica un aumento del 9,5 % en relación a las 63.776 ha del año 2015. Cabe mencionar que en la superficie señalada se incluyen tanto la producción para consumo fresco como para la agroindustria (Muñoz, 2020).

Durante el año 2019 las exportaciones de hortalizas frescas se estimaron en 54.580 toneladas, lo que corresponde a un aumento del 41 % respecto del año anterior (32.164 toneladas) siendo ajo (*Allium sativum*) y cebolla (*Allium cepa*) las principales hortalizas exportadas. Los países de destino más importantes fueron Brasil con 14.068 toneladas, luego España con 10.888 toneladas y México con un volumen de 10.600 toneladas; respecto a lechuga fresca se exportaron 2,9 toneladas a Reino Unido (Muñoz, 2020).

Botánicamente la lechuga (*Lactuca sativa* L.; Asteraceae) es una planta anual que posee un sistema radical profundo y poco ramificado. Sus hojas se disponen primeramente en roseta y después se aprietan unas a otras, formando un cogollo que dependiendo de la variedad es más o menos compacto. Aunque en esta especie una de las variedades que se puede encontrar es *L. sativa* var. *intybacea*, que corresponden a lechugas de hojas crispadas que no forman un verdadero cogollo, sueltas y dispersas como el tipo hoja de roble (Maroto, 2002).

La lechuga es una de las hortalizas de mayor consumo y su producción se concentra en algunas regiones, pero a escala de huertos menores se cultiva prácticamente en todo el país. Si bien, la mayor superficie es cultivada en suelo al aire libre, hay una parte importante que se realiza bajo plástico, en especial en las

regiones más australes. La producción en condiciones de invernadero o cultivo protegido es una técnica cuya principal ventaja, sobre la producción al aire libre, es que, la cubierta plástica actúa como un muro entre el clima externo y el cultivo, por lo que el microclima creado permite proteger el cultivo del viento, lluvia, plagas, enfermedades y animales (Kehr *et al.*, 2009).

En general, los cultivos pueden verse afectados por distintas plagas y enfermedades que disminuyen el rendimiento y la estabilidad de sus producciones tanto a pequeña como a gran escala. El cultivo de lechuga al aire libre y bajo cubierta puede ser atacado por distintos insectos, los cuales podrían ser importantes económicamente, ya sea por una reducción del rendimiento o por un deterioro significativo y pérdida de la calidad del producto final, ya que cualquier insecto que se alimenta de plantas es potencialmente un transmisor de virus. Uno de los principales insectos plaga asociados a la lechuga y plantas en general son los pulgones o áfidos (Hemiptera: Aphididae), debido al daño directo que producen a través de su alimentación e indirecto por la transmisión de enfermedades virósicas a las plantas (González, 1989). Los pulgones de esta familia se reconocen por su cuerpo globoso, frágil y piriforme, con un par de cornículos o sifones en el dorso posterior del abdomen y suelen encontrarse casi inmóviles en las hojas de sus hospederos, la mayor parte del tiempo con el aparato picador inserto en el tejido vegetal, preferentemente en los brotes nuevos (Artigas, 1994). El pulgón de la lechuga *Acyrtosiphon lactucae* (Passerini) es considerado plaga de importancia económica en la agricultura y ha sido descrito en los últimos años en América del Sur. Es de color verde claro o azulado, cubierto por una fina capa de cera blanquecina y en el último segmento rostral posee setas accesorias. Es un áfido que vive y se alimenta de *Lactuca* spp. y rara vez se encuentra en otra especie (Mier *et al.*, 2011). El control de estos insectos sugiere la implementación de varias medidas que actúan de forma preventiva, sugiriendo como última alternativa el uso de insumos químicos.

El uso de éstos es bastante útil en el control de estos insectos, pero ya no son un método tan eficaz debido a su alta toxicidad y al desarrollo de resistencia debido al uso irracional; además del impacto negativo de estos productos sobre organismos no blanco como depredadores y parasitoides. Esto demuestra la necesidad de investigar

el desarrollo de nuevas alternativas de control de bajo impacto ambiental, reconociendo potenciales insecticidas desde fuentes naturales, tales como plantas o microorganismos, por lo cual en los últimos años diversos estudios se han enfocado en el uso de aceites esenciales y su potencial para actuar como estrategia preventiva (repelente) y curativa (fumigante) para evitar posibles infestaciones por insectos (González-Guiñez et al. 2016). Dentro de esto último se presenta como una alternativa ecológica para el control de insectos plaga el uso de aceites esenciales como biopesticidas, debido al bajo impacto ambiental que producen, y a que ciertos aceites y sus componentes químicos tienen una toxicidad de contacto y fumigación demostrable para una serie de insectos y ácaros económicamente importantes, así como para los hongos patógenos de las plantas (Isman, 2000). Un estudio realizado señala que los aceites esenciales de *Peumus boldus*, *Laurelia sempervirens* y *Laureliopsis philippiana* tienen propiedades insecticidas por contacto y fumigante además de insectistática como repelente contra el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky; Coleoptera: Curculionidae), insecto considerado como plaga primaria de los cereales almacenados (Herrera-Rodríguez et al., 2015). También en otras especies como el pulgón de la col (*Brevicoryne brassicae*), Görür et al. (2008) demostraron que los aceites esenciales de *Thymus vulgaris*, *Veronica officinalis* y *Agrimonia eupatoria* presentan actividad insecticida con hasta un 80 % de mortalidad. Por otra parte, Castresana et al. (2013), estudiaron la efectividad de tres aceites esenciales sobre *Aphis gossypii* (Glover), *Myzus persicae* (Sulzer) y *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae), asociados a pimiento (*Capsicum annum* híbrido Paloma) mostrando que los tratamientos realizados con aceite esencial de *Allium sativum* y *Eucalyptus globulus* modificaron el comportamiento de los áfidos, registrándose un menor número de individuos, tanto en invernadero biosolarizado como no biosolarizado. Por todo lo anterior los aceites esenciales de plantas aromáticas presentan actividad insecticida y repelente sobre adultos ápteros de *Acyrtosiphon lactucae* y se planteó el objetivo de evaluar la toxicidad y el efecto repelente de aceites esenciales de *Salvia officinalis*, *Petroselinum crispum*, *Eucalyptus globulus*, *Mentha pulegium*, *Peumus boldus*, *Laureliopsis philippiana*, *Nerium oleander*, *Lavandula angustifolia* y *Thymus vulgaris*

sobre adultos ápteros de *A. lactucae*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, Campus Chillán, Región de Ñuble, Chile.

### Aceites esenciales

El material vegetal para las distintas extracciones de aceite, se colectó en el huerto de plantas medicinales del Campus Chillán de la Universidad de Concepción, utilizando hojas, flores y/o semillas de cada especie vegetal (Tabla 1).

Tabla 1. Especies vegetales de las que se extrajo aceites esenciales para evaluar su efecto insecticida y repelente contra *Acyrtosiphon lactucae*.

N°	Especie vegetal aromática		
	Nombre común	Nombre científico	Material vegetal
1	Salvia	<i>Salvia officinalis</i>	Hojas
2	Perejil	<i>Petroselinum crispum</i>	Flores
3	Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>	Hojas
4	Poleo	<i>Mentha pulegium</i>	Hojas y flores
5	Boldo	<i>Peumus boldus</i>	Hojas
6	Tepa	<i>Laureliopsis philippiana</i>	Hojas
7	Laurel or.	<i>Nerium oleander</i>	Hojas
8	Lavanda	<i>Lavandula angustifolia</i>	Flores
9	Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i>	Hojas

La obtención de los aceites esenciales se realizó con el método de destilación por arrastre de vapor durante dos horas con un destilador tipo Clevenger (Massebo *et al.*, 2013). Luego, la solución obtenida se almacenó en un frasco ámbar en un congelador a  $-2,5 \pm 1$  °C, donde por diferencia de fases se separó el aceite del agua, el que se depositó finalmente en otro frasco ámbar y se refrigeró a  $4,5 \pm 2$  °C para su posterior utilización en los bioensayos. Cada aceite esencial se evaluó individualmente en concentraciones de: 1,0; 2,0; 4,0 y 8,0 % en 1 mL de agua destilada más dos gotas de Tween® 20 (Sigma-Aldrich, San Luis, Missouri, Estados Unidos).

## **Insectos**

Se utilizaron ejemplares de *A. lactucae* provenientes de colonias permanentes del Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, Campus Chillán. Para alcanzar el número de individuos necesarios para la investigación, las colonias se mantuvieron en condiciones controladas de  $25 \pm 2$  °C de temperatura, utilizando plantas de lechuga, sembradas previamente y libres de residuos de insecticida como sustrato alimenticio.

## **Hortaliza de hoja**

En los bioensayos y crianza de insectos se utilizaron plantas de lechuga tipo “hoja de roble” libres de residuos de insecticidas, las que se cultivaron en los invernaderos de la Estación Experimental “El Nogal” de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, Campus Chillán.

## **Efecto insecticida**

Se realizaron bioensayos para evaluar la toxicidad de los diferentes tratamientos sobre hembras adultas ápteras de *A. lactucae*. En placas Petri plásticas acondicionadas con una solución de agar-agua al 2 % (Görür *et al.*, 2008), se ubicó un disco de lechuga de 3,2 cm de diámetro; infestado con 10 ejemplares de *A. lactucae*. Posteriormente, las placas se mantuvieron a temperatura ambiente ( $24 \pm 2$  °C) y los discos de lechuga infestados se asperjaron con las respectivas concentraciones de aceite esencial (1,0; 2,0; 4,0 y 8,0 %) disueltos en 1 mL de agua destilada, más 1 - 2 gotas de Tween® 20 como agente emulsionante, con una torre de Potter (Makers Burkard Manufacturing Co Ltd., Rickmansworth, U.K.) a una presión de 55 kPa (Tello y Canales, 2017). Cada tratamiento tuvo 10 repeticiones con la adición de un testigo consistente en agua destilada más Tween® 20.

Las evaluaciones de mortalidad se realizaron a las 12, 24 y 36 horas, contabilizándose los áfidos muertos. El criterio de mortalidad consistió en que los insectos se consideraron como vivos si se observaba movimiento de sus apéndices ambulatorios o temblores inducidos lo cual se comprobó tocándolos con un pincel delgado y observando cualquier cambio de color post mortem (Sampson *et al.*, 2005). Los valores de mortalidad obtenidos se corrigieron con la fórmula de Abbott (1925).

$$M_c = \frac{(M_{tr} - M_{te})}{100 - M_{te}} \times 100$$

Donde:

$M_c$ = Porcentaje de mortalidad corregida

$M_{tr}$ = Porcentaje de mortalidad en el tratamiento

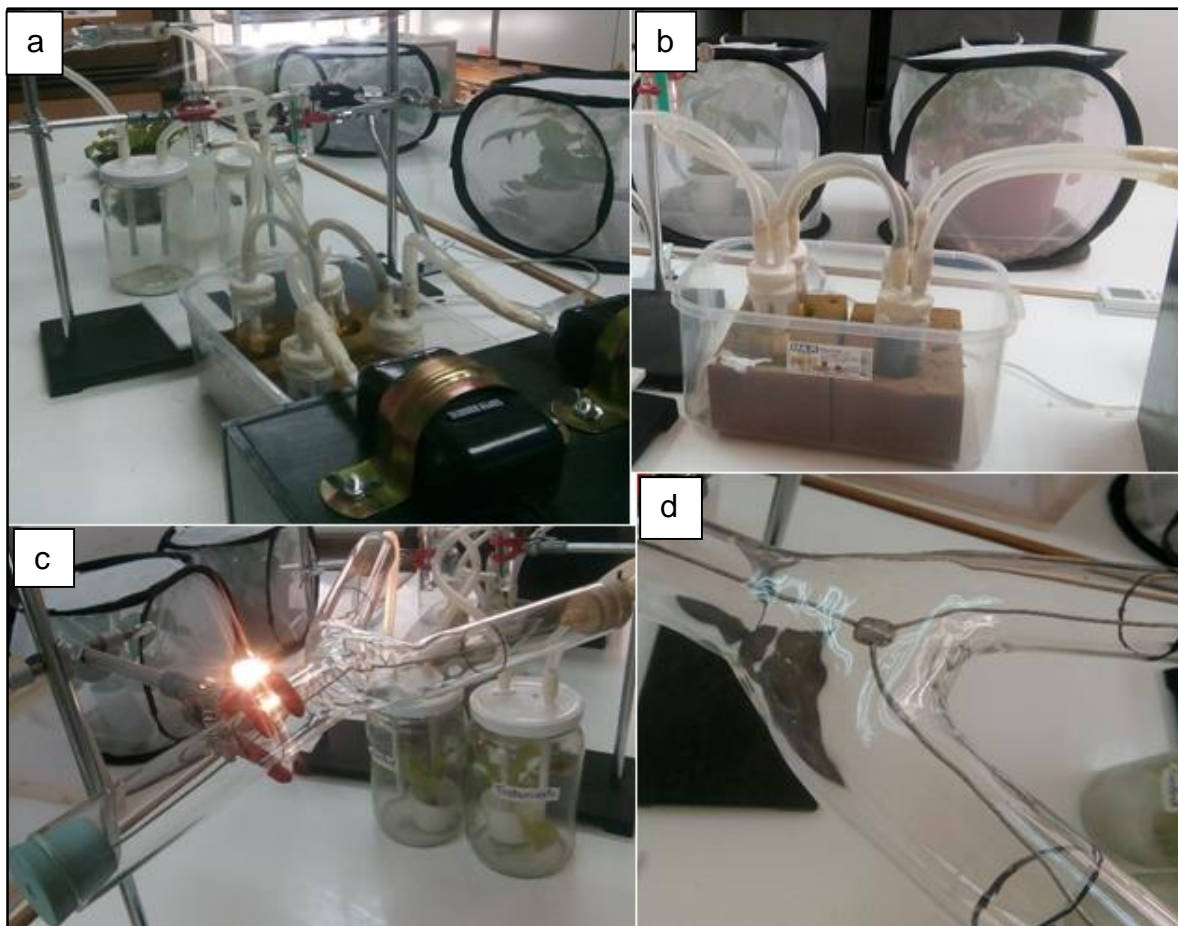
$M_{te}$ = Porcentaje de mortalidad en el testigo absoluto

### **Efecto repelente**

Se realizaron bioensayos de olfactometría con el objetivo de evaluar la respuesta de hembras adultas ápteras de *A. lactucae* a los diferentes tratamientos sobre hojas de lechuga. Todos los bioensayos se realizaron con un olfactómetro de tubo en “Y” de vidrio, según la metodología de Signoretti *et al.* (2012). Esta consiste en un tubo central (15 cm de largo y 3 cm de diámetro) y dos brazos (15 cm de largo y 3 cm de diámetro) en un ángulo de 120°, cuya modificación consistió en introducir una estructura en forma de “Y” de alambre con las mismas dimensiones, y una fuente de luz led de 50 W a una distancia de 30 centímetros, como estímulo locomotor, ubicada al centro del equipo. Luego, los brazos de vidrio se cerraron con un tapón de goma que tenía un tubo de vidrio atravesándolo para permitir el paso de aire en un flujo de 0,5 L min<sup>-1</sup> que se calibró con un medidor de flujo y que previamente circuló por un filtro de carbón activado y agua destilada.

En la base de la “Y” se colocó individualmente un pulgón y se observó durante cinco minutos para que cruzara una línea umbral, marcada a 7 cm del centro del equipo. Los brazos tenían líneas similares y se registró la elección cuando el insecto cruzó una de estas líneas y permaneció en el brazo durante al menos 20 segundos (Figura 1). Por tanto, sólo los insectos que seleccionaron uno de los brazos dentro del tiempo estimado para el bioensayo, se consideraron para el análisis posterior. Dichos bioensayos se realizaron en una sala climatizada a una temperatura de 25 ± 2 °C (Signoretti *et al.*, 2012).

Figura 1. Olfactómetro de tubo en “Y” de vidrio (a), filtros de agua destilada y carbón activado (b), “Y” de vidrio con estructura de alambre (c) y detalle de líneas umbral marcadas en estructura de vidrio.



En cada bioensayo se utilizaron 2 - 3 hojas de lechuga en un frasco con un algodón humedecido con agua destilada para mantener la turgencia, las que se asperjaron con las distintas concentraciones (1,0; 2,0; 4,0 y 8 %) de aceite esencial en 1 mL de agua destilada más 1 - 2 gotas de Tween® 20. En el frasco testigo se dispusieron las hojas asperjadas con la solución sin tratamiento (1 mL de agua destilada más 1 - 2 gotas de Tween® 20).

Cada bioensayo con *A. lactucae* se realizó en diferentes días, los cuales consistieron en 100 repeticiones (pulgonos) para cada concentración. Después de cada prueba, se invirtió la posición de la Y de vidrio para evitar sesgo.

### **Diseño experimental y análisis estadístico**

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar en todos los bioensayos. Los datos que se obtuvieron en el bioensayo de efecto insecticida se sometieron a un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis y los datos del bioensayo de repelencia se analizaron con una prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ). Todos los análisis

se realizaron con el software InfoStat®.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Toxicidad por contacto

En la evaluación de la toxicidad por contacto del aceite esencial de *L. philippiana* sobre adultos de *A. lactucae*, a las 12, 24 y 36 horas esta no superó el 30 % de mortalidad en las concentraciones de 1,0; 2,0 y 4,0 % (Tabla 2). El tratamiento de 8,0 % registró una mortalidad máxima de 60 % al final del período de evaluación, presentando diferencias significativas con las restantes concentraciones. Valores de mortalidad similares fueron obtenidos por Norambuena *et al.* (2016) en estudios realizados en tres especies del género *Sitophilus* spp., donde la mayor toxicidad, a los 15 días de infestación, se observó con este aceite esencial a una concentración de 4,0 %.

La mortalidad obtenida con el aceite esencial de *P. crispum* a las 12 h fue de 40,5 y 44,1 %, para las concentraciones 4,0 y 8,0 %, mientras que para 2,0 % fue 45,8 % desde las 24 horas (Tabla 2). Mahmoodi *et al.* (2014) reportaron que el aceite esencial de esta especie presenta efecto insecticida sobre *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyroridae), a partir de las 24 horas de exposición en concentraciones de 2,41  $\mu\text{L}^{-1}$  de aire. Lo anterior sugiere que este aceite esencial tiene efecto controlador para estas especies de insectos y es un compuesto seguro para el ambiente y otros mamíferos.

En los bioensayos realizados con aceite esencial de *T. vulgaris* los resultados mostraron una baja susceptibilidad de *A. lactucae*, ya que las concentraciones de 1,0; 2,0 y 4,0 % no superaron el 15 % de mortalidad, a las 36 horas de evaluación; aunque con la concentración de 8,0 % la mortalidad fue significativamente mayor superando el 50 % en las tres evaluaciones (Tabla 2). El-Sayed *et al.* (2020) reportan la susceptibilidad de *Tribolium castaneum* y *Oryzaephilus surinamensis* a los aceites esenciales de tres especies vegetales, donde *Thymus vulgaris* mostró la mayor actividad insecticida.

El aceite esencial de *N. oleander* en las concentraciones de 1,0; 2,0 y 4,0 %, en todos los períodos evaluados, los valores de mortalidad obtenidos no mostraron



diferencias estadísticas significativas entre sí. No obstante, *A. lactucae* mostró más susceptibilidad a la mayor concentración de aceite esencial (8,0 %) alcanzando una mortalidad de 64,2 % (Tabla 2). Estos resultados concuerdan con Al-Ghannoum y Karso (2015) en bioensayos con *T. castaneum* con *N. oleander* como polvo seco (46,7 %), extracto acuoso (63,3 %) y extracto en alcohol (70,0 %), lo que corrobora el efecto tóxico de la planta como una alternativa para el control de insectos plaga.

En las pruebas realizadas con el aceite esencial de *M. pulegium*, los valores de mortalidad obtenidos a las 12 horas con las concentraciones de 1,0 y 2,0 % (3,0 y 19,1 %, respectivamente) fueron estadísticamente similares entre sí, pero significativamente menores que las concentraciones más altas (4,0 y 8,0 %) que mostraron valores superiores al 60 %, siendo éstas estadísticamente similares entre sí (Tabla 2). En cuanto a las 24 y 36 horas, la mortalidad en las concentraciones de 2,0 y 4,0 % no mostraron diferencias significativas entre sí, al igual que en 4,0 y 8,0 %; por lo que el mayor efecto tóxico se produjo con 8,0 %, con valores de mortalidad de 96,8 y 97,8 % aunque estos no difirieron significativamente del tratamiento de 4,0 % que presentó un 77,6 % de insectos muertos. De acuerdo con lo anterior, Salem *et al.* (2017) señalan que *M. pulegium* tuvo un mayor efecto tóxico y repelente que *Ricinus communis* sobre *T. castaneum* y *Lasioderma serricorne*, mostrando valores de mortalidad desde 60 y 100 %, con concentraciones desde 11,36  $\mu\text{L}^{-1}$  aire, después de 19 h de exposición, destacando además su actividad fumigante, lo que concuerda con los resultados obtenidos en este estudio.

En los bioensayos realizados con aceite esencial de *L. angustifolia* los valores de mortalidad observados a las 12, 24 y 36 horas en las concentraciones de 1,0; 2,0 y 4,0 % no superaron el 31,2 %, sin diferencias significativas entre sí; mientras que los valores observados en los mismos períodos de evaluación en la concentración de 8,0 % fluctuaron entre 54,4 a 78,0 %, siendo significativamente diferentes del resto de las concentraciones evaluadas (Tabla 2). El efecto fue menor al informado por Germinara *et al.* (2017), en *S. granarius* donde el aceite esencial de esta especie tuvo alto efecto tóxico de contacto, inhibidor de la alimentación y repelente.

Tabla 2. Toxicidad por contacto de aceites esenciales en concentraciones de 1,0; 2,0; 4,0 y 8,0 % sobre adultos de *A. lactucae*.

Especie vegetal	Concentración (%)	Mortalidad (%)					
		12 h		24 h		36 h	
<i>Laureliopsis philippiana</i>	1,0	10,0	a*	11,2	a	18,7	a
	2,0	4,0	a	8,0	a	13,3	a
	4,0	12,1	a	14,7	a	18,1	a
	8,0	51,1	b	56,5	b	60,0	b
<i>Petroselinum crispum</i>	1,0	2,0	a	4,0	a	5,0	a
	2,0	9,0	a	45,8	b	50,8	b
	4,0	40,5	b	43,6	b	47,6	b
	8,0	44,1	b	46,6	b	50,7	b
<i>Thymus vulgaris</i>	1,0	3,0	a	3,0	a	2,0	a
	2,0	2,0	a	2,1	a	4,1	a
	4,0	9,3	a	11,5	a	11,9	a
	8,0	54,4	b	54,9	b	60,4	b
<i>Nerium oleander</i>	1,0	4,0	a	4,2	a	11,5	a
	2,0	7,0	a	11,1	a	18,2	a
	4,0	10,3	a	23,0	a	27,1	a
	8,0	33,7	b	61,0	b	64,2	b
<i>Mentha pulegium</i>	1,0	3,0	a	5,1	a	7,0	a
	2,0	19,1	a	61,0	b	65,9	b
	4,0	63,8	b	77,6	bc	83,8	bc
	8,0	96,3	b	96,8	c	97,8	c
<i>Lavandula angustifolia</i>	1,0	6,0	a	9,0	a	24,0	a
	2,0	13,0	a	18,3	a	25,2	a
	4,0	15,5	a	19,4	a	31,2	a
	8,0	54,4	b	61,3	b	78,0	b

Prueba de Kruskal Wallis: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ).

En las pruebas realizadas con aceite esencial de *P. boldus*, se obtuvieron resultados de mortalidad que no superaron el 30 % a las 36 horas y sin diferencias significativas entre tratamientos. Lo anterior contrasta con la alta mortalidad (100 %) en concentraciones similares que señalan que el aceite esencial (Betancur *et al.*, 2010), polvo y extractos (Ortíz *et al.*, 2012) de esta especie presentan contra *S. zeamais* y *T. castaneum*. *Eucalyptus globulus* también registró una baja toxicidad, alcanzando un máximo de 30 % de mortalidad y también sin diferencias significativas entre

tratamientos. Esto difiere con Mareggiani *et al.* (2008), quienes reportaron que el aceite de *E. globulus* mostró actividad insecticida sobre *Aphis gossypii* con dosis de 2 a 18  $\mu\text{L}$ . El aceite esencial de *S. officinalis* tampoco fue efectivo, ya que los valores de mortalidad obtenidos con la concentración más alta (8,0 %) no fueron significativos (11,3 %). Dichos valores difieren con Scariot *et al.* (2016), luego de que estos autores obtuvieran valores de mortalidad superiores al 95 % de *Acanthoscelides obtectus* Say. La diferencia de potencial tóxico de estos insecticidas de origen vegetal puede deberse a una variabilidad en cuanto a la concentración de sus compuestos, ya que en dicho estudio no se hace referencia a la estructura del material vegetal utilizado, ni a la fecha de recolección. De acuerdo con Ortíz *et al.* (2017), esta pérdida en el potencial tóxico se puede atribuir a una disminución en el tiempo de los compuestos activos vulnerables a la luz y la temperatura, y no a una estacionalidad en su recolección.

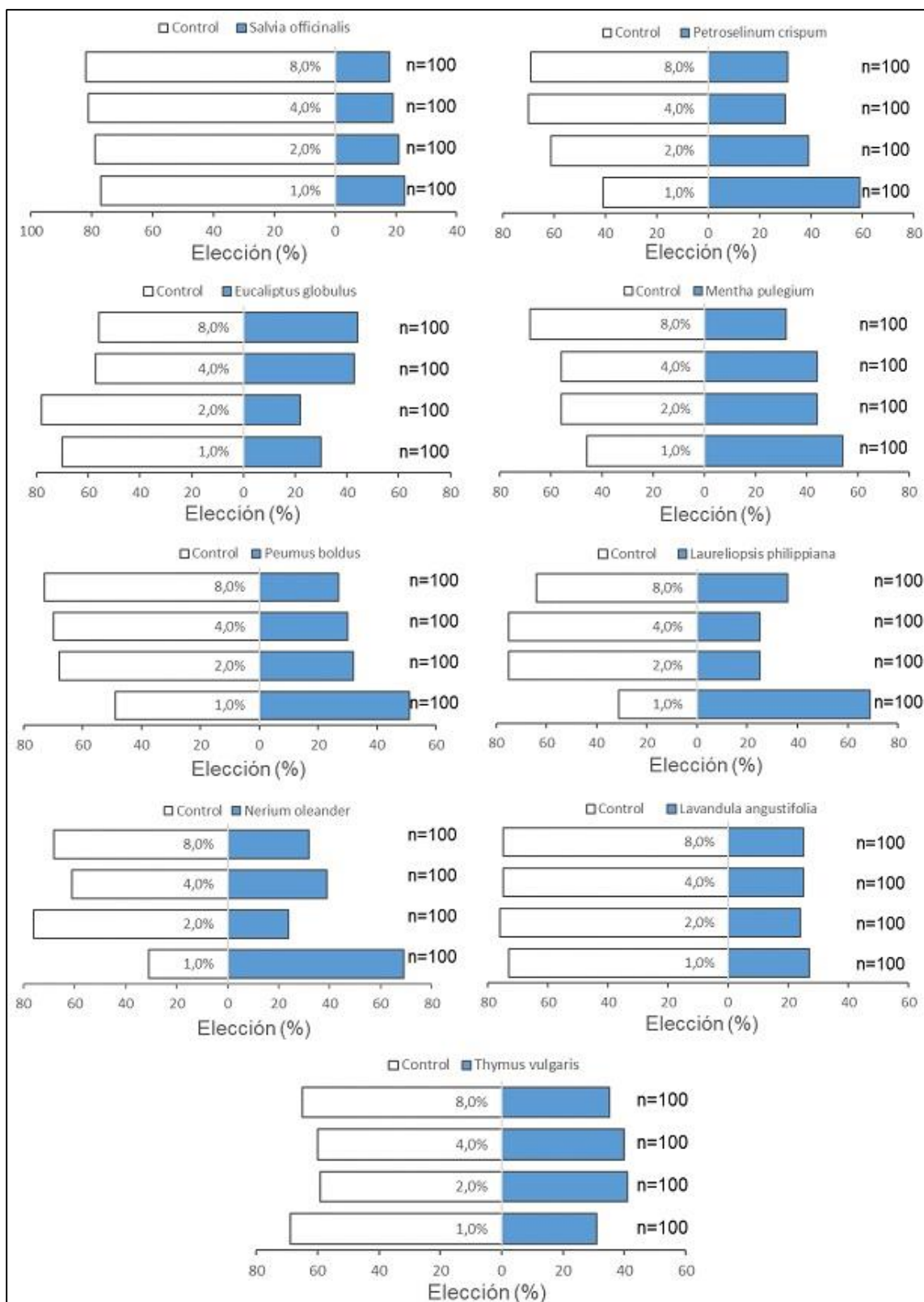
### **Efecto repelente**

El aceite esencial de *S. officinalis* mostró alta actividad repelente sobre *A. lactucae* con un 77 % para la concentración de 1,0 %, y 82 % para 8,0 % (Figura 2). Scariot *et al.* (2016) observaron actividad repelente creciente mientras mayor era la dosis del aceite esencial de esta planta, contra *A. obtectus* con tasas de repelencia desde 90 % con dosis desde los 10  $\mu\text{L}$  20  $\text{g}^{-1}$ .

En los bioensayos realizados con aceite esencial de *P. crispum*, la repelencia también se incrementó con el aumento de la concentración del aceite esencial alcanzando el 70 % (Figura 2). Si bien no se han reportado estudios de repelencia sobre esta especie, Lashgari *et al.* (2013) observaron la misma tendencia con *Cuminum cyminum*, especie también de la familia Apiaceae que junto con *Mentha piperita* tuvieron acción repelente sobre *T. castaneum* y *S. oryzae*, con una concentración de 5  $\mu\text{L}$ .

*Eucaliptus globulus* mostró acción repelente significativa en todas las concentraciones evaluadas siendo mayor el efecto al 1,0 y 2,0 % y disminuyendo éste en 4,0 y 8,0 % (Figura 2). Lo anterior puede atribuirse a un efecto antagónico entre los componentes del aceite esencial, siendo 1,8-cineol el compuesto más abundante en el aceite esencial (Mareggiani *et al.*, 2008).

Figura 2. Repelencia de aceites esenciales en concentraciones de 1,0; 2,0; 4,0 y 8,0 % sobre adultos de *A. lactucae* (n=número de repeticiones).



Este compuesto y  $\alpha$ -pineno son los compuestos activos presentes en mayor proporción en el aceite esencial de *Rosmarinus officinalis*, mostrando que la mayor toxicidad sobre *Tetranychus urticae*, se obtuvo cuando ambos estaban presentes en las mezclas de constituyentes (Miresmailli *et al.*, 2006).

El aceite esencial de *M. pulegium* no mostró actividad repelente para 1,0; 2,0 y 4,0 %, pero en cambio la concentración más alta (8,0 %) fue repelente en un 68 % (Figura 2). Salem *et al.* (2017), además del efecto tóxico, sobre *L. serricorne* obtuvieron repelencia (50 %) con la dosis más alta (10  $\mu$ l) y en *T. castaneum* un 60 % con la dosis más baja (2,5  $\mu$ l), siendo este insecto más susceptible al aceite esencial de *M. pulegium* que a *R. communis*.

*Peumus boldus* aumentó su repelencia a medida que se incrementó la concentración, alcanzando un máximo de 73 % con la dosis más alta (Figura 2). Ortíz *et al.* (2017), señalaron que *P. boldus* junto con *Laurelia sempervirens* y *L. philippiana* fueron repelentes en distintos niveles contra *S. zeamays*. Betancur *et al.* (2010), también reportaron que la repelencia de *P. boldus* aumenta a medida que se incrementa la concentración de aceite esencial.

El aceite esencial de *L. philippiana* no mostró repelencia con la concentración más baja (1,0 %), aunque al igual que con *P. boldus*, fue aumentando en las concentraciones siguientes (Figura 2). Norambuena *et al.* (2016), reportaron que además de tener efecto tóxico y antialimentario, el aceite esencial de esta planta tiene actividad repelente en todas las concentraciones evaluadas sobre *S. oryzae*, *S. granarius* y *S. zeamais*, sin afectar la germinación del maíz.

En el aceite esencial de *N. oleander*, tampoco se observó actividad repelente para el 1,0 % de aceite esencial, mientras que las concentraciones de 2,0; 4,0 y 8,0 % fluctuaron entre 61 y 73% de repelencia y además no se observó una relación directa dosis/repelencia (Figura 2). Kumar *et al.* (2017) informaron la actividad repelente, ovicida y larvicida del extracto acuoso de las hojas de *N. oleander* contra *Culex tritaeniorhynchus* y *C. gelidus*. También se reportó actividad repelente (inhibición de la alimentación), pérdida de peso y mortalidad significativa en larvas de 5to estadio de *Schistocerca gregaria* (Orthoptera: Acridiidae) con aceite esencial de *N. oleander* (Harizia y Doumandji, 2014). En *T. castaneum* el mayor efecto

repelente fue inducido por el extracto etanólico (71,5 %), seguido del extracto acuoso (63,3 %), mientras que el menor efecto fue con el polvo seco (41,7 %), además del efecto tóxico mencionado anteriormente (Al-Ghannoum y Karso, 2015).

El aceite esencial de *L. angustifolia* al 1,0 % de concentración tuvo un efecto repelente superior al 70 % al igual que en las demás dosis evaluadas, siendo este uno de los aceites esenciales más efectivos como repelente sobre *A. lactucae* (Figura 2). En un estudio realizado con aceites esenciales de *Clinopodium nubigenum* y *L. vulgtifolia* sobre *Lucilia sericata*, ambos tuvieron efecto inhibitorio (repelente) de la oviposición (Bedini *et al.*, 2019).

*Thymus vulgaris* fue repelente en todas las dosis evaluadas, con valores que se mantuvieron entre 60 y 70 %, por lo que no se observó algún patrón de progresión entre las dosis (Figura 2). Mudrončeková *et al.* (2019) también informaron el efecto repelente contra adultos de *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) para cinco aceites esenciales, uno de ellos; *T. vulgaris* mostró que el porcentaje de escarabajos que migró a las secciones de tronco de abeto no tratadas fluctuó entre 78,4 y 93,2 %, señalando que el efecto repelente no desaparece en 72 horas, siendo altamente repelentes en todas las dosis.

Finalmente, los aceites esenciales de plantas se están utilizando cada vez más como alternativa al control químico convencional y se consideran prometedores para controlar plagas de insectos. Los aceites esenciales de plantas mencionados en este estudio han demostrado su actividad repelente y tóxica sobre *A. lactucae* y se hace necesario realizar más estudios sobre el potencial de las especies vegetales en este insecto tanto en laboratorio como condiciones de campo.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que:

- Los aceites esenciales de *Laureliopsis philippiana*, *Petroselinum crispum*, *Nerium oleander* y *Mentha pulegium* son tóxicos sobre adultos ápteros de *A. lactucae*.
- Los aceites esenciales *Salvia officinalis* y *Eucalyptus globulus* son repelentes potenciales sobre adultos ápteros de *A. lactucae*.

- Los aceites esenciales de *Thymus vulgaris* y *Lavandula angustifolia* presentan alta actividad repelente y tóxica sobre *A. lactucae*.

## REFERENCIAS

1. Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18(2): 265-267.
2. Al-Ghannoum, M.I. and B.A. Karso. 2015. Biological potency of *Nerium oleander* L. leaf extracts on mortality of the red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Egypt. J. Biol. Pest Control 25(1): 135-138.
3. Artigas, J.N. 1994. Entomología económica: Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (Nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Ediciones Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
4. Bedini, S., G. Flamini, F. Cosci, R. Ascriczzi, M.C. Echeverria, E.V. Gomez, L. Guidi, M. Landi, A. Lucchi and B. Conti. 2019. Toxicity and oviposition deterrence of essential oils of *Clinopodium nubigenum* and *Lavandula angustifolia* against the myiasis-inducing blowfly *Lucilia sericata*. PLoS One 14(2) doi: 10.1371/journal.pone.0212576 [en línea].
5. Betancur, J., G. Silva, J.C. Concepción, S. Fisher and N. Zapata. 2010. Insecticidal activity of *Peumus boldus* Molina essential oil against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. Chilean J. Agric. Res. 70(3): 399-407.
6. Castresana, J.E., J. Rosenbaum y L.A. González. 2013. Estudio de la efectividad de tres aceites esenciales para el control de áfidos en pimiento, *Capsicum annum* L. Idesia 31(3): 49-58.
7. El-Sayed, K.K., E.S.A. El-Sheikh, R.M. Sherif and K.A. Gouhar. 2020. Comparative insecticidal activity of *Anethum graveolens*, *Thymus vulgaris* and *Myristica fragrans* essential oils against *Tribolium castaneum* and *Oryzaephilus surinamensis*. Ann. Agric. Biol. Res. 25(2): 263-269.
8. Ferratto, J. y C.M. Mondino. 2008. Producción, consumo y comercialización de hortalizas en el mundo. Agromensajes (24) [en línea].
9. Germinara, G.S., M.G. Di Stefano, L. De Acutis, S. Pati, S. Delfine, A. De Cristofaro and G. Rotundo. 2017. Bioactivities of *Lavandula angustifolia* essential oil against the stored grain pest *Sitophilus granarius*. Bull. Insectol. 70(1): 129-138.

10. González, R.H. 1989. Insectos y ácaros; de importancia agrícola cuarentenaria en Chile. Ograma. Santiago, Chile.
11. González-Guiñez, R., G. Silva-Aguayo, A. Urbina-Parra y M. Gerding-González. 2016. Aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill y *Eucalyptus nitens* H. Deane & Maiden (Myrtaceae) para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky. Chilean J. Agric. Anim. Sci. 32(3): 204-216.
12. Görür, G., M.I. Abdullah and M. Işik. 2008. Insecticidal activity of the *Thymus*, *Veronica* and *Agrimonia*'s essential oils against the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. Acta Phytopathol. Entomol. Hung. 43(1): 201-208.
13. Harizia, A. and S. Doumandji. 2014. Biological activity of *Nerium oleander* L. (Apocynaceae) essential oil on 5<sup>th</sup> larval stage of *Schistocerca gregaria* (Forsfål, 1775) (Orthoptera: Acrididae). Int. J. Zool. Res. 4(6): 19-28.
14. Herrera-Rodríguez, C., C. Ramírez-Mendoza, I. Becerra-Morales, G. Silva-Aguayo, A. Urbina-Parra, I. Figueroa-Cares, L. Martínez-Bolaños, J. Rodríguez-Medel, A. Lagunes-Tejeda, E. Pastene-Navarrete and L. Bustamante-Salazar. 2015. Bioactivity of *Peumus boldus* Molina, *Laurelia sempervirens* (Ruiz & Pav.) Tul. and *Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde (Monimiaceae) essential oils against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. Chilean J. Agric. Res. 75(3): 334-340.
15. Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Prot. 19(8-10): 603-608.
16. Kehr, E., R. Pihán, G. Leonelli, L. Medina, J. Solano y R. Tighe. 2009. Técnicas de producción hortícola en el sur de Chile para pequeños productores (as) de la agricultura familiar campesina. UCT. FIA. Santiago, Chile.
17. Kumar, G., L. Karthik, K.V. Bhaskara Rao, A.V. Kirthi and A.A. Rahuman. 2017. Larvicidal, ovicidal and repellent activity of *Nerium oleander* leaves against Japanese encephalitis vectors. Int. J. Res. Pharm. Sci. 8(2): 157-162.
18. Lashgari, A., S. Mashayekhi, M. Javadzadeh and R. Marzban. 2013. Effect of *Mentha piperita* and *Cuminum cyminum* essential oil on *Tribolium castaneum* and *Sitophilus oryzae*. Arch. Phytopathol. Plant Prot. 47(3): 324-329.
19. Mahmoodi, L., O. Valizadegan and V. Mahdavi. 2014. Fumigant toxicity of *Petroselinum crispum* L. (Apiaceae) essential oil on *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) adults under greenhouse conditions. J.



Plant Prot. Res. 54(3): 294-299.

20. Mareggiani, G., S. Russo and M. Rocca. 2008. *Eucalyptus globulus* (Mirtaceae) essential oil: Efficacy against *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), an agricultural pest. Rev. Latinoam. Quím. 36(1): 16-21.
21. Maroto, J.V. 2002. Horticultura herbácea especial. (5a. ed.). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
22. Massebo, F., M. Tadesse, M. Balkew and T. Gebre-Michael. 2013. Bioactivity of essential oils of local plants against adult *Anopheles arabiensis* (Diptera: Culicidae) in Ethiopia. Adv. Biosci. Biotechnol. 4(8): 805-809.
23. Mier, M.P., J. Ortego, N. Pérez and J.M. Nieto. 2011. Three aphid species (Hemiptera: Aphididae) recorded for the first time from South America. Fla. Entomol. 94(4): 839-842.
24. Miresmailli, S., R. Bradbury and M.B. Isman. 2006. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. Pest Manag. Sci. 62(4): 366-371.
25. Mudrončková, S., J. Ferenčík, D. Grul'ová and M. Barta. 2019. Insecticidal and repellent effects of plant essential oils against *Ips typographus*. J. Pest Sci. 92(2): 595-608.
26. Muñoz, M. 2020. Boletín de hortalizas [en línea]. Microsoft, USA. <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMTAwMzA0ZjMtY2MxNy00NjgxLWJhY2EtZGM1NDQ2NzAxZjdlwidiCl6ljMzYjdmNzA3LTZlNmYtNDJkMi04ZDZmLTk4YmZmOWZlNWZhMClslmMiOjR9>>. [Consulta: 10 mayo 2021].
27. Norambuena, C., G. Silva, A. Urbina, I. Figueroa and J.C. Rodríguez-Maciel. 2016. Insecticidal activity of *Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde (Atherospermataceae) essential oil against *Sitophilus* spp. (Coleoptera Curculionidae). Chilean J. Agric. Res. 76(3): 330-336.
28. Ortíz, M., G. Silva, M. Tapia, J.C. Rodríguez, A. Lagunes, C. Santillán-Ortega, A. Robles-Bermúdez and S. Aguilar-Medel. 2012. Toxicity of boldo *Peumus boldus* Molina for *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* Herbst. Chilean J. Agric. Res. 72(3): 345-349.
29. Ortíz, C., G. Silva, E. Moya, S. Fischer, A. Urbina y J.C. Rodríguez. 2017. Variación

- estacional de la repelencia de los aceites esenciales de Monimiaceae sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Curculionidae). Chilean J. Agric. Res. 33(3): 221-230.
30. Salem, N., O. Bachrouch, J. Sriti, K. Msaada, S. Khammassi, M. Hammami, S. Selmi, E. Boushah, S. Koorani, M. Abderraba, B. Marzouk, F. Limam and J.M. Ben Jemaa. 2017. Fumigant and repellent potentials of *Ricinus communis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricornis*. Int. J. Food Prop. 20(S3): S2899-S2913.
  31. Sampson, B.J., N. Tabanca, N. Kirimer, B. Demirci, K.H. Can Baser, I.A. Khan, J.M. Spiers and D.E. Wedge. 2005. Insecticidal activity of 23 essential oils and their major compounds against adult *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) (Aphididae: Homoptera). Pest Manag. Sci. 61(11): 1122-1128.
  32. Scariot, M.A., F.W. Reichert, L.L. Radünz, J.P. Barro and A.J. Mossi. 2016. *Salvia officinalis* essential oil in bean weevil control. Pesqui. Agropec. Trop. 46(2): 177-182.
  33. Signoretti, A.G.C., M.F.G.V. Peñaflores, L.S.D. Moreira, N.C. Noronha and J.M.S. Bento. 2012. Diurnal and nocturnal herbivore induction maize elicit different innate response of the fall armyworm parasitoid, *Campoletis flavicincta*. J. Pest Sci. 85(1): 101-107.
  34. Tello, V. y D. Canales. 2017. Evaluación de la susceptibilidad de *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) a pirimicarb en condiciones de laboratorio. Idesia 35(1): 25-30.