



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TESIS DE LICENCIATURA

ACTIVIDAD ANTIHELMÍNTICA DE *Lavandula dentata* SOBRE UNA CEPA
MONOESPECÍFICA DE *Haemonchus contortus*

Para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista

PRESENTA

María Yatzel Castelán Hernández

Directora

Dra. Nallely Rivero Perez

Coodirector

Dr. Adrian Zaragoza Bastida

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo, México



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TESIS DE LICENCIATURA

ACTIVIDAD ANTIHELMÍNTICA DE *Lavandula dentata* SOBRE UNA CEPA
MONOESPECÍFICA DE *Haemonchus contortus*

Para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista

PRESENTA

María Yatzel Castelán Hernández

Directora

Dra. Nallely Rivero Perez

Codirector

Dr. Adrian Zaragoza Bastida

Asesores

Dra. Rosa Isabel Higuera Piedrahita

M en C. Héctor Alejandro de la Cruz Cruz

Dr. Agustín Olmedo Juárez

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo, México






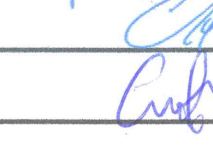


Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
 Instituto de Ciencias Agropecuarias
 Institute of Agricultural Sciences
 Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia
 Academic Area of Veterinary Medicine and Zootecnicns

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, a 24 de marzo de 2026
Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado
 Directora de Administración Escolar de la UAEH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado a la pasante de la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia **María Yatzel Castelán Hernández**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado **“ACTIVIDAD ANTIHELMÍNTICA DE *Lavandula dentata* SOBRE UNA CEPA MONOESPECÍFICA DE *Haemonchus contortus*”**, que después de revisarlo en reunión de sinodales, ha decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del jurado:

PRESIDENTE	Dr. Adrian Zaragoza Bastida	
SECRETARIO	Dr. Agustin Olmedo Juárez	
VOCAL 1	Dra. Nallely Rivero Perez	
VOCAL 2	Dra. Rosa Isabel Higuera Piedrahita	
VOCAL 3	M en C. Héctor Alejandro de la Cruz Cruz	
SUPLENTE 1	Dra. Carolina Guadalupe Sosa Gutierrez	

Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

Atentamente
 “Amor, Orden y Progreso”

Dra. Maricela Ayala Martínez
 Coordinadora de Programa Educativo de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

“Amor, Orden y Progreso”



Av. Universidad No. 133, Col. San Miguel Huatengo, Santiago Tulantepec. C.P. 43775. Hidalgo, Mexico.
 Teléfono: 7717172000 Ext. 42105
 alfonso_munoz@uaeh.edu.mx

uaeh.edu.mx

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y al Instituto de Ciencias Agropecuarias por permitir mi formación como Médico Veterinario Zootecnista.

A la Dra. Nallely por ser una guía clave en este camino, por aceptarme en su equipo de trabajo, por inspirarme e instruirme de la mejor manera.

Al Dr. Adrian por su contribución en este trabajo y por su ayuda en cada proyecto desde que entre al equipo.

A Daniel Melo por ser un gran amigo, por apoyarme en este proyecto, por hacerme ver las cosas bellas que la investigación le aporta al mundo y por ser una inspiración para mi dentro de este gremio.

A los docentes que dentro del instituto que fueron parte de mi formación profesional pero principalmente a aquellos que saben enseñar con amor a la vida y a la veterinaria.

Dedicatoria

A Dios que siempre está presente en mi vida dándome la fuerza y la voluntad de seguir adelante.

A San Roque que es mi divinidad predilecta en mi profesión de médico veterinario.

A mis padres por todo el amor, la fuerza de vida y la libertad que me dan para construir mi propio camino.

A mis hermanas por ser una motivación para culminar mis estudios profesionales, por ser parte de mi vida y mi transformación constante.

A todas las mascotas que fueron parte de mi vida: Doogal, Peluchin, Dama, Chocolate, Negro, Guantes, Minikikis, Tigre, Coco, Pugito, Apolita, Ardillito, Valentin Balenciaga, Goldie, Añañin, Zeus, Rocky, Negranieves y Domelipon, todos ellos fueron el motivo más importante por el cual decidí estudiar y culminar mi carrera.

A todos mis amigos y colegas veterinarios por todo el amor con el que realizan su trabajo, por no dejarse corromper y por cada día ir forjando el camino para dejar la veterinaria en alto.

A Mar por haber sido apoyo y motivación constante en mi vida.

ÍNDICE

I.	Glosario	I
II.	Listado de figuras y cuadros	II
III.	RESUMEN	III
IV.	ABSTRACT	IV
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1	Historia	2
2.2	Producción de ovinos a nivel mundial	3
2.3	Producción de ovinos en México	3
2.4	Producción de ovinos en Hidalgo	4
2.5	Nematodos gastrointestinales en ovinos	5
2.5.1	<i>Ostertagia spp / Teladorsagia spp.</i>	5
2.5.2	<i>Trichostrongylus spp.</i>	6
2.5.3	<i>Cooperia spp.</i>	7
2.5.4	<i>Nematodirus spp.</i>	7
2.5.5	<i>Oesophagostomum spp.</i>	8
2.5.6	<i>Bunostomum spp.</i>	9
2.5.7	<i>Trichuris spp.</i>	9
2.6	<i>Haemonchus contortus</i>	10
2.6.1	Taxonomía	10
2.6.2	Morfología	11
2.6.3	Ciclo biológico	11
2.6.4	Signos y lesiones	12
2.7	Tratamientos convencionales	13
2.7.1	Benzimidazoles	13
2.7.2	Imidazoles	14
2.7.3	Lactonas macrocíclicas	14
2.7.4	Resistencia a tratamientos convencionales	15
2.8.1	Manejo de pastoreos	16
2.8.2	Hongos nematófagos	17

2.8.3 Agujas de óxido de cobre	18
2.9 Fitofármacos	18
2.10 <i>Lavandula dentata</i>	22
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
4. JUSTIFICACIÓN	26
5. HIPÓTESIS	27
6. OBJETIVOS	28
6.1 General	28
6.2 Específicos	28
7. MATERIALES Y MÉTODOS	29
7.1 Colecta del material vegetal	29
7.2 Obtención del aceite esencial	29
7.3 Obtención de las muestras	30
7.4 Recuperación de huevos de <i>H. contortus</i>	30
7.5 Determinación de la inhibición de la eclosión de huevos	31
7.6 Recuperación de larvas de <i>H. contortus</i>	31
7.7 Determinación de la mortalidad larvaria	32
7.8 Análisis estadístico	33
8. RESULTADOS	34
8.1 Inhibición de la eclosión de huevos	34
8.2 Mortalidad larvaria	36
9. DISCUSIÓN	39
10. CONCLUSIÓN	41
11. REFERENCIAS	42
12. Anexos	50
12.2 Participación en eventos académicos	50

I. Glosario

AE	Aceite esencial
NGI	Nematodos gastrointestinales
%IEH	Porcentaje de inhibición de la eclosión de huevos
%ML	Porcentaje de mortalidad larvaria
CL	Concentración letal
CE	Concentración efectiva

II. Listado de figuras y cuadros

Figura 1. Larvas de <i>Haemonchus contortus</i>	11
Figura 2. Ciclo biológico de <i>Haemonchus contortus</i>	12
Figura 3. Identificación de <i>Lavandula dentata</i> L.	22
Figura 4. <i>Lavandula dentata</i>	29
Figura 5. Secado de la planta	30
Figura 6. Alambique para la extracción del AE	30
Figura 7. Tamices para el lavado de huevos	31
Figura 8. Técnica de Baermann	31
Figura 9. Montaje de la placa	33
Figura 10. Concentraciones efectivas 50 y 90 requeridas para IEH	36
Figura 11. Concentraciones efectivas 50 y 90 requeridas para ML	38
Cuadro 1. Porcentaje de inhibición de la eclosión de huevos (%IEH) de <i>H. contortus</i> de ovino expuestos al aceite esencial de <i>Lavandula dentata</i>	35
Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad larvaria de <i>H. contortus</i> de ovino expuestos al aceite esencial de <i>Lavandula dentata</i>	37

III. RESUMEN

Los problemas gastrointestinales causados por nematodos son los más habituales en los pequeños rumiantes como los ovinos y caprinos. *Haemonchus contortus* es uno de los principales nematodos presentes en las unidades de producción ovina; puede causar desde disminución de la producción, deshidratación y diarrea hasta mucosas pálidas. *H. contortus* es uno de los principales nematodos presentes en las unidades de producción ovina. Puede causar desde disminución de la producción, deshidratación y diarrea, hasta mucosas pálidas y graves cuadros de anemia que pueden llevar al individuo a la muerte. El control de parásitos gastrointestinales se ha centrado en la aplicación de antihelmínticos, a los cuales los nematodos en la actualidad han mostrado su capacidad de resistir. Para minimizar los inconvenientes ocasionados por las infecciones gastrointestinales y la resistencia a fármacos antihelmínticos en el presente estudio se evaluó la potencial actividad antihelmíntica del aceite esencial (AE) de *Lavandula dentata* sobre el nematodo *H. contortus*. Se realizaron bioensayos en los que se evaluó el aceite esencial de *L. dentata* en diferentes concentraciones (0.05 al 10%) para determinar el porcentaje de inhibición de la eclosión de huevos (%IEH) y el porcentaje de mortalidad larvaria (%ML). Se observó que del 99% al 100% de IEH con concentraciones del 2.5% al 10% respectivamente. Mientras que las concentraciones efectivas (CE)50 y CE90 fueron 0.03% y 0.29%, respectivamente. Por otro lado, en el ensayo de mortalidad larvaria se observó una eficacia del 99.36 y 87.99% con el 10% y el 5% de aceite, respectivamente, con una concentración letal (CL)50 de 0.95% y una CL90 de 7.10%. Por lo tanto, se concluye que el aceite esencial de *Lavandula dentata* podría ser una alternativa para el control y/o tratamiento de infecciones por *Haemonchus contortus* en unidades de producción ovina.

Palabras clave: Ovinos, *Haemonchus contortus*, *Lavandula dentata*, actividad antihelmíntica

IV. ABSTRACT

Gastrointestinal nematode infections are most common in small ruminants such as sheep and goats. *Haemonchus contortus* is the main nematode present in sheep production units. Causing a range of symptoms, from decreased production, dehydration, diarrhea, pallor of the mucous membranes, and severe anemia that can lead to death. Control of gastrointestinal parasites has focused on the application of anthelmintics, to which nematodes have shown resistance. To minimize the problems caused by gastrointestinal infections and anthelmintic drug resistance, this study evaluated the potential anthelmintic activity of *Lavandula dentata* essential oil (EO) against the nematode *H. contortus*. Bioassays were performed to evaluate *L. dentata* essential oil at concentrations ranging from 10% to 0.05% to determine egg hatching inhibition (% EHI) and larval mortality (% LM). Hatching inhibition ranged from 100% to 99% with essential oil, from 10% to 2.5% with the effective concentrations (EC50 and EC90), and from 10% to 2.5% with the control. The effective concentrations (EC50 and EC90) were estimated at 0.03% and 0.29%, respectively. In the larval mortality assay, mortality rates of 99.36% and 87.99% were observed with 10% and 5%, respectively, with a lethal concentration (LC50) of 0.95 and an LC90 of 7.10%. Therefore, it is concluded that *L. dentata* essential oil may be an alternative for the control and/or treatment of *H. contortus* infections in sheep farms.

Keywords: Sheep, *Haemonchus contortus*, *Lavandula dentata*, anthelmintic activity

1. INTRODUCCIÓN

Las infecciones gastrointestinales causadas por parásitos, principalmente por nematodos, han sido uno de los mayores problemas que enfrentan los ovinocultores, especialmente en sistemas extensivos y de traspatio. Aunque en el mercado existe una gran variedad de fármacos formulados para tratar y prevenir las infecciones por nematodos, su uso indiscriminado y la falta de conocimiento sobre la desparasitación selectiva han llevado a la resistencia a varios fármacos antihelmínticos que en su momento eran efectivos (Guerrero, 2018). Los nematodos en ovinos son responsables de reducir la ganancia de peso hasta en un 24% y causantes del 50% de la mortalidad; la falta de dosificación correcta ha llevado a un aumento de la resistencia a varios grupos de antiparasitarios, como imidazotiazoles, benzimidazoles y lactonas macrocíclicas (Anziani, 2015; Rojo et al., 2019), razón por la cual es imperante buscar nuevas alternativas de tratamiento de las infecciones parasitarias. Los productos obtenidos a partir de plantas como *Lavandula dentata* pueden ser una de estas alternativas, esta tiene como principales compuestos el 1,8-cineol (eucaliptol), alcanfor y fenchona (Wagner et al., 2021); se ha reportado que los aceites esenciales de *Lavandula* sp. pueden presentar actividad contra varios microorganismos patógenos como *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus fasciens*, *Candida* sp., *Escherichia coli*, y *Aspergillus niger*, y sobre algunos géneros parasitarios como *Giardia duodenalis*, *Trichomonas vaginalis*, *Hexamita inflata*, *Trypanosoma brucei* y *Trypanosoma cruzi*, además de poseer efectos antiinflamatorios, anticancerígenos, ansiolíticos y antioxidantes (Bouazama et al., 2017; Smigielski et al., 2018; El-Akhal et al., 2021). Por lo que el objetivo del presente estudio fue, determinar el potencial antihelmíntico del aceite esencial de *Lavandula dentata* sobre *Haemonchus contortus* in vitro.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Historia

Los ovinos y los caprinos fueron los primeros animales domesticados por los humanos, lo cual se dio hace más de 11,000 años durante la revolución neolítica en la región conocida como el creciente fértil, que incluye áreas del Mediterráneo, Mesopotamia y Persia, y abarca lo que hoy son Israel, Jordania, Líbano, Palestina, Siria, Irak, Kuwait, el sureste de Turquía y el noreste de Egipto. Los factores esenciales para la domesticación de estas dos especies fueron su capacidad para adaptarse a la vida en confinamiento, su proximidad con los humanos y su resistencia a climas severos. Con su carne se mejoraron las técnicas de conservación ya empleadas. Al principio se consumía asada, cortada en trozos grandes y colocada directamente sobre las brasas, lo que nos ha dejado como vestigio el somarro (carne salada preparada a las brasas), que, aunque poco conocido hoy, era una interesante forma de conservar la carne, ya que, al deshidratarse, podía mantenerse por largos períodos (Yubero, 2016; Miranda, 2022).

Con el establecimiento de rebaños de ovinos y caprinos, la práctica de ordeñar se convirtió en una técnica zootécnica ancestral. Surgieron nuevas técnicas para la preservación de la leche, lo que permitió la creación de los primeros quesos, mantequillas y cultivos lácticos. Se hizo un uso integral de los animales, aprovechando los excrementos como fertilizantes, las pieles y la lana para vestir, así como diversas aplicaciones de la lana para vestir, así como diversas aplicaciones de huesos, cuernos y vísceras. Los ovinos también han obtenido un valor cultural, ya que están ligados a religiones como la judía, la cristiana y la musulmana, en las cuales se mencionan recurrentemente el cordero de Dios, el cordero pascual y las puertas marcadas con sangre de cordero, todas con significados parecidos: proteger a los primogénitos de la ira del diablo. Durante los primeros años de la historia de la humanidad, los ovinos fueron la principal especie consumida, debido a su facilidad de sacrificio, su tamaño y su múltiple

utilidad; a lo largo del tiempo, la crianza y tenencia de pequeños rumiantes adquirieron un significado más importante como símbolo de estatus, como medio de acumulación de riqueza y como estrategia para la ocupación de territorios (Yubero, 2016; Miranda, 2022).

2.2 Producción de ovinos a nivel mundial

A nivel global, la ovinocultura ha sido importante para varios países en desarrollo. En el 2021, la producción mundial fue de 10 millones de toneladas, lo que representó el valor más alto registrado en la última década. Los principales países productores de ganado ovino en el mundo son China, India, Australia, y Turquía. En América latina, los principales países productores de ovinos son Argentina, Brasil, Perú y México (FAO, 2022).

2.3 Producción de ovinos en México

A finales del siglo XV, Colón escribió una carta a los Reyes solicitando el envío de ganado de varias especies a los nuevos territorios, tanto para trabajo como para cría; solicitó "carneros vivos, corderos y corderas, siendo más las hembras que los machos", petición que fue aceptada por la corona, y así fue como se introdujo el ganado ovino a México; al principio solo llevaban sistemas de producción del tipo extensivo y se distribuían del centro al norte del país; se tiene registrado que había una mayor producción antes de la implementación del modelo neoliberal, lo cual está relacionado con la aplicación artículo 27 constitucional donde se establece la privatización de las tierras de uso colectivo, hecho que disminuyó el recurso natural del que disponían los productores (Vázquez-García, 2015; Yubero, 2016).

En el 2024 México registró una producción de ganado ovino en pie de 133,902 toneladas, las entidades federativas con la mayor producción fueron Estado de México (18,489 toneladas), Hidalgo (13,730 toneladas), Veracruz (11,942 toneladas), Jalisco (10,378 toneladas) y Puebla (8,657 toneladas), los cuales tienen una tradición gastronómica donde utilizan la carne de ovino para la elaboración de la barbacoa, un platillo típico en el que la carne es cocida en su propio jugo o al vapor; para tal fin, cuentan con razas especializadas en producción de carne o doble propósito como Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Corriedale, aunque la mayoría producciones ganaderas siguen siendo de animales criollos, descendientes de las razas españolas como lacha, churra y manchega. En cuanto a la producción de lana, las principales razas que llegan a ocuparse son Debouillet, Merino australiano y Lincoln; en el 2024 se alcanzó una producción de 3,831 toneladas, siendo los principales productores el Estado de Hidalgo (1,530 toneladas), Zacatecas (577 toneladas) y Estado de México (436 toneladas) (Cerón *et al.*, 2022; SIAP, 2024)

Actualmente la producción ovina se practica en todo México y el consumo per cápita de la carne es de 1000 gramos por habitante al año; desafortunadamente la producción de carne ovina en México no logra satisfacer la demanda interna, por lo que se importa el 60% del consumo nacional, principalmente de Australia (61%), Nueva Zelanda (23%), Estados Unidos (1%), y Chile (4%), por otro lado la producción de lana también es insuficiente para cubrir las necesidades del país, requiriendo importar un 60% del consumo nacional, principalmente de Australia (44%), Argentina (28%), y Estados Unidos (14%); una de las principales razones por las que no se logra satisfacer la demanda interna, es la baja eficiencia productiva de los rebaños, ya que de 6.4 millones de animales, solo el 32% se destina al consumo (Cerón *et al.*, 2022; ICAMEX, 2024)

2.4 Producción de ovinos en Hidalgo

En el estado de Hidalgo la ovinocultura es una actividad de gran importancia principalmente por la barbacoa, el cual es un platillo que da identidad y cultura al estado; en 2024 Hidalgo obtuvo una producción de 13,730 toneladas de ganado ovino en pie, los principales municipios productores fueron Ixmiquilpan (1,041 toneladas), Singuilucan (874 toneladas), y Tezontepec de Aldama (411 toneladas); por otro lado en el mismo año la producción de lana de ovino generó 1,530 toneladas, los principales municipios productores fueron Ixmiquilpan (140 toneladas) y Singuilucan (97 toneladas) (Cerón *et al.*, 2022; SIAP, 2024).

2.5 Nematodos gastrointestinales en ovinos

Los parásitos son organismos que viven a expensas de otros. Crean una asociación en la que la dependencia del parásito respecto al huésped es metabólica: se nutren del hospedador sin destruirlo. Las enfermedades parasitarias se manifiestan con síntomas como diarrea, pérdida de peso y fiebre. Crean una asociación en la que la dependencia del parásito respecto al huésped es metabólica: se nutren del hospedador sin destruirlo. Las enfermedades parasitarias se manifiestan con síntomas como diarrea, pérdida de peso y fiebre. Crean una asociación en la que la dependencia del parásito respecto al huésped es metabólica: se nutren del hospedador sin destruirlo. Las enfermedades parasitarias se manifiestan con síntomas como diarrea, pérdida de peso y fiebre. Crean una asociación en la que la dependencia del parásito respecto al huésped es metabólica: se nutren del hospedador sin destruirlo. Las enfermedades parasitarias se manifiestan con síntomas como diarrea, pérdida de peso, fiebre y debilidad, y en algunos casos pueden provocar la muerte (Oropeza, 2024).

Los parásitos se clasifican en ectoparásitos y endoparásitos; en los pequeños rumiantes se pueden encontrar ectoparásitos como piojos, gusanos de mosca,

ácaros, pulgas, mosca nariz de botella, mosca de los cuernos, mosca doméstica y mosca negra; mientras que en el caso de los endoparásitos se dividen en tres grupos: nematodos (*Haemonchus* spp., *Cooperia* spp., *Ostertagia* spp., *Strongyloides* spp., *Marshallagia marshalli*, *Oesophagostomum* spp., *Trichostrongylus* spp.), cestodos (*Moniezia* spp.) y protozoos (*Eimeria* spp.); estos parásitos gastrointestinales producen en los ovinos una disminución en la ganancia de peso del 25%, baja en la producción de lana del 30% y pueden causar mortalidad hasta un 50% de los ovinos (Rojo *et al.*, 2019; Sosa, 2019; Paixão *et al.*, 2021; Herrera *et al.*, 2023)

2.5.1 *Ostertagia* spp. / *Teladorsagia* spp.

Se denomina “gusano café del abomaso” y es el nematodo gástrico más importante en climas templados, tropicales y subtropicales de México. En ovinos las especies más comunes son *Teladorsagia circumcincta* y *T. trifurcata*

Morfología: Miden aproximadamente 14 mm de longitud, según la especie. Su cavidad bucal es corta y ancha. Su órgano reproductor está compuesto por 2 grandes lóbulos atrás, lateral y uno posterior, además de un lóbulo accesorio simétrico en los lados; en las hembras, una fina solapa resguarda la vulva, que se localiza en el quinto segmento posterior del cuerpo y puede estar cubierta o no por un labio de piel.

Localización: Abomaso y ocasionalmente intestino delgado

Lesiones: Las larvas adultas irritan y salen de las glándulas gástricas, por lo tanto, ejercen una acción expoliatriz hematófaga

(Zapata *et al.*, 2016)

2.5.2 *Trichostrongylus* spp.

Las especies más comunes en ovinos son *Trichostrongylus axei*, *T. colubriformis* y *T. vitrinus*

Morfología: Son vermes capiliformes de color pardo rojizo según la especie. Tienen una boca rodeada por tres labios y su cápsula bucal es muy pequeña. La hembra presenta una cola afilada y carece de solapa vulvar; los machos poseen espículas cortas, robustas y retorcidas.

Localización: Abomaso (*Trichostrongylus axei*) e intestino delgado

Lesiones: Las infestaciones por *Trichostrongylus* diarrea profusa e inapetencia; los animales pierden peso rápidamente y pueden provocar su muerte. Causan lesiones en la mucosa y en las glándulas estomacales, provocando una reducción de albúmina y aumentando las seroglobulinas y el pepsinógeno en la sangre; usualmente estos parásitos no se alimentan de sangre, pero sí causan hemorragia debido a que las L3 penetran en las criptas epiteliales de la mucosa, desarrollando túneles para contener a los parásitos en crecimiento.

(Coburger, 2017)

2.5.3 *Cooperia* spp.

Son parásitos pequeños de color rojizo; *Cooperia curticei* es la única especie que parasita al ganado caprino. Las especies que se pueden encontrar en explotaciones ovinas son *Cooperia curticei*, *C. oncophora*, *C. surnabadada*, *C. pectinata*, *C. punctata* y *C. mcmasteri*, entre otras.

Morfología: Los machos miden entre 4 mm y 6 mm de longitud; presentan una bolsa caudal grande con espículas de 135 μ a 145 μ ; su bolsa copuladora tiene 2 grandes rayos laterales y un rayo dorsal pequeño. Las hembras miden entre 5

mm y 8 mm de longitud; tienen una cola delgada que termina en una punta aguda; su vulva se localiza detrás de la línea media del cuerpo y puede estar cubierta por un labio. Sus huevos miden entre 70 μ y 82 μ de longitud.

Localización: Intestino delgado

Lesiones: Provoca irritación y hemorragia por la acción mecánica sobre la mucosa del duodeno.

(Coburger, 2017; Vivero, 2021)

2.5.4 *Nematodirus* spp.

Son parásitos largos, delgados y blanquecinos; *Nematodirus battus*, *N. spathiger* y *N. filicollis* son las especies más frecuentemente encontradas en pequeños rumiantes

Morfología: Los machos miden entre 8 y 16 mm de longitud; no presentan gubernáculo. Las hembras miden entre 19 y 25 mm de longitud; su cola es cónica y truncada.

Localización: Intestino delgado

Lesiones: Las infestaciones por *Nematodirus* spp. suelen ser asintomáticas; los individuos sobreviven después de un breve período de enteritis.

(Vivero, 2021)

2.5.5 *Oesophagostomum* spp.

La especie más común en ovinos es *Oesophagostomum venulosum*

Morfología: Son parásitos robustos, blanquecinos y con un cuerpo ligeramente curvado; los machos miden de 14 a 21.5 mm; cada hembra puede poner hasta 3000 huevos al día.

Localización: Colón

Lesiones: Las infecciones primarias causan diarrea, mala digestión y disminución de la producción. Las L3 pierden la vaina en el intestino delgado y penetran la pared enroscándose sobre la mucosa y al cuarto día mudan a L4, lo cual sensibiliza el sistema inmune e inician reacciones de hipersensibilidad retardada en infecciones secundarias alrededor de las larvas, con una infiltración significativa de linfocitos, monocitos, macrófagos y células gigantes; esto produce abscesos en diferentes áreas del intestino llamados "grano de tripa"

(Coburger, 2017)

2.5.6 *Bunostomum* spp.

En pequeños rumiantes la especie que más prevalece es *B. trigonocephalum*, estos tienden a desarrollarse y sobrevivir mejor en climas cálidos

Morfología: Son de los parásitos intestinales más gruesos; miden entre 1 y 3 cm de longitud. Su cápsula bucal es grande, con un diente dorsal muy desarrollado, en forma de cono, en el interior de la cavidad oral, y un par de placas cortantes que poseen dos lancetas cerca de la base subventral en la pared dorsal. Los huevos de *Bunostomum* tienen una envoltura fina y miden 100 × 70 µm.

Localización: Intestino delgado, principalmente yeyuno

Lesiones: La anemia es el signo más importante, ya que, al buscar células para alimentarse, dañan la mucosa al adherirse y provocan hemorragias.

(Coburger, 2017; Vivero, 2021)

2.5.7 *Trichuris* spp.

La especie más común en pequeños rumiantes es *Trichuris ovis*

Morfología: Son parásitos amarillentos de forma látigo; miden entre 3 y 8 cm de longitud. Los huevos de *Trichuris* tienen forma de tonel, presentan una membrana gruesa y un "tapón" en ambos extremos, y miden 40 x 70 µm.

Localización: Intestino grueso (ciego y colon)

(Vivero, 2021)

2.6 *Haemonchus contortus*

El nematodo gastrointestinal de mayor importancia en ovinos es *Haemonchus contortus* (Figura 1), debido a su alta incidencia, patogenicidad y prolificidad. Es un parásito con hábitos hematófagos, tiene tropismo por el abomaso, cada ejemplar adulto hace que se pierda aproximadamente de 0.05 mL a 0.1 mL de sangre diario por consumo y extravasamiento, por lo tanto, con 5 000 parásitos adultos puede llegar a perder 250 mL de sangre por día llevándolo a un cuadro severo de anemia, y una infección con 10 000 parásitos adultos de *H. contortus* podrían ser suficientes para provocar la muerte del animal. Se adapta bien a zonas de clima templado-cálido y en regiones tropicales con muchas fluctuaciones pluviométricas, por lo cual presenta un gran potencial biótico (Luck-Montero *et al.*, 2018; Fayaz *et al.*, 2019; Rojo *et al.*, 2019)

2.6.1 Taxonomía

Reino: *Animalia*

Filo: *Nematoda*

Clase: *Secernentea*

Orden: *Strongylida*

Superfamilia: *Trichostrongyloidea*

Familia: *Trichostrongylidae*

Género: *Haemonchus*

Especie: *Haemonchus contortus*

(Preliasco *et al.*, 2017; Padilla, 2019)



Figura 1. Larvas de *Haemonchus contortus*

2.6.2 Morfología

Estos nematodos son los más largos de la superfamilia *Trichostrongyloidea*; tienen una longitud de 1 a 3 cm. Su cavidad bucal cuenta con una lanceta que utilizan para alimentarse de sangre; debido a sus hábitos hematófagos, estos parásitos se caracterizan por el contenido rojo en su tubo digestivo.

Hembras: Miden de 18 a 30 mm x 500 u. El intestino tiene un color rojo por la sangre ingerida, de ahí se deriva el nombre de "*Contortus*". En la extremidad caudal se encuentra la vulva, que mide de 3 a 4.5 mm y presenta envoltura por una prolongación cuticular lingüiforme, que puede medir 500 µm de largo. El útero tiene un color blanco y está envuelto alrededor del intestino. El útero tiene un color blanco y está envuelto alrededor del intestino. Una hembra adulta y madura sexualmente llega a ovipositar de 5 000 a 10 000 huevos por día.

Machos: Miden de 10 a 22 mm x 300 a 400 u. Dentro de sus estructuras internas se encuentra el esófago, el cual mide entre 1 000 y 1 300 µm y cuenta con unas papilas cervicales en la primera cuarta parte de esta estructura. Cuentan con un

lóbulo dorsal lingüiforme asimétrico del lado izquierdo y un rayo dorsal de forma "Y" que termina en una rama bifurcada. Sus espículas son cortas y miden entre 370 y 450 μ ; antes de su terminación, presentan un pequeño proceso hialino y una protuberancia en forma de gancho.

(Guerrero, 2018; Oros., 2018; Rosero, 2019)

2.6.3 Ciclo biológico

Haemonchus contortus tiene un ciclo de tipo directo (Figura 2), empieza con la eliminación de huevos por las heces fecales en el medio ambiente, los huevos son de forma ovoide, salen a manera de blástula y miden de 79 a 100 μ m de longitud y de 40 a 60 μ m de anchura; si el huevo tiene las condiciones adecuadas en la masa fecal evoluciona a L1 en 1 a 2 días, se convierte a L2 después de 2 a 3 días, y posteriormente va a pasar a L3, un estado infectante en el cual se va a poder desplazar a través del pasto hasta que sean ingeridos por el hospedador, al entrar al organismo tardan 30 minutos en perder la vaina en el aparato digestivo del hospedador, posteriormente se alojan en el abomaso donde se desarrollan las últimas mudas (L4 y L5), en esta última etapa ocurre la diferenciación macho y hembra, cerrando el ciclo con la generación de nuevos huevos; el ciclo completo dura aproximadamente 21 días (Preliasco *et al.*, 2017)

Para que el ciclo de *H.s contortus* se desarrolle de manera favorable, deben existir las condiciones ambientales adecuadas, la temperatura no debe ser inferior a 12 °C ni superior a 27°C; otro factor es que no debe haber un exceso de humedad, si oscila entre 70 a 100 % se desarrollan un mínimo número de larvas; es por eso que en determinadas épocas del año el ciclo de *H. contortus* puede detenerse de 4 a 5 meses dentro del hospedador; la evolución de L3 solo se va a dar cuando hay una suficiente cantidad de luz y humedad, usualmente las primeras horas del día y el final de la tarde son favorables para que exista un mayor número de larvas en el suelo (Rosero, 2019).

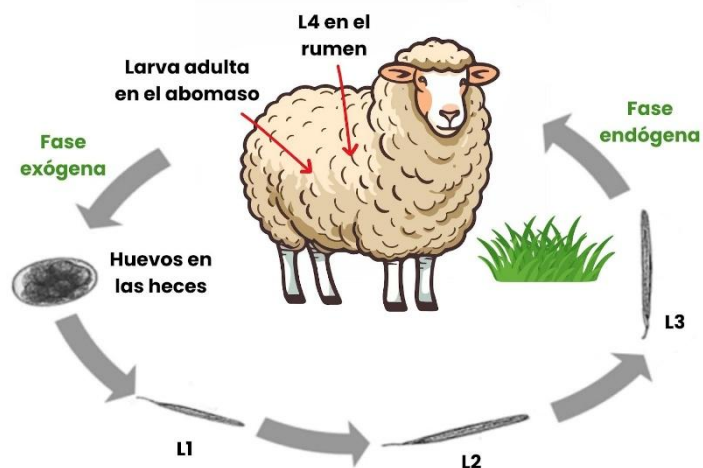


Figura 2. Ciclo biológico de *Haemonchus contortus*

2.6.4 Signos y lesiones

La infección aguda es la forma más común y se desarrolla en animales jóvenes. Se observan signos como disminución del apetito, anemia (hematocrito menor a 12%), piel áspera, mucosas pálidas, emaciación crónica, deshidratación, albúmina sérica disminuida (menor a 2.5 g/dl), pelo hirsuto, diarrea, decaimiento y disminución de la producción. *Haemonchus contortus* ejerce un daño hematófago cuando L4 y L5 provocan lesiones hemorrágicas en el abomaso al dañar la mucosa por medio de su lanceta bucal, esto también puede provocar inflamación en el revestimiento del abomaso (abomasitis), edema submandibular secundario a hipoproteinemia y alteraciones en el equilibrio hematopoyético del hospedador; cuando los individuos sobreviven a una infección aguda, se estima una pérdida de entre 250 a 500 g de vellón sucio y entre 3 y 5 kg de carne; por otro lado en algunos casos la cronicidad de la infección puede provocar la muerte (Preliasco *et al.*, 2017; Fayaz *et al.*, 2019; Rojo *et al.*, 2019; López-Rodríguez *et al.*, 2022)

2.7 Tratamientos convencionales

El control convencional de los nematodos gastrointestinales se ha basado en la aplicación de diferentes fármacos antihelmínticos, existen tres grupos químicos registrados por el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria) como nematicidas de amplio espectro: los benzimidazoles (despolimerizadores de microtúbulos), los imidazotiazoles/tetrahidropirimidinas (agonistas nicotínicos) y las lactonas macrocíclicas (agonistas de canales iónicos) (Zapata *et al.*, 2016; Padilla, 2019; Sosa, 2019)

2.7.1 Benzimidazoles

Actúan como despolimerizadores de microtúbulos, ya que inhiben la producción de ATP y de glucógeno; a este grupo pertenece el albendazol, fenbendazol, tiabendazol, oxibendazol, flubendazol, mebendazol y ricobendazol. Se ha reportado que el tiabendazol a una dosis de 44 mg/kg en ovinos, tiene una eficacia del 95% contra parásitos de la especie *Haemonchus contortus*; por otro lado, el fenbendazol a una dosis de 7.5 mg/kg, tiene una eficacia del 95 % al 100 %; la mayoría de los benzimidazoles tienen buen efecto ovicida contra formas adultas y larvarias de *Haemonchus* spp., *Cooperia* spp., *Taenia saginata*, *Teladorsagia* spp., *Fasciola Hepatica*, *Nematodirus* spp. y *Oesophagostomum* spp. Los benzimidazoles han alcanzado una gran trascendencia terapéutica a lo largo de los años, debido a su amplio espectro, baja toxicidad y bajo costo (Rosero, 2019).

2.7.2 Imidazotiazoles

Actúan como agonistas nicotínicos del sistema nervioso de parásitos, provocando parálisis muscular, desprendimiento y expulsión de los nematodos; son antihelmínticos de amplio espectro, tienen una eficacia del 80% eliminando nematodos adultos a este grupo pertenece el levamisol y tetramisol (Oros, 2018).

2.7.3 Lactonas macrocíclicas

Actúan como agonistas de canales iónicos encontrados en los nervios y músculos de los parásitos; a este grupo pertenece la ivermectina, abamectina, doramectina, eprinomectina y moxidectina; todos estos tienen buen efecto contra *Cooperia* spp., *Haemonchus* spp., *Ostertagia* spp., *Oesophagostomum* spp., *Trichuris* spp., entre otros. La ivermectina es uno de los fármacos más utilizados por su amplio espectro y efectividad, a una dosis inicial de 200 µg/kg ha mostrado una eficacia mayor del 95 % contra varios géneros de parásitos, incluso contra sus fases larvarias (Carrera, 2019; Sosa, 2019).

El uso de los fármacos antihelmínticos es benéfico siempre y cuando sea administrado para los individuos que realmente lo requieran; para llevar a cabo un correcto proceso de desparasitación, primero se debe diagnosticar la presencia de poblaciones de parásitos a través de un análisis coproparasitológico, de igual manera se tienen que evaluar los umbrales clínicos (estado de ánimo, producción láctea, ganancia de peso, FAMACHA, condición corporal), tomando en cuenta el nivel de parasitosis (bajo, medio, alto) y los signos clínicos, es posible diseñar una estrategia de desparasitación selectiva. Los fármacos antihelmínticos deben elegirse según su seguridad, rango de acción, efectividad contra formas adultas e inmaduras de los parásitos, duración, facilidad de administración, costo, y el tipo de infección parasitaria existente en el ganado (Carrera, 2019; Ortiz *et al.*, 2022).

Otro método de control son las vacunas contra *H.s contortus* (Barbervax© y Wirevax©), las cuales aportan una protección de alrededor del 65%, en la actualidad estas vacunas solo se encuentran disponibles en Australia, Sudáfrica y el Reino Unido, en los sistemas de producción de América latina todavía no se implementa este método de control por falta de disponibilidad y rentabilidad (Fayaz *et al.*, 2019; Ortiz *et al.*, 2022)

2.7.4 Resistencia a tratamientos convencionales

La resistencia antihelmíntica es la capacidad que desarrollan los parásitos para sobrevivir ante tratamientos farmacológicos que usualmente inhibirían su crecimiento o les causarían la muerte. En la mayoría de las unidades de producción, el control de los nematodos gastrointestinales (NGI) se basa en el uso rutinario de antihelmínticos (AH) varias veces al año en todos los animales del rebaño; sin embargo, éste protocolo de eliminación parasitaria, el uso prolongado de AH, el mal manejo de dosis y la desregulación de su venta, ha dado origen a problemas de resistencia a este tipo de fármacos. Actualmente la resistencia antiparasitaria de los nematodos gastrointestinales existe en todo el mundo, principalmente en especies de *Haemonchus* spp. y *Trichostrongylus* spp. (Guerrero, 2018; Padilla, 2019; Vivero, 2021; Ortiz *et al.*, 2022).

En el caso de la ivermectina, se comenzó a usar desde 1981 en producciones ganaderas de múltiples especies debido a su amplio espectro de acción como nematocida, acaricida e insecticida, en su tiempo tuvo resultados competentes, aunque hoy en día su uso indiscriminado ha generado un problema de resistencia entre las poblaciones de nematodos; en algunos casos llegando hasta el 0% de efectividad (Oros, 2018; Suárez, 2023)

“Se ha logrado controlar las parasitosis en los ovinos mediante el uso de antihelmínticos, pero trayendo consigo diferentes problemas como lo es la resistencia antihelmíntica (RA) a diferentes drogas convirtiéndose en un problema para los establecimientos y los productores” (Rojo *et al.*, 2019)

2.8 Tratamientos alternativos

2.8.1 Manejo de pastoreos

En esta práctica, los parásitos se exponen a la acción directa de los rayos solares y la desecación, disminuyendo así las poblaciones parasitarias disponibles en los

potreros, la reducción de las cargas parasitarias en esta alternativa de control nunca llega a cero y es fundamental un periodo de tiempo prolongado para que el método sea efectivo. Se puede hacer uso del pastoreo alterno en el cual el área se comparte con rumiantes de distintas especies como los bovinos, fundamentando que todos tienen nematodos de ciclos biológicos diferentes, por lo que en el tiempo en que se pastorea con bovinos no se produce contaminación para los ovinos ya que por factores climáticos y del tiempo, los niveles de L3 disminuyen. De igual manera se hace uso del pastoreo rotativo, este sistema se basa en que los animales no ocupen siempre toda el área de pastoreo, sino que, existan subdivisiones en el área y sean ocupados en momentos determinados, mientras que otras áreas se mantienen libres (Preliasco *et al.*, 2017), mediante el uso de cultivos bioactivos que contengan taninos, que reducen el establecimiento de larvas infectantes. Ejemplos de este tipo de plantas son el trébol, la alfalfa y la achicoria, que además son forrajes bien aceptados por los ovinos. Los tiempos de pastoreo pueden variar dependiendo la calidad y disponibilidad del forraje, usualmente se deja a los animales pastando durante 3.5 días en un área; por otro lado, los periodos de descanso de los potreros varían dependiendo el clima de la región, usualmente 90 días en climas templados y 30 días en climas tropicales, esos intervalos de tiempo pueden ser suficientes para cortar el ciclo de los parásitos (Vivero, 2021; Suárez, 2023)

2.8.2 Hongos nematófagos

Los hongos nematófagos son una gran variedad de hongos, existen más de 300 especies, los cuales usualmente se encuentran en el suelo. Tienen la capacidad para capturar, atacar, matar y destruir nematodos; en estado de adultos, juveniles, huevos y larvas; atacándolos con órganos especializados como anillos simples y constrictores, anillos tridimensionales y ramas conidias adhesivas (Jiménez *et al.*, 2019). Se encuentran clasificados en:

Hongos endoparásitos o endozoicos

Estos producen esporas para infectar nematodos, algunas esporas pueden ser móviles, estas se enquistan en el nematodo adhiriéndose a él, penetrando la cutícula o a veces son ingeridos por los nematodos para desarrollarse y alimentarse de ellos (Jiménez *et al.*, 2019; Vivero, 2021). Ejemplos: *Catenaria* spp., *Drechmeria coniospora* y *Harposporium* spp.

Hongos ovicidas o parásitos de huevos

Estos se adhieren e invaden a los huevos de los nematodos por medio de dos mecanismos: el primero es a través de la penetración de la hifa a la cáscara del huevo, la segunda es a través de la formación de un órgano específico de penetración que se desarrolla en la hifa al entrar en contacto con la cáscara del huevo, una vez dentro el contenido es digerido. Estos hongos pueden ser usados para el control biológico de los nematodos, especialmente los fitopatógenos (Jiménez *et al.*, 2019). Ejemplos: *Verticillium chlamydosporium*, *Pochonia* spp. y *Paecilomyces* spp.

Hongos depredadores o atrapadores de nematodos

Estos son hongos saprófitos que forman un sistema micelar extensivo en el medio y emplean como recurso nutritivo las fases de vida libre de nematodos. El uso de hongos nematófagos han mostrado gran potencial para el control de nematodos gastrointestinales; las clamidosporas de los hongos nematófagos son ofrecidas oralmente a los animales como parte de su dieta, principalmente a través de granos y cereales, bloques minerales, bloques energéticos y pellets de alginato (Jiménez *et al.*, 2019; Vivero, 2021).

2.8.3 Agujas de óxido de cobre

Las agujas de óxido de cobre son administradas vía oral en cápsulas de gelatina, pasan a través del rumen y se alojan en los pliegues del abomaso, donde liberan iones de cobre que ejercen un efecto antihelmíntico, por lo tanto, tiene buenos resultados controlando a los parásitos del abomaso, como lo son *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus axei* y *Teladorsagia circumcincta*. Se ha reportado que las agujas de óxido de cobre reducen cargas parasitarias entre un 75% y 90%, sin embargo, es importante usarse con cuidado ya que se corre el riesgo de cobre acumulado en el hígado, lo que puede ocasionar problemas de intoxicación por cobre; por lo que se recomienda tratar la hemoncosis en el primer año de vida de los ovinos, con dos dosis espaciadas cada 60 días (Salcedo, 2024).

2.9 Fitofármacos

La medicina tradicional se ha utilizado a través de los años por distintas culturas, dándoles usos como rodenticidas, insecticidas y conservación de víveres. El uso de plantas con actividad antihelmíntica, a través de extractos y aceites puede reducir la utilización de antihelmínticos convencionales; efecto debido a sus metabolitos secundarios (MS), los cuales engloban sustancias químicamente muy diversas con funciones específicas, los metabolitos secundarios cumplen el papel de defensa de la planta contra depredadores y patógenos, actuando como atrayentes o repelentes de animales, propiciando un sabor amargo a las plantas, reduciendo su digestibilidad y palatabilidad en los herbívoros, e incluso convirtiéndolas en tóxicas para estos. La producción de MS de cada planta va a variar debido a distintos factores, como radiación solar, edad, estado fenológico de la planta (hay mayor concentración, reactividad y diversidad de MS en las partes "jóvenes" de la planta), nutrición, estrés hídrico, procedencia geográfica, precipitación, interacción con herbívoros, y condiciones de recolección; los MS

son más comunes en climas tropicales/templados, que en climas secos. Los compuestos de las plantas (metabolitos secundarios) se han agrupado en cuatro clases principales: Terpenos, Compuestos fenólicos, Glucósidos y Alcaloides (Sepúlveda-Vázquez *et al.*, 2018; Paixão *et al.*, 2021; Vivero, 2021).

Existen varias hipótesis sobre el mecanismo de acción de los extractos naturales y los aceites esenciales, se plantea que interfieren con el desarrollo larvario al inhibir el crecimiento de algunas enzimas como la adenosina, los trifosfatos y las acetilcolinesterasas; también se propone que los aceites pueden causar parálisis en el parásito al inhibir el efecto de los transmisores neuromusculares de los helmintos e interferir con la síntesis de quitina; de igual manera pueden causar mortalidad larvaria al alterar la permeabilidad de los compuestos lipofílicos de las membranas celulares e inhibiendo la captación de glucosa provocando disminución de energía y por ende muerte del parásito (Fayaz *et al.*, 2019; Rosero, 2019; López-Rodríguez *et al.* 2022; Herrera *et al.*, 2023). Algunos estudios sobre fitofármacos en NGI de pequeños rumiantes:

Leucaena leucocephala

Se evaluó el extracto hidroalcohólico de *L. leucocephala* sobre la eclosión de *H.s contortus* in vitro; a la concentración de 100 mg/mL mostró una inhibición de la eclosión del 71%, la CE₅₀ y CE₉₀ se encontraron en la concentración de 52.22 mg/mL y 302 mg/mL respectivamente (López-Rodríguez *et al.* 2022).

Chenopodium ambrosioides* y *Melia azadarach

Se evaluaron los extractos acuosos de *M. azadarach* y *C. ambrosioides* contra nematodos gastrointestinales en ovinos; los extractos obtuvieron porcentajes de inhibición del desarrollo larvario de 74.24% y 81.64%, respectivamente, ambos a una concentración de 100 mg/mL (Rodríguez-Molano *et al.*, 2018).

Cyrtocarpa procera

El extracto hidroalcohólico de *C. procera* se evaluó frente a NGI de ovinos, mostró una inhibición de la eclosión mayor al 80% a 3 mg/mL y un efecto larvicida superior al 70% a 100 mg/mL (Martínez, 2025).

Artemisia tridentata* y *Pluchea sericea

Se evaluó la actividad ovicida y larvicida de dos plantas contra *H. contortus* en ovinos: *Pluchea sericea*, a una concentración de 100 mg mL⁻¹, obtuvo una inhibición de la eclosión y una mortalidad larvaria del 100% y 92.67%, respectivamente; *Artemisia tridentata*, del 96.30% y 89.33%, respectivamente. La CL₅₀ fue de 23.21 y 23.26 mg mL⁻¹ para la inhibición de eclosión de huevos, para la mortalidad larvaria se tuvo una CL₅₀ de 20.36 y 27.18 mg mL⁻¹ para los extractos de *P. sericea* y *A. tridentata*, respectivamente (Luck-Montero *et al.*, 2018).

Caesalpinia coriaria

El extracto hidroalcohólico de los frutos maduros y hojas secas del árbol de *C. coriaria*, se evaluó frente a *H. contortus* y *H. placei*, se alcanzó una eficacia del 100% contra ambas especies de nematodos a una concentración de 25,0 mg/mL. La CE50 y CE90 para el extracto de fruta de *C. coriaria* fueron: 1,63 y 3,64 mg/mL respectivamente, para huevos de *H. contortus*; 3,91 y 6,05 mg/mL respectivamente, para huevos de *H. placei* (Rojo *et al.*, 2019)

Azadirachta indica

Las hojas secas de Neem fueron administradas por vía oral por 5 días a una dosis de 0.05 gramos por libra de peso, se determinó que a los 7 días postratamiento disminuyó el 77.62% de la carga de nematodos gastrointestinales del 100% de la población, y a los 28 días, disminuyó el 77.32% de la carga en el 95.24% de la población (Carrera, 2019).

Otro estudio evaluó el extracto hidroalcohólico de *A. indica* como inhibidor de la eclosión de huevos de *H. contortus*; con 10 mg/ mL alcanzó el 99.02% de la inhibición de la eclosión de huevos. Las CL50 y CL90 del extracto íntegro fueron 0.65 y 3.78 mg/mL, respectivamente (Vivero, 2021).

Croton blanchetianus

El aceite esencial obtenido de las hojas de membrillo (*C. blanchetianus*) fue evaluado in vitro contra nematodos de campo en ovejas; en concentraciones del 8%, 12% y 16%, los resultados mostraron una inhibición de la eclosión del 79%, 81% y 82% respectivamente (Mota *et al.*, 2024).

Pleurotus spp.

Se evaluó la actividad inhibitoria del extracto crudo de cinco especies de hongos comestibles de la familia *Pleurotus* (*P. cornucopiae*, *P. djamor*, *P. eryngii*, *P. ostreatus* y *P. pulmonarius*) contra los huevos de *H. contortus*. Los extractos íntegros sin diluir con mayor actividad fueron obtenidos de *P. ostreatus* y *P. pulmonarius*, con 97.6 y 79.2 % de IEH, respectivamente. (Padilla, 2019)

2.10 *Lavandula dentata*

Lavandula dentata, también conocida como "Lavanda francesa", es un sub-arbusto perenne que se ramifica y emite un aroma agradable; es originaria de la zona mediterránea, donde suele desarrollarse en áreas montañosas y praderas abiertas, adaptándose a climas tanto tropicales como subtropicales. Las flores tienen un aspecto distintivo y se ubican en las puntas de las ramas, presenta tallos leñosos y hojas lineales de tono verde grisáceo (Figura 3). Ha sido ampliamente utilizada en la medicina tradicional como tratamiento de los

resfriados. El aceite esencial de *L. dentata* presenta un alto porcentaje de monoterpenos oxigenados, a los cuales se les atribuye actividad insecticida, antiespasmódica, antimicrobiana y antioxidante; los principales compuestos bioactivos son 1,8-cineol (eucaliptol), alcanfor y fenchona (Vicenco *et al.*, 2021; Wagner *et al.*, 2021). El 1,8-cineol es un monoterpeno al que se le han atribuido propiedades antiinflamatorias, capacidad antitusiva, insecticida y antioxidante (Kladniew, 2015).

Se tiene reportes de que el aceite esencial de *L. dentata* presenta buena actividad contra plagas de insectos de *Sitophilus zeamais*, *Anticarsia gemmatalis*, *Tribolium castaneum* y *Epicauta atomaria*; también presenta buena actividad fungicida contra hongos de las plantas como *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina* y *Septoria glycines*; de igual manera se ha reportado su actividad antibacteriana contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Streptococcus* spp. (Bouazama *et al.*, 2017; El-Akhal *et al.*, 2021).

Taxonomía

Reino: *Plantae*

Phylum o división: *Tracheophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Lamiales*

Familia: *Lamiaceae*

Género: *Lavandula*

Especie: *Lavandula dentata*



Figura 2. Identificación de *Lavandula dentata* L. (UNAM, 2019)

En algunos estudios han evaluado especies del género *Lavandula* con resultados prometedores:

Los aceites esenciales de *L. angustifolia* y *L. dentata* fueron probados contra larvas de *Culex pipiens*, *L. angustifolia* obtuvo una CL50 Y CL90 de 140 µg/mL y 450 µg/mL respectivamente; mientras que *L. dentata* obtuvo una CL50 Y CL90 de 2670 µg/mL y 7400 µg/mL respectivamente (El-Akhal *et al.*, 2021)

De Oliveira *et al.*, en 2024, evaluaron el potencial acaricida del aceite esencial de *Lavandula dentata* frente a hembras "ingurgitadas" de *Rhipicephalus microplus*; a una concentración del 1% fue letal para todas las hembras, y en concentraciones del 0.6% y 0.8% causaron mortalidad del 98,6% y 99,1%, respectivamente. El aceite esencial afectó la capacidad reproductiva de las hembras, reduciendo la oviposición en más del 90% y evitando la eclosión de los huevos en más del 87%.

Ferreira *et al.*, 2018 evaluaron *in vitro* el efecto del aceite esencial de *L. officinalis* contra una cepa multirresistente de *H. contortus*. A una concentración de 6.25 mg/mL, obtuvieron una eficacia del 99.4%. Neira *et al.*, 2004 determinaron el efecto del aceite de lavanda en abejas *Apis mellifera* infestadas con el ácaro *Varroa destructor*, observándose que el aceite de lavanda al 30% por 5 horas de exposición remueve el 100% de los ácaros, aunque solo tuvo un porcentaje de mortalidad del 41,67%. Valladão, 2014, evaluaron el efecto parasitario *in vitro* del aceite de *Lavandula angustifolia* contra el protozoo *Ichthyophthirius multifiliis*; a una dosis de 114 µL/L, produjo una mortalidad del 73% en 4 horas. *L. hybrida* fue evaluada sobre pulgas *Ctenocephalides felis felis*, inhibiendo el desarrollo de la mayoría de sus estadios, principalmente de larvas y pupas a una dosis de 20mg/mL su desarrollo (Lima, 2022).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México, la mayoría del ganado ovino se cría en sistemas extensivos, con el pastoreo como una de sus principales fuentes de alimentación, lo que puede propiciar la infección por nematodos gastrointestinales. Durante muchos años se han controlado las infecciones por nematodos mediante la administración de antiparasitarios comerciales a todos los animales del rebaño, lo que ha generado un problema de resistencia a varios grupos de fármacos antihelmínticos, lo que vuelve cada vez más difícil controlar las poblaciones de parásitos como *Haemonchus contortus*. Además, los residuos en subproductos animales podrían generar resistencia farmacológica en los consumidores. Es por esto que en las últimas décadas se ha buscado el efecto antiparasitario de extractos y aceites esenciales obtenidas a partir de distintas plantas, sobre nematodos que afecta el bienestar, salud y producción animal.

4. JUSTIFICACIÓN

Las infecciones por nematodos gastrointestinales son un gran problema en la ovinocultura, ya que son responsables de reducir la ganancia de peso hasta en un 25% y causantes del 50% de mortalidad; en la actualidad sigue siendo un gran problema el control parasitario debido a la resistencia a varios grupos antiparasitarios, se ha reportado que las unidades de producción ovina son las que presentan mayor prevalencia en el mundo de resistencia de antihelmínticos; el aumento de parásitos resistentes como *Haemonchus contortus* ha provocado la búsqueda de nuevas alternativas para su control.

El uso de plantas medicinales se ha convertido en una buena alternativa para el tratamiento y control de enfermedades infecciosas; los distintos metabolitos secundarios de las planta poseen efecto bactericida/bacteriostático, antihelmíntico, anticancerígeno, antioxidante, inmunoestimulante, entre otros; por lo que las plantas y sus metabolitos secundarios pueden ser una opción viable para el control y/o tratamiento de infecciones causadas por parásitos; además de que presentan algunas ventajas ya que al ser parte del medio ambiente, se degradan de una forma más rápida que los fármacos comerciales, lo que disminuye la producción de residuos tóxicos, pueden estar a buena disposición y costo para los productores y permiten la ingesta de carne o leche durante el tratamiento.

Se ha reportado que los aceites esenciales de *Lavandula* sp. debido a sus compuestos bioactivos pueden presentar actividad antiinflamatoria, anticancerígena, ansiolítica, antioxidantes, antibacteriana, antifúngica, insecticida y antiparasitaria, por lo que resulta de gran relevancia evaluar su posible efecto inhibiendo la eclosión y matando larvas de *Haemonchus contortus*.

5. HIPÓTESIS

El aceite esencial de *Lavandula dentata* presentará un efecto antihelmíntico sobre los huevos y las larvas de *Haemonchus contortus*.

6. OBJETIVOS

6.1 General

Determinar la actividad antihelmíntica del aceite esencial de *Lavandula dentata* contra *Haemonchus contortus* mediante ensayos *in vitro* de inhibición de la eclosión y de la mortalidad larvaria, para proponerlo como posible alternativa de tratamiento en unidades de producción ovina.

6.2 Específicos

1. Evaluar el potencial efecto del aceite de *Lavandula dentata* sobre la inhibición de la eclosión de los huevos de *Haemonchus contortus*.
2. Evaluar el potencial larvicida del aceite de *Lavandula dentata* sobre L3 de *Haemonchus contortus*.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Colecta del material vegetal

En el mes de junio del 2025 se recolectó manualmente las partes aéreas de *Lavandula dentata* (Figura 4) ubicada dentro de las instalaciones del Instituto de Ciencias Agropecuarias (UAEH), municipio de Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México, 20°07'09"N 98°21'48"O.



Figura 4. *Lavandula dentata*

7.2 Obtención del aceite esencial

Primero se dejaron secar las partes aéreas de *Lavandula dentata* a temperatura ambiente en ausencia de luz durante 7 días (Figura 5); posterior a esto se pesaron 300 g del material vegetal seco y 3L de agua destilada, siguiendo la metodología de Paucar & Orta (2018) se obtuvo el AE mediante la técnica por arrastre de vapor, con la ayuda de un alambique de cobre (Figura 6), al terminar el proceso el aceite esencial de *L. dentata* se separó con un embudo para almacenarlo en un vial de vidrio a 4°C. El proceso de extracción se realizó en el Laboratorio de Investigación de Bacteriología del Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAP) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH).

Con la formula propuesta por Álvarez et al., 2001, se determinó el rendimiento del AE de *Lavandula dentata*:

$$P = \frac{M1}{M2} * 100$$

P= Rendimiento

M1= Masa final del aceite esencial

M2= Masa inicial del follaje

100= Factor matemático



Figura 5. Secado de la planta



Figura 6. Alambique para la extracción por arrastre de vapor

7.3 Obtención de las muestras

Se utilizó una cepa monoespecífica de *Haemonchus contortus* heterocigota susceptible a benzimidazoles; para lo cual se recuperaron las muestras de heces directamente del recto de un ovino donador raza Hampshire previamente infectado, proveniente de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 19°38'46"N 99°12'41"W.

7.4 Recuperación de huevos de *H. contortus*

Siguiendo la metodología de Von Son-de-Fernex *et al.*, (2017), las muestras fueron homogeneizadas para ser lavadas en tamices de 200, 100, 75 y 35 μm (Figura 7), posteriormente se pasó a tubos para centrifugar a 3,000 rpm/ 3 minutos, finalmente se retiró el sobrenadante y se ajustó a una solución de huevos limpios de 150 a 200 huevos en 50 μL .



Figura 7. Tamices para el lavado de huevos

7.5 Determinación de la inhibición de la eclosión de huevos

Para el ensayo de la inhibición de la eclosión se utilizó las metodologías propuestas por Olmedo-Juárez *et al.*, (2022) y Rivero-Perez *et al.*, (2019); en una placa de 96 pozos (Figura 9) se colocaron 50 μL de la solución de huevos limpios + 50 μL del aceite de *Lavandula dentata* en ocho porcentajes (10, 5, 2.5, 1.25, 0.62, 0.31, 0.15, 0.05); como control negativo se utilizó agua destilada y como controles positivos ivermectina y tiabendazol, la placa fue incubada durante 48 horas a 30°C, para su posterior lectura observando de cada pozo 10 alícuotas de 10 μL bajo el microscopio óptico de marca Motic BA210 con el objetivo 4x y

10x, para contabilizar la cantidad de huevos y larvas. Se calculó el porcentaje de inhibición de la eclosión mediante la siguiente fórmula:

$$\%EHI = \frac{(\text{numero de huevos})}{(\text{numero de larvas} + \text{numero de huevos})} * 100$$

7.6 Recuperación de larvas de *H. contortus*

Se homogeneizaron las muestras de heces colectadas del ovino donador para hacer un coprocultivo el cual se cubrió con papel de aluminio y se incubó durante 7 días a temperatura ambiente (24-32 °C); posterior a esto las larvas infectivas se extrajeron de la materia fecal mediante la técnica de Baermann (Figura 8), luego se centrifugó a 3,000 rpm/ 3 minutos formándose así el anillo de larvas; siguiendo la metodología descrita por Rivero-Pérez *et al.*, (2019), las larvas se desenvainaron con hipoclorito de sodio al 3% en un tubo Falcón, se homogeneizó y se ajustó a una solución de larvas limpias de 150 a 200 larvas en 50 µL.



Figura 3. Técnica de Baermann

7.7 Determinación de la mortalidad larvaria

Para el ensayo de mortalidad larvaria se realizó el mismo proceso que en la determinación de la inhibición, únicamente cambiando el montaje de solución de huevos por la solución de larvas L3 limpias (Rivero-Perez *et al.*, 2019; Olmedo-Juárez *et al.*, 2022). Pasado el tiempo de incubación se contabilizaron larvas vivas y larvas muertas. Se calculó el porcentaje de mortalidad larvaria con la siguiente fórmula:

$$\%Mortalidad = \frac{(\text{número de larvas muertas})}{(\text{número de larvas vivas} + \text{número de larvas muertas})} * 100$$

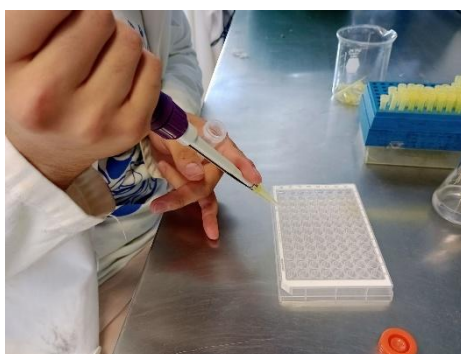


Figura 9. Montaje de la placa

7.8 Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza y una comparación de medias por Tukey a un nivel de confianza del 95%. Para determinar las concentraciones efectivas 50 y 90, y concentraciones letales 50 y 90, se realizó un análisis de regresión en el comando Probit, todo en el paquete estadístico Minitab 18.

8. RESULTADOS

8.1 Aceite esencial

Resultado de la destilación por arrastre de vapor, se obtuvo hidrolato y aceite esencial de *L. dentata*, siendo la parte bioactiva el aceite esencial, mientras que el hidrolato se desechó, resultado de 300 g de material vegetal seco se obtuvieron 4.0083 g de aceite esencial, lo que equivale a un rendimiento del 1.36 %.

8.2 Inhibición de la eclosión de huevos

En la prueba de inhibición de la eclosión, los porcentajes 10.5 a 2.5 % del AE de *Lavandula dentata*, no presentaron diferencias significativas con respecto al efecto obtenido con Ivermectina (Cuadro 1), con porcentajes de inhibición de la eclosión del 100 al 99.3%. Observándose que incluso al porcentaje más bajo (0.05%), se produce el 63.1% de inhibición de la eclosión de los huevos expuestos; se determinó que la CE₅₀ del AE de *L. dentata* se encuentra a 0.03 mg/mL y la CE₉₀ a 0.29 mg/mL (Figura 10).

Cuadro 1. Porcentaje de inhibición de la eclosión de huevos (%IEH) de *H. contortus* de ovino expuestos al aceite esencial de *Lavandula dentata*

Tratamientos	Promedio de huevos y larvas recuperados		%IEH ± d.e
	Huevos	Larvas	
Agua destilada	5.5	135	3.91±4.96 ^e
Tiabendazol (0.1 mg/mL)	111.75	6.5	94.61±3.91 ^{ab}
Ivermectina (5mg/mL)	153.75	0	100 ^a
Aceite de <i>Lavandula dentata</i> (%)			
10.0	240.25	0	100 ^a
5.0	264.5	0.25	99.90±0.18 ^a
2.5	264.5	1.75	99.34±0.33 ^a
1.25	284	7.25	97.52±1.01 ^{ab}
0.62	245	9.75	96.18±1.17 ^{ab}
0.31	227.75	17.75	92.68±3.62 ^b
0.15	178.75	46.75	70.11±1.84 ^c
0.05	128.75	87.75	63.11±1.36 ^d
Valor de p			0.0001

^{a,b,c,d,e} Diferentes literales dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas significativas

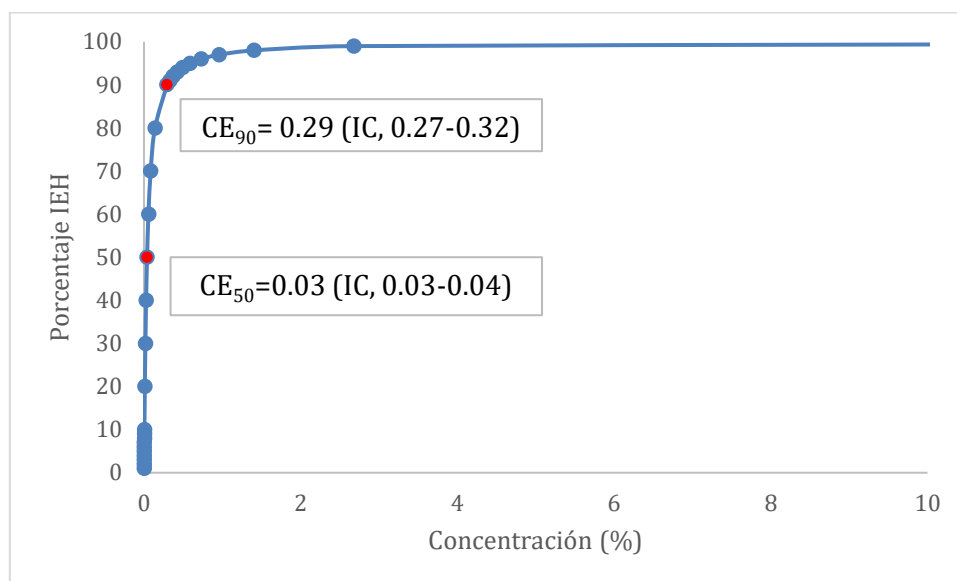


Figura 10. Concentraciones efectivas 50 y 90 requeridas para IEH de *H. contortus* expuestos al AE de *Lavandula dentata*

8.3 Mortalidad larvaria

Como se observa en el Cuadro 2, en la prueba de mortalidad larvaria, el porcentaje del 10% no presentó diferencias estadísticas significativas con respecto a Tiabendazol. Además de observarse que hasta el 0.62% el AE de *L. dentata* mata al 41.19% de las larvas expuestas. Se determinó que la CL₅₀ del AE de *Lavandula dentata* se encuentra en 0.96 mg/mL y la CL₉₀ a 7.10 mg/mL (Figura 11).

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad larvaria de *H. contortus* de ovino expuestos al aceite esencial de *Lavandula dentata*

Tratamientos	Promedio de larvas vivas y muertas		%ML \pm d.e
	Vivas	Muertas	
Agua destilada	135	5.5	3.91 \pm 4.96 ^f
Tiabendazol (0.1 mg/mL)	6.5	111.75	94.61 \pm 3.91 ^{ab}
Ivermectina (5mg/mL)	0	153.75	100 ^a
Aceite de <i>Lavandula dentata</i> (%)			
10.0	10.5	129.5	92.36 \pm 1.69 ^{ab}
5.0	18.5	139	87.99 \pm 3.00 ^b
2.5	46	81.75	67.76 \pm 6.46 ^c
1.25	64.75	100	60.57 \pm 5.09 ^c
0.62	86.75	60.75	41.19 \pm 2.14 ^d
0.31	124	29.25	19.04 \pm 5.00 ^e
0.15	135.75	12.75	8.85 \pm 3.97 ^f
0.05	152.75	8	5.05 \pm 1.82 ^f
Valor de p			0.0001

^{a,b,c,d,e,f} Diferentes literales dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas significativas

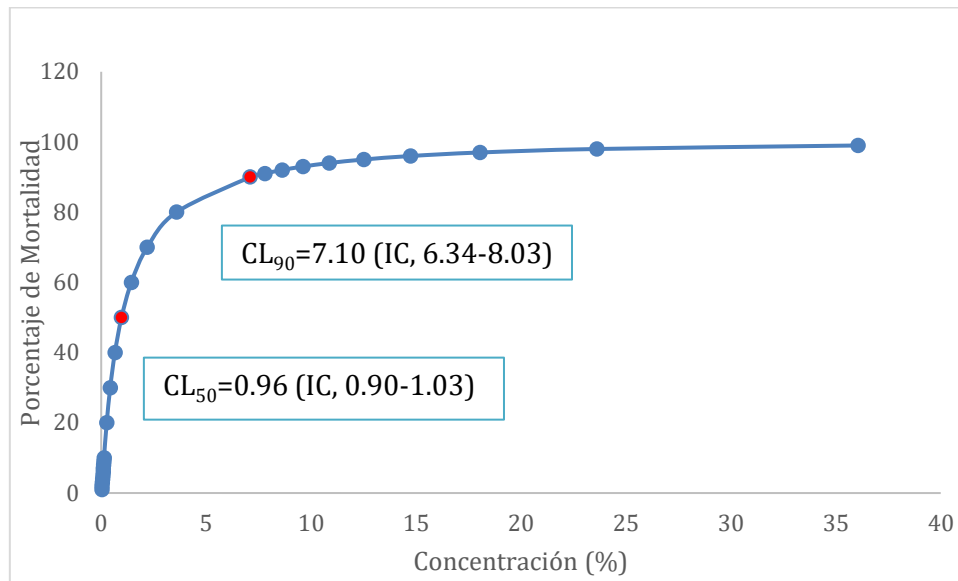


Figura 11. Concentraciones letales 50 y 90 requeridas para eliminar larvas L3 de *H. contortus* expuestos al AE de *Lavandula dentata*

9. DISCUSIÓN

Con el presente estudio se determinó el potencial antihelmíntico del AE de *Lavandula dentata* sobre huevos y larvas de *Haemonchus contortus*; con respecto a la actividad nematicida Ferreira *et al.*, (2018) evaluó el efecto ovicida del AE de *Lavandula officinalis* sobre una cepa de *H. contortus* multirresistente, en dicho estudio obtuvo una inhibición de la eclosión del 92.3% a una concentración de 3 mg/mL, y una mortalidad larvaria del 95.3% a la misma concentración, a comparación con el presente estudio a una concentración del 2.5% de *L. dentata* presentó una inhibición de la eclosión del 99.3% y una mortalidad larvaria del 67.7%; por lo tanto se evidencia una marcada diferencia entre la efectividad que pueden tener los AE de lavanda de distintas especies; lo cual podría estar asociado al efecto de los metabolitos secundarios de la planta, los cuales son distintos en las diferentes especies de lavanda.

Otro estudio realizado por Štrbac *et al.*, (2024) evaluó el AE de *Lavandula angustifolia* sobre un conjunto de distintos nematodos gastrointestinales de ovejas, entre los cuales había ejemplares de *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp., *Teladorsagia* spp., y *Chabertia* spp.; a 50 mg/mL obtuvo un 84,7% de mortalidad larvaria, por lo que se deduce que algunas especies de nematodos son más resistentes que *H. contortus* al AE de lavanda, ya que al probarse en una cepa monoespecífica de *H. contortus* como la de este estudio se requirió concentraciones más bajas para lograr efectos similares.

En el estudio de Ferreira *et al.*, (2018) donde evaluó el AE de *L. officinalis* contra una cepa de *H. contortus* resistente a benzimidazoles, lactonas macrocíclicas e imidazoles, en la prueba para la inhibición de la eclosión obtuvo una CE50 a 0,316 mg/mL; mientras que en el presente estudio con una cepa de *H. contortus* heterocigota susceptible a benzimidazoles, se obtuvo una CE50 a 0.03%; el que haya requerido una concentración menor podría estar relacionado a los mecanismos de resistencia de las cepas evaluadas y a las diferencias bioquímicas entre *L. officinalis* y *L. dentata*.

Por otro lado, El-Akhal *et al.*, (2021), evaluó el AE de *Lavandula dentata* contra larvas de *Culex pipiens* donde obtuvieron una CL50 y CL90 de 2.67 mg/mL y 7.4 mg/mL respectivamente; en el actual estudio se obtuvo una CL50 al 0.96% y una CL90 al 7.1%, por lo cual se entiende que algunas larvas taxonómicamente diferentes pueden presentar una sensibilidad con diferencias poco marcadas al AE de *L. dentata*. En el mismo estudio se determinó que los compuestos entre las distintas especies de lavanda presenta diferencias, por un lado los principales componentes bioactivos de *Lavandula dentata* son el 1,8-cineol, alcanfor, α -pineno, trans-pinocarveol, linalool y borneol; mientras que *Lavandula angustifolia* sus principales compuestos bioactivos son el linalol, acetato de linalilo, geraniol, acetato de lavandulilo, alcanfor, β -cariofileno y terpineno-4-o; aunque igualmente los componentes químicos y su cantidad presente en la planta pueden variar respecto a varios factores como el clima, el genotipo, la edad fisiológica, el periodo de cosecha, la parte de la planta utilizada y la ubicación geográfica.

Al respecto Luna *et al.*, (2019) indicó que los compuestos bioactivos presentes en los aceites esenciales de las plantas pueden inducir estrés oxidativo en los parásitos, aumentando los niveles de óxido nítrico en el hospedero infectado, reduciendo la resistencia del parásito a las especies reactivas de oxígeno y aumentando la peroxidación lipídica, provocando en última instancia daños graves a las membranas celulares de los parásitos. Por otro lado, Ullah *et al.*, (2025) describe que el mecanismo de acción de 1,8-cineol, α -pineno y linalol es inhibiendo la acetilcolinesterasa (AChE), lo que provoca acumulación de acetilcolina, sobreestimulación del sistema nervioso, temblores y parálisis. Se ha reportado que *L. dentata* presenta el conjunto de monoterpenos previamente descritos, a los cuales se les podría atribuir su actividad nematicida.

10. CONCLUSIÓN

El aceite esencial de *Lavandula dentata* presenta efecto antihelmíntico sobre *Haemonchus contortus* inhibiendo la eclosión de huevos y provocando la mortalidad larvaria, principalmente en concentraciones del 10% al 1.25%, por lo tanto, se le podría considerar como una alternativa de tratamiento no convencional ante las infecciones parasitarias y una posible solución frente a la resistencia de fármacos antihelmínticos; sin embargo, es necesario realizar pruebas de citotoxicidad, análisis fitoquímicos y evaluaciones en modelos *in vivo*.

11. REFERENCIAS

1. Álvarez, R., Miranda, M., Leyva, B., García, H., & Gelabert, F. (2001). Rendimiento de aceite esencial en *Pinus caribaea* Morelet según el secado al sol y a la sombra. III. Revista Cubana de Farmacia, 35(1), 47-50.
2. Anziani, O. S., Fiel, C. A. (2015). Resistencia a los antihelmínticos en nematodos que parasitan a los rumiantes en la Argentina. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 41(1), 34-46.
3. Bouazama, S., Harhar, H., Costa, J., Desjobert, J. M., Talbaoui, A., & Tabyaoui, M. (2017). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils of *Lavandula pedunculata* and *Lavandula dentata*. Journal of Materials and Environmental Science. Sci, 8, 2154-2160.
4. Carrera, R. L. G. (2019). Evaluación del efecto de las hojas secas de Neem (*Azadirachta indica*) administradas por vía oral en caprinos para el control de nemátodos gastrointestinales [Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala].
5. Cerón, P. M. G., & Rodríguez Rivera, Á. F. (2022). Producción, historia y tipos de infraestructura de la cultura ovina en el Estado de Hidalgo. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
6. Coburger, O. D. A. (2017). Evaluación de la eficacia de albendazol versus closantel, para la eliminación de nematodos gastrointestinales adquiridos de forma natural en caprinos [Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala].
7. de Oliveira, X. C. M., Silva, E. H. A., de Siqueira, I. V. M., de Macedo, L. O., Bernardo, V. B., Goulart, H. F., & de Carvalho, G. A. (2024). Chemical composition and acaricidal activity of essential oil of *Lavandula dentata* L. on engorged females of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). Acta Parasitológica, 69(2), 1141-1147.
8. El-Akhal, F., Ramzi, A., Farah, A., Ez Zoubi, Y., Benboubker, M., Taghzouti, K., & El Ouali Lalami, A. (2021). Chemical composition and larvicidal activity

- of *Lavandula angustifolia* and *Lavandula dentata* spp. dentata essential oils against *Culex pipiens* larvae, vector of West Nile virus. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2021(1), 8872139.
9. FAO. (2022). Gridded livestock of the world (sheep). Recuperado de: [GLW 2 7 Report FinalReport.tejido](#).
 10. Fayaz, M. R., Abbas, R. Z., Abbas, A., Khan, M. K., Raza, M. A., Israr, M., ... & Zaman, M. A. (2019). Potencial de aceites esenciales botánicos contra *Haemonchus contortus* en pequeños rumiantes. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 18(6), 533-543.
 11. Ferreira, L. E., Benincasa, B. I., Fachin, A. L., Contini, S. H. T., França, S. C., Chagas, A. C. S., & Beleboni, R. O. (2018). Essential oils of *Citrus aurantifolia*, *Anthemis nobile* and *Lavandula officinalis*: in vitro anthelmintic activities against *Haemonchus contortus*. *Parasites & vectors*, 11,1-9.
 12. Guerrero, G. M. G. (2018). Efecto de un antiparasitario herbolario para el control de parásitos gastrointestinales en ovinos en pastoreo. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de San Luis Potosí].
 13. Hernández-Alvarado, J., Zaragoza-Bastida, A., López-Rodríguez, G., Peláez-Acero, A., Olmedo-Juárez, A., & Rivero-Perez, N. (2018). Actividad antibacteriana y sobre nematodos gastrointestinales de metabolitos secundarios vegetales: enfoque en Medicina Veterinaria. *Abanico Veterinario*, 8(1), 14-27.
 14. Herrera, N. C., Romero, J. S., & Quiñones, G. J. (2023). Utilización de extractos de hojas de *Azadirachta indica* en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos. *Revista de Producción Animal*, 35(2), 73-88.
 15. ICAMEX. (2024). Ovinos. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal. Recuperado de: <https://icamex.edomex.gob.mx/ovinos>
 16. Jiménez, M. A. F., Castañeda, D. M. B., Villate, A. M. S., & Medellín, M. O. P. (2019). Implementación de hongos nematófagos para el control de parásitos gastrointestinales. *Pensamiento y Acción*, (27), 3.

17. Kladniew, B. R. (2015). *Mecanismos de acción de isoprenoides naturales y su combinación con estatinas sobre la proliferación y el metabolismo lipídico en distintos modelos celulares* [Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata].
18. Lima, E. A. S. (2022). Atividade inseticida e repelente dos óleos essenciais de *Copaifera reticulata*, *Citrus paradisi*, *Lavandula hybrida* e *Salvia sclarea* frente à *Ctenocephalides felis felis*. [Tesis de Maestria, Universidad Federal Rural de Río de Janeiro].
19. López-Rodríguez, G., Rivero-Perez, N., Olmedo-Juárez, A., Valladares-Carranza, B., Rosenfeld-Miranda, C., Hori-Oshima, S., & Zaragoza-Bastida, A. (2022). Efecto del extracto hidroalcohólico de hojas de *Leucaena leucocephala* sobre la eclosión de *Haemonchus contortus* in vitro. *Abanico Veterinario*, 12.
20. Luck-Montero, R., Avendaño-Reyes, L., Ail-Catzim, C. E., Cuéllar-Ordaz, J., Muñoz-Tenería, F., & Macías-Cruz, U. (2018). Actividad ovidica y larvicida de extractos acuosos de *Pluchea sericea* y *Artemisia tridentata* en *Haemonchus contortus*. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(13), 149-156.
21. Luna, E. C., Luna, I. S., Scotti, L., Monteiro, A. F. M., Scotti, M. T., de Moura, R. O., & Mendonça, F. J. B. (2019). Active essential oils and their components in use against neglected diseases and arboviruses. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019(1), 6587150.
22. Martínez, J. (2025). Actividad antihelmíntica de *Cyrtocarpa procera* Kunth sobre nematodos gastrointestinales que afectan la producción ovina. [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo].
23. Miranda, G. C., & Estévez, M. L. X. (2022). La producción animal vista desde la ganadería de los pequeños rumiantes: Una mirada a su resiliencia, tendencias y posibilidades futuras. *Revista Facultad Nacional de Agronomía de Medellín*, 75(3), 55-58.
24. Mota, Y., França, A. K. A., Batista, J. I. L., de Albuquerque, C. C., Batista, J. S., & Bezerra, A. C. D. S. (2024). Controle de endoparasitos gastrintestinais de ovinos pela ação do óleo essencial da folha do

- marmeleiro (*Croton blanchetianus*). *Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente*, 9(3), 584-595.
25. Neira, M., Heinsohn, P., Báez, A., & Fuentealba, J. (2004). Efecto de aceites esenciales de lavanda y laurel sobre el ácaro Varroa destructor Anderson & Truemann (Acari: Varroidae). *Agricultura técnica*, 64(3), 238-244.
 26. Olmedo-Juárez, A., Delgado-Núñez, E. J., Bahena-Vicencio, A., Villamancera, A., Zamilpa, A., González-Cortazar, M., & Mendoza de Gives, P. (2022). In vitro nematocidal properties from two extracts: Lippia graveolens leaves and Delonix regia flowers against eggs and infective larvae of Haemonchus contortus. *Journal of Medicinal Food*, 25(3), 329-337.
 27. Oropeza, V. H. J. (2024). Prevalencia de parásitos gastrointestinales en caprinos bajo sistema de producción extensivo. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Sinaloa].
 28. Oros, A. W. A. (2018). Test de reducción de huevos por gramo de heces (HPG) en caprinos y ovinos. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Pamplona].
 29. Ortiz, D. C., Torres, J. F., Ojeda, N. F., Reyes, L. G., & Muñoz, S. A. (2022). Manejo Integrado de Parásitos en Pequeños Rumiantes. *Bioagrocencias*, 15(2).
 30. Padilla, E. J. C. (2019). Evaluación in vitro de extractos crudos de *pleurotus sp.*, y la participación de sus proteínas contra *Haemonchus contortus*. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Morelos].
 31. Paixão, A., Silvino, R., Sánchez, L. M., Bongo, A. L., Simões, C., Lucombo, M. D., & Inácio, E. (2021). Actividad antihelmíntica *in vivo* de *Tephrosia vogelii* sobre strongílidos gastrointestinales en caprinos infectados naturalmente. *Revista de Medicina Veterinaria*, (43), 51-60.
 32. Paucar, M. M. A., & Orta, T. F. R. (2018). *Diseño y construcción de un sistema de enfriamiento para el equipo de extracción de aceites*

esenciales por arrastre de vapor (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

33. Preliasco, F. A., Herrmann, J., Ferragut, A. G., & Preliasco, F. A. A. (2017). Estudio *in vitro* del efecto de *Baccharis trimera* sobre *Haemonchus contortus*. [Tesis doctoral, Universidad de la República, Uruguay].
34. Reyes, G. D. E., Jiménez, J. V., Alonso, M. R. A., Alonso, D. M. Á., Maza, L. J., Camas, P. R., & López, A. M. E. (2023). Assembly and analysis of *Haemonchus contortus* transcriptome as a tool for the knowledge of ivermectin resistance mechanisms. *Pathogens*, 12(3), 499.
35. Rivero-Perez, N., Colmenero, A. J., Peláez-Acero, A., Rivas-Jacobo, M., Ballesteros-Rodea, G., & Zaragoza-Bastida, A. (2019). Anthelmintic activity of *Leucaena leucocephala* pod on gastrointestinal nematodes of sheep (in vitro). *Abanico Veterinario*, 9(1), 1-9.
36. Rodríguez-Molano, C., Pulido-Suarez, N., & Rodríguez-Montaña, A. (2018). Evaluación de tres extractos de plantas para inhibir el desarrollo de larvas de los parásitos gastrointestinales de los ovinos. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 23(3), 1-13.
37. Rojo, R. R., González, C. M., Olmedo, J. A., Zamilpa, A., Arece, G. J., Mendoza, M. G. D., & Mendoza, P. (2019). Los extractos de frutos y hojas de *Caesalpinia coriaria* poseen actividad ovicida in vitro contra *Haemonchus contortus* y *Haemonchus placei*. *Veterinaria México OA*, 6(4).
38. Rosero, V. M. S. (2019). Efecto de adición de aceite esencial de naranja en la dieta en ovinos para control de nematodos gastrointestinales (*haemonchus contortus*) comparado con el desparasitante "fenbendazol" en la Comuna Espejo, Cantón Mejía. [Tesis de Licenciatura, Universidad de las Americas].
39. Salcedo, M. D. (2024). Prevalencia de Nemátodos Gastrointestinales en Caprinos Criollos en época de lluvia, Atacocha, distrito de Santiago de Pischa. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga].
40. Sepúlveda-Vázquez, J., Torres-Acosta, J. F., Sandoval-Castro, C. A., Martínez-Puc, J. F., & Chan-Pérez, J. I. (2018). La importancia de los

metabolitos secundarios en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos con énfasis en Yucatán, México. *Journal of the Selva Andina animal science*, 5(2), 79-95.

41. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2024). Anuario estadístico de la producción ganadera. Ovinos. Recuperado de: [www.gob.mx.SIAP](http://www.gob.mx/SIAP).
42. Smigielski, K., Prusinowska, R., Stobiecka, A., Kunicka, S. A., & Gruska, R. (2018). Biological properties and chemical composition of essential oils from flowers and aerial parts of lavender (*Lavandula angustifolia*). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(5), 1303-1314.
43. Sosa, C. C. E., & Ruíz, Z. F. (2019). Producción láctea de cabras pastoreadas extensivamente sometidas a una suplementación y desparasitación para el control de nematodos gastrointestinales. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
44. Souza, C. A. S., de Almeida, L. N., dos Santos, C. E., Silva, C. M. L., Júnior, J. A. C. N., Silva, F. A., & Serafini, M. R. (2017). Controle de qualidade físico-químico e caracterização fitoquímica das principais plantas medicinais comercializadas na feira-livre de Lagarto-SE. *Scientia Plena*, 13(9).
45. Štrbac, F., Krnjajić, S., Stojanović, D., Ratajac, R., Simin, N., Orčić, D., & Bosco, A. (2024). A Phytopharmacological Properties of the Essential Oil of Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) against Gastrointestinal Nematodes of Sheep. In *Book of Abstracts of the XV International Agriculture Symposium" AGROSYM 2024", Jahorina, Bosnia and Herzegovina*. Faculty of Agriculture, University of East Sarajevo, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina.
46. Suárez, T. G., & Ruiz, Z. F. Control de nematodos gastrointestinales utilizando ivermectina en cabras pastoreadas en el Sureste de Coahuila. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
47. Ullah, F., Guru-Pirasanna-Pandi, G., Hyder, M., Sarangi, S., Gul, H., Li, X., Guedes, R. N. C., Desneux, N., & Lu, Y. (2025). From Plants to Pest

- Targets: Revisiting Botanical Insecticides for Lepidopteran Pest Management. *Agriculture Communications*, 100113.
48. UNAM. (2019). Unidad Académica de Arquitectura de Paisaje, Facultad de Arquitectura (FARQ), *Lavandula dentata* L., ejemplar de: Herbario de Plantas Ornamentales Carlos Contreras Pagés (HEFA), Colección de Plantas de Xochimilco (XO). México, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://datosabiertos.unam.mx/FARQ:HEFA:XO00109>
 49. Valladão, G. M. R. (2014). Potencial de óleos essenciais de plantas para o tratamento de enfermidade em peixes. [Tesis de Maestría, Universidade Estadual Paulista].
 50. Vázquez-García, V. (2015). Ganado menor y enfoque de género. Aportes teóricos y metodológicos. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 12(4), 515-531.
 51. Vicenço, C. B., Silvestre, W. P., Menegol, I. V., Carraro, M. C., & Pauletti, G. F. (2021). Insecticidal activity of *Lavandula dentata* L. essential oil on *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 64, e21210327.
 52. Vivero, J.L. (2021). Efecto ovicida de extracto hidroalcohólico de las hojas de *Azadirachta indica* contra huevos de *Haemonchus contortus* bajo condiciones *in vitro*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Mexico].
 53. von-Son-de-Fernex, E., Alonso-Díaz, M. Á., Mendoza-de-Gives, P., Valles-de-la-Mora, B., Zamilpa, A., & González-Cortasar, M. (2017). Ovicidal activity of extracts from four plant species against the cattle nematode *Cooperia punctata*. *Veterinaria México*, 3(2), 1-14.
 54. Wagner, L. S., Sequin, C. J., Foti, N., & Campos, S. M. P. (2021). Insecticidal, fungicidal, phytotoxic activity and chemical composition of *Lavandula dentata* essential oil. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 35, 102092.
 55. Yubero, I. D. (2016). Carne de ovino y caprino. Alimentos con historia, 60-71.

56. Zapata, S. R., Velásquez, V. R., Herrera, O. L. V., Ríos, O. L., & Polanco, E. D. N. (2016). Prevalencia de nematodos gastrointestinales en sistemas de producción ovina y caprina bajo confinamiento, semiconfinamiento y pastoreo en municipios de Antioquia, Colombia. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(2), 344-354.

12. Anexos

12.2 Participación en eventos académicos



otorgan la presente

Constancia

A: María Yatzel Castelán-Hernández, Adrián Zaragoza-Bastida, Daniel Melo-Guzmán , Gabino Misael López-Rodríguez, Deyanira Ojeda-Ramírez, Benjamín Valladares- Carranza, Nallely Rivero-Perez.

Por su participación como **PONENTE** del trabajo denominado:

Actividad ovicida del aceite esencial de Eucalyptus cinerea sobre cepas de campo de nematodos gastrointestinales de caprino

en el XIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos

“Homenaje a los Miembros Fundadores”

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, Septiembre de 2024, con una duración de 24 horas



Dra. Rosa Isabel Higuera Piedrahita
Presidenta de la ALEPRyCS

Dr. Abel Manuel Trujillo García
Vicepresidente de la ALEPRyCS

Dr. Javier Vargas Bayona
Secretario de la ALEPRyCS



BUAP



Código del Registro:
PR 007/25



Clave del Registro:

**DGEC-BUAP-
FMVZ- P / Congr.
- 024/25**

Folio: 013

Otorga la presente:

Constancia

Castelán-Hernández, M.,

Zaragoza-Bastida, A., Melo-Guzmán, D., Ojeda-Ramírez,
D., Valladares-Carranza, B., RiveroPerez, N.

A:

Por su participación con la **PONENCIA EN CARTEL** del trabajo titulado: "Actividad antihelmíntica de *Lavandula angustifolia* sobre cepas de campo de nematodos gastrointestinales de caprino", en el 1º Congreso Internacional de Avances Científicos en Parasitología.

ATENTAMENTE

"Pensar Bien Para Vivir Mejor"

Tecamachalco, Puebla, a 20 de agosto del 2025

Dr. Fernando Utrera Quintana
Titular de la Dirección

