UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

Tema: "Evaluación del efecto del aceite esencial de canela *(Cinnamomum zeylanicum*) sobre la mortalidad de larvas de *C. hominivorax"*

Autora: Crisley Laurazoe Rueda Pauker

Tutor: Dr. Roberto Ismael Almeida Secaira Mg.

Ambato – Ecuador

Julio 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema:

"**Evaluación del efecto del aceite esencial de canela *(Cinnamomum zeylanicum*) sobre la mortalidad de larvas de *C. hominivorax*"**

la alumna Crisley Laurazoe Rueda Pauker, estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que dicho Trabajo de Titulación bajo la Modalidad Proyecto de investigación ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo, ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, Julio 2025

.....

Dr. Roberto Ismael Almeida Secaira Mg.

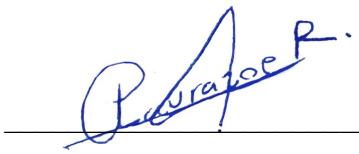
C.C.: 1802521631

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, **Crisley Laurazoe Rueda Pauker,** con cédula de ciudadanía No **220007982-6,** declaro que los criterios emitidos en el trabajo de titulación, modalidad Proyecto de investigación bajo el tema: **"Evaluación del efecto del aceite esencial de canela *(Cinnamomum zeylanicum*) sobre la mortalidad de larvas de *C. hominivorax",*** así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos y conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este trabajo de Titulación

Ambato, Julio 2025



Crisley Laurazoe Rueda Pauker

CI. 2200079826

AUTORA

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, **Crisley Laurazoe Rueda Pauker** con C.C.: **220007982-6,** en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación: **"Evaluación del efecto del aceite esencial de canela *(Cinnamomum zeylanicum*) sobre la mortalidad de larvas de *C. hominivorax",*** autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Trabajo de Titulación a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Julio 2025



Crisley Laurazoe Rueda Pauker

CI. 2200079826

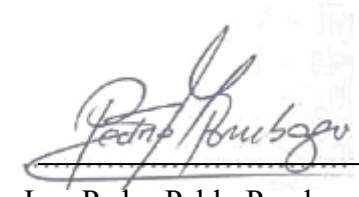
AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de investigación sobre el **TEMA: "EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE CANELA *(CINNAMOMUM ZEYLANICUM*) SOBRE LA MORTALIDAD DE LARVAS DE *C. HOMINIVORAX"*** de Crisley Laurazoe Rueda Pauker, estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado

Ambato, Julio 2025

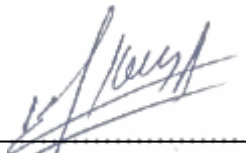
Para constancia firman:



Ing. Pedro Pablo Pomboza, PhD.
PRESIDENTE



Méd. Mg. Byron Enrique Borja Caicedo
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Mg. Gerardo Enrique Kelly Alvear
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

La elaboración de este documento quiero dedicársela a mi familia, que me inculcó el amor a los animales y a la ciencia, dos pilares fundamentales por los que escogí esta profesión.

A mis padres, Carlos y Graciela, que me brindaron del apoyo económico para poder lograr esta meta. Especialmente a mí madre, quien desde el colegio me brindaba su compañía cuando me quedaba hasta altas horas de la madrugada haciendo tarea y me impulso a perseguir mis sueños. Muchas veces dejando de lado los suyos por cumplir los míos.

A Rosa Cueva y Arturo Pauker, mis abuelos, en su finca tenían muchos animales, y cuando me acercaba con deseo de conocer y aprender, cuando venían profesionales a revisarlos, me dejaban explorar mi curiosidad en lugar del ponerme trabas.

A mis hermanos Juan, Anahí e Isabella, con los que compartí muchos momentos de mi vida universitaria y cuando me veían toda estresada cuidaban de mí.

A mi novio, Marco Antonio, quien en los momentos en los que sufría silenciosamente estaba ahí para darme la mano y me acogió en su familia como si fuera la mía propia, lo que enseño que existen muchas formas de amar.

A mis mascotas, quienes con su compañía me hacían menos solitarias las horas de trabajo y siempre estaban ahí dispuestos a mover su cola para sacarme una sonrisa.

Y finalmente a mí, gracias por confiar en ti misma y por siempre dar lo mejor, porque no solo es una carrera, también es el salvar la vida de aquellos que no pueden expresarse con su voz y seguir mejorando por aquellos que perdí en el camino, evitando cometer los mismos errores. Porque de eso se trata la vida de cometer errores y aprender de ellos para no volver a cometerlos.

Crisley Laurazoe Rueda Pauker

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a Dios por darme la disciplina, y la fuerza para realizar este proyecto y por poner a las personas adecuadas en mi camino que cada una de ellas aporto con su pequeño grano de arena para hoy cumplir este hermoso sueño.

Agradezco a mis padres, Graciela y Carlos, quienes a su manera han sido un gran apoyo en mi carrera y desarrollo como persona. Asimismo, a mis hermanos (Juan, Anahí e Isabella) y a mis abuelos (Rosita y Arturo) que siempre me dieron la mano cuando lo necesitaba, incluso a veces dejando de lado sus propias responsabilidades.

A mis maestros Doc. Lozada y Doc. Rosero que no solo me enseñaron sobre mi profesión, si no con quienes también pase buenos momentos y me convirtieron en la gran profesional que soy. Especialmente al Ing. Ricardo Guerrero quien, aunque no tenía la responsabilidad me brindó su mano para realizar este proyecto.

A MV. Ana Burgos y MVZ. Diana Avilés, quienes en mi carrera fueron docentes que me inspiraron mucho como profesional y como mujer.

A mis Amigas y amigos con quienes compartí muchos momentos en la universidad y convirtieron esta experiencia en una más amena y llevadera.

Finalmente, quiero agradecer a todos esos profesionales que como estudiante me dieron la mano, permitiéndome ser parte de sus proyectos, impartiéndome sus enseñanzas y convirtiéndome en la profesional que soy hoy.

Crisley Laurazoe Rueda Pauker

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA ..... **i**

APROBACIÓN DEL TUTOR ..... **ii**

DECLARACIÓN DE AUTORIA ..... **iii**

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR ..... **iv**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... **v**

DEDICATORIA ..... **vi**

AGRADECIMIENTO ..... **vii**

ÍNDICE GENRAL ..... **vii**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **vii**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **vii**

ÍNDICE DE ANEXOS ..... **xivii**

RESUMEN ..... **xvii**

ABSTRACT ..... **xvii**

B.CONTENIDOS **1**

INTRODUCCIÓN **1**

CAPITULO I. **3**

MARCO TEORICO **3**

1.1 Antecedentes Investigativos 3

1.2 Marco teórico 5

1.2.1 Canela (*Cinnamomum zeylanicum*) 5

1.2.2. Composición de la canela 6

1.2.3. Propiedades fitofarmacéuticas 7

1.2.3.1. Efecto bactericida 7

1.2.3.2. Efecto antiinflamatorio 7

1.2.3.3. Efecto insecticida y repelente 8

1.2.4. Mecanismos acción insecticida 8

1.2.5. Larvas de miasis en Ecuador 9

1.2.6. Ciclo de vida 9

1.3 Objetivos 13

Objetivo General 13

Objetivos Específicos 13

CAPTITULO II. **14**

METODOLOGÍA **14**

2.1 Ubicación del experimento 14

2.2 Características del sitio 14

2.3 Materiales 14

2.3.1 Material biológico experimental 14

2.3.2. Material de campo 15

2.3.3 Materiales y equipos de laboratorio 15

2.3.4 Insumos de oficina 16

2.3.5 Biológicos 16
2.4 Factores de estudio 17
2.4.1. Tratamiento 17
2.5 Métodos 18
2.5.1 Recolección del sustrato 18
2.5.2 Extracción del aceite esencial 18
2.5.3. Análisis del aceite esencial 19
2.5.4. Creación del bioterio y cultivo de larvas 19
2.5.5. Elaboración de dietas para larvas 20
2.5.5.1. Procesamiento de los ingredientes 21
2.5.5.2. Administración de las dietas y seguimiento larval 22
2.5.6. Identificación de las larvas en estadio L3 22
2.5.7. Preparación de los tratamientos 22
2.5.8. Aplicación del experimento 23
2.5.9. Variable Respuesta 24
2.5.9.1. Porcentaje de mortalidad 24
2.5.9.2. Tiempo letal medio 24
2.5.9.3. Dosis letal media (DL_{50}) 25
2.5.9.4. Análisis costo-beneficio 26
2.5.10. Procesamiento de la información 26
2.5.11. Diseño experimental 27
2.5.11.1. Diseño 27
2.5.11.2. Análisis estadístico 27
2.5.12. Hipótesis 27
CAPITULO III. 28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 28
3.1 Análisis y discusión de los resultados 28

3.1.1. Identificación de las larvas 28
3.1.2. Resultados de las variables respuesta 28
3.2 Verificación de hipótesis 35
CAPITULO IV. 36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 36
4.1. Conclusiones 36
4.3. Recomendaciones 37
C. MATERIALES DE REFERENCIA 38
Referencias Bibliográficas 38
Anexos 47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 ***Taxonomía de la canela Ceilán.*** **5**

Tabla 2 ***Componentes del aceite esencial de corteza de C. zeylanicum*** **6**

Tabla 3 ***Ciclo de vida en horas/ días de C. hominivorax.*** **10**

Tabla 4 ***Características del Cantón Puerto Francisco de Orellana*** **14**

Tabla 5 ***Tratamientos por aplicarse en las larvas de C. hominivorax*** **17**

Tabla 6 ***Dietas para cultivo de larvas en laboratorio*** **21**

Tabla 7 ***Formulación de los tratamientos*** **23**

Tabla 8 ***Efecto del aceite de canela sobre la mortalidad de larval en diferentes concentraciones*** **29**

Tabla 9 ***Análisis de estadístico de la mortalidad larval de C. hominivorax frente a distintas concentraciones de aceite esencial de C. zeylanicum*** **30**

Tabla 10 ***Tiempo letal medio calculado de los tratamientos aplicados*** **31**

Tabla 11. ***Respuesta toxicológica del aceite esencial de canela en larvas de C. hominvorax tras 210 minutos de exposición*** **32**

Tabla 12 ***Comparación entre los costos de tratamientos convencionales vs aceite esencial de canela*** **34**

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 ***Ciclo de vida C.homivorax*** **10**

Figura 2 ***Modelo Probit de la toxicidad del aceite esencial de canela*** **33**

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. ***Registro de datos del efecto del aceite esencial de C. zeylanicum contra C. hominivorax en 210 minutos de exposición.*** **47**

Anexo 2. ***Tabulación de datos de mortalidad larval*** **48**

Anexo 3. ***Análisis estadístico de la mortalidad. Prueba ANOVA, nivel de confianza 95%.*** **49**

Anexo 4. ***Análisis estadístico de la mortalidad. Prueba Tukey con un nivel de confianza del 95%*** **50**

Anexo 5. ***Cálculo por fórmula de interpolación del TL50 de T3 y T4*** **50**

Anexo 6. ***Aplicación de corrección de la mortalidad por fórmula de Abbot ajustada, para el análisis Probbit*** **51**

Anexo 7. ***Análisis Probbit aplicado con un índice de confianza al 99%*** **51**

Anexo 8. ***Análisis Probbit, tabla de probabilidades de la dosis letal (DL%)*** **52**

Anexo 9 ***Costo tratamiento Experimental con aceite escencial de corteza de canela.***

..... **53**

Anexo 10 ***Costo tratamiento convencional, extracción manual y limpieza con solución de clorhexidina*** **53**

Anexo 11. ***Costos del tratamiento con Lotilaner*** **53**

Anexo 12. ***Costo del producto con aceite esencial Comercial*** **54**

Anexo 13. ***Recepción y pesaje de la canela*** **54**

Anexo 14. ***Proceso de hidrodestilación para la obtención del aceite esencial*** **55**

Anexo 15. ***Decantación para separación del aceite esencial de canela del hidrolato.***
..... **55**

Anexo 16. ***Cuantificación de cinamaldehído del aceite esencial de C. zeylanicum*** **56**

Anexo 17. ***Cuantificación de cinamaldehído de aceite esencial de canela de origen comercial*** **57**

Anexo 18. ***Creación del bioterio*** **58**

Anexo 19. ***Cultivo de larvas de C. hominivorax*** **58**

Anexo 20. ***Elaboración de dietas para larvas de C. hominivorax*** **59**

Anexo 21. ***Extracción de las larvas L3 del bioterio para su identificación.*** **60**

Anexo 22. ***Identificación de larvas en estadio L3. Espiráculo con 3 hendiduras internas rectas de forma ovalada*** **60**

Anexo 23. ***Identificación de larvas L3 de C. hominivorax. Presencia de troncos principales traqueales pigmentados hasta el décimo o noveno segmento*** **61**

Anexo 24. ***Identificación de larvas L3 de C. hominivorax. Espiraculo anterior con prolongaciones entre 7 a 9 en forma de dedos*** **62**

Anexo 25. ***Preparación de los tratamientos con diferentes concentraciones de aceite esencial de C. zeylanicum*** **62**

Anexo 26. ***Aplicación de los tratamientos y contabilización de las larvas muertas***

63

RESUMEN

La miasis causada principalmente por *Cochliomyia hominivorax* (41.37% de casos en Ecuador), genera pérdidas económicas millonarias en América Latina, con tratamientos convencionales costosos y poco efectivos. Este estudio se realizó en Pto. Francisco de Orellana, provincia de Orellana donde se evaluó el aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum* como alternativa larvicida sostenible. Se expusieron larvas de tercer estadio (L3) a concentraciones de 0%, 1%, 2%, 4% y 8% del aceite diluido en acetona-agua (50%), aplicado de forma *In vitro*, con 5 réplicas por tratamiento (125 larvas/tratamiento). Los resultados mostraron una mortalidad significativa (ANOVA, $p<0.0001$) y dependiente de la dosis: 15.2% (1%), 34.4% (2%), 69.6% (4%) y 80% (8%), superando el control (0.8%). El tiempo letal medio (TL_{50}) fue de 175.54 min (4%) y 149.53 min (8%), evidenciando un efecto neurotóxico rápido por inhibición de acetilcolinesterasa. La dosis letal media (DL_{50}) fue 2.94% ($IC_{99\%}$: 2.48-3.49), mientras que la DL_{95} requirió 16.6%. El análisis costo-beneficio reveló que una formulación comercial optimizada (8%) costaría $15.57 USD/tratamiento, frente a $23.98-55.05 USD de los convencionales. Se confirma el potencial larvicida del aceite, aunque se recomienda optimizar concentraciones ≥10% para alcanzar >95% de eficacia y evaluar su impacto en entornos reales.

PALABRAS CLAVE: *COCHLIOMYIA HOMINIVORAX*, *CINNAMOMUM ZEYLANICUM***,** GUSANO BARRENADOR, ACEITE ESENCIAL, MIASIS TRAUMÁTICA.

ABSTRACT

Myiasis caused mainly by *Cochliomyia hominivorax* (41.37% of cases in Ecuador), generates millions of dollars in economic losses in Latin America, with expensive and ineffective conventional treatments. This study was conducted in Puerto Francisco de Orellana, Orellana province, where the essential oil of *Cinnamomum zeylanicum* was evaluated as a sustainable larvicidal alternative. Third-stage larvae (L3) were exposed to concentrations of 0%, 1%, 2%, 4% and 8% of the oil diluted in acetone-water (50%), applied in vitro, with 5 replicates per treatment (125 larvae/treatment). The results showed significant (ANOVA, $p<0.0001$) and dose-dependent mortality: 15.2% (1%), 34.4% (2%), 69.6% (4%) and 80% (8%), surpassing the control (0.8%). The median lethal time (LT50) was 175.54 min (4%) and 149.53 min (8%), demonstrating a rapid neurotoxic effect due to acetylcholinesterase inhibition. The median lethal dose (LD50) was 2.94% (99% CI: 2.48–3.49), while the LD95 required 16.6%. The cost-benefit analysis revealed that an optimized commercial formulation (8%) would cost $15.57 USD/treatment, compared to $23.98–55.05 USD for conventional formulations. The larvicidal potential of the oil is confirmed, although it is recommended to optimize concentrations ≥10% to achieve >95% efficacy and evaluate its impact in real-world settings.

KEYWORDS: *COCHLIOMYIA HOMINIVORAX, CINNAMOMUM ZEYLANICUM*, SCREWWORM, ESSENTIAL OIL, TRAUMATIC MYIASIS.

B. CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN

La miasis es una afección recurrente en áreas tropicales y subtropicales, especialmente en países como Ecuador, Colombia y México, donde las condiciones climáticas favorecen la proliferación de dípteros **(Orduña-Sumarán et al., 2022; Sykes et al., 2021).** En Ecuador se reporta una mayor prevalencia en la región Amazónica con un 40,42% y la Costa con un 31,91%, frente a la Sierra que solo representa el 26,65% **(Agrocalidad, 2020).**

Asimismo, se expuso que de las diferentes especies de moscas *C. hominivorax* corresponde al 41,37%, a *C. macellaria* el 15,51% y el 43,10% se reparte en 5 partes por igual (8,62%) para las especies *Lucilia sericata, Dasyphora sp, Hydrotaea aenescens, Dermatobia hominis* y *Ravinia pernix* **(Agrocalidad, 2020).**

Según la investigación realizada por **Rodríguez- Hidalgo et al. (2018)** determinó que en el año 2012 las larvas de *C. hominivorax* en la provincia de Manabí afectan en un 73,4%, porcinos 13,7%, ovinos 8,8%, equinos 5,3%, caprinos 1,8% y caninos en un 0,4%.

La especie C. hominivorax afecta a animales con heridas abiertas provocadas por cortes, picaduras, entre otros **(Forero-Becerra, 2011; Rabasqueira, 2021).** Lo que facilita la infestación de larvas y provoca grandes pérdidas económicas en el sector pecuario, que en Sudamérica se estiman son 3591,17 millones de dólares (USD) por año, específicamente en Uruguay se presume que este valor es de 40 918 millones de dólares (USD) por año **(Rodríguez et al., 2011; Köbrich, 2020).**

El tratamiento convencional, basado en desparasitantes y sustancias químicas irritantes, resulta costoso y no siempre efectivo **(Fuentes et al., 2021).** Por ello, es necesario investigar alternativas naturales como la canela (*Cinnamomum zeylanicum*), conocida por sus propiedades insecticidas provenientes del ácido cinámico, el

cinamaldehído y el eugenol para ofrecer una opción más accesible y sostenible **(Núñez, 2022)**. La canela ha demostrado su eficiencia insecticida en larvas de garrapatas, moscas y otros insectos **(Maciá et al., 2023; Miranda et al., 2023).**

Esta investigación busca evaluar el efecto del aceite esencial de canela *(Cinnamomum zeylanicum*) sobre la mortalidad en larvas de *C. hominivorax*, como un innovador tratamiento que reduzca la dependencia de productos farmacológico, proporcionando una solución práctica y sostenible para el control de esta enfermedad. Además, al mejorar el bienestar animal y disminuir las pérdidas económicas en el sector pecuario, este estudio podría tener aplicaciones en otras regiones tropicales y servir de base para futuras investigaciones sobre tratamientos naturales para enfermedades parasitarias.

CAPITULO I.

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Los antecedentes investigativos sobre la efectividad de la canela *(Cinnamomum* spp*.)* en larvas y moscas han mostrado resultados prometedores en diversas aplicaciones relacionadas con el control biológico de plagas y ectoparásitos **(Ojeda, 2023).**

Miranda et al. (2023) realizó una investigación con el objeto de evaluar el efecto ixodicida de los extractos de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y cempasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la mortalidad de garrapatas *Rhipicephalus microplus* utilizando las técnicas de paquete de larvas e inmersión de hembras adultas, además de determinar el daño morfológico a nivel microscópico. Se emplearon larvas y hembras adultas de *R. microplus*, exponiéndolas a concentraciones de 6 %, 3 %, 1.5 %, 0.75 % y 0.375 % de los extractos, siguiendo metodologías estandarizadas. Los resultados mostraron que el extracto de canela causó una mortalidad significativa en larvas (100% al 6 % y 97.8 % al 3 %), mientras que el cempasúchil no presentó actividad ixodicida. En hembras adultas, no se observaron efectos significativos sobre la oviposición o eclosión. El análisis morfológico reveló daños en las larvas tratadas con canela, como alteraciones en el gnatosoma y el idiosoma. Esto evidenció que el extracto de canela tiene potencial como control biológico de larvas de *R. microplus*, aunque se requieren estudios adicionales para evaluar su eficacia en adultos y su viabilidad económica y ambiental.

Este hallazgo se alinea con investigaciones previas que evaluaron el compuesto activo (E)-cinamaldehído, un componente principal de los aceites esenciales de canela,

logrando efectividades similares a concentraciones más bajas, como 2.5 y 5 mg/ml **(Pham and Le, 2023).** Sin embargo, la eficacia del extracto disminuye notablemente en garrapatas adultas repletas, lo que destaca la necesidad de optimizar las concentraciones y los métodos de aplicación **(Rodríguez et al., 2023).**

Los aceites esenciales de *C. zeylanicum* también han mostrado actividad ovicida significativa contra *Lucilia sericata* y otras moscas, especialmente cuando se utilizan en combinación con otros aceites esenciales **(Farag et al., 2024).** Un estudio reportó tasas de eclosión reducidas al 4.76% cuando se aplicaron materiales clasificados como de alta potencia, entre los que se incluyeron aceites esenciales de canela combinados con otros productos naturales **(Farag et al., 2024).** Además, la evaluación en mosquitos *Culex pipiens* indicó una actividad repelente y adulticida, lo que respalda el uso potencial de la canela como bioinsecticida **(Khater et al., 2023).**

Da Silva et al. (2020) uso eugenol y (E)-cinamaldehído contra *Musca doméstica*. Se prepararon soluciones de 0.625 a 30.0 mg/ml y se expusieron larvas y pupas en placas Petri. La mortalidad larval (LM) y pupal (PM), así como la eficacia del tratamiento (LTE y PTE), se midieron a 48 horas y 6 días post-aplicación. Ambos compuestos mostraron actividad significativa desde 2.5 mg/ml en larvas, mientras que el (E)-cinamaldehído fue más efectivo en pupas a partir de 10 mg/ml. También causaron malformaciones en adultos a concentraciones ≥ 10 mg/ml.

Seugling et al. (2021) evaluó el efecto larvicida de una nanoemulsión de *Baccharis dracunculifolia* sobre *Cochliomyia hominivorax*, se expusieron 15 larvas de tercer estadio (L3) por réplica en viales con vermiculita y papel filtro impregnado con 1 mL de nanoemulsión en concentraciones de 5, 7.5, 10, 13.5 o 15% (p/v), utilizando 10 réplicas (150 larvas/concentración), junto con controles negativos (nanoemulsión sin aceite, agua destilada, sin tratamiento), aceite esencial libre (disperso en Tween 80 al 2% en idénticas concentraciones) y un control positivo (Triclorfón). Los viales se incubaron a 27±1 °C durante 9 días, evaluándose la emergencia adulta y anomalías morfológicas. La nanoemulsión mostró un efecto larvicida dependiente de la concentración: la formulación al 13.5% causó >80% de mortalidad en pre-pupas, con

una LD_{50} de 7.4%, significativamente menor que la del aceite libre (LD_{50} = 12.0%). Además, indujo deformidades exclusivas en pupas (diámetro reducido, desecación) y adultos (tamaño reducido, alas subdesarrolladas, pigmentación negra y emergencia incompleta), manteniendo su eficacia tras 120 días de almacenamiento, evidenciando su potencial como alternativa fitoterapéutica estable y de alta eficacia.

1.2 Marco teórico

1.2.1 Canela (*Cinnamomum zeylanicum*)

Es una planta de la familia Lauraceae, originaria de Sri Lanka, que ha sido empleada en prácticas de embalsamiento y protección de granos, que ha favorecido a la documentación de su eficacia repelente contra artrópodos e insectos **(Wu et al.,2022).**

Tabla 1

Taxonomía de la canela Ceilán.

Categoría	Nombre
Reino	Plantae
División	Tracheophyta (Plantas vasculares)
Clase	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Orden	Laurales
Familia	Lauraceae (Laureáceas)
Género	*Cinnamomum*
Especie	*Cinnamomum verum* J.Presl
Sinónimo principal	*Cinnamomum zeylanicum* Blume

Nota. World Flora Online (2023)

1.2.2. Composición de la canela

Esta planta posee dos componentes volátiles y no volátiles, entre los primeros se encuentra el Cinamaldehído en concentraciones entre el 60-80%, que es al que se le atribuyen sus propiedades insecticidas, afectando al sistema nervioso y digestivo de los insectos **(Zhou et al., 2023)**. El eugenol en concentraciones del 5-10% por su parte se le atribuyen la sinergia que potencia la acción neurotóxica **(Jalali-Sendi & Ebadollah, 2014).**

Por otro lado, los componentes no volátiles, como polifenoles y flavonoides, aportan beneficios antioxidantes y efectos terapéuticos en enfermedades metabólicas. Además, retrasan el deterioro de los alimentos y protegen contra el daño de los radicales libres **(Tanaka et al., 2019).**

Algunos de los componentes de aceite esencial de corteza de *C. zeylanicum* se mencionan en la Tabla 1, en esta se puede observar que las concentraciones de cinamaldehído alcanzan hasta un 71,5% y de eugenol hasta un 4,6%. Principios a los que se atribuye su potencial insecticida.

Tabla 2

Componentes del aceite esencial de corteza de C. zeylanicum

Componente	Tiempo retenido (min)	Índice de Kovat (KI)	%
α-Pinene	5,66	899	1,3
Benzaldehyde	6,40	963	0,3
p-Cymene	7,82	1025	1,9
Limonene	7,93	1075	1,2
Eucalyptol	8,08	1084	5,4
Y-Terpinene	8,66	1121	0,4
Linalool	9,86	1188	7
Isoborneol	11,64	1275	0,8
(E)-cinnamaldehyde	15,22	1414	71,5

Eugenol	16,90	1469	4,6
β-Caryophyllene	18,58	1518	6,4
Aceticacid, cinnamylester	19,23	1536	0,5
α-Humulene	19,47	1543	1,7
δ-Cadinene	20,97	1581	1,4
trans-Calamenene	21,10	1585	0,7
Caryophyllene oxide	22,61	1621	0,5
Benzylbenzoate	26,82	1710	0,5

Nota. Alizadeh (2021)

1.2.3. Propiedades fitofarmacéuticas

Los estudios realizados con *C. zeylanicum* han revelado diversas de las propiedades fitofarmacéutica que este producto posee atribuidas a sus componentes principales como es el cinamaldehído especialmente.

1.2.3.1. Efecto bactericida

El cinamaldehído y eugenol de la canela exhiben actividad antibacteriana de amplio espectro contra patógenos como *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (MRSA), *Salmonella* enteritidis y *E. coli*. Su mecanismo combina la desestabilización de membranas celulares con la inhibición de bombas de eflujo, reduciendo la resistencia a antibióticos convencionales. Estudios *in vivo* en aves y rumiantes demuestran sinergia con tetraciclinas, disminuyendo la carga bacteriana en infecciones respiratorias y digestivas **(Alagawany et al., 2022).**

1.2.3.2. Efecto antiinflamatorio

Los polifenoles de canela (proantocianidinas, ácido cinámico) inhiben la cascada inflamatoria mediante la supresión de COX-2, TNF-α e IL-6. En modelos de mastitis bovina, suplementos orales (300 mg/kg/día) reducen la inflamación mamaria y el recuento de células somáticas en un 40%, comparables a antiinflamatorios no esteroideos (AINEs), pero con menor toxicidad hepática **(Rivera-Mancía et al., 2024).**

1.2.3.3. Efecto insecticida y repelente

La canela actúa como neurotoxina y repelente natural contra ectoparásitos como garrapatas, ácaros, pulgas, moscas y mosquitos. Esta tiene la capacidad de bloquear los receptores GABA de artrópodos, induciendo parálisis, y altera la percepción olfativa, reduciendo la atracción a huéspedes **(Costa-Júnior et al., 2023).**

1.2.4. Mecanismos acción insecticida

El cinamaldehído actúa como neurotoxina al interferir con la transmisión sináptica en insectos. Su grupo aldehído se une irreversiblemente a residuos de serina en la enzima acetilcolinesterasa (AChE), bloqueando la hidrólisis de acetilcolina y causando hiperexcitabilidad neuronal, parálisis y muerte (inhibición >80% a 50 ppm). Este efecto se potencia en canales iónicos de sodio y receptores GABA, alterando el equilibrio electrolítico y la conducción nerviosa **(Moustafa et al., 2023).**

La inhibición de enzimas clave del metabolismo energético, como la ATPasa mitocondrial y la succinato deshidrogenasa (SDH), reduciendo la producción de ATP en un 65-70% **(Zhou et al., 2023).** Esto compromete procesos vitales como la termorregulación y la movilidad, induciendo letargo y fallo orgánico. Estudios en *Tribolium castaneum* confirman la disrupción de la fosforilación oxidativa a concentraciones de 25 μg/cm² **(Zhang & Liu, 2024).**

La alteración de la síntesis de quitina y la actividad de la quitina sintasa, es otro de los mecanismos atribuidos a este compuesto, que genera malformaciones en el exoesqueleto durante la muda. En larvas de *Spodoptera frugiperda,* reduce la expresión de genes CHS1 y LmCda2 en un 40%, provocando esqueletos defectuosos y vulnerabilidad a desecación **(Silva et al., 2025).**

El aceite esencial de canela es particularmente atractivo como pesticida debido a su baja toxicidad para mamíferos, su biodegradabilidad, y su eficacia tanto en el control de adultos como de ninfas y larvas **(Andrade-Ochoa et al., 2018; de Souza et al., 2019).** Además, ha demostrado actividad repelente ya que el cinamaldehído ayuda a enmascarar feromonas de ovoposición, con lo cual merma las infestaciones en un 60% **(Khater et al., 2023)**

1.2.5. Larvas de miasis en Ecuador

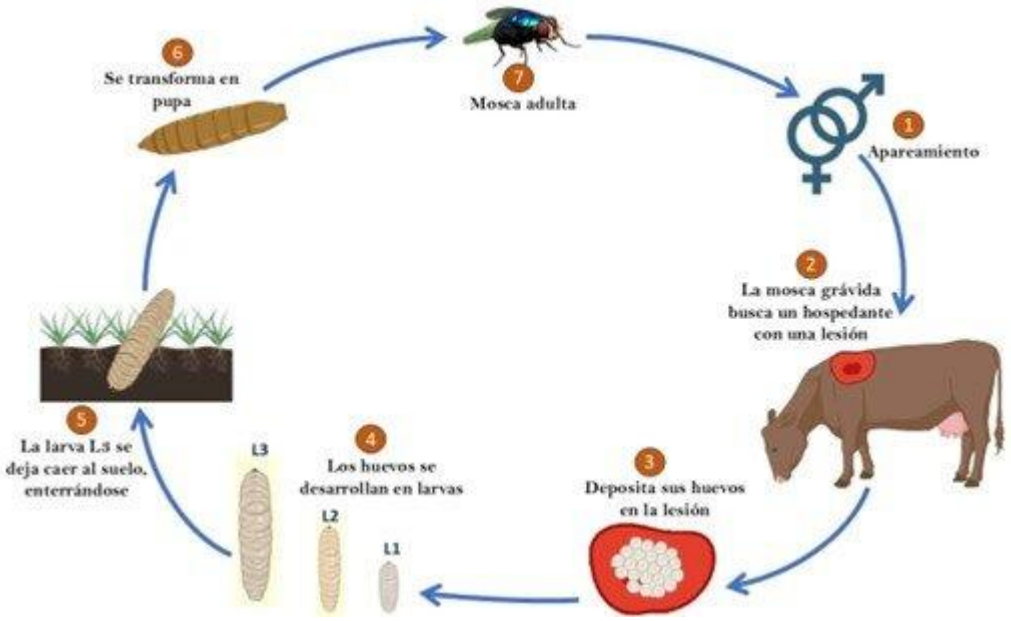
La especie *Cochliomyia hominivorax* ha sido la más reportada en Ecuador como la causante de miasis tanto en humanos como en animales. El también llamado gusano barrenador produce una miasis primaria, provocada por las hembras que depositan sus huevos (alrededor de 200) en heridas y estos al eclosionar se alimentan del tejido del animal y originando en este secreciones mal olientes y rojizas **(Bowman, 2022; Gutierrez, 2018).**

1.2.6. Ciclo de vida

Las hembras adultas ovipositan huevos (100-400) en heridas frescas de mamíferos, eclosionando en 12-24 h. Posterior a ellos la larvas (L1-L3) penetran tejidos vivos, causando miasis traumática y alimentándose durante 4-7 días (las L3 son las más destructivas). Estas una vez maduras abandonan al hospedador, pupando en el suelo (5 a 7 días). Finalmente, los adultos emergen listos para reproducirse tras 24 h, perpetuando el ciclo **(Gomes et al., 2023).**

Figura 1

Ciclo de vida C.homivorax



Nota. Adaptado de El gusano barrenador del ganado *Cochliomyia hominivora:* factores que impulsan un reingreso a México (p.56), por G. Cruz et al., 2025, *Bioagrociencias* 18 (1).

Tabla 3

Ciclo de vida en horas/ días de C. hominivorax.

Especie	Eclosión de los huevos	Tiempo larval	Trasformación en pupa	Transformación a adulto
Cochliomyia hominivorax	11-24 horas	4-8 días	24 h (en el suelo)	5-7 días

Nota. Bowman, 2022

Según **López y Rodríguez (1997)** en su libro Cochliomyia hominivorax, Criterios para su identificación esta especie consta de tres estadios larvarios que se pueden identificar de acuerdo con sus características morfológicas:

Primer estadio larval (L1):

- **Tamaño:** Aproximadamente 1,2 mm de longitud y 0,23 mm de ancho.
- **Esqueleto cefalofaríngeo:** Pequeño, con escleritos orales accesorios presentes.
- **Espinas corporales:** Espinas visibles en la superficie del cuerpo.
- **Espiráculos posteriores:** Presentan uno o dos orificios cercanos entre sí; el peritrema es incompleto y no visible.
- **Espiráculos anteriores y tubérculos anales:** Poco diferenciados.

Segundo estadio larval (L2):

- **Tamaño:** Entre 3,5 y 6,3 mm de longitud, y de 0,6 a 1,5 mm de ancho.
- **Esqueleto cefalofaríngeo:** Sin escleritos orales accesorios.
- **Espinas corporales:** Visibles, algunas con hasta tres puntas.
- **Espiráculos posteriores**: Separados entre sí; el peritrema es incompleto, pero totalmente visible.
- **Espiráculos anteriores y tubérculos anales:** Bien diferenciados**.**

Tercer estadio larval (L3):

- **Tamaño:** Alcanza entre 15 y 16 mm de longitud.
- **Espinas corporales:** Largas y robustas, con puntas bi o trifurcadas.
- **Espinas en la protuberancia anal:** Dispuestas horizontalmente.

- **Espiráculos anteriores:** Presentan de siete a nueve prolongaciones en forma de dedos.

- **Troncos traqueales dorsales:** Pigmentados, extendiéndose desde el segmento duodécimo hasta el noveno o décimo, característica distintiva de este estadio

1.3 Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto del aceite esencial de canela *(Cinnamomum zeylanicum*) sobre la mortalidad en larvas de *C. hominivorax*

Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de mortalidad de larvas de *C. hominivorax* por efecto de diferentes dosis de aceite esencial de canela *(Cinnamomum zeylanicum*).

- Calcular el tiempo letal medio de larvas de C. hominivorax tratadas con diferentes dosis de aceite esencial de canela (Cinnamomum zeylanicum) y su dosis letal media.

- Comparar la relación costo/beneficio del aceite esencial de canela (C. zeylanicum) frente a los tratamientos convencionales para el control larvario de C. hominivorax.

CAPTITULO II.

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en la Provincia de Orellana, en el Cantón Puerto Francisco de Orellana en el Barrio el Moretal entre las calles Mayon y Araza; con coordenadas geográficas 0°28′00″S 76°58′00″O **(GeoHack, 2025).**

2.2 Características del sitio

Tabla 4

Características del Cantón Puerto Francisco de Orellana

Altura	254 a 300 msnm
Temperatura	24 a 35 °C
Humedad	50-60%
Precipitación media anual	2800 a 4500 mm

Nota. Barragán (2023); Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Francisco de Orellana (2025).

2.3 Materiales

2.3.1 Material biológico experimental

- Larvas de tercer instar (L3) de moscas Cochliomyia hominivorax (Mino et al., 2005)

2.3.2. Material de campo

- Caja de cristal
- Cajas Petri plásticas
- Tela de gas
- Extracto de Canela
- Guantes de examinación
- Pinzas

2.3.3 Materiales y equipos de laboratorio

- Microscopio
- Jeringas de 1, 10, 50 ml
- Recipiente ámbar
- Balanza analítica
- Matraz de destilación
- Condensador
- Fuente de calor
- Velas de cuarzo
- Recipiente de recolección

- Bomba de recirculación de agua
- Agua destilada
- Termómetro
- Separador de líquidos o embudo de decantación
- Material de soporte y sujeción

2.3.4 Insumos de oficina

- Marcadores
- Etiquetas
- Cronómetros
- Calculadora
- Cuaderno
- Laptop
- Cámara

2.3.5 Biológicos

- Carne fresca (500g, 100 para cada ensayo)
- Corteza de canela

2.4 Factores de estudio

El experimento utilizará aceite esencial de canela en concentraciones del 0, 1, 2, 4 y 8% y se diluirán en con acetona y agua bidestilada al 50%, aplicado sobre carne fresca como medio de tratamiento, con una única dosis para evaluar su efecto en el tiempo de acción. Las larvas de tercer instar (L3) transportadas desde el bioterio, serán expuestas bajo condiciones controladas de temperatura (25 °C) y humedad relativa (60%-70%), las cuales se mantendrán mediante el uso de una lampara para regular la temperatura. Se medirá el porcentaje de letalidad, el tiempo letal medio y la dosis letal media.

2.4.1. Tratamiento

Tabla 5

Tratamientos por aplicarse en las larvas de C. hominivorax

Tratamientos	Rep/trat.	Larvas/rep.	Larvas/trat.
T0 (acetona +agua bidestilada)	5	25	125
T1 (1%)	5	25	125
T2 (2%)	5	25	125
T3 (4%)	5	25	125
T4 (8%)	5	25	125
Total			625

2.5 Métodos

2.5.1 Recolección del sustrato

Las cortezas de la canela serán recolectadas en Tena en la provincia de Napo, entre los meses de marzo y abril. Estas deberán estar libre de plagas y se limpiaran cuidadosamente con agua para eliminar la impureza que estas pudieran tener, para llevarlas a secado.

2.5.2 Extracción del aceite esencial

Este procedimiento se realizó en Finca Canela, ubicada en el km 72 vía Auca, en la parroquia Inés Arango en el Cantón El Coca en la provincia de Orellana. El Lugar contaba con un equipo de extracción por arrastre de vapor implementado con velas de cuarzo.

La extracción se llevó a cabo mediante el método de arrastre de vapor, utilizando 11 kg de corteza de canela previamente triturada en fragmentos de 3-4 cm de longitud, los cuales se dispusieron en la cámara de extracción del destilador. Como medio de arrastre, se empleó agua bidestilada, la cual se calentó hasta ebullición para generar vapor y facilitar la liberación de los compuestos volátiles y aceites esenciales presentes en la muestra.

El sistema de extracción incorporó velas de cuarzo, las cuales contribuyeron al mantenimiento estable de la temperatura y a la ruptura de las estructuras celulares de la corteza, optimizando así la liberación del aceite esencial.

Posteriormente, el vapor cargado de compuestos orgánicos se hizo pasar por un condensador refrigerado con agua fría, donde se produjo la licuefacción de la mezcla. El destilado resultante fue recolectado en un recipiente, observándose una solución bifásica compuesta por hidrolato y aceite esencial.

De acuerdo con los principios teóricos, se esperaba que el aceite esencial, debido a su menor densidad, se ubicara en la fase superior. Sin embargo, en este caso se presentó una particularidad, ya que el aceite se depositó en la fase inferior. Para su recuperación, se dejó reposar la solución hasta lograr una separación definida de las fases, por lo que se procedió luego a extraer el aceite esencial mediante el uso de jeringas estéril.

De los 11 kg de corteza de canela procesados, se obtuvo un rendimiento de 30 mL de aceite esencial, el cual fue almacenado en un recipiente de vidrio ámbar para protegerlo de la degradación por luz.

$$\boldsymbol{Rendimiento}(\%) = \left(\frac{\boldsymbol{Volumen\ de\ acaite\ obtenido\ (ml)}}{\boldsymbol{Masa\ de\ materia\ prima\ utilizada\ (g)}}\right) \times \mathbf{100}$$

$$Rendimiento(\%) = \left(\frac{30\ ml}{11\ 000\ g}\right) \times 100 = 0{,}27\% \frac{ml}{g}$$

La canela procesada tuvo un rendimiento del 0,27%, es decir, que se extrajeron aproximadamente 0,27 ml de aceite esencial.

Adicionalmente, se reservaron 200 mL del hidrolato en un recipiente plástico debidamente sellado, el cual fue transportado hasta la provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, para su posterior análisis **y** aplicación.

2.5.3. Análisis del aceite esencial

Se reservaron 10 ml de la muestra en un frasco de vidrio ámbar y se enviaron a la ciudad de Guayaquil a los Laboratorios "UBA Analytical Laboratories Testing & Consulting" donde se realizó la cuantificación de Cinamaldehído a través de la técnica de Cromatografía. El análisis tuvo un costo de 110,00 dólares americanos + IVA e realizo por el método de Gursale et al. (2010).

2.5.4. Creación del bioterio y cultivo de larvas

El bioterio se desarrolló en un recipiente de vidrio en forma cúbica previamente desinfectado con alcohol etílico al 70% y recubierto internamente con una lámina de aluminio para optimizar el aislamiento térmico y mantener una temperatura y humedad estables. En su interior, se distribuyeron ocho cajas Petri uniformemente en toda la caja y se instaló una fuente de calor mediante una lámpara incandescente de 25 W, que permitió mantener una temperatura constante entre 35 y 37 °C. Adicionalmente, se incorporó un higrómetro- termómetro digital para monitorear en tiempo real los parámetros de humedad relativa y temperatura dentro del bioterio.

El cultivo de las larvas se realizó en la provincia de Orellana, en el cantón Puerto Francisco de Orellana, específicamente en la zona de Nuevo Paraíso en una finca ubicada en el Km 6 ½ Vía al Sacha, donde se reportaron algunos casos de Miasis por C. hominivorax entre los meses de marzo y abril. Para el cultivo larval, se empleó carne bovina fresca como sustrato la cual se dispuso en recipiente de vidrio esterilizados, rodeados de agua tibia (35-40°C) para simular condiciones similares a las *in vivo.* Sobre la superficie de la carne se aplicó exudado obtenido de una herida activa por miasis, con el fin de atraer la ovoposición de hembras adultas. Tras un período de seis horas, se identificó la presencia de huevos color crema y depositados en forma ordenada, característicos de la especie.

Los huevos fueron transportados al bioterio en papel filtro humedecido con solución salina estéril (NaCl 0,9%) para evitar su desecación. Posteriormente, se transfirieron a las cajas Petri dentro del bioterio, donde se colocó un trozo de carne (3 g) para las larvas recientemente eclosionadas, La lámpara se mantuvo encendida durante todo el proceso, asegurando una temperatura estable en el bioterio.

2.5.5. Elaboración de dietas para larvas

Las dietas utilizadas para el cultivo de larvas de *Cochliomyia hominivorax* en condiciones de laboratorio se estandarizaron de acuerdo con las especificaciones establecidas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura **(FAO, 1993),** Como se detalla en la Tabla 4, las formulaciones variaron según el estadio larval, diferenciándose en las proporciones de los ingredientes.

Tabla 6

Dietas para cultivo de larvas en laboratorio

Estadio Larval	Sangre seca (g)	Leche en polvo (g)	Huevo en polvo (g)	Carne picada (g)	Formol (ml) + 1L agua
L1	30	15	15	500	1,75
L2 y L3	70	30	30	1000	1,50

Nota: (FAO, 1993).

2.5.5.1. Procesamiento de los ingredientes

Obtención de la sangre seca: Se recolectaron 500 ml de sangre bovina, la cual se sometió a cocción a fuego medio en una olla hasta reducir su contenido líquido. Posteriormente, se distribuyó en una bandeja metálica y se deshidrató completamente en un horno a temperatura mínima (60°C) durante 4 horas.

Preparación de leche en polvo: Un litro de leche entrera se evaporó a fuego bajo hasta obtener una masa sólida, la cual se extendió sobre papel encerado en una bandeja metálica y se secó en el horno bajo las mismas condiciones que la sangre.

Deshidratación de huevo: Se homogeneizó el contenido de dos huevos enteros en un recipiente y se vertió sobre una bandeja de papel encerado y se desecó en el horno hasta eliminar toda la humedad.

Trituración y mezcla: Cada ingrediente se procesó individualmente en un molino eléctrico hasta obtener una textura de harina fina. Las proporciones establecidas en la Tabla 4 se pesaron con una balanza (±1 g). Finalmente se incorporó 1 litro de agua destilada y la cantidad correspondiente de formol, seguido de la adición de carne picada esterilizada.

2.5.5.2. Administración de las dietas y seguimiento larval

La dieta para L1 se preparó y suministró desde el día 1 del cultivo. A partir del día 2, se implementó la formulación para L2 y L3, manteniéndose hasta el día 4, cuando las larvas presentaron una coloración rosácea característica, indicativa de su desarrollo al estadio L3.

2.5.6. Identificación de las larvas en estadio L3

La identificación de las larvas se basó en las características físicas de las larvas, que en el caso de C. hominivorax se caracteriza por adquirir un tinte color rojizo/ rosáceo, su tamaño de entre 6,4- 17mm y por la presencia de dos troncos traqueales pigmentados con extensión hasta el 10-9 segmento.

2.5.7. Preparación de los tratamientos

Los tratamientos se prepararon en soluciones de 50 ml, dispensadas en atomizadores manuales equipados con mangos ergonómicos para garantizar una aplicación precisa y uniforme. Cada formulación consistió en una mezcla de acetona al 50% como solvente y aceite esencial de canela en concentraciones variables, según el diseño detallado en la Tabla 7.

Tabla 7

Formulación de los tratamientos

Tratamientos	Acetona 50% (ml)	Aceite esencial (ml)	Solución total (ml)
T0 (acetona +agua bidestilada)	50	0	50
T1 (1%)	49,5	0,5	50
T2 (2%)	49	1	50
T3 (4%)	48	2	50
T4 (8%)	46	4	50
Total	242,5	7,5	250

2.5.8. Aplicación del experimento

Previo al experimento, se seleccionaron las larvas L3 que presentaran características típicas de la especie, incluyendo su coloración rosácea característica, longitud entre 12 a 17mm y la presencia de troncos traqueales pigmentados. Estas larvas fueron transferidas cuidadosamente a recipientes de vidrio esterilizados con tapa perforada con parte de la dieta mencionada en la Tabla 4 para el estadio L3 para mantener su viabilidad durante el proceso de preparación.

El diseño experimental contempló la utilización de cajas Petri estériles, cada una equipada con 4g de carne bovina fresca y 25 larvas estadio L3. La asignación de los tratamientos a las cajas se realizó mediante un proceso de aleatorización utilizando tablas de números aleatorios, con el fin de eliminar posibles sesgos en la distribución.

Previo a la aplicación de los tratamientos, las larvas permanecieron en periodo de aclimatación durante 30 minutos.

La aplicación de los tratamientos se efectuó mediante atomizadores y se distribuyó el tratamiento hasta cubrir completamente la superficie de la caja Petri. Se evaluaron cinco formulaciones diferentes, incluyendo un control negativo (T0) con acetona al 50% y cuatro concentraciones crecientes de aceite esencial de canela (T1: 1%, T2: 2%, T3: 4%, T4: 8%). El monitoreo de la mortalidad larval se realizó a intervalos de 30 minutos durante un periodo de 3,5 horas, registrándose como criterios de mortalidad la ausencia de movimiento espontáneo y la falta de respuesta a estímulos táctiles.

Los datos obtenidos fueron registrados para posterior análisis estadístico, el cual incluyó el cálculo de la mortalidad acumulada y la determinación del tiempo letal 50 (LT50). Como medidas de control de calidad, se implementaron cinco réplicas por tratamiento, es decir se realizó un total de 25 casos.

2.5.9. Variable Respuesta

2.5.9.1. Porcentaje de mortalidad

Este se calcula para determinar la eficacia de un tratamiento o sustancia en la eliminación de estos organismos. Este parámetro se obtiene mediante la fórmula propuesta por Abbott (1925):

$$PM = \left(\frac{Número\ de\ larvas\ muertas}{Número\ total\ de\ larvas}\right) x\ 100$$

2.5.9.2. Tiempo letal medio

Es el tiempo requerido para que un tratamiento cause la muerte del 50% de la población de larvas expuestas. Este valor se determina mediante análisis de supervivencia, donde se registra el tiempo de muerte de las larvas (Finney, 1971). Para el cálculo de esta variable se utilizará el método matemático de la interpolación lineal ya que permite estimar el TL50 cuando no hay una medición exacta del 50%, pero si existe datos por

encima y por debajo de este valor como en el caso del registro obtenido. Para ello usaremos la forma de Interpolación lineal:

$$TL50 = t1 + \frac{(50 - m1)}{(m2 - m1)} \times (t2 - t1)$$

Donde:

- t_1: Tiempo donde la mortalidad es inferior al 50%.
- t_2: Tiempo donde la mortalidad es superior al 50%.
- m_1: % de mortalidad en t_1.
- m_2: % de mortalidad en t_2.

2.5.9.3. Dosis letal media (DL_{50})

Es la concentración mínima de una sustancia requerida para causar la mortalidad del 50% de una población de larvas en un período de exposición definido. Este valor se calcula exponiendo las larvas a diferentes concentraciones de la sustancia y registrando la mortalidad resultante **(Finney, 1971).**

Para eliminar sesgos por mortalidad natural, se aplicó la fórmula de Abbott ajustada a todos los tratamientos donde el grupo control (T0) presentó mortalidad >0%:

$$Mortalidad\ corregida = \frac{Observado - Control}{Control}$$

Para estimar la DL_{50} del aceite esencial de canela en larvas expuestas, se realizó un análisis Probit, utilizando el método de máxima verosimilitud, el que permitió modelar la relación entre la dosis del tratamiento y la mortalidad observada. Se utilizó una distribución normal acumulada para ajustar los datos de dosis aplicada. El nivel de confianza establecido para la estimación de la DL_{50} fue del 99%, obteniendo el valor correspondiente junto con su intervalo de confianza. Este mayor nivel de exigencia se

realizó para proporcionar una estimación más precisa del punto en el cual hay la mortalidad del 50% de las larvas en función de la dosis administrada. Además, con ello se pudo estimar la DL_{95} ya que los tratamientos no superaros en 80% de la mortalidad y conocer cuál sería la dosis necesaria para alcanzar el 95% de la mortalidad.

2.5.9.4. Análisis costo-beneficio

Se comparó el costo del tratamiento experimental con el aceite esencial de canela al 8% (Dosis más eficaz determinada en ensayos) con los tratamientos convencionales para *C. hominivorax*. Los costos se calcularon considerando los precios actualizados de productos comerciales, dosis utilizadas y frecuencia de aplicación de los fármacos.

La evaluación de costos consideró:

a) Revisión de tratamientos convencionales: Extraídos de Scopus, Scienci Direct, Springer Nature y Revista Badajoz Veterinaria; de los últimos 5 años

b) Cotización de productos: Precios actualizados (desde marzo 2024) obtenidos mediante contacto con laboratorios (Zoetis, Lavetec, etc) y distribuidores locales.

c) Parámetros de comparación: Costo por tratamiento completo según peso referencial (10kg) y frecuencia requerida de los fármacos)

2.5.10. Procesamiento de la información

Se utilizará el programa Statistix 10 y Minitab (Análisis Probit) para el procesamiento de la información y análisis estadístico.

2.5.11. Diseño experimental

2.5.11.1. Diseño

Se empleará un diseño completamente al azar (DCA) por la homogeneidad de los tratamientos, con 5 tratamientos distribuidos y 5 repeticiones, agrupando las unidades experimentales para reducir la variabilidad no controlada. Cada unidad experimental consistirá en 25 larvas expuestas a carne tratada con diferentes concentraciones de aceite esencial de canela.

2.5.11.2. Análisis estadístico

Se realizó un ANOVA con un nivel de confianza del 95% y error del 5% para evaluar diferencias entre el porcentaje de mortalidad. Debido a las diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey para identificar los tratamientos que difieren. Para el cálculo de la DL_{50} se utilizó un modelo Probbit con un 99% de confianza y que posee una regresión lineal positiva que permite el cálculo de otras dosis.

2.5.12. Hipótesis

Hipótesis Nula (H0): El aceite esencial de canela no tiene efecto significativo sobre la mortalidad ni el tiempo de muerte de las larvas de miasis.

Hipótesis Alternativa (H1): El aceite esencial de canela tiene efecto larvicida sobre las miasis reproducidas en condiciones de laboratorio.

CAPITULO III.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Identificación de las larvas

Se consideró solamente a las larvas que cumplían con las características de estadio L3, como una coloración ligeramente rojiza, se evaluó la presencia de espiráculos con 3 hendiduras internas rectas de forma ovalada. Los troncos principales traqueales tienen una pigmentación oscura hasta el décimo o noveno segmento desde los estigmas y los espiráculos anteriores presentan de 7 a 9 prolongaciones en forma de dedos. Además, de ser estos típicos en la especie *C. hominivorax*.

3.1.2. Resultados de las variables respuesta

Tabla 8

Efecto del aceite de canela sobre la mortalidad de larval en diferentes concentraciones

Tratamiento	Dosis (%)	Repetición	Larvas/trat.	Larvas muertas	Mortalidad (%)
0	0	1	25	1	4
0	0	2	25	0	0
0	0	3	25	0	0
0	0	4	25	0	0
0	0	5	25	0	0
1	1	1	25	4	16
1	1	2	25	3	12
1	1	3	25	3	12
1	1	4	25	4	16
1	1	5	25	5	20
2	2	1	25	9	36
2	2	2	25	8	32
2	2	3	25	9	36
2	2	4	25	9	36
2	2	5	25	8	32
3	4	1	25	17	68
3	4	2	25	18	72
3	4	3	25	18	72
3	4	4	25	17	68
3	4	5	25	17	68
4	8	1	25	22	88
4	8	2	25	18	72
4	8	3	25	20	80
4	8	4	25	20	80
4	8	5	25	20	80

Nota. T4: aceite de canela 8%, T3: aceite de canela al 4%, T2: aceite de canela al 2%, T1: aceite de canela al 1%, T0: Grupo control (acetona al 50%).

En la Tabla 8 se registra la mortalidad larval de los cuatro tratamientos y el grupo control, cada uno con cinco réplicas y una unidad experimental conformada por 25 larvas, en el que se observa una creciente mortalidad en función al aumento de la dosis en cada tratamiento. Sin embargo, se observa que no se alcanza un 100% de la mortalidad, por lo que se lo puede tomar como un indicativo de la necesidad de aumentar la dosis del tratamiento.

Tabla 9.

Análisis de estadístico de la mortalidad larval de C. hominivorax frente a distintas concentraciones de aceite esencial de C. zeylanicum

Tratamientos	**T4**	**T3**	**T2**	**T1**	**T0**
Mortalidad Media (%)	80 *a*	69,6 *b*	34,4 *c*	15,2 *d*	0,8 *e*
C.V	8,37	8,37	8,37	8,37	8,37
D.E	±1,79	±3.35	±2,19	±2,19	±5,66
Valor -p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Nota. Todas las dosis difieren significativamente entre si (p< 0,05). T4: aceite de canela 8%, T3: aceite de canela al 4%, T2: aceite de canela al 2%, T1: aceite de canela al 1%, T0: Grupo control (acetona al 50%). EE, Error estándar, C.V: Coeficiente de variación, D.E: Desviación estándar. Prueba estadística ANOVA y Tukey 5%.

Existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0, 001$). La prueba Tukey ($\alpha = 0, 05$) reveló que todas las comparaciones por pares son significativas, indicando que cada dosis produce un efecto en la mortalidad distinto. La mortalidad se incrementa conforme aumenta la dosis del tratamiento, como se observa en T4 (8% de aceite esencial de *C. zeylanicum*), con valores medios del 80% de mortandad frente al 0,8% del tratamiento control, esto señala hay un 72% de diferencia entre ambos planteamientos.

El incremento progresivo de la mortalidad (15,2% a 80%) conforme aumenta la concentración (1% a 8%) coincide con estudios previos sobre aceites esenciales en el control de miasis **(Guerrero et al., 2020).** Sin embargo, la ausencia de mortalidad total

(100%) a la dosis máxima sugiere posibles mecanismos de resistencia larval o limitaciones en la penetración del compuesto, fenómeno que se reportó **Silva et al. (2022)** en dípteros. Esto se relaciona con los resultados obtenidos en estudios en especies de *L. sericata,* donde se demostró que el aceite esencial de canela producía mortalidades hasta el 95,56% después de 24h de exposición al tratamiento **(Khater et al., 2018)**. Conjuntamente, este estudio probo diferentes concentraciones de una combinación de aceites esenciales como el vetiver (*C. zizanioides*), canela (*C. zeylanicum)*, lavanda (*L. angustifolia)* y aceite de girasol (*H.* annous) como vehículo que determino que concentraciones de esta mezcla de entre 5% hasta el 10% producen entre un 80 hasta 85% de mortalidad en larvas estadio L3 de *L. sericata,* lo que concuerda con los resultados obtenidos en este ensayo **(Khater et al., 2018).**

Tabla 10

Tiempo letal medio calculado de los tratamientos aplicados

Tratamiento	T0	T1	T2	T3	T4
Dosis (%)	0	1	2	4	8
30 min	0	0	0	1,6	3,2
60 min	0	0	0	3,2	8
90 min	0	0	3,2	6,4	14,4
120 min	0	3,2	6,4	12,8	24,8
150 min	0,8	8	18,4	24,8	50,4
180 min	0,8	13,6	26,4	54,4	64,8
210 min	0,8	15,2	34,4	69,6	80
TL50	ND*	ND*	ND*	175,54 min	149,53 min

Nota. ND*: No determinado, debido a que no se alcanza la mortalidad del 50% de los individuos. T4: aceite de canela 8%, T3: aceite de canela al 4%, T2: aceite de canela al 2%, T1: aceite de canela al 1%, T0: Grupo control (acetona al 50%). Interpolación lineal de TL50

Los resultados de la Tabla 10 indican que el aceite esencial de *C. zeylanicum* exhibe un efecto letal tiempo- concentración dependiente, donde dosis ≥ 4% logran un TL50 en < 180 minutos. Además de observarse una disminución entre dosis-tiempo, es decir

a mayor dosis menor será el tiempo letal medio, efecto que se observa entre T3 y T4, en el que se registró una disminución de 26,01 minutos entre los tratamientos, que evidencia una sinergia entre la concentración y la velocidad de acción. La disminución en la TL50 en un 14, 8% al duplicar la dosis al 8%, corrobora el principio farmacológico de que a mayores concentraciones se acelera la respuesta letal **(Koul et al.,2018).** En el ensayo realizado entre los minutos 70 a 90 en los diferentes tratamientos se observó una disminución de la movilidad de las larvas de C. hominivorax. Esto podría deberse a una inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, que conduce a una acumulación del neurotransmisor acetilcolina en las hendiduras sinápticas, lo que en inicio produce una hiperexitabilidad para continuar con una parálisis y finalizar con la muerte del insecto **(Pang, 2014;).** La canela que posee el compuesto cinamaldehído, produce este efecto ya que tiene una afinidad elevada de unión por la acetilcolinesterasa formando interacciones cargadas, enlaces hidrógeno, enlaces hidrofóbicos e interacciones polares, que inhabilitan la actividad de esta proteína **(Beniaich et al., 2023).**

Tabla 11.

Respuesta toxicológica del aceite esencial de canela en larvas de C. hominvorax tras 210 minutos de exposición.

DL (%)	Dosis (%)	EE	IC $_{99}$% inferior	IC $_{99}$% superior	Valor p
DL_{50}	2,94	0,19	2,48	3,49	< 0,0001
DL_{60}	3,84	0,27	3,24	4,69	< 0,0001
DL_{70}	5,10	0,42	4,23	6,57	< 0,0001
DL_{80}	7,13	0,74	5,68	9,90	< 0,0001
DL_{90}	11,32	1,56	8,42	17,74	< 0,0001
DL_{95}	16,60	2,80	11,58	28, 91	< 0,0001

Nota. DL: Relación positiva y significativa entre la dosis aplicada y la probabilidad de mortalidad (p< 0,01). Dosis letal (% de mortalidad), IC: Intervalo de confianza, EE: Error Estandar. Análisis Probit.

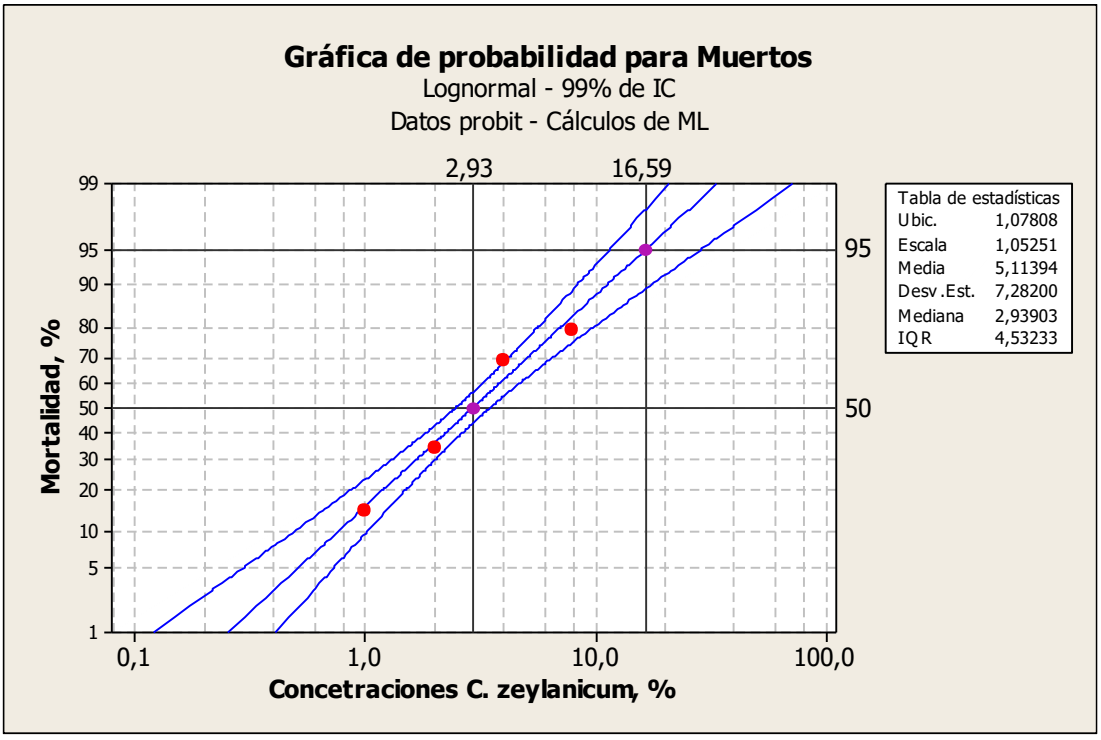
Se aplicó un análisis Probit con distribución lognormal para estimar la relación entre la mortalidad larvaria y la dosis del tratamiento evaluado. Este análisis se basó en un

total de 500 larvas expuestas, de las cuales 245 murieron (con evento) y 255 sobrevivieron (sin evento).

La dosis letal media (DL_{50}) del aceite esencial de canela fue de 2,94 % (Tabla 11) con un $IC_{99\%}$ = 2,48-3,49 %, lo que significa que hay una alta confiabilidad estadística. Conjuntamente, se calcularon la DL (60, 70, 80, 90 y 95), lo que permite describir el efecto del tratamiento a diferentes niveles de susceptibilidad larval.

Figura 2

Modelo Probit de la toxicidad del aceite esencial de canela



Nota. La línea representa la regresión ajustada. Línea de referencia 1: indica la DL_{50} (2,94%), Línea de referencia 2: indica la DL_{95} (16,59%).

La figura 2 obtenida del análisis Probit demuestra una línea de regresión con tendencia positiva que indica que, a mayor dosis, existe una mayor mortalidad. La relación dosis-respuesta mostró un ajuste lineal altamente significativo bajo el modelo realizado, datos que concuerdan con evaluaciones del efecto del aceite esencial de canela en otra clase de dípteros de la familia Calliphoridae, como es en *Chrysomya albiceps,* otra mosca causante de miasis, donde concentraciones entre 10-20% en larvas de 3er

estadio producen entre el 90 al 100% de mortalidad **(Gaur & Kumar, 2021; Mikhaiel & Amin, 2013).** Lo cual sería comparable con los resultados obtenidos en cuanto a las dosis letales del ensayo, cuyo valor DL_{90}= 11,32 ($IC_{99\%}$ = 8,42-17,74) de *C. zeylanicum* en larvas de *C. hominivorax*. Asimismo, han realizado múltiples investigaciones en otros dípteros como la mosca doméstica (*M. domestisca*) en sus estadios larvales y adulto, en el que el *C. zeylanicum* en concentraciones de 25µL aceite/ ml de agua (2,5%) obtuvo hasta un 91% de mortalidad larval por contacto **(Villanueva-Pereira et al., 2025).** Esto indicaría que la familia muscidae es más susceptible a los efectos del cinamaldehído procedente del aceite esencial de canela.

Tabla 12.

Comparación entre los costos de tratamientos convencionales vs aceite esencial de canela.

Estudio	Componentes terapéuticos	Costo (IVA 15%)
Rabasqueira (2021)	Sedación (Dexme/Butor) + Solución de clorhexidina+ amoxi/clav + Meloxicam	$ 23,98
Culoto et al. (2021)	Sedación (xila/keta) + Afloxolaner + Meloxicam + Penicilina.	$30,11
Do Vale et al. (2023)	Sedación (xila/keta) + Lotilaner + Meloxicam + Amoxicina.	$55,05
Tratamiento experimental	Aceite esencial 8% (aplicación tópica)	$ 57,97
Alternativa comercial	Aceite esencial 8% (aplicación tópica)	$15,57

Nota. Los costos incluyen no incluyen mano de obra profesional.

El alto costo experimental ($57,97) refleja la producción a pequeña escala y sin optimización. La versión comercial ($ 15**,**57) considera economía de mayor escala, reduciendo el precio en un 73%. El uso de aceite de canela comercial ($15,57) reduce costos vs. Tratamientos convencionales (min. $ 23,98) y ofrece una mejor relación

costo/beneficio que el aceite experimental. Las propiedades antibióticas contra bacterias gram positivas y gram negativas del aceite esencial *C. zeylanicum* le dan una ventaja sobre los tratamientos convencionales **(Kafle et al., 2025; Sivamaruthi et al., 2024).** En el Caso clínico de miasis presentada por **Rabasqueira (2021)**, se utilizó como tratamiento una sedación con dexmetomidina + butorfanol, junto con limpiezas a base de soluciones con clorhexidina y amoxicilina + ácido clavulánico con meloxicam para el tratamiento de dolor y antibioterapia. Es decir, un tratamiento tiene un costo aproximado de $ 23,98 USD. Por otra parte, los tratamientos basados en el uso de fármacos de la familia de las Isoxazolinas en el tratamiento de miasis por C. hominivorax aplicado por **Culoto et al. (2021) y Do Vale et al. (2023),** se basó en el uso de xilacina + ketamina como anestesia, el tratamiento de afoxolaner y lotilaner respectivamente, meloxicam como analgésico y penicilina como antibiótico, estos tratamientos poseen costos aproximados entre $ 30 a 55 USD.

3.2 Verificación de hipótesis

Se acepta que el aceite esencial de canela tiene efecto larvicida sobre las miasis reproducidas en condiciones de laboratorio

CAPITULO IV.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se determinó que la es aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum)* aplicado en diferentes dosis (1, 2, 4 y 8%) resulta en diferentes porcentajes de mortalidad de larvas de *C. homivorax.* No obstante, ninguna dosis es suficiente para causar el 100% de mortalidad.

- Se calculó el tiempo letal medio (TL50) de las dosis de 4 y 8%, la cuales lograron una mortalidad superior 50%, con valores comprendidos entre 148 y 176 minutos. Asimismo, se estimó la dosis letal media (DL50) del aceite esencial de canela, cuyo valor fue del 2, 94% con un intervalo de confianza del 99%.

- A pesar de su eficacia moderada el aceite esencial de *C. zeylanicum* presenta una baja relación costo/beneficio frente a los tratamientos convencionales para el control larvario de C. hominivorax. Sin embargo, al considerar el uso de opciones comerciales, se logra una reducción aproximada del 73% en los costos, mejorando así su viabilidad económica.

4.3. Recomendaciones

- Se sugiere investigar el efecto de otras especies de canela como el Ishpingo *(Ocotea quixos)* una planta nativa de la región amazónica, sobre la mortalidad de las larvas de *C. hominivorax.*

- Es necesario evaluar concentraciones superiores a las empleadas en este estudio, con el fin de determinar la dosis adecuada para alcanzar el 100% de mortalidad larval, así como analizar si el incremento de la dosis merma el tiempo letal medio.

- Se recomiendo estudiar posibles efectos sinérgicos entre el aceite esencial de canela con otros aceites esenciales, que podrían mejorar tanto la eficacia (disminución de la DL50) como la velocidad del efecto (reducción del TL50) sobre larvas de *C.hominivorax.*

- Se debe considerar el uso de aceites esenciales de origen comercial para la elaboración de formulaciones, ya que estos presentan un costo significativamente menor en comparación con los obtenidos mediante la extracción artesanal.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology, 18*(2), 265-267. https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a

Agrocalidad. (2020). *Programa nacional Sanitario de prevención y control progresivo y erradicación del gusano barrenador del Ganado Chochliomyia hominivorax*.

Andrade-Ochoa, S., Sánchez-Aldana, D., Chacón-Vargas, K. F., Rivera-Chavira, B. E., Sánchez-Torres, L. E., Camacho, A. D., Nogueda-Torres, B., & Nevárez-Moorillón, G. V. (2018). Oviposition Deterrent and Larvicidal and Pupaecidal Activity of Seven Essential Oils and their Major Components against Culex *quinquefasciatus* Say (Diptera: *Culicidae*): Synergism–antagonism Effects. *Insects*, *9*(1), 25. https://doi.org/10.3390/insects9010025

Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal & Aromatic Plants, 4*(3), 1-6. https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196

Beniaich, G., Zouirech, O., Allali, A., Bouslamti, M., Maliki, I., el Moussaoui, A., Chebaibi, M., Nafidi, H. A., bin Jardan, Y. A., Bourhia, M., & Taleb, M. (2023). Chemical Characterization, Antioxidant, Insecticidal and Anti-Cholinesterase Activity of Essential Oils Extracted from Cinnamomum verum *L. Separations*, 10(6), 348. https://doi.org/10.3390/separations10060348

Bowman, D. D. (2022). *Georgi. Parasitología para veterinarios*. Elsevier Health Science

Calle Orellana, D. C., & Mejía Cabrera, E. P. (2024). Extracción de cinamaldehído de la corteza de canela (Cinnamomum zeylanicum) por arrastre de vapor y método Soxhlet.

Chen, B.-J., Fu, C.-S., Li, G.-H., Wang, X.-N., Lou, H.-X., Ren, D.-M., & Shen, T. (2017). Cinnamaldehyde analogues as potential therapeutic agents. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, *17*(1), 33–43. https://doi.org/10.2174/1389557516666160121120744

Chen, H., Chaudhury, M. F., Sagel, A., Phillips, P. L., & Skoda, S. R. (2014). *Artificial diets used in mass production of the New World screwworm,Cochliomyia hominivorax. Journal of Applied Entomology, 138(9), 708–714.* doi:10.1111/jen.12112

Cutolo, A. A., Perier, N., Menz, I., Thyssen, P., Silva, F. O., & Beugnet, F. (2021). Efficacy of afoxolaner (NexGard®) on the treatment of myiasis caused by the New World screwworm fly Cochliomyia hominivorax (Diptera: Calliphoridae) in naturally infested dogs. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 24, 100569. https://doi.org/10.1016/J.VPRSR.2021.100569

Cutolo, A. A., Perier, N., Menz, I., Thyssen, P., Silva, F. O., & Beugnet, F. (2021). Efficacy of afoxolaner (NexGard®) on the treatment of myiasis caused by the New World screwworm fly Cochliomyia hominivorax (Diptera: Calliphoridae) in naturally infested dogs. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, *24*, 100569. https://doi.org/10.1016/J.VPRSR.2021.100569

Da Silva, B. C., Melo, D. R., Franco, C. T., Maturano, R., Fabri, R. L., & Daemon, E. (2020). *Evaluation of Eugenol and (E)-Cinnamaldehyde Insecticidal Activity Against Larvae and Pupae of Musca domestica (Diptera: Muscidae). Journal of Medical Entomology.* doi:10.1093/jme/tjz121

do Vale, T. L., Costa, A. R., Miranda, L. M., Silva, G. F., Silva, N. C. S., Lima, T. B., Chaves, D. P., Sager, H., Lasmar, P. V. F., & Costa–Junior, L. M. (2023). Efficacy of lotilaner against myiasis caused by Cochliomyia hominivorax (Diptera: Calliphoridae) in naturally infested dogs. *Parasites and Vectors*, 16(1), 1–5. https://doi.org/10.1186/S13071-023-05661-Z/FIGURES/2

do Vale, T. L., Costa, A. R., Miranda, L. M., Silva, G. F., Silva, N. C. S., Lima, T. B., Chaves, D. P., Sager, H., Lasmar, P. V. F., & Costa–Junior, L. M. (2023). Efficacy of lotilaner against myiasis caused by Cochliomyia hominivorax (Diptera: Calliphoridae) in naturally infested dogs. *Parasites and Vectors*, *16*(1), 1–5. https://doi.org/10.1186/S13071-023-05661-Z/FIGURES/2

Farag, S. M., Moustafa, M. A. M., Fónagy, A., Kamel, O. M. H. M., & Abdel-Haleem, D. R. (2024). Chemical composition of four essential oils and their adulticidal, repellence, and field oviposition deterrence activities against Culex pipiens L. (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, *123*(1), 110. https://doi.org/10.1007/s00436-024-08118-z

Finney, D. J. (1971). *Probit analysis* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Fuentes, J. C., Barbie, S. V., Anzardo, R. D. D., & Leyva, C. L. (2021). Miasis en lactante venezolano. *Correo Científico Médico*, *25*(1). https://revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/3595/1876

Gaur, S. K., & Kumar, K. (2021). Effect of the medicinal plant Withania somnifera on the development of a medico-veterinary pest Chrysomya megacephala (Diptera: Calliphoridae). *Invertebrate Reproduction & Development*, 65(3), 171–187. https://doi.org/10.1080/07924259.2021.1929519

Gomes, A. F. et al. (2023). *Biology and Management of the New World Screwworm*. Veterinary Parasitology, 318, 109-120.

Guerrero, F. D. et al. (2020). Plant essential oils against veterinary pests. Veterinary Parasitology, 283, 109178.

Jalali Sendi J, Ebadollahi A (2014) Biological activities of essential oils on insects. In Recent Progress in Medicinal Plants (RPMP): Essential Oils-II 37: 129–150

Jaqueline Seugling, Shirley Kuhnen, Giuliano Pereira de Barros, Maria Beatriz Velerinho, Letícia Mazzarino, & Patrizia Ana Bricarello. (2021). Development

of Baccharis dracunculifolia (Asteraceae) Essential Oil Nanoemulsion and Its Biological Activity on Pre-pupae of Cochliomyia hominivorax (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, *7*(6). https://doi.org/10.17265/2328-2150/2019.06.003

Kafle, L., Kayastha, S., Gurung, R., & Prajapati, R. (2025). Insecticidal properties of cinnamon oil and its bioactive compounds. Cinnamon: Production, Processing, and Functional Properties, 545–555. https://doi.org/10.1016/B978-0-443-21820-0.00032-5

Khater, H. F., & Geden, C. J. (2019). Efficacy and repellency of some essential oils and their blends against larval and adult house flies, Musca domestica L. (Diptera: Muscidae). *Journal of Vector Ecology*, *44*(2), 256–263. https://doi.org/10.1111/jvec.12357

Khater, H. F., Ali, A. M., Abouelella, G. A., Marawan, M. A., Govindarajan, M., Murugan, K., Abbas, R. Z., Vaz, N. P., & Benelli, G. (2018). Toxicity and growth inhibition potential of vetiver, cinnamon, and lavender essential oils and their blends against larvae of the sheep blowfly, Lucilia sericata. *International Journal of Dermatology*, *57*(4), 449–457. https://doi.org/10.1111/IJD.13828;WGROUP:STRING:PUBLICATION

Khater, H.F. (2013). Bioactivity of Essential Oils as Green Biopesticides : Recent Global Scenario.

Lopez, R & Rodríguez, L.M.(1997). Cochliomyia hominivorax Criterios para su identificación. *PROGRAMA PARA LA ERRADICACIÓN DEL GUSANO BARRENADOR DEL GANADO*, 10-13.

Maciá, A., Micieli, M. V., & Mulieri, P. R. (2023). Miasis. *Entomología Médica y Veterinnaria*, 173–189. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/156013

Mikhaiel, A. A., & Amin, M. (2013). Laboratory Assessment for the Efficacy of Some botanical oils to Prevent Animal Wound Myiasis by Flesh Fly *Chrysomya*

albiceps (Diptera: Calliphoridae). Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 6(1), 53–67.

Miño, G., Falconí, F., & Vinueza, R. (2005). Estudio Sobre la Presencia de Miasis (Gusaneras) en las Ganaderías del Ecuador.

Miranda Reyes, P. I., Martínez Ibañez, F., Lagunes-Quintanilla, R. E., Barrera Molina, A. I., Miranda Reyes, P. I., Martínez Ibañez, F., Lagunes-Quintanilla, R. E., & Barrera Molina, A. I. (2023). Efecto ixodicida de los extractos vegetales de Cinnamomum zeylanicum y Tagetes erecta sobre garrapatas Rhipicephalus microplus. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *14*(4), 905–914. https://doi.org/10.22319/RMCP.V14I4.6394

Miranda Reyes, Perla Iris, Martínez Ibañez, Francisco, Lagunes-Quintanilla, Rodolfo Esteban, & Barrera Molina, América Ivette. (2023). Efecto ixodicida de los extractos vegetales de Cinnamomum zeylanicum y Tagetes erecta sobre garrapatas Rhipicephalus microplus. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, *14*(4), 905-914. Epub 17 de noviembre de 2023.https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i4.6394

Moustafa, A. et al. (2023). Neurotoxic effects of cinnamaldehyde on stored-grain insects: Acetylcholinesterase inhibition and ion channel disruption. Pesticide Biochemistry and Physiology, 195, 105-114.

Núñez Jordán, J. I. (2022). *Evaluación de tres insecticidas naturales a base de aceites esenciales de: eucalipto, menta y canela para el control de hormigas en las colmenas de abejas de la empresa Ambamiel.* http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/18129

Nwanade, C. F., Wang, M., Wang, T., Zhang, X., Wang, C., Yu, Z., & Liu, J. (2021). Acaricidal activity of Cinnamomum cassia (Chinese cinnamon) against the tick Haemaphysalis longicornis is linked to its content of (E)-cinnamaldehyde. *Parasites and Vectors*, *14*(1), 330. https://doi.org/10.1186/s13071-021-04830-2

Ojeda-Ramírez, D., García-Carmona, G. V., Rivero-Pérez, N., Zaragoza-Bastida, A., Sosa-Gutiérrez, C. G., & Peláez-Acero, A. (2023). Extractos de plantas y sus constituyentes como alternativa de tratamiento contra la sarna en conejos: Revisión de literatura. *Boletín De Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, *9*(18), 5-11. https://doi.org/10.29057/icap.v9i18.9075

Orduña-Sumarán, A., Córdova-Vazquez, A., Gámez-Machado, A., Lizárraga-Otero, L., Ibarra-Zazueta, C., Orduña-Sumarán, A., Córdova-Vazquez, A., Gámez-Machado, A., Lizárraga-Otero, L., & Ibarra-Zazueta, C. (2022). Miasis cutánea por Cuterebra spp. en una liebre antílope (Lepus alleni) de Hermosillo, Sonora, México. *Abanico Veterinario*, *12*. https://doi.org/10.21929/ABAVET2022.10

Pang, Y. P. (2014). Insect Acetylcholinesterase as a Target for Effective and Environmentally Safe Insecticides. *Advances in Insect Physiology*, 46, 435–494. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417010-0.00006-9

Pham, T., & Quoc, L. P. T. (2023). Chemical Profile and Biological Activities of The Essential Oil of Cinnamon (Cinnamomum cassia (L.) J. Presl) Twigs and Leaves. *Tropical Journal of Natural Product Research*, *7*(11), 5226–5230. https://doi.org/10.26538/tjnpr/v7i11.29

Rabasqueira, V. (2021). Miasis canina. *Dialnet.Unirioja.Es*, *24*. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8230880.pdf

Rodríguez Molano, Carlos Eduardo, Niño Monroy, Laura Estefanía, & Pulido Suárez, Néstor Julián. (2022). Evaluación del efecto ixodicida de extractos botánicos sobre garrapata Rhipicephalus (Boophilus) microplus. *Ciencia en Desarrollo*, *13*(2), 1-9. Epub April 28, 2023.https://doi.org/10.19053/01217488.v13.n2.2022.14168

Rodriguez, G., Rojas, F., Alvarez, L., & Parra, A. (2011). Epidemiología y control de Cochliomyia hominivorax (Coquerel) gusano barrenador del ganado del nuevo mundo Primera edición. In: Q. Hector, J. Figueroa, F. Ibarra & M. Lopez (Eds),

Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos (pp. 403–416). Mexico.

Rodríguez-Hidalgo, R., Tapia-Chiriboga, A., Arciniegas, S., Vanwambeke, S. O., & Benítez-Ortiz, W. (2018). *Análisis epidemiológico del gusano belenador del Nuevo Mundo (Cochliomyia hominivorax) en Ecuador. Enfermedades transfronterizas y emergentes.* https://doi.org/10.1111/tbed.13113

Sharififard, M., Alizadeh, I., Jahanifard, E., Wang, C., & Azemi, M. E. (2018). Chemical Composition and Repellency of *Origanum vulgare* Essential Oil against *Cimex lectularius* under Laboratory Conditions. *Journal of arthropod-borne diseases*, *12*(4), 387–397.

Silva, F. et al. (2025). Chitin biosynthesis inhibition by cinnamaldehyde in fall armyworm: Molecular and ultrastructural analysis. Insect Science, 32(2), 567-579.

Silva, L. L. et al. (2022). Resistance mechanisms in Diptera. *Insect Biochemistry*, 38(4), 301–315.

Sivamaruthi, B. S., Kesika, P., Daungchana, N., Sisubalan, N., & Chaiyasut, C. (2024). Composition, Bioactivities, Microbiome, Safety Concerns, and Impact of Essential Oils on the Health Status of Domestic Animals. Applied Sciences (Switzerland), 14(16), 6882. https://doi.org/10.3390/APP14166882/S1

Souza, M. A., da Silva, L., Macêdo, M. J. F., Lacerda-Neto, L. J., dos Santos, M. A. C., Coutinho, H. D. M., & Cunha, F. A. B. (2019). Adulticide and repellent activity of essential oils against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) – A review. *South African Journal of Botany*, *124*, 160–165. https://doi.org/10.1016/J.SAJB.2019.05.007

Suarez Gamarra, A. D., & García Matallana, C. M. (2019). Evaluación del Efecto Insecticida del Extracto de Cinnamomum verum, sobre Adultos de la Especie Musca domestica en Condiciones de Laboratorio.

Sykes, J. E., Merkel, L., & Little, S. E. (2021). Myiasis. *Greene's Infectious Diseases of the Dog and Cat, Fifth Edition*, 1347–1358. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-50934-3.00108-7

Tanaka, Y., Uchi, H., & Furue, M. (2019). Antioxidant cinnamaldehyde attenuates UVB-induced photoaging. *Journal of Dermatological Science*, *96*(3), 151–158. https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2019.11.001

Villanueva-Pereira, T., Silva-Aguayo, G., Rodríguez, M., Concepción Rodríguez-Maciel, J., Cabrera-Barjas, G., Romero, A., & Oyarce, G. (2025). Contact, fumigant and repellent activities of essential oils of cinnamon, lemon, and peppermint against larvae and adults of Musca domestica L. *Chilean Journal of Agricultural Research,* 85(3), 318–329. https://doi.org/10.4067/s0718-58392025000300318

Wang, L., & Weller, C. L. (2006). Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. *Trends in Food Science & Technology, 17*(6), 300-312. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.12.004

Wu M, Xiong Y, Han R, Dong W, Xiao C (2020) Fumigant toxicity and oviposition deterrent activity of volatile constituents from Asari Radix et Rhizoma against Phthorimaea operculella (Lepidoptera: Gelechiidae). J Insect Sci 20:32

Yin, L., Dai, Y., Chen, H., He, X., Ouyang, P., Huang, X., Sun, X., Ai, Y., Lai, S., Zhu, L., & Xu, Z. (2022). Cinnamaldehyde Resist Salmonella Typhimurium Adhesion by Inhibiting Type I Fimbriae. *Molecules*, *27*(22), 7753. https://doi.org/10.3390/molecules27227753

Zhang, R. & Liu, Y. (2024). Metabolic disruption in Tribolium castaneum by plant aldehydes: ATP depletion and oxidative stress. Journal of Economic Entomology, 117(1), 89-98.

Zhou, Y., Cao, J., Wang, Y., Battsetseg, B., Battur, B., Zhang, H., & Zhou, J. (2023). Repellent effects of Chinese cinnamon oil on nymphal ticks of Haemaphysalis

longicornis, Rhipicephalus haemaphysaloides, and Hyalomma asiaticum. *Experimental and Applied Acarology*, *91*(3), 497–507. https://doi.org/10.1007/s10493-023-00855-7

Anexos

Anexo 1.

Registro de datos del efecto del aceite esencial de C. zeylanicum contra C. hominivorax en 210 minutos de exposición.

Dosis (%)	Rep.	Lar/trat	30 min.	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min	210 min	Total, larvas muertas
0	1	25	0	0	0	0	1	1	1	1
0	2	25	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3	25	0	0	0	0	0	0	0	0
0	4	25	0	0	0	0	0	0	0	0
0	5	25	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	25	0	0	0	1	3	4	4	4
1	2	25	0	0	0	1	1	2	3	3
1	3	25	0	0	0	0	1	2	3	3
1	4	25	0	0	0	1	3	4	4	4
1	5	25	0	0	0	1	2	5	5	5
2	1	25	0	0	0	1	4	7	9	9
2	2	25	0	0	1	2	5	6	8	8
2	3	25	0	0	1	2	5	7	9	9
2	4	25	0	0	0	0	4	6	9	9
2	5	25	0	0	2	3	5	7	8	8
4	1	25	0	0	1	5	10	13	17	17
4	2	25	1	2	3	4	7	15	18	18
4	3	25	0	1	2	3	5	13	18	18
4	4	25	1	1	2	3	6	13	17	17
4	5	25	0	0	0	1	3	14	17	17
8	1	25	1	3	5	8	15	18	22	22
8	2	25	1	2	4	6	13	15	18	18
8	3	25	1	2	4	7	13	16	20	20
8	4	25	0	1	2	5	9	15	20	20
8	5	25	1	2	3	5	13	17	20	20

Anexo 2.

Tabulación de datos de mortalidad larval

Tratamiento	Dosis	Repetición	Larvas/trat.	Larvas muertas	Mortalidad (%)
0	0	1	25	1	4
0	0	2	25	0	0
0	0	3	25	0	0
0	0	4	25	0	0
0	0	5	25	0	0
1	1	1	25	4	16
1	1	2	25	3	12
1	1	3	25	3	12
1	1	4	25	4	16
1	1	5	25	5	20
2	2	1	25	9	36
2	2	2	25	8	32
2	2	3	25	9	36
2	2	4	25	9	36
2	2	5	25	8	32
3	4	1	25	17	68
3	4	2	25	18	72
3	4	3	25	18	72
3	4	4	25	17	68
3	4	5	25	17	68
4	8	1	25	22	88
4	8	2	25	18	72
4	8	3	25	20	80
4	8	4	25	20	80
4	8	5	25	20	80

Anexo 3.

Análisis estadístico de la mortalidad. Prueba ANOVA, nivel de confianza 95%.

One-Way AOV for Mortalida by Tratamien

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	4	23296,0	5824,00	520,00	0,0000
Error	20	224,0	11,20		
Total	24	23520,0			

Grand Mean 40,000 CV 8,37

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	1,73	0,1831
O'Brien's Test	1,27	0,3145
Brown and Forsythe Test	0,57	0,6907

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Tratamien	4,0	721,17	0,0000
Error	9,8		

Component of variance for between groups 1162,56
Effective cell size 5,0

Tratamien	Mean
0	0,800
1	15,200
2	34,400
4	69,600
8	80,000

Observations per Mean 5
Standard Error of a Mean 1,4967
Std Error (Diff of 2 Means) 2,1166

Anexo 4.

Análisis estadístico de la mortalidad. Prueba Tukey con un nivel de confianza del 95%

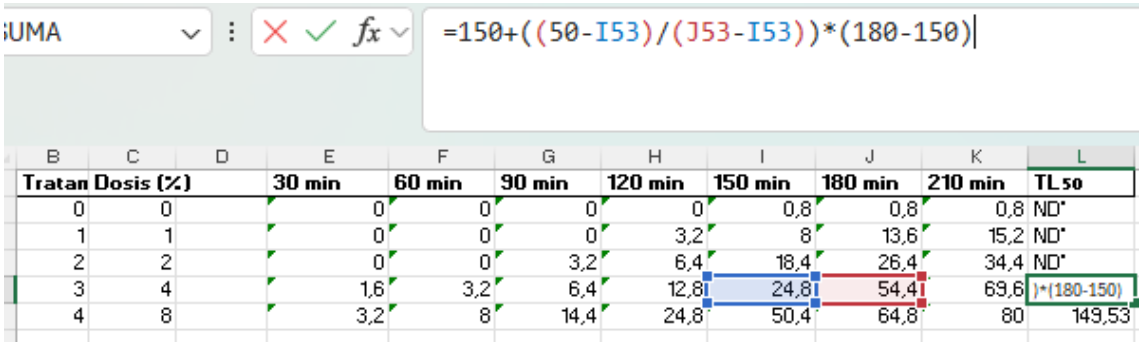
```
Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Mortalida by Tratamien

Tratamien     Mean  Homogeneous Groups
        8  80,000  A
        4  69,600   B
        2  34,400    C
        1  15,200     D
        0  0,8000      E

Alpha              0,05     Standard Error for Comparison  2,1166
Critical Q Value   4,232    Critical Value for Comparison  6,3340
All 5 means are significantly different from one another.
```

Anexo 5.

Cálculo por fórmula de interpolación del TL50 de T3 y T4



B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Tratan	Dosis (%)		30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min	210 min	TL50
0	0		0	0	0	0	0,8	0,8	0,8	ND*
1	1		0	0	0	3,2	8	13,6	15,2	ND*
2	2		0	0	3,2	6,4	18,4	26,4	34,4	ND*
3	4		1,6	3,2	6,4	12,8	24,8	54,4	69,6	)*(180-150)
4	8		3,2	8	14,4	24,8	50,4	64,8	80	149,53

Anexo 6.

Aplicación de corrección de la mortalidad por fórmula de Abbot ajustada, para el análisis Probbit

T	Dosis (%)	Vivos	Muertos	Vivos acumulados	Muertos acumulados	Total, acumulados	Muertos (%)	Vivos (%)
1	1	107	18	255	18	273	6,59	93,41
2	2	83	42	148	60	208	28,85	71,15
3	4	39	86	65	146	211	69,19	30,81
4	8	26	99	26	245	271	90,41	9,59

Anexo 7.

Análisis Probbit aplicado con un índice de confianza al 99%

Análisis de Probit: Muertos; Larvas expuestas vs. Dosis(%)

```
Distribución:   Lognormal


Información de respuesta

Variable          Valor       Conteo
Muertos           Evento         245
                  Sin evento     255
Larvas expuestas  Total          500

Método de cálculo: Máxima verosimilitud


Tabla de regresión

                          Error
Variable       Coef    estándar      Z      P
Constante  -1,02429    0,109077  -9,39  0,000
Dosis(%)   0,950108   0,0847562  11,21  0,000
Natural
Respuesta         0

Log-verosimilitud = -274,997
```

Pruebas de bondad del ajuste

Método	Chi-cuadrada	GL	P
Pearson	4,35089	2	0,114
Desviación	4,37072	2	0,112

Distribución de tolerancia

Cálculos del parámetro

		Error	IC normal de 99,0%	
Parámetro	Estimado	estándar	Inferior	Superior
Ubicación	1,07808	0,0648658	0,910997	1,24516
Escala	1,05251	0,0938913	0,836439	1,32440

Anexo 8.

Análisis Probbit, tabla de probabilidades de la dosis letal (DL%)

Tabla de percentiles

			IC fiducial de 99,0%	
Porcentaje	Percentil	Error estándar	Inferior	Superior
1	0,253998	0,0575229	0,119966	0,410046
2	0,338404	0,0683846	0,173574	0,519407
3	0,405969	0,0758239	0,219321	0,603727
4	0,465549	0,0816423	0,261447	0,676259
5	0,520405	0,0864789	0,301546	0,741803
6	0,572160	0,0906434	0,340423	0,802720
7	0,621756	0,0943127	0,378553	0,860375
8	0,669801	0,0975986	0,416242	0,915637
9	0,716713	0,100577	0,453707	0,969103
10	0,762793	0,103302	0,491104	1,02121
20	1,21199	0,122553	0,879684	1,51552
30	1,69239	0,136343	1,32442	2,03720
40	2,25112	0,154411	1,85037	2,66324
50	2,93903	0,190643	2,47762	3,49264
60	3,83715	0,267000	3,24028	4,68951
70	5,10397	0,420059	4,22734	6,56526
80	7,12704	0,736505	5,67509	9,89726
90	11,3240	1,56222	8,41529	17,7428
91	12,0521	1,72209	8,86714	19,2065
92	12,8962	1,91242	9,38432	20,9366
93	13,8928	2,14354	9,98645	23,0225
94	15,0970	2,43139	10,7031	25,6027
95	16,5984	2,80226	11,5813	28,9054
96	18,5542	3,30344	12,7030	33,3407
97	21,2772	4,03142	14,2282	39,7471
98	25,5254	5,22773	16,5369	50,2263
99	34,0078	7,79546	20,9457	72,6763

Anexo 9

Costo tratamiento Experimental con aceite escencial de corteza de canela.

N	Producto	PV	Presentación (ml)	Precio/mL	mL Adm	Subtotal
1	Corteza de canela	281,00	30	13,37	4	53,47
2	Extracción del aceite esencial de canela	120,00				
3	Envase atomizador	1,00				1,00
4	Acetona 50%	35,00	500	0,07	50	3,50
5	Total	437,00				57,97

Anexo 10

Costo tratamiento convencional, extracción manual y limpieza con solución de clorhexidina

N	Producto	PV	Presentación (ml)	Precio/ml	dosis Adm	Subtotal
1	Dexmedetomidina	20,00	20	1,00	0,4	0,40
2	Butorfanol	54,49	10	5,45	2	0,90
3	Cloruro de sodio	3,50	1000	0,00	1000	3,50
4	Amoxicilina + ácido clavulánico	19,39	100	0,19	3	0,58
5	Meloxicam	4,20	10	0,42	3,99	1,68
6	Insumos	4,20				4,20
					Total	23,98

Anexo 11.

Costos del tratamiento con Lotilaner

N	Producto	PV ($)	Presentación (ml)	Precio/ml	dosis Adm	Subtotal
1	Ketamina	35,00	50	0,70	4,4	3,08
2	Xilacina	16,00	20	0,80	0,25	0,20
3	Cloruro de sodio	3,50	1000	0,00	1000	3,50
4	Penicilina	19,39	100	0,19	3	0,58
5	Meloxicam	4,20	10	0,42	3,99	1,68
6	Lotilaner	44,89				44,89
7	Insumos	4,20				4,20
					Total	55,05

Anexo 12.

Costo del producto con aceite esencial Comercial

Ítem	Precio	Presentación	PV/mL	mL usado	Subtotal
Aceite esencial comercial	51,25	30	1,70	4	6,83
Acetona 50%	35,00	500	0,07	50	3,50
Envase					$1,50
Total					13,60

Anexo 13.

Recepción y pesaje de la canela





Anexo 14.

Proceso de hidrodestilación para la obtención del aceite esencial



Anexo 15.

Decantación para separación del aceite esencial de canela del hidrolato.



Anexo 16.

Cuantificación de cinamaldehído del aceite esencial de C. zeylanicum

ANALYTICAL LABORATORIES
TESTING & CONSULTING

INFORME DE RESULTADOS
IDR 39824-2025

Fecha: 17 de junio del 2025

DATOS DEL CLIENTE			
Nombre	RUEDA PAUKER CRISLEY LAURAZOE		
Dirección	Ambato, Calle Río Machángara y Av. Julio cesar cañar		
Teléfono	0996506098		
Contacto	-		
DATOS DE LA MUESTRA			
Tipo de muestra	Aceite esencial de canela	Cantidad	Aprox. 10 mL
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	**N/A**
Presentación	Frasco de vidrio ámbar	Fecha de recepción	11 de junio del 2025
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha colecta de muestra	N/A

CONDICIONES DEL ANALISIS			
Temperatura (°C)	24.9	Humedad (%)	40.7
Fecha de Inicio de Análisis		12 de junio del 2025	
Fecha de Finalización del análisis		12 de junio del 2025	

RESULTADOS

CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	**PARAMETROS**	METODO	**RESULTADOS**	Unidad	Límite de cuantificación
Aceite esencial de canela	UBA-39824-1	Cinamaldehido	Grusale et. al. 2010 **(Cromatografía)**	**7.30**	%	-

Observaciones:

1. Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.
2. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica
3. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.
4. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.

Anexo 17.

Cuantificación de cinamaldehído de aceite esencial de canela de origen comercial

SKU	210
LOT #	15
MANUFACTURING DATE	November 2019
RETEST	November 2022

	SPECIFICATIONS (Range)	
SPECIFIC GRAVITY @20˚C	0.97 – 1.05	1.008
REFRACTIVE INDEX 20˚C	1.5 – 1.6	1.578
OPTICAL ROTATION @20˚C	-2˚00 to +2˚00	*na*

PHYSICAL APPEARANCE	Transparent Liquid	*Conforms*
COLOR	Yellowish green to brownish	*Conforms*
ODOR	Powerful, warm, dry, spicy-sweet	*Conforms*
SOLUBILITY	Soluble in alcohol and fixed oils	
SPECIAL USE INSTRUCTIONS	Dilute before use	

PRIMARY CONSTITUENTS	Cinnamic aldehyde, Cinnamyl acetate, Beta caryophyllene

Components	**Range %**	**%**		**Components**	**Range %**	**%**
CINNAMIC ALDEHYDE	70-83	*na*		EUGENOL*	<15	*na*
CINNAMYL ACETATE	<8	*na*		BETA-CARYOPHYLLENE	1-5	*na*
** EU Allergen [65]= Prop 65*						

COMMENTS	Odor quality is excellent.

This Essential Oil is a 100% pure and natural product. It does not contain any artificial ingredients or adulteration of any kind to the best of our knowledge. The analysis and statements herein constitute the most complete information available to Eden Botanicals. This product is guaranteed by Eden Botanicals to be of excellent quality.

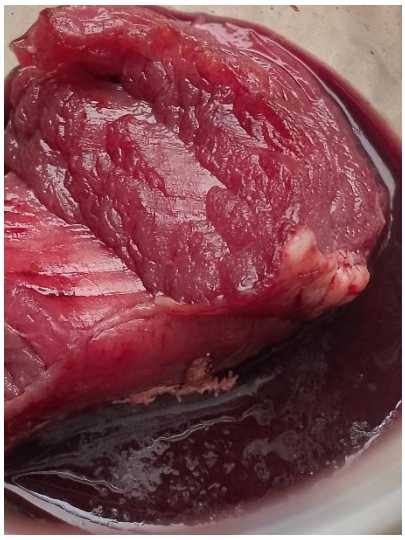
Anexo 18.

Creación del bioterio



Anexo 19.

Cultivo de larvas de C. hominivorax



Anexo 20.

Elaboración de dietas para larvas de C. hominivorax



Anexo 21.

Extracción de las larvas L3 del bioterio para su identificación.



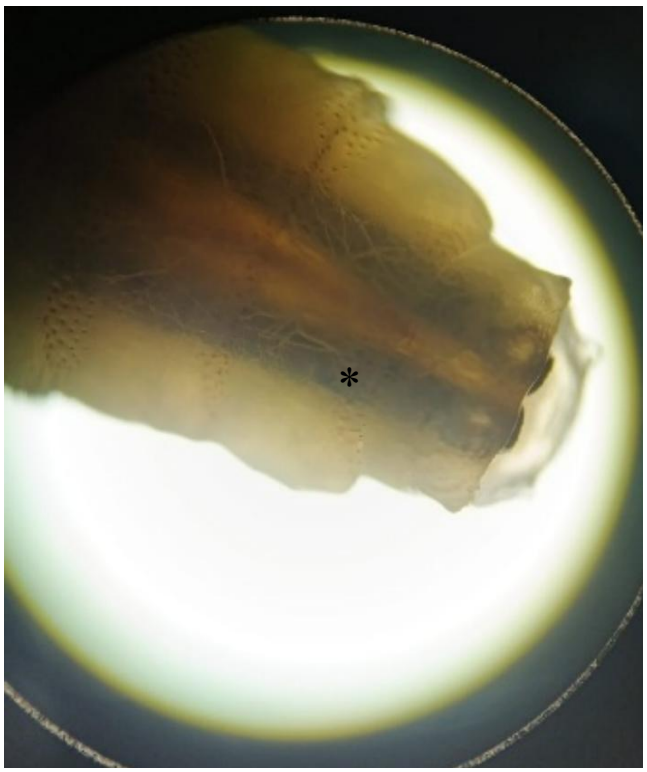
Anexo 22.

Identificación microscópica (x40) de larvas en estadio L3. Espiráculo con 3 hendiduras internas rectas de forma ovalada (*).



Anexo 23.

Identificación microscópica (x40) de larvas L3 de C. hominivorax. Presencia de troncos principales traqueales pigmentados (*) hasta el décimo o noveno segmento



Anexo 24.

Identificación microscópica (x40) de larvas L3 de C. hominivorax. Espiraculo anterior (*)con prolongaciones entre 7 a 9 en forma de dedos



Anexo 25.

Preparación de los tratamientos con diferentes concentraciones de aceite esencial de C. zeylanicum



Anexo 26.

Aplicación de los tratamientos y contabilización de las larvas muertas

