



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**TÍTULO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“Efecto del aceite esencial del molle (*Schinus molle*) en el control de *Melophagus ovinus* (Diptera: Hippoboscidae)”**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MÉDICO VETERINARIO**

**AUTOR:**

Liliana Vanessa Cuji Aucanshala

**TUTOR:**

BQF. Isabel Cristina López Villacis, Mg.

**CEVALLOS, 2023**

“Efecto del aceite esencial del molle (*Schinus molle*) en el control de *Melophagus ovinus* (Diptera: Hippoboscidae)”

REVISADO POR:



**BQF. Isabel Cristina López Villacis, Mg.**

TUTORA

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:**


Fecha

08/02/2024



Ing. Patricio Núñez, PhD.

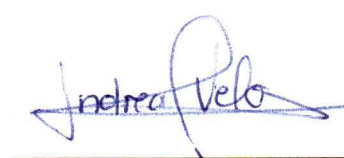
**PRESIDENTE DE TRIBUNAL**



Mvz. Mg. Blanca Jeaneth Villavicencio  
Villavicencio

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN**

08/02/2024



Mvz. Andrea Carolina Vela Chiriboga, PhD

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN**

08/02/2024

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Liliana Vanessa Cuji Aucanshala**, portador de cédula de ciudadanía número: 1850291657, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**Efecto del aceite esencial del molle (*Schinus molle*) en el control de *Melophagus ovinus* (Diptera: Hippoboscidae)**” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



---

**LILIANA VANESSA CUJI AUCANSHALA**

## DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Efecto del aceite esencial del molle (*Schinus molle*) en el control de *Melophagus ovinus* (Diptera: Hippoboscidae)**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



---

**LILIANA VANESSA CUJI AUCANSHALA**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi tesis, primeramente, a Dios por permitirme concluir esta etapa significativa de mi vida académica, dándome fuerzas, salud y sabiduría en cada paso que di durante mi trayectoria en la Universidad.

A mi amado papá Ángel, mi primera fuente de inspiración y fortaleza. Sus sacrificios y su constante aliento han sido los motivos que me han guiado a lo largo de esta travesía. Gracias por creer en mí, incluso cuando yo dudaba de mis propias habilidades. Este gran logro es tanto suyo como mío.

A Mauricio, compañero de alegrías y desafíos. Tu paciencia y comprensión han sido el apoyo que necesitaba en los momentos difíciles.

A mi fiel mascota, Shakira, compañera de desvelos por estar junto a mi despierta acompañándome todas las noches mientras estudiaba

Y a todas aquellas personas de las cuales he recibido apoyo y que han sido fundamentales en este viaje.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi tutora de tesis, BQF. Cristina López, quiero expresar mi más sincera gratitud por su paciencia, sabiduría y apoyo continuo a lo largo de este desafiante proceso. Su compromiso hacia mi proyecto ha sido evidente en cada etapa de mi tesis, y su mentoría ha dejado una marca en mi formación profesional.

Agradezco al Dr. Carlos Vásquez, cuyas enseñanzas han iluminado mi camino académico. Su orientación y su dedicación académica han sido inspiradoras en este proyecto. Su contribución ha sido esencial para mi desarrollo académico, ya que ha dejado una gran huella en mi formación profesional.

Agradezco a mi padre por su apoyo incondicional, por su amor y por nunca permitir que me rindiera y por todos los valores y enseñanzas que me inculco a lo largo de mi vida

A mis amigas Raquel, Daniela y Johanna por todas las vivencias llenas de risas y momentos que compartimos a lo largo de toda la carrera universitaria

Finalmente, a la Universidad Técnica de Ambato, cuyos docentes y entorno de aprendizaje han sido el pilar fundamental de mi crecimiento intelectual. Las experiencias compartidas, las amistades forjadas y los conocimientos adquiridos aquí han sido fundamentales para mi desarrollo personal y profesional.

## ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes Investigativos .....	3
1.2. Marco Teórico .....	7
1.2.1. La familia Hippoboscidae y <i>Melophagus ovinus</i> .....	7
1.2.2. Métodos convencionales de control de ectoparásitos: el control químico.....	8
1.2.3. El uso de aceites esenciales como alternativa de control de ectoparásitos.....	9
1.2.5. El molle como planta insecticida .....	11
1.3. Objetivos.....	12
Objetivo general:.....	12
Objetivos específicos: .....	12
CAPÍTULO II .....	13
METODOLOGÍA .....	13
2.1. Ubicación del estudio .....	13
2.2. Tipo de investigación .....	13
2.3. Equipos y materiales.....	13
2.4. Factores de estudio .....	13

2.5.	Diseño experimental.....	14
2.6.	Hipótesis.....	15
2.7.	Recolección de la información.....	15
2.7.1.	Recolección del ectoparásito.....	15
2.7.2.	Identificación de <i>M. ovinus</i> .....	15
2.7.3.	Prueba de la efectividad in vitro del aceite esencial de <i>Schinus molle</i> sobre <i>Melophagus ovinus</i> .....	15
2.8.	Análisis de la información.....	18
CAPÍTULO III.....		19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		19
3.1.	Identificación de la especie.....	19
3.2.	Mortalidad causada por diferentes concentraciones del aceite esencial de molle en hembras adultas de <i>M. ovinus</i> .....	20
3.3.	Cálculo la CL <sub>50</sub> de del aceite esencial del molle en hembras adultas de <i>M. ovinus</i> .....	21
CAPÍTULO IV.....		24
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		24
4.1.	CONCLUSIONES.....	24
4.2.	RECOMENDACIONES.....	24
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		25
VI. Anexos.....		32
6.1.	Análisis estadísticos.....	32
6.2.	Fotografías del ensayo.....	37



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Lista de los equipos y materiales usados durante el ensayo.....	13
<b>Tabla 2.</b> Tratamientos aplicados en la investigación.....	14
<b>Tabla 3.</b> Efecto de la aplicación de diferentes dosis de aceite esencial sobre la mortalidad de hembras de <i>Melophagus ovinus</i> .....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Hojas sanas de <i>S. molle</i> traídas de campo y desinfectadas con hipoclorito de sodio .....	16
<b>Figura 2.</b> Extracción del aceite de <i>S. molle</i> .....	17
<b>Figura 3.</b> Vista completa de la parte ventral del cuerpo (A), detalle de la cabeza y tórax (B) y detalles de las patas de <i>M. ovinus</i> (C).....	19
<b>Figura 4.</b> Relación concentración-mortalidad del aceite esencial de <i>S. molle</i> sobre <i>M. ovinus</i> .....	22
<b>Figura 5.</b> Recolección lavado y limpieza de hojas de <i>Schinus molle</i> .....	37
<b>Figura 6.</b> Instrumental para la extracción del aceite de <i>Schinus molle</i> . .....	37
<b>Figura 7.</b> Destiladora de aceites esenciales en funcionamiento. ....	38
<b>Figura 8.</b> Temperatura idónea a la que debe ser destilado el aceite de <i>Schinus molle</i> . .....	38
<b>Figura 9.</b> Colocación del recipiente de vidrio de 500 ml color ámbar para la recolección del aceite. ....	39
<b>Figura 10.</b> Obtención del aceite de molle en el recipiente mencionado .....	39
<b>Figura 11.</b> Recipientes de vidrio llenos con el aceite de <i>Schinus molle</i> .....	40
<b>Figura 12.</b> Refrigeración de los envases que han sido llenados con el aceite para su conservación.....	40
<b>Figura 13.</b> Acompañamiento y guía del tutor y docente durante la ejecución del proyecto.....	41
<b>Figura 14.</b> Recolección de las falsas garrapatas <i>Melophagus ovinus</i> . ....	41
<b>Figura 15.</b> Falsas garrapatas <i>M. ovinus</i> recolectadas en un recipiente adecuado para esta parte del ensayo.....	42
<b>Figura 16.</b> Acompañamiento del docente para unas indicaciones en el laboratorio. ....	42
<b>Figura 17.</b> Recipientes con las disoluciones realizadas al 5%, 10% y 15%. ....	43
<b>Figura 18.</b> Falsas garrapatas <i>M. ovinus</i> colocadas en una caja Petri para colocar en las disoluciones. ....	43
<b>Figura 19.</b> Colocación de las <i>M. ovinus</i> en los recipientes con las distintas disoluciones.....	44

<b>Figura 20.</b> Realización de las pruebas en el laboratorio. ....	44
<b>Figura 21.</b> Unidad de observación para el tratamiento de una hembra de <i>M. ovinus</i> con 5% del aceite esencial.....	45
<b>Figura 22.</b> Unidad de observación para el tratamiento de una hembra de <i>M. ovinus</i> con 15% del aceite esencial.....	45
<b>Figura 23.</b> Unidad de observación para el tratamiento de una hembra de <i>M. ovinus</i> con 10% del aceite esencial.....	46
<b>Figura 24.</b> Observación de las <i>M. ovinus</i> a las 24 horas. ....	46
<b>Figura 25.</b> Observación de las <i>M. ovinus</i> a las 48 horas. ....	47
<b>Figura 26.</b> Observación de las <i>M. ovinus</i> a las 72 horas. ....	47

## RESUMEN

*Melophagus ovinus* (piojo o garrapata de la oveja) es un ectoparásito de amplia distribución en zonas de clima frío y principalmente está asociado a diferentes razas de ganado ovino. Además de los daños en la piel o la lana que provoca este ectoparásito, también puede ser transmisor de diferentes patógenos. Dada su importancia en la ovinocultura, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del aceite esencial del molle (*Schinus molle*) en el control de *Melophagus ovinus*. Se probaron tres dosis del aceite de molle (5, 10 y 15%) y se usó agua destilada como testigo. Se evaluó la tasa de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación, además se calculó la concentración letal media por métodos gráficos. Entre los resultados se demostró que la mortalidad de *M. ovinus* aumentó a medida que incrementó la dosis del aceite, alcanzando un 82.5% cuando se usó al 5%, mientras que con las dosis de 10 y 15% la mortalidad aumentó a 85.0 y 90.0%, respectivamente, a las 24 horas. A las 48 h después de la aplicación, la mortalidad de se mantuvo en 82.5 y 85% cuando se usaron las dosis de 5 y 10%, mientras que alcanzó el 100% de mortalidad con la dosis más alta. Un comportamiento similar se observó a las 72 horas después de la aplicación. La concentración letal media (DL<sub>50</sub>) fue calculada en 6.33%. El aceite esencial de molle mostró ser una alternativa viable para el control de *M. ovinus*, sin embargo, se requiere hacer evaluaciones en condiciones *in vivo*.

**Keywords:** falsa garrapata, ovinos, control natural

## ABSTRACT

*Melophagus ovinus* (sheep louse or tick) is an ectoparasite widely distributed in cold climate areas and is mainly associated with different breeds of sheep. In addition to the damage to the skin or wool caused by this ectoparasite, it can also be a transmitter of different pathogens. Given its importance in sheep farming, the present study aimed to evaluate the effect of molle (*Schinus molle*) essential oil on the control of *Melophagus ovinus*. Three doses of molle oil were tested (5, 10 and 15%) and distilled water was used as a control. The mortality rate was evaluated at 24, 48 and 72 hours after application, and the mean lethal concentration was calculated by graphical methods. Among the results, it was shown that the mortality of *M. ovinus* increased as the dose of the oil increased, reaching 82.5% when it was used at 5%, while with the doses of 10 and 15% the mortality increased to 85.0 and 90.0. %, respectively, at 24 hours. At 48 h after application, mortality remained at 82.5 and 85% when the 5 and 10% doses were used, while it reached 100% mortality with the highest dose. A similar behavior was observed 72 hours after application. The median lethal concentration (LC<sub>50</sub>) was calculated at 6.33%. Molle essential oil was shown to be a viable alternative for the control of *M. ovinus*, however, evaluations are required under in vivo conditions.

**Keywords:** false tick, sheep, natural control

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La familia Hippoboscidae, ubicada dentro del Orden Diptera (moscas y mosquitos) incluye varias especies de moscas hematófagas de importancia veterinaria que parasitan a mamíferos y aves, la cual está compuesta por más de 213 especies, 21 géneros a nivel mundial (Werszko et al., 2021). Dentro de Hippoboscidae, el género *Melophagus* es uno de los más importantes.

*Melophagus ovinus* (piojo o garrapata de la oveja) es un ectoparásito de amplia distribución en zonas donde prevalezcan bajas temperaturas y principalmente está asociado a diferentes razas de ganado ovino, donde se reproduce y completa su ciclo biológico, dependiendo de la temperatura ambiental (Casco et al., 2021). Sin embargo, también puede parasitar cabras y ocasionalmente conejos y perros y animales salvajes (antílope tibetano, bisonte europeo y zorros rojos) (Small, 2005).

Debido a su hábito de alimentación hematófaga altamente especializado, *M. ovinus* ha desarrollado una gran cantidad de adaptaciones específicas en morfología y fisiología; su ciclo de vida comprende tres etapas definidas: larva, pupa y adulto sin alas y todas estas etapas de vida ocurren sobre el huésped, siendo estrictamente dependiente del huésped (Zhang et al., 2023). Los daños por alimentación incluyen irritación y prurito, daño a la piel con reducción del valor de la lana y, además, causa inflamación, infecciones microbianas secundarias, miasis cutánea y disminuye la producción de carne, leche y pieles en el huésped (Y. H. Liu et al., 2022; Small, 2005).

Además de los daños en la piel o la lana que provocan diversas especies de ectoparásitos, también son transmisores de patógenos, por ejemplo, *M. ovinus* es un agente transmisor de *Trypanosoma melophagium*, *Anaplasma ovis*, virus de la lengua azul y varias especies de *Bartonella*, *Borrelia* spp. y *Rickettsia* spp., causando importantes pérdidas económicas a la cría de ovejas en todo el mundo (Liu et al., 2018).

La alta prevalencia de ectoparásitos puede afectar negativamente a la producción de pequeños rumiantes, lo que requeriría entonces la implementación de medidas de control efectivas para elevar la producción de estas especies (Tamerat et al., 2016), entre ellas, se hace necesario evaluar nuevas alternativas de control, tal como los insecticidas botánicos.

El molle (*Schinus molle*) es comúnmente encontrada en la zona andina, pero luego se ha distribuido en Brasil, Uruguay y muchos otros países del mundo como planta ornamental, pero también es valorada por sus propiedades medicinales e insecticidas debido a la amplia variedad de compuestos químicos como sesquiterpenos, monoterpenos, aceites esenciales, ácidos grasos, flavonoides y triterpenos (Al-Andal & Moustafa, 2018). López et al. (2017) demostraron que el extracto acuoso de *S. molle* provocó 50% de mortalidad en adultos del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*) a concentración del 5%, mientras que a una concentración del 10% produjo 25% de mortalidad a las 48 h y adicionalmente, se observó 25% de inhibición de la eclosión de los huevos con la aplicación de extracto al 10% a las 24 h después de la aplicación.

En vista del potencial uso del extracto de molle, en este estudio se planteó evaluar el efecto del aceite esencial del molle (*Schinus molle*) en el control de *Melophagus ovinus* (Diptera: Hippoboscidae).

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes Investigativos

Existe un importante número de estudios que evidencian el valor potencial de los aceites esenciales como agentes de control contra una variedad de ectoparásitos artrópodos, particularmente piojos, ácaros y garrapatas, sin embargo, la información disponible sobre el uso de molle es escaso.

Con respecto al control de garrapatas, existen una amplia variedad de estudios donde se evalúa el efecto de aceites esenciales de diferentes especies de plantas. En tal sentido, Manwicha et al. (2024) evaluaron la eficacia de seis aceites esenciales obtenidos de naranja agria (*Citrus aurantium*), jengibre (*Zingiber officinale*), limoncillo (*Cymbopogon citratus*), litsea (*Litsea cubeba*), clavo (*Eugenia caryophyllata*) y curcumina (*Curcuma longa*) contra las garrapatas del ganado. La investigación demostró que el aceite esencial de limoncillo al 8% tuvo el efecto inhibitor más significativo sobre la oviposición de garrapatas hembras ingurgitadas, observándose una relación inversa entre la concentración de aceite esencial de limoncillo y el índice de oviposición de la garrapata, mientras que el aceite de jengibre, el aceite de curcumina, la naranja agria, el aceite de litsea y el aceite de clavo mostraron un efecto menor. Se observó que cuanto mayor era la concentración de aceite esencial (16%), mayor era la tasa de mortalidad de las garrapatas en su fase larval, sin embargo, las concentraciones de 4, 8 y 16% de aceite esencial de limoncillo también fueron efectivas contra las garrapatas adultas, provocando una tasa de mortalidad del 100%. El aceite de limoncillo puede reducir el número de garrapatas desde el día 1 después de asperjar la piel del ganado y el número de garrapatas estuvo bajo control durante al menos 14 días, lo cual es significativamente diferente en comparación con el grupo de control.

Gonzaga et al. (2023) realizaron una revisión sobre el efecto de los aceites esenciales (AE) y los compuestos aislados (CA) como alternativa para el control de garrapatas y encontraron que el número de estudios aumentó con los años y Brasil destaca con el mayor número (51,6%) de publicaciones, así mismo, las especies de



garrapatas más estudiadas fueron *Rhipicephalus microplus* (48,4%), *Ixodes scapularis* (19,4%), *Amblyomma americanum* y *R. sanguineus* sensu lato (9,7% cada una), principalmente en ganado vacuno (70%) y perros (13%). En cuanto a la aplicación de formulaciones de AE/CA, el 74% de los estudios se realizaron con aplicación tópica y el 26% con tratamiento en el ambiente (aspersión). Los resultados de eficacia son difíciles de evaluar debido a la falta de información sobre la metodología y la estandarización, pero la nanotecnología y la combinación con acaricidas sintéticos se reportaron como una alternativa para mejorar la eficacia de los AE. No se observaron reacciones adversas en el 86,6% de los estudios que evaluaron la seguridad clínica de los AE/AOE. Con conclusión, se plantea el uso de aceites esenciales como una manera segura para reducir las infestaciones de garrapatas, tanto en los hospederos como en el medio ambiente; por lo que se sugiere que se realice la caracterización química de los aceites esenciales, se estandarice la metodología y se realicen estudios de seguridad para organismos objetivo y no objetivo, considerando también el respeto al medio ambiente.

La garrapata *Amblyomma variegatum* es una de las especies de garrapatas más importantes que afectan al ganado en África, lo que afecta la producción animal. Por lo tanto, Hema et al. (2023) evaluaron la actividad acaricida de aceites esenciales como *Ageratum conyzoides*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon giganteus*, *Lippia multiflora* y *Ocimum gratissimum* en el control de *A. variegatum* mediante pruebas de inmersión de larvas en Burkina Faso. Se determinó la composición química de los aceites esenciales mediante la técnica de cromatografía de gases-espectrometría de masas encontrándose que la composición química fue predominantemente de monoterpenos oxigenados en *A. conyzoides* (48,71 %), *C. citratus* (99,9 %) y *C. giganteus* (73,63 %), mientras que los monoterpenos de hidrocarburos fueron los más abundantes en *O. gratissimum* (63,7 %) y los sesquiterpenos de hidrocarburos en *L. multiflora* (71,719 %). La actividad larvicida registrada varió según la especie de planta y la dosis aplicada, demostrándose que a dosis de 12,5 mg/mL, todos los aceites esenciales estudiados, indujeron un 100 % de mortalidad larvaria, excepto *L.*

*multiflora* (7,54 %), lo que los hace una alternativa como bioacaricidas, que son alternativas eficaces y respetuosas con el medio ambiente a los productos químicos.

En una revisión hecha por Abbas et al. (2018) encontraron que los aceites esenciales de *Ageratum houstonianum* han demostrado efectos notables contra las garrapatas en cabras, logrando una disminución del 94,9% en el número de garrapatas. En otro experimento *in vitro*, se probaron aceites esenciales derivados de *Thymus vulgaris*, *Dorystoechas hasata* y *Mentha longifolia* mediante una prueba de inmersión que resultó en una mortalidad del 99 % de las larvas de *Rhipicephalus microplus* después de la exposición a cada aceite (0,1 % de solución) y así mismo, el aceite esencial de *Pimenta dioica* y *Cuminum cyminum* también fueron efectivos contra *Rhipicephalus microplus* en soluciones al 1,26% y 2,49% de cada aceite, mientras que el aceite esencial de *Ocimum basilicum* no provocó mortalidad en larvas de la garrapata.

Con relación al uso de aceites esenciales en el control de insectos chupadores de sangre. Así, en vista de que el control de insectos plaga y vectores es un desafío oportuno para la salud pública, Benelli & Pavela (2018) se plantearon realizar una revisión sobre el uso de los aceites esenciales para el control de ectoparásitos, debido han mostrado alta eficacia, múltiples mecanismos de acción y baja toxicidad en vertebrados no objetivo. De acuerdo con su estudio, la gran mayoría de los artículos de investigación publicados sobre el tema estudiaron el potencial de los AE en la lucha contra los mosquitos (668 artículos de investigación) y las garrapatas (155), mientras que solo una cantidad relativamente limitada (< 110) se centró en insectos chupadores de sangre diferentes de los mosquitos. Este conocimiento es de gran importancia para la salud pública, ya que ofrece nuevas perspectivas para controlar importantes vectores artrópodos, incluidos aquellos directamente relacionados con la propagación de enfermedades tropicales desatendidas (por ejemplo, los chinches vectores del mal de Chagas) o que afectan negativamente la productividad de ganado en todo el mundo (por ejemplo, mosquitos picadores, tábanos, moscas de los cuernos y moscas de los establos). Se ha dedicado mayor énfasis al control de dípteros, abarcando mosquitos picadores (Culicoides, Ceratopogonidae), moscas negras

(Simuliidae), moscas de los caballos y de los ciervos (Tabanidae), mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*, Muscidae), mosca de los establos (*Stomoxys calcitrans*, Muscidae), flebotomos (Psychodidae) y moscas tsetse (Glossinidae), discutiendo evidencias tanto de laboratorio como de campo. Además, se reportan experiencias exitosas en el combate de pulgas (Siphonaptera), piojos de la cabeza, el cuerpo y el pubis (Phthiraptera), así como chinches (Hemiptera, Cimicidae) y vinchucas (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae).

Debido al aumento de la resistencia de los ectoparásitos a los insecticidas sintéticos, Boito et al. (2018) evaluaron el efecto insecticida y repelente de *Cinnamomun zeylanicum* (forma libre al 1,0, 5,0 y 10% y nanoemulsión al 0,5, 1,0 y 5,0%) contra mosca doméstica adulta, *Musca doméstica* y *Haematobia irritans* en ensayos *in vitro* e *in vivo*. Los resultados demostraron que el aceite de canela (10%) y la nanoemulsión (5%) fueron 100% efectivos contra *M. domestica* después de 90 minutos de exposición. El efecto repelente se probó *in vivo* utilizando un 5% de aceite de canela en vacas Holstein infestadas naturalmente por *Haematobia irritans* y se verificó una disminución significativa en el número de moscas en las vacas asperjadas a las 0, 1, 2, 3, 9 y 24 h después del tratamiento con aceite de canela. Basado en estos resultados, *C. zeylanicum* mostró efecto insecticida (*in vitro*) contra moscas domésticas y efecto repelente (*in vivo*) contra la mosca de los cuernos.

Las infestaciones por piojos pueden ser un problema clínico y de bienestar importante en el manejo de animales grandes, sin embargo, existe un número limitado de productos pediculicidas comerciales disponibles y el desarrollo de resistencia han llevado a la necesidad de explorar enfoques alternativos para el manejo de piojos. En este sentido, Ellse et al. (2013) realizaron ensayos *in vitro* e *in vivo* para controlar poblaciones del piojo masticador del burro, *Bovicola ocellatus* (Phthiraptera: Trichodectidae) utilizando los aceites esenciales de árbol de té (*Melaleuca alternifolia*) y lavanda (*Lavandula angustifolia*). Los resultados de los bioensayos de contacto y vapor mostraron que el uso de aceites de árbol de té y lavanda al 5 % dieron como resultado más del 80 % de mortalidad de piojos después de 2 h de exposición. En los ensayos *in vivo*, grupos separados de 10 burros rociados

con de aceite de árbol de té y lavanda al 5% como parte de su régimen de aseo habitual mostraron reducciones significativas en el número de piojos en comparación con un grupo de control. Estos hallazgos indican que los aceites esenciales de árbol de té y lavanda pueden proporcionar niveles clínicamente útiles de control de *B. ocellatus* cuando se usan como parte de una rutina de aseo y sugieren que con un mayor desarrollo podrían formar la base de un componente valioso y fácil de aplicar contra piojos.

## **1.2. Marco Teórico**

### **1.2.1. La familia Hippoboscidae y *Melophagus ovinus***

*Melophagus ovinus*, conocido como el piojo o falsa garrapata de la oveja, es un insecto hematófago perteneciente al Orden Diptera, dentro de la familia Hippoboscidae y que morfológicamente se caracteriza por presentar cuerpo aplanado de color pardo oscuro, con garras en las patas para aferrarse a su hospedador y que generalmente ataca a ovinos (Casco et al., 2021).

Esta especie de ectoparásito se encuentra presente en varios países de Europa, África, Asia, Oceanía y de América del Norte y del Sur y aunque ha sido principalmente asociado a explotaciones de ovinos, también puede parasitar en un mayor rango de especies de hospederos, incluyendo cabras, conejos, perros, animales salvajes, antílope tibetano, bisonte europeo y zorros rojos (Aranda Aguirre et al., 2020). Su forma de transmisión es por contacto directo entre ovejas cuando estas están bajo condición de hacinamiento, durante el pastoreo, por contacto directo entre las ovejas y corderos y también son transmitidos de forma indirecta a través de la cama (Aranda Aguirre et al., 2020).

De acuerdo con Olaechea et al. (2006), *M. ovinus* es uno de los ectoparásitos que se presentan en especies ovinas a nivel mundial, principalmente en zonas de climas templados y fríos, lo cual es potenciado por la falta de control oficial y las malas prácticas de manejo de los rebaños.

El papel como transmisor de patógenos de las moscas Hippoboscidae continua en debate debido a que estos ectoparásitos deben vivir exclusivamente sobre su hospedero, esto genera dudas sobre su capacidad para transmitir patógenos a otros animales o humanos, sin embargo, estudios recientes usando técnica moleculares han demostrado la transmisión de patógenos por moscas Hippoboscidae en 53 especies de rumiantes, caballos, perros y rapaces (Boucheikhchoukh et al., 2019).

### **1.2.2. Métodos convencionales de control de ectoparásitos: el control químico**

El control químico es el método más utilizado para el manejo de las poblaciones de las especies de ectoparásitos a nivel mundial, a pesar de varios problemas asociados como el desarrollo de resistencias, los residuos en los alimentos y la contaminación ambiental (Yadav et al., 2017). Existe una amplia variedad de moléculas químicas disponibles, pertenecientes a diferentes grupos químicos, tales como carbamatos, hidroclorados (DDT, BHC, aldrín), organofosforados (diazinón, malatión), piretroides sintéticos (cipermetrina, deltametrina, permetrina), formamidina (amitraz) y lactonas macrocíclicas (ivermectina, milbemicina, doramectina) (Maxwell et al., 2002).

Entre todos estos, se ha demostrado que piretroides sintéticos tienen una mayor eficiencia, incluso cuando se usa en bajas dosis, y también muestra mejor actividad residual contra un amplio espectro de especies de plagas, sin embargo, actualmente el grupo de las lactonas macrocíclicas han mostrado ser una alternativa prometedora (Yadav et al., 2017).

En general, muchas especies de ectoparásitos han desarrollado resistencia a varios grupos de insecticidas más comúnmente usados, observándose resistencia múltiple, debido al uso indiscriminado de los insecticidas/acaricidas, además de otros efectos indeseables en las especies objetivo debido a su amplio rango de acción y su larga persistencia en el medio ambiente, lo que representa un peligro para el ecosistema (Siriporn et al., 2023). Por otra parte, el uso indiscriminado e irracional de plaguicidas ha traído como resultado la acumulación de residuos químicos en

alimentos como la carne y los productos cárnicos, que se consideran tóxicos para el hombre (Yadav et al., 2017).

Recientemente, algunos productos a base de plantas como el aceite de semilla de neem, el aceite de árbol de té y otros extractos de plantas también se han probado contra ectoparásitos importantes (Hema et al., 2023; Manwicha et al., 2024).

### **1.2.3. El uso de aceites esenciales como alternativa de control de ectoparásitos**

Las plantas aportan una amplia gama de sustancias naturales mediante la producción de metabolitos secundarios con una variedad de estructuras químicas y que no intervienen en los metabolismos básicos para el desarrollo de las plantas, como la fotosíntesis y la respiración, sino en otras funciones como la defensa (Bava et al., 2023).

Los grupos funcionales incluidos en las moléculas de los metabolitos secundarios son ácidos grasos, hidrocarburos, ésteres, aldehídos, cetonas, alcoholes, compuestos acetilénicos, alcaloides, fenoles y cumarinas, por nombrar algunos (Dos Santos et al., 2010). Las rutas metabólicas secundarias están directamente conectadas con el metabolismo principal que dan lugar a metabolitos secundarios, con la participación del ácido shikímico y el acetato de etilo como intermediarios que conectan el metabolismo de la glucosa con la ruta biosintética de los metabolitos secundarios que, a diferencia de los metabolitos primarios, sólo se distribuyen en determinadas partes de las plantas (A. D. Gonzaga et al., 2008). En particular, estos metabolitos secundarios solo pueden ser producidos por ciertos órganos y tejidos glandulares específicos (tricomas, células glandulares) y acumulados en vacuolas o compartimentos extracelulares, los cuales le permitirán a la planta enfrentar efectos adversos de factores bióticos y abióticos (Bava et al., 2023).

Se ha demostrado que los metabolitos secundarios tienen una variedad de propiedades adaptativas, incluidas cualidades alelopáticas (comunicación química e influencia mutua entre plantas), defensa contra patógenos (fitoalexinas) y herbívoros, protección UV y la atracción de polinizadores y dispersadores de semillas (Bava et

al., 2023). Se ha demostrado que los terpenos volátiles y los fenilpropanoides de especies de plantas pueden actuar como insecticidas, repelentes de alimentos o atrayentes (para la polinización), además pueden causar repelencia a los herbívoros, ser indigeribles o inhibir la oviposición en insectos, lo que resulta en el control de la población (Arango & Vásquez, 2008; Simas et al., 2004).

Este tipo de metabolitos se reconocen como sustancias activas porque demuestran actividad biológica y a pesar de la amplia variedad de especies de plantas, solo se ha identificado un número reducido de compuestos con actividad insecticida, repelente, inhibidores y reguladores del desarrollo de insectos y un menor número de estos han sido comercializado (Misra, 2014).

#### **1.2.4. Aceites esenciales**

Los aceites esenciales se usa para incluir aquellos componentes vegetales líquidos y altamente volátiles con un aroma fuerte y reconocible, caracterizados por su naturaleza líquida, frecuentemente incoloros, solubles en lípidos y disolventes orgánicos como alcohol, éter y aceites fijos (Bava et al., 2023). Los aceites esenciales son mezclas de compuestos orgánicos producidos por plantas como metabolitos secundarios y son los encargados de darle a una planta particular su aroma distintivo. Los elementos secretores como los tricomas glandulares (presentes en Lamiaceae), las cavidades secretoras (presentes en Myrtaceae y Rutaceae) y los conductos resinosos (presentes en Asteraceae y Apiaceae) están relacionados con la síntesis y acumulación de aceites esenciales (Pavela, 2016). Los AE se han utilizado como agentes medicinales por sus conocidas cualidades bactericidas, viricidas, antifúngicas y antiparasitarias desde la antigüedad (Pavela & Benelli, 2016).

La toxicidad después de la inmersión, el contacto físico o la exposición al vapor de los aceites esenciales puede provocar un efecto neurotóxico, más que simplemente mecánica, sin embargo, la naturaleza volátil de los aceites esenciales sugiere que es probable que su actividad residual sea de corta duración, además, se ha referido un efecto ovicida, aunque no está claro si esto se debe a neurotoxicidad o asfixia mecánica (Ellse et al., 2013). El uso de aceites esenciales en el control de

ectoparásitos veterinarios es un área que tiene un potencial considerable para el futuro y la investigación sobre su uso aún se encuentra en una etapa temprana (Ellse et al., 2013; Ellse & Wall, 2014). Se requieren ensayos de campo más extensos, la estandarización de componentes, la estandarización de la extracción, la estandarización de un buen diseño experimental, perfiles toxicológicos de mamíferos y desarrollo de excipientes, así como una mayor investigación sobre las actividades residuales y la vida útil de estos aceites para permitir la plena realización de su potencial (Ellse & Wall, 2014).

Las investigaciones recientes indican que algunos componentes químicos de estos aceites interfieren con el sistema nervioso octopaminérgico de los insectos y como este sitio de acción no afecta a los mamíferos, la mayoría de los productos químicos de los aceites esenciales son relativamente no tóxicos para los mamíferos y los peces en las pruebas toxicológicas, y cumplen con los criterios para pesticidas de “riesgo reducido” (Koul et al., 2008). Además de su inocuidad, también resultan una alternativa para superar el desarrollo de resistencia a los plaguicidas sintéticos, puesto que es probable que la resistencia se desarrolle más lentamente a los plaguicidas a base de aceites esenciales debido a las mezclas complejas de componentes que caracterizan a muchos de estos aceites (Koul et al., 2008).

#### **1.2.5. El molle como planta insecticida**

*Schinus molle* L. es una especie perteneciente a la familia Anacardiaceae, cuyo centro de origen se ha postulado en Perú, pero también se distribuye en Ecuador, Chile y Bolivia, donde es conocida como molle o árbol del Perú y es valorada por sus propiedades aromatizantes que le confieren diferentes usos como curtiente, uso forrajero, medicinal e insecticida, entre otros (Rzedowski & Rzedowski de, 1999).

Los estudios han demostrado que esta planta presenta dentro de su composición una amplia variedad de compuestos biológicamente activos como monoterpenos e hidrocarburos sesquiterpénicos, biclogermacreno, galotaninos, biflavonoides y antocianinas (Feuereisen et al., 2017). Investigaciones referentes a la



composición química de frutos y hojas de molle mostraron que los principales constituyentes del aceite esencial de los frutos son  $\alpha$ -felandreno,  $\beta$ -felandreno y limoneno, mientras que el aceite esencial de hojas está principalmente compuesto de  $\alpha$ -felandreno,  $\beta$ -felandreno y limoneno, elemol, germacreno-D,  $\gamma$ -eudesmol y T-cadinol (Bachheti et al., 2018; Murrieta-Dionicio et al., 2023).

Esta especie ha sido usada como insecticida natural para el control de plagas agrícolas, sin embargo, aún no se ha estudiado el riesgo potencial de este tipo de productos sobre los enemigos naturales (Ahmed et al., 2021).

En un estudio hecho por Iannacone & Alvariño (2010) donde evaluaron el efecto tóxico de diferentes concentraciones (1.5, 2.5, 5, 10 y 20%) del extracto acuoso de molle sobre cuatro agentes de biocontrol: *Ceraeochrysa cincta*, *Chrysoperla asoralis*, *Telenomus remus* y *Orius insidiosus* bajo condiciones de laboratorio y se encontró que la mayor toxicidad en términos de  $CE_{50}/CL_{50}$  ocurrió en larvas y huevos de *C. cincta* y en adultos de *O. insidiosus*, seguido de la mortalidad en larvas y huevos de *C. asoralis*, mientras que la menor mortalidad ocurrió en adultos de *T. remus*.

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo general:**

Evaluar el efecto del aceite esencial del molle (*Schinus molle*) en el control de *Melophagus ovinus*

#### **Objetivos específicos:**

- Determinar la mortalidad causada por diferentes concentraciones del aceite esencia del molle en hembras adultas de *M. ovinus*.
- Calcular la  $DL_{50}$  del aceite esencial del molle en hembras adultas de *M. ovinus*

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Ubicación del estudio

La investigación fue desarrollada en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato (cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua)

#### 2.2. Tipo de investigación

La presente investigación fue conducida con un enfoque de tipo experimental, en la cual se aplicaron diferentes tratamientos (concentraciones del aceite esencial de molle) para evaluar su efecto sobre las variables respuesta en el ectoparásito (*M. ovinus*) (Hernández-Sampieri et al., 2014).

#### 2.3. Equipos y materiales

**Tabla 1.** *Lista de los equipos y materiales usados durante el ensayo*

Equipos usados	Materiales requeridos
Microscopio óptico	Pincel fino N° 000
Microscopio estereoscópico	Tarrinas de plástico
Molino eléctrico	Láminas de poliuretano
Estufa	Marcadores punta fina
Destilador por arrastre de vapor	Alcohol 70%

#### 2.4. Factores de estudio

Dosis del aceite esencial de molle obtenido por destilación por arrastre de vapor

Dosis 1= 5%

Dosis 2= 10%

Dosis 3= 15%

Dosis 0= agua destilada (testigo)

**Tabla 2.** *Tratamientos aplicados en la investigación*

<b>Tratamiento</b>	<b>Simbología</b>	<b>Descripción</b>
Tratamiento 1	T <sub>1</sub>	Aplicación de aceite de molle al 5%
Tratamiento 2	T <sub>2</sub>	Aplicación de aceite de molle al 10%
Tratamiento 3	T <sub>3</sub>	Aplicación de aceite de molle al 15%
Tratamiento 0	T <sub>0</sub>	Aplicación de agua destilada

T <sub>0</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>6</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>5</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>9</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>7</sub>
T <sub>1</sub> R <sub>10</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>5</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>9</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>8</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>7</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>8</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>8</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>9</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>4</sub>
T <sub>2</sub> R <sub>5</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>8</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>9</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>10</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>6</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>10</sub>
T <sub>3</sub> R <sub>7</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>5</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>6</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>6</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>7</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>10</sub>

Para la comparación de la efectividad de los distintos tratamientos del aceite de molle se contempló solo un testigo negativo (agua) porque el control químico con productos químicos o fármacos existentes en el mercado es poco usado en control de ectoparásitos en ovejas.

## **2.5. Diseño experimental**

El ensayo fue dirigido en un diseño completamente aleatorizado debido a que fue evaluada una sola fuente de variación determinada por la dosis del aceite esencial de molle

## **2.6. Hipótesis**

Hipótesis Nula ( $H_0$ ): La aplicación de diferentes dosis del aceite de molle no afecta la mortalidad de *Melophagus ovinus* bajo condiciones de laboratorio.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): La aplicación de diferentes dosis del aceite de molle afecta la mortalidad de *Melophagus ovinus* bajo condiciones de laboratorio.

## **2.7. Recolección de la información**

### **2.7.1. Recolección del ectoparásito**

Las muestras de la falsa garrapata, *M. ovinus*, fueron recolectadas en ovejas mantenidas en la Granja Experimental Querochaca. En total fueron colectadas 100 especímenes de *M. ovinus* las cuales fueron llevadas al laboratorio y separadas por sexo y tamaño para uniformizar la muestra. Fueron seleccionadas 40 hembras adultas para iniciar con los bioensayos de efectividad del aceite esencial de molle sobre la mortalidad de *M. ovinus*.

### **2.7.2. Identificación de *M. ovinus***

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron revisadas bajo aumento de la lupa estereoscópica para revisar los especímenes y asegurarse la identificación de la especie, usando los caracteres morfológicos resaltados por Borja et al. (2022).

### **2.7.3. Prueba de la efectividad *in vitro* del aceite esencial de *Schinus molle* sobre *Melophagus ovinus***

El aceite esencial de molle fue obtenido a partir de hojas sanas colectadas en el campo, las cuales fueron previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 0,2 % (Figura 1) Para la obtención del aceite se siguió la metodología descrita por López et al. (2017), la cual consistió en someter las hojas de molle a secado en estufa a 45 °C hasta peso constante y, posteriormente, trituradas en un molino eléctrico. Se usó el método de destilación por arrastre de vapor en hidrosol a partir de 4000g de hojas de molle disueltos en 20 L de agua destilada para la obtención de extracto acuoso al

20% (Figura 2) Además, se obtuvo el aceite esencial. A partir de la solución original (20%) se prepararon concentraciones de 5% (T<sub>1</sub>), 10% (T<sub>2</sub>), 15% (T<sub>3</sub>) y se usó agua destiladas como testigo (T<sub>0</sub>).



**Figura 1.** *Hojas sanas de molle traídas de campo y desinfectadas con hipoclorito de sodio*



**Figura 2.** *Extracción del aceite de molle*

Para evaluar el efecto acaricida en adultos de la falsa garrapata del ovino se utilizó la técnica de inmersión para lo cual se sumergieron las hembras adultas del parásito en cada una de las respectivas concentraciones evaluadas durante 20-30 s y luego fueron sacadas y colocadas en unidades de cría conformadas por un recipiente plástico provisto de una almohadilla de poliuretano. La mortalidad de las hembras tratadas fue evaluada a las 24, 48, y 72 horas posterior a la aplicación y fueron consideradas muertas cuando no mostraron ningún tipo de reacción al contacto con un pincel superfino de 000.

Cada tratamiento consistirá en 10 repeticiones y el ensayo fue repetido tres veces para convalidar los datos.

## **2.8. Análisis de la información**

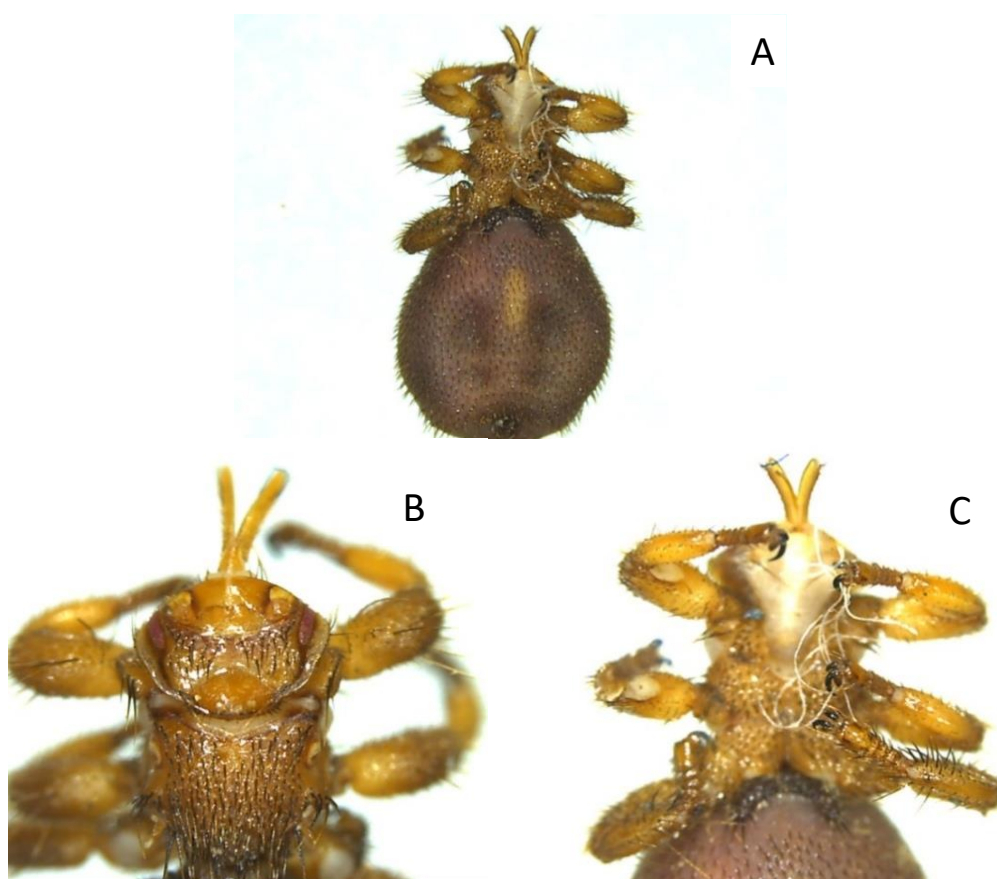
Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza y aquellas variables que mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) fueron comparadas mediante prueba de medias según Tukey usando el paquete estadístico Statistix versión 10.0 para Windows.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Identificación de la especie

Las características morfológicas de los especímenes colectados correspondieron con la identificación dada por Borja et al. (2022), quienes señalaron que *M. ovinus* son insectos con ojos compuestos pequeños, pocos omatidios y antenas inmóviles pequeñas ubicadas en fosas antenales profundas; sin alas; con cuerpo aplanado dorsoventralmente, con cabeza hundida y segmentos gnatales de tipo prognato; tegumento abdominal suave y flexible permite la distensión durante la alimentación y el desarrollo larvario en las hembras (Figura 3).



**Figura 3.** Vista completa de la parte ventral del cuerpo (A), detalle de la cabeza y tórax (B) y detalles de las patas de *M. ovinus* (C).



*M. ovinus* no presenta alas y mide aproximadamente 4 a 6 mm de largo con una cabeza pequeña, piezas bucales fuertes y afiladas, un abdomen ovalado o redondo, cerdas densas en la superficie del cuerpo y tres pares de patas rematadas en garras (Zhao et al., 2018).

### 3.2. Mortalidad causada por diferentes concentraciones del aceite esencial de molle en hembras adultas de *M. ovinus*

Se detectó un efecto de la concentración del aceite esencial de molle sobre las hembras adultas de *M. ovinus* colectadas de ovejas naturalmente infestadas en el Campus Querochaca (Tabla 3) Se observó una respuesta lineal de la tasa de mortalidad con el aumento de la concentración del aceite, los cuales mostraron coeficientes de determinación de 0.92, 0.96 y 0.95 para la evaluación a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación ( $p < 0.01$ ).

A las 24 horas, la tasa de mortalidad alcanzó un 82.5% cuando se usó aceite al 5%, mientras que con las dosis de 10 y 15% la mortalidad aumentó a 85.0 y 90.0%, respectivamente.

**Tabla 3.** Efecto de la aplicación de diferentes dosis de aceite esencial sobre la mortalidad de hembras de *Melophagus ovinus*

	Porcentaje de individuos muertos		
	24 h	48 h	72 h
Aceite esencial al 5 %	82.5 ± 3.81 b	82.5 ± 3.82 b	82.5 ± 3.82 b
Aceite esencial al 10 %	85.0 ± 4.08b	85.0 ± 4.08 b	85.0 ± 4.08 b
Aceite esencial al 15 %	90.0 ± 4.08 b	100.0 ± 0.00c	100.0 ± 0.00 c
Testigo	0.0 ± 0.00 a	0.0 ± 0.00a	0.0 ± 0.00 a
R <sup>2</sup>	0.92	0.96	0.95

Valores promedio en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p < 0.01$ ).

Durante la evaluación a las 48 h después de la aplicación, la mortalidad de la falsa garrapata se mantuvo en 82.5% y 85% cuando se usaron las dosis de 5% y

10%, mientras que alcanzó el 100% de mortalidad con la dosis más alta. Un comportamiento similar se observó a las 72 horas después de la aplicación (Tabla 3).

Del mismo modo, Bravo-Almeida (2019) demostró el efecto insecticida de varias concentraciones (0.25, 0.5, 1.0, 2.0 y 4.0%) del aceite de molle sobre la tasa de mortalidad del trip, *Frankiniella occidentalis*, encontrándose que la mortalidad mostró una respuesta lineal y positiva en función de la concentración, siendo 11.9 % a la dosis 0.25%, la cual aumentó a 30.5% cuando se usó aceite al 1% y a 54.6% a dosis de 2% y alcanzó el máximo valor (76.5%) cuando se usó al 4%.

De acuerdo con Huerta et al. (2013), el aceite esencial obtenidos de hojas y/o frutos de *S. molle* ha demostrado ser un fuerte repelente e insecticida, cuyo efecto está asociado principalmente al cis-menth2-en-1-ol y trans-piperito. Sin embargo, faltan más estudios para determinar el modo de acción de este producto natural, aunque se sugiere que tiene un efecto sobre la transmisión del impulso nervioso.

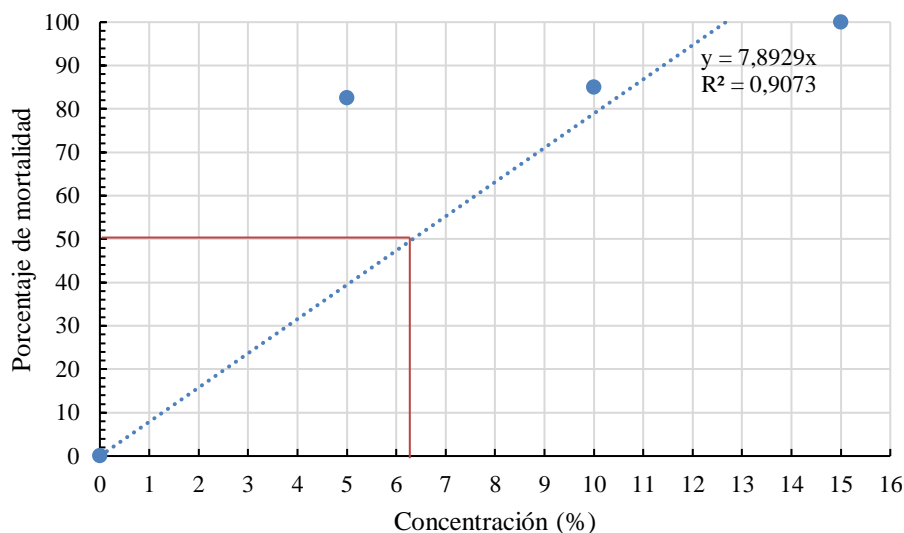
Resultados similares fueron obtenidos por Córdova (2023) cuando evaluó el efecto acaricida del extracto de molle sobre el ácaro *Oligonychus yothersi* (Acari: Tetranychidae), observando que la aplicación del aceite de molle al 15 y 10% provocó la mayor tasa mortalidad (76,7%) en adultos del ácaro 24 horas después del tratamiento, y alcanzó un 86.7% a las 48 horas y 90% a las 72 horas, respectivamente.

### **3.3. Cálculo la CL<sub>50</sub> de del aceite esencial del molle en hembras adultas de *M. ovinus***

La concentración letal media (CL<sub>50</sub>) fue estimada por el método gráfico, haciendo coincidir el 50% de la mortalidad en el eje “y” con la concentración en el eje “x”, y fue corroborada con la ecuación de regresión  $y = 7.8929x$ , dando un resultado de 6.33% (Figura 2) De acuerdo con International Labour Organization (2004), los valores de CL<sub>50</sub> (concentración letal media) y DL<sub>50</sub> (dosis letal media) se utilizan para comparar la toxicidad aguda de diferentes sustancias y expresan la cantidad necesaria para producir un efecto, pero en ambos casos representa la

concentración o dosis necesaria para producir la muerte en el 50% de la población bajo estudio.

Los valores de  $DL_{50}$  y  $CL_{50}$  dependen de varios factores, como el sistema biológico o animal, la cepa, el sexo, la edad y la forma de aplicación de la sustancia tóxica (vía oral, tópica, inhalación, etc.) (International Labour Organization, 2004).



**Figura 4.** Relación concentración-mortalidad del aceite esencial de molle sobre *M. ovinus*

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con lo encontrado por Huerta et al. (2013) quienes obtuvieron un  $CL_{50}$  de 6.47% para el extracto etanólico de molle sobre las larvas de *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae), una plaga defoliadora de *Ulmus* sp. en Chile.

Adicionalmente, Huerta et al. (2010) demostraron que los valores de  $CL_{50}$  pueden variar con la el estado de desarrollo del insecto a controlar, alcanzando valores de  $CL_{50}$  de 1.88 y 0,19 % p/v a los 2 y 8 días de evaluación sobre adultos de *X. luteola* tratados que fueron tratados con el extracto etanólico de *S. molle*, mientras que con el extracto acuoso los valores de  $CL_{50}$  fueron significativamente mayores, alcanzado niveles de 8,52 y 4,06 % p/v a los 4 y 8 días de evaluación, respectivamente, lo que demostró que el extracto de hojas de *S. molle* muestra un

mayor efecto sobre los adultos de *X. luteola* en comparación con las larvas del tercer instar.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

Se obtuvieron datos que permitieron conocer que existe un efecto positivo sobre el control de *Melophagus ovinus* ya que la información reflejó una mortalidad alta en todos los ensayos llegando al 100% en la dosis máxima.

Se comprobó el efecto de las diferentes dosis (5%, 10% y 15%) del aceite de molle sobre la mortalidad de las hembras de *Melophagus ovinus* bajo condiciones de laboratorio, observándose que la tasa de mortalidad del ectoparásito se incrementó con el aumento de la concentración, llegando a los máximos valores de mortalidad (100%) con la dosis más alta (15%).

La concentración letal media (CL<sub>50</sub>) alcanzó valores cercanos a la menor concentración usada del aceite esencial (5%), lo que demuestra que el aceite de molle es capaz de producir control de incluso a bajas concentraciones. El valor obtenido en la presente investigación es similar a otras investigaciones con otros artrópodos, lo que muestra la consistencia de los resultados obtenidos.

#### 4.2. RECOMENDACIONES

Debido a los resultados positivos obtenidos con bajas concentraciones del aceite esencial de molle en el control de *M. ovinus* se sugiere realizar pruebas con dosis menores a las evaluadas en esta investigación, de manera de aprovechar las bondades de este producto sin causar daños al animal debido a posibles problemas de irritación de la piel.

Una vez verificadas las mejores dosis de aplicación bajo condiciones de laboratorio se recomienda realizar evaluaciones con aplicaciones directamente sobre el animal para determinar su efectividad en campo, además de determinar posibles efectos adversos sobre la piel.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, A., Abbas, R. Z., Masood, S., Iqbal, Z., Khan, M. K., Saleemi, M. K., Raza, M. A., Mahmood, M. S., Khan, J. A., & Sindhu, Z. U. D. (2018). Acaricidal and insecticidal effects of essential oils against ectoparasites of veterinary importance. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 17(5), 441–452.
- Ahmed, N., Alam, M., Saeed, M., Ullah, H., Iqbal, O., Al-Mutairi, K. A., Shahjeer, K., Ullah, R., Ahmed, S., Ahmed, N. A. A. H., Khater, H. F., & Salman, M. (2021). Botanical Insecticides Are a Non-Toxic Alternative to Conventional Pesticides in the Control of Insects and Pests. In H. A. F. El-Shafie (Ed.), *Global Decline of Insects* (Vol. 11, pp. 1–19). In Tech. <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>
- Al-Andal, A. M., & Moustafa, M. (2018). A Review of Phytochemicals and Biological Studies of Schinus Molle Plants. *KKU Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(2), 32–38. <https://www.researchgate.net/publication/361726228>
- Aranda Aguirre, E., Villegas Estrada, D., Castro Salgado, A., Martínez Albiter, E., Cardoso Gutiérrez, E., Velázquez Ordoñez, V., Zamora Espinoza, J. ., Pérez Sotelo, L. ., & Valladares Carranza, B. (2020). Melophagus ovinus: un vector relevante en la transmisión de enfermedades. *Revista Electrónica Nueva Época Veterinaria*, 26–35. <http://veterinaria.uaemex.mx/contenido.php?id=498&tema=CULTURA>,
- Arango, G., & Vásquez, M. (2008). Efecto tóxico de Verbena officinalis (familia verbenaceae) en Sitophilus granarius (coleoptera: curculionidae). *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 112–123.
- Bachheti, R. K., Bachheti, A., & Satyan, R. S. (2018). Chemical Composition of the Essential Oil from Schinus molle L. ( Peruvian pepper ). *Der Pharma Chemica*, 10(10), 139–147.
- Bava, R., Castagna, F., Palma, E., Marrelli, M., Conforti, F., Musolino, V., Carresi,

- C., Lupia, C., Ceniti, C., Tilocca, B., Roncada, P., Britti, D., & Musella, V. (2023). Essential Oils for a Sustainable Control of Honeybee Varroosis. *Veterinary Sciences*, *10*(5), 1–28. <https://doi.org/10.3390/vetsci10050308>
- Benelli, G., & Pavela, R. (2018). Beyond mosquitoes-Essential oil toxicity and repellency against bloodsucking insects. *Industrial Crops and Products*, *117*, 382–392. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.072>
- Boito, J. P., Da Silva, A. S., dos Reis, J. H., Santos, D. S., Gebert, R. R., Biazus, A. H., Santos, R. C. V., Quatrin, P. M., Ourique, A. F., Boligon, A. A., Baretta, D., Baldissera, M. D., Stefani, L. M., & Machado, G. (2018). Insecticidal and repellent effect of cinnamon oil on flies associated with livestock. *Revista MVZ Cordoba*, *23*(2), 6628–6636. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1337>
- Borja, A. T., Quintana, S. C., Vásquez, C., & Velastegui, G. (2022). Prevalence of *Melophagus ovinus* (Diptera, Hippoboscidae) in sheep in the province of Tungurahua, Ecuador. *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*, *14*(3), 29–37. <https://doi.org/10.22067/IJVST.2022.76650.1147>
- Boucheikhchoukh, M., Mechouk, N., Benakhla, A., Raoult, D., & Parola, P. (2019). Molecular evidence of bacteria in *Melophagus ovinus* sheep keds and *Hippobosca equina* forest flies collected from sheep and horses in northeastern Algeria. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, *65*, 103–109. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2019.05.010>
- Bravo-Almeida, P. A. (2019). *Determinación de la actividad insecticida, repelente y antialimentaria del aceite esencial del molle (Schinus molle) en trips (Frankliniella occidentalis)* [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17084/1/UPS-CT008174.pdf>
- Casco, X., Roldán, J., Serrano, D., Simbaña, M., & Soria, C. (2021). Importancia de *Melophagus ovinus* como vector de enfermedades en varias partes del mundo. *Revista Veterinaria*, *32*(1), 110. <https://doi.org/10.30972/vet.3215646>
- Córdova, A. B. (2023). *Evaluación de la actividad acaricida del extracto de molle (Schinus molle L.) frente al ácaro Oligonychus yothersi (Acari: Tetranychidae)*.

Universidad Técnica de Ambato.

- Dos Santos, V. A. D. F. F. M., Dos Santos, D. P., Castro-Gamboa, I., Zanoni, M. V. B., & Furlan, M. (2010). Evaluation of antioxidant capacity and synergistic associations of quinonemethide triterpenes and phenolic substances from *maytenus ilicifolia* (Celastraceae). *Molecules*, *15*(10), 6956–6973. <https://doi.org/10.3390/molecules15106956>
- Ellse, L., Burden, F. A., & Wall, R. (2013). Control of the chewing louse *Bovicola* (Werneckiella) *ocellatus* in donkeys, using essential oils. *Medical and Veterinary Entomology*, *27*(4), 408–413. <https://doi.org/10.1111/mve.12004>
- Ellse, L., & Wall, R. (2014). The use of essential oils in veterinary ectoparasite control: A review. *Medical and Veterinary Entomology*, *28*(3), 233–243. <https://doi.org/10.1111/mve.12033>
- Feuereisen, M. M., Zimmermann, B. F., Schulze-Kaysers, N., & Schieber, A. (2017). Differentiation of Brazilian Peppertree (*Schinus terebinthifolius* Raddi) and Peruvian Peppertree (*Schinus molle* L.) Fruits by UHPLC-UV-MS Analysis of Their Anthocyanin and Biflavonoid Profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *65*(26), 5330–5338. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b00480>
- Gonzaga, A. D., Garcia, M. V. B., De Sousa, S. G. A., Py-Daniel, V., Correa, R. D. S., & Ribeiro, J. D. ar. (2008). Toxicidade de manipueira de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e erva-de-rato (*Palicourea marcgravii* St. Hill) a adultos de *Toxoptera citricida* Kirkaldy (Homoptera: Aphididae). *Acta Amazonica*, *38*(1), 101–106. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000100011>
- Gonzaga, B. C. F., Barrozo, M. M., Coutinho, A. L., Pereira e Sousa, L. J. M., Vale, F. L., Marreto, L., Marchesini, P., de Castro Rodrigues, D., de Souza, E. D. F., Sabatini, G. A., Costa-Júnior, L. M., Ferreira, L. L., Lopes, W. D. Z., & Monteiro, C. (2023). Essential oils and isolated compounds for tick control: advances beyond the laboratory. *Parasites and Vectors*, *16*(1), 1–25. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05969-w>
- Hema, D. M., Biguezoton, A. S., Coulibaly, A., Compaore, M., Sawadogo, I.,



- Bationo, R. K., Dah, F. F., Kiendrebeogo, M., & Nebié, R. C. H. (2023). Efficacy of local essential oils against *Amblyomma variegatum* tick from Burkina Faso. *Veterinary Parasitology*, *324*, 110059.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.
- Huerta, A., Celis, M., Researcher, I., & Araya, J. (2013). Insecticidal effect from *Schinus molle* leaf extracts on *Xanthogaleruca luteola* larvae (Coleoptera: Chrysomelidae). In A. Rakshit (Ed.), *Technological Advancement for Vibrant Agriculture* (pp. 207–218). Athens Institute for Education and Research.
- Huerta, A., Chiffelle, I., Puga, K., Azúa, F., & Araya, J. E. (2010). Toxicity and repellence of aqueous and ethanolic extracts from *Schinus molle* on elm leaf beetle *Xanthogaleruca luteola*. *Crop Protection*, *29*(10), 1118–1123. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.04.010>
- Iannacone, J., & Alvarino, L. (2010). Toxicidad de *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) a cuatro controladores biológicos de plagas agrícolas en el Perú. *Acta Zoológica Mexicana*, *26*(3), 603–615. <https://doi.org/10.21829/azm.2010.263802>
- International Labour Organization. (2004). *What is toxicology*. <https://www.ilo.org/static/english/protection/safework/cis/products/safetytm/toxic.htm>
- Koul, O., Walia, S., & Haliwal, G. S. (2008). Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. *Biopesticides International*, *4*(1), 63–84. <https://doi.org/10.1303/aez.32.437>
- Liu, Y. H., Ma, Y. M., Tian, H. O., Yang, B., Han, W. X., Zhao, W. H., Chai, H. L., Zhang, Z. S., Wang, L. F., Chen, L., Xing, Y., Ding, Y. L., & Zhao, L. (2022). First determination of DNA virus and some additional bacteria from *Melophagus ovinus* (sheep ked) in Tibet, China. *Frontiers in Microbiology*, *13*, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.988136>

- Liu, Y., He, B., Li, F., Li, K., Zhang, L., Li, X., & Zhao, L. (2018). Molecular identification of *Bartonella melophagi* and *wolbachia* supergroup F from sheep keds in Xinjiang, China. *Korean Journal of Parasitology*, *56*(4), 365–370. <https://doi.org/10.3347/kjp.2018.56.4.365>
- López, I. C., Rivera, V. E., Yáñez, Á. W., Artieda, J. R., & Villacres, G. E. (2017). Evaluación de la actividad insecticida de *Schinus molle* sobre *Premnotrypes vorax* en papa. *Agronomía Costarricense*, *41*(2), 93–101. <https://doi.org/10.15517/rac.v41i2.31302>
- Manwicha, A., Pattanawong, W., Vigad, N., Chansakaow, S., Tipduangta, P., & Chukiatsiri, K. (2024). The use of essential oil-based pharmaceutical products to control cattle ticks. *Veterinary Integrative Sciences*, *22*(1), 55–63. <https://doi.org/10.12982/VIS.2024.005>
- Maxwell, C. A., Msuya, E., Sudi, M., Njunwa, K. J., Carneiro, I. A., & Curtis, C. F. (2002). Effect of community-wide use of insecticide-treated nets for 3-4 years on malarial morbidity in Tanzania. *Tropical Medicine and International Health*, *7*(12), 1003–1008. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3156.2002.00966.x>
- Misra, H. P. (2014). Role of Botanicals, Biopesticides and Bioagents in Integrated Pest Management. *Odisha Review*, *2*, 62–67.
- Murrieta-Dionicio, U., Medrano-Hernández, J. M., Guerra-Ramírez, D., & Valle-Guadarrama, S. (2023). Composition of essential oil of *Schinus molle* L. leaves affected by extraction time and scale-up process. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, *29*(2), 25–40. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.04.027>
- Olaechea, F., Corley, J., Larroza, M., Raffo, F., & Cabrera, R. (2006). Ingreso y evolución del parasitismo por *Melophagus ovinus* en una majada Corriedale en el noroeste de la Patagonia Argentina. *Parasitología Latinoamericana*, *61*(1–2), 86–89. <https://doi.org/10.4067/s0717-77122006000100013>
- Pavela, R. (2016). History, presence and perspective of using plant extracts as commercial botanical insecticides and farm products for protection against

- insects - A review. *Plant Protection Science*, 52(4), 229–241.  
<https://doi.org/10.17221/31/2016-PPS>
- Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential Oils as Ecofriendly Biopesticides? Challenges and Constraints. *Trends in Plant Science*, 21(12), 1000–1007.  
<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005>
- Rzedowski, J., & Rzedowski de, G. (1999). Anacardiceae. *Flora Del Bajío y de Regiones Adyacentes*, 78, 1–52. <https://doi.org/10.21829/fb.566.2023.232>
- Simas, N. K., Lima, E. D. C., Conceição, S. D. R., Kuster, R. M., De Oliveira Filho, A. M., & Lage, C. L. S. (2004). Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue - Atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. *Quimica Nova*, 27(1), 46–49.  
<https://doi.org/10.1590/s0100-40422004000100009>
- Siriporn, B., Juasook, A., Neelapajit, N., Kaewta, P., & Wu, Z. (2023). Detection of ivermectin and fipronil resistance in *Rhipicephalus sanguineus sensu lato* in Maha Sarakham, Thailand. *Veterinary World*, 16, 1661–1666.  
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.1661-1666>
- Small, R. W. (2005). A review of *Melophagus ovinus* (L.), the sheep ked. *Veterinary Parasitology*, 130(1–2), 141–155. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.03.005>
- Tamerat, N., Korso, L., Mengistu, S., Muktar, Y., & Keffale, M. (2016). Prevalence and identification of ectoparasites fauna in small ruminants in and around Adami Tulu, East Shawa zone of Oromia, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 28(11).
- Werszko, J., Asman, M., Witecka, J., Steiner-Bogdaszewska, Ż., Szewczyk, T., Kuryło, G., Wilamowski, K., & Karbowski, G. (2021). The role of sheep ked (*Melophagus ovinus*) as potential vector of protozoa and bacterial pathogens. *Scientific Reports*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94895-x>
- Yadav, P. K., Rafiqi, S. I., & Panigrahi, P. N. (2017). Recent trends in control of ectoparasites : A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(2), 808–813.

Zhang, Q., Zhou, Q., Han, S., Li, Y., Wang, Y., & He, H. (2023). The genome of sheep ked (*Melophagus ovinus*) reveals potential mechanisms underlying reproduction and narrower ecological niches. *BMC Genomics*, *24*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12864-023-09155-1>

Zhao, L., He, B., Li, K. R., Li, F., Zhang, L. Y., Li, X. Q., & Liu, Y. H. (2018). First report of *Anaplasma ovis* in pupal and adult *Melophagus ovinus* (sheep ked) collected in South Xinjiang, China. *Parasites and Vectors*, *11*(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2788-6>

## VI. Anexos

### 6.1. Análisis estadísticos

Statistix 10,0  
11/1/2024; 16:47:25

#### Completely Randomized AOV for Primera

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratam	3	55546,9	18515,6	154,57	0,0000
Error	36	4312,5	119,8		
Total	39	59859,4			

Grand Mean 35,625      CV 30,72

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		9,15	0,0001
O'Brien's Test		8,11	0,0003
Brown and Forsythe Test		1,87	0,1522

#### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Tratam	3,0	M	M
Error	M		

Component of variance for between groups      1839,58  
Effective cell size      10,0

Tratam	Mean
T0	100,00
T1	17,50
T2	15,00
T3	10,00
Observations per Mean	10
Standard Error of a Mean	3,4611
Std Error (Diff of 2 Means)	4,8947

#### Completely Randomized AOV for Segunda

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratam	3	61421,9	20474,0	262,07	0,0000
Error	36	2812,5	78,1		
Total	39	64234,4			

Grand Mean 33,125      CV 26,68

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		14,19	0,0000
O'Brien's Test		12,57	0,0000
Brown and Forsythe Test		3,40	0,0280

#### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
--------	----	---	---

Tratam 3,0 M M  
 Error M

Component of variance for between groups 2039,58  
 Effective cell size 10,0

**Tratam Mean**  
 T0 100,00  
 T1 17,500  
 T2 15,000  
 T3 0,0000  
 Observations per Mean 10  
 Standard Error of a Mean 2,7951  
 Std Error (Diff of 2 Means) 3,9528

**Completely Randomized AOV for tercera**

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratam	3	61421,9	20474,0	262,07	0,0000
Error	36	2812,5	78,1		
Total	39	64234,4			

Grand Mean 33,125 CV 26,68

**Homogeneity of Variances**

	F	P
Levene's Test	14,19	0,0000
O'Brien's Test	12,57	0,0000
Brown and Forsythe Test	3,40	0,0280

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Tratam	3,0	M	M
Error	M		

Component of variance for between groups 2039,58  
 Effective cell size 10,0

**Tratam Mean**  
 T0 100,00  
 T1 17,500  
 T2 15,000  
 T3 0,0000  
 Observations per Mean 10  
 Standard Error of a Mean 2,7951  
 Std Error (Diff of 2 Means) 3,9528

**Prueba de medias**

Statistix 10,0  
 11/1/2024; 16:48:09

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Primera by Tratam**

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
T0	100,00	A

T1	17,500	B
T2	15,000	B
T3	10,000	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 4,8947  
 Critical Q Value 4,728 Critical Value for Comparison 16,363  
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Segunda by Tratam**

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
T0	100,00	A
T1	17,500	B
T2	15,000	B
T3	0,0000	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 3,9528  
 Critical Q Value 4,728 Critical Value for Comparison 13,214  
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of tercera by Tratam**

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
T0	100,00	A
T1	17,500	B
T2	15,000	B
T3	0,0000	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 3,9528  
 Critical Q Value 4,728 Critical Value for Comparison 13,214  
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Resumenes

Statistix 10,0  
 11/1/2024; 16:48:48

**Breakdown for Primera**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Tratam	T0	100,00	0,0000	0,0000
Tratam	T1	17,500	12,076	3,8188
Tratam	T2	15,000	12,910	4,0825
Tratam	T3	10,000	12,910	4,0825
Overall		35,625	39,177	6,1945

Cases Included 40 Missing Cases 0

**Breakdown for Segunda**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Tratam	T0	100,00	0,0000	0,0000

Tratam	T1	17,500	12,076	3,8188
Tratam	T2	15,000	12,910	4,0825
Tratam	T3	0,0000	0,0000	0,0000
Overall		33,125	40,584	6,4168

Cases Included 40      Missing Cases 0

#### Breakdown for tercera

Variable	Level	Mean	SD	SE
Tratam	T0	100,00	0,0000	0,0000
Tratam	T1	17,500	12,076	3,8188
Tratam	T2	15,000	12,910	4,0825
Tratam	T3	0,0000	0,0000	0,0000
Overall		33,125	40,584	6,4168

Cases Included 40      Missing Cases 0

### Análisis de regresión lineal

#### Primera

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Primera	40	0,93	0,92	147,89	310,73	319,18

#### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
const	90,00	3,46	82,98	97,02	26,00	<0,0001			
T0	-90,00	4,89	-99,93	-80,07	-18,39	<0,0001	340,09	1,50	
T1	-7,50	4,89	-17,43	2,43	-1,53	0,1342	4,35	1,50	
T2	-5,00	4,89	-14,93	4,93	-1,02	0,3138	3,04	1,50	

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	55546,87	3	18515,63	154,57	<0,0001
Tratam	55546,87	3	18515,62	154,57	<0,0001
Error	4312,5036		119,79		
Total	59859,38	39			

#### Segunda

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Segunda	40	0,96	0,95	96,45	293,63	302,08



### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
const	100,00	2,80	94,33	105,67	35,78	<0,0001			
T0	-100,00	3,95	-108,02	-91,98	-25,30	<0,0001	642,00	1,50	
T1	-17,50	3,95	-25,52	-9,48	-4,43	0,0001	21,60	1,50	
T2	-15,00	3,95	-23,02	-6,98	-3,79	0,0005	16,40	1,50	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	61421,88	3	20473,96	262,07	<0,0001
Tratam	61421,87	3	20473,96	262,07	<0,0001
Error	2812,5036	78,13			
Total	64234,38	39			

### tercera

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
tercera	40	0,96	0,95	96,45	293,63	302,08

### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
const	100,00	2,80	94,33	105,67	35,78	<0,0001			
T0	-100,00	3,95	-108,02	-91,98	-25,30	<0,0001	642,00	1,50	
T1	-17,50	3,95	-25,52	-9,48	-4,43	0,0001	21,60	1,50	
T2	-15,00	3,95	-23,02	-6,98	-3,79	0,0005	16,40	1,50	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	61421,88	3	20473,96	262,07	<0,0001
Tratam	61421,87	3	20473,96	262,07	<0,0001
Error	2812,5036	78,13			
Total	64234,38	39			

## 6.2. Fotografías del ensayo



*Figura 5. Recolección lavado y limpieza de hojas de Schinus molle.*



*Figura 6. Instrumental para la extracción del aceite de Schinus molle.*



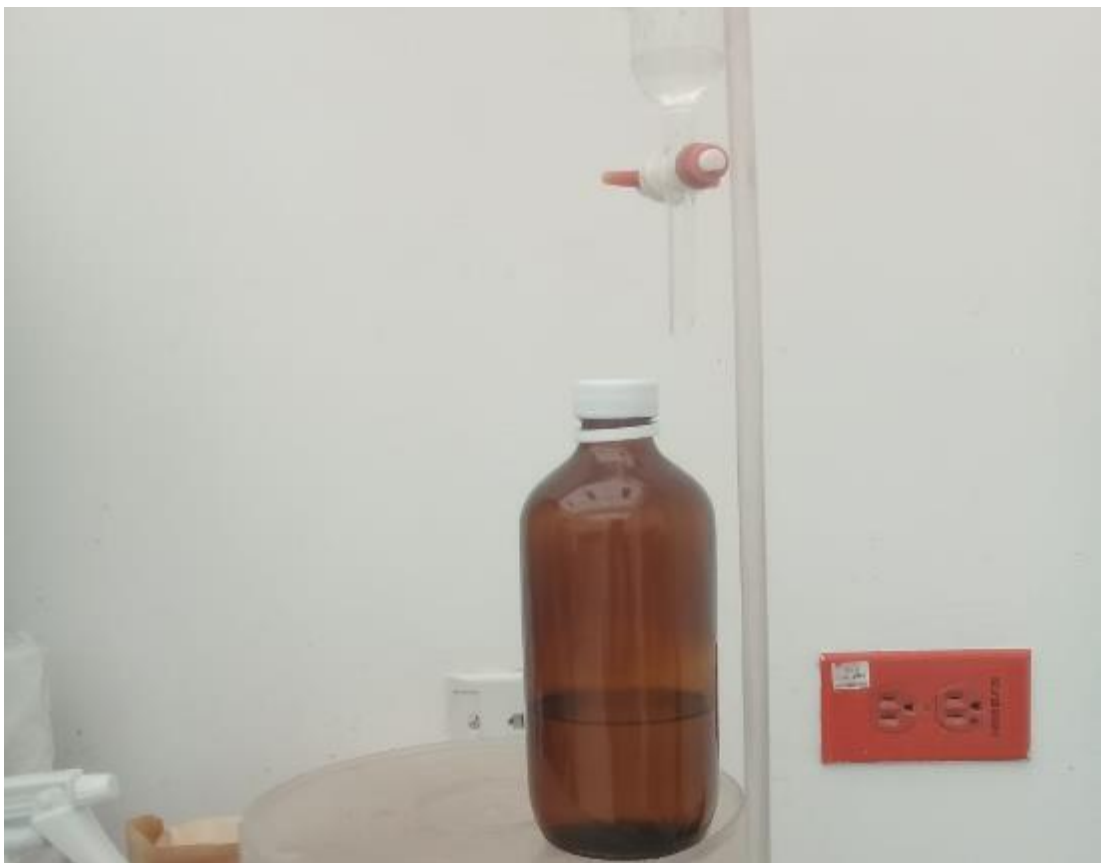
*Figura 7. Destiladora de aceites esenciales en funcionamiento.*



*Figura 8. Temperatura idónea a la que debe ser destilado el aceite de Schinus molle.*



**Figura 9.** Colocación del recipiente de vidrio de 500 ml color ámbar para la recolección del aceite.



**Figura 10.** Obtención del aceite de molle en el recipiente mencionado



**Figura 11.** Recipientes de vidrio llenos con el aceite de *Schinus molle*.



**Figura 12.** Refrigeración de los envases que han sido llenados con el aceite para su conservación.



*Figura 13. Acompañamiento y guía del tutor y docente durante la ejecución del proyecto.*



*Figura 14. Recolección de las falsas garrapatas *Melophagus ovinus*.*



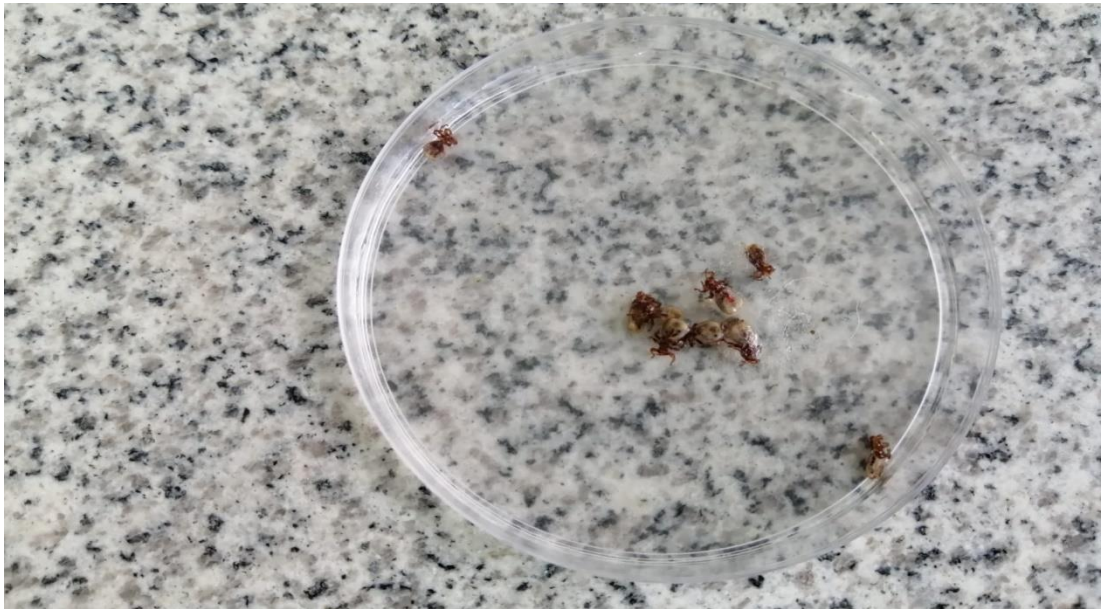
*Figura 15. Falsas garrapatas *M. ovinus* recolectadas en un recipiente adecuado para esta parte del ensayo.*



*Figura 16. Acompañamiento del docente para unas indicaciones en el laboratorio.*



**Figura 17.** Recipientes con las disoluciones realizadas al 5%, 10% y 15%.



**Figura 18.** Falsas garrapatas *M. ovinus* colocadas en una caja Petri para colocar en las disoluciones.





*Figura 19. Colocación de las M. ovinus en los recipientes con las distintas disoluciones.*



*Figura 20. Realización de las pruebas en el laboratorio.*



**Figura 21.** Unidad de observación para el tratamiento de una hembra de *M. ovinus* con 5% del aceite esencial



**Figura 22.** Unidad de observación para el tratamiento de una hembra de *M. ovinus* con 15% del aceite esencial



**Figura 23.** Unidad de observación para el tratamiento de una hembra de *M. ovinus* con 10% del aceite esencial



**Figura 24.** Observación de las *M. ovinus* a las 24 horas.



*Figura 25. Observación de las M. ovinus a las 48 horas.*



*Figura 26. Observación de las M. ovinus a las 72 horas.*