



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**ESTUDIO *IN VITRO* DEL ACEITE DE ORÉGANO (*Lippia graveolens*) COMO
LARVICIDA EN HELMINTOS DE BOVINOS**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

ALONSO ALDHAIR BANDALA MENDOZA

DIRECTOR DE TESIS

DR. MARCOS PEREZ SATO

CO-DIRECTORA

DRA. MARIA ESTHER ORTEGA CERRILLA

Tlatlauquitepec, Puebla, México, mayo de 2025



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
ESTUDIO *IN VITRO* DEL ACEITE DE ORÉGANO (*Lippia graveolens*)
COMO LARVICIDA EN HELMINTOS DE BOVINOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

ALONSO ALDHAIR BANDALA MENDOZA

DIRECTOR DE TESIS

DR. MARCOS PEREZ SATO

CO-DIRECTORA

DRA. MARIA ESTHER ORTEGA CERRILLA

ASESORES:

DRA. YAZMIN ALCALA CANTO

DR. EDGAR VALENCIA FRANCO

Tlatlauquitepec, Puebla, México, mayo de 2025

La presente tesis titulada: ESTUDIO *IN VITRO* DEL ACEITE DE ORÉGANO MEXICANO (*Lippia graveolens*) COMO LARVICIDA EN HELMINTOS DE BOVINO y realizada por ALONSO ALDHAIR BANDALA MENDOZA, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular integrado por:

Firma

Director: Dr. Marcos Pérez Sato



Co-directora: Dra. María Esther Ortega Cerrilla



Asesora: Dra. Yazmin Alcalá Canto



Asesor: Dr. Edgar Valencia Franco



Tlatlauquitepec Puebla, México. Mayo de 2025.

El presente trabajo forma parte del Grupo de Investigación denominado: BUAP-CA-408 MANEJO, PRODUCCION Y BIENESTAR ANIMAL y de la Línea de Investigación: PRODUCCION Y BIENESTAR ANIMAL DE RUMIANTES Y NO RUMIANTES, dicho trabajo fue financiado por el Colegio de Postgraduados y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo la asesoría de la Dra. Ma. Esther Ortega Cerrilla.

Dedicatoria

Esta tesis va dedicada principalmente a mi madre y padre, por haberme dado todo su apoyo incondicional, que me formaron con valores y principios.

A mi compañero de generación Elías García Domínguez que fue como un hermano en la carrera.

AGRADECIMIENTOS

Con profunda estimación y reconocimiento, extendiendo mi más sincera gratitud a quienes conforman mi consejo particular de tesis.

Al Dr. Marcos Pérez Sato director de dicho trabajo, le agradezco la confianza, por su inestimable guía, y por todos los conocimientos brindados, los cuales fueron parte importante para enriquecer mis conocimientos.

Agradezco a la Dra. María Esther Ortega Cerrilla, codirectora de tesis, por haberme dado la oportunidad de poder trabajar con ella, porque sin conocernos me brindó su apoyo y confianza.

A la doctora Yazmín Alcalá Canto, le agradezco que me haya permitido trabajar con ella, por sus asesorías durante la tesis y en el Laboratorio de Parasitología de la UNAM por enseñarme parte de su conocimiento.

Agradezco al Dr. Edgar Valencia Franco por sus asesorías durante la escritura de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pagina
ÍNDICE DE CUADROS	iii
Resumen	iv
Abstract	v
I.INTRODUCCIÓN	1
II.OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
III.HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Bovinos	5
4.2 Sistema digestivo del bovino.....	5
4.3 Parasitismo en bovinos.....	5
4.3.1 Características morfológicas de los nematodos.....	6
4.2.2. Ciclo biológico	7
5.1.3 Especies.....	7
5.1.3.1 Strongyloidea	7
5.1.3.2 Trichostrongyloidea	7
5.1.3.2 Ancylostomatoidea.....	8
6. Prevención y control.....	8
6.1 Desparasitantes.....	8
6.2.- Tipos de desparasitantes	8
6.3.- Antihelmínticos.....	8
6.3.1 Nematicidas.....	9
6.3.2 Piperazina	9
6.3.3 Benzimidazoles	9
6.3.4 Imidazotiazoles	9
6.3.5 Tetrahidropirimidinas.....	9
6.3.6 Lactonas macrocíclicas	9
6.3.6 Organofosforados.....	10

6.4 Resistencia a los antihelmínticos.....	10
7. Nuevas alternativas	10
7.1 Aceites esenciales.....	10
7.2 Uso de aceites esenciales.....	11
7.3 Aceite esencial del orégano (AEO).....	11
8. Técnicas de diagnóstico parasitológico.....	12
8.1.- Método de MacMaster	12
8.3 Técnica de Baermann	12
V.MATERIALES Y MÉTODOS	13
5.1 Localización	13
5.2 Material biológico	13
5.3 Metodología de campo	13
5.4 Analisis de laboratorio	13
5.4.1 Técnica de MacMaster	13
5.4.2 Técnica de cultivo larvario (coprocultivo).....	14
5.4.3 Técnica de Baermann	14
5.4.4 Obtención del AEO (aceite esencial de Orégano).....	14
5.5 Diseño experimental.....	15
5.6 Variables	16
5.6.1 Prueba de inhibición de la eclosión de huevos.....	16
5.6.2 Prueba de inhibición larvaria.....	16
5.6.2 Motilidad larvaria.....	16
5.5. Análisis estadístico.....	17
VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
6.1. Prueba de inhibición de la eclosión de huevos.....	18
6.2. Prueba de inhibición de larvas	19
6.3. Motilidad larvaria.....	20
VII.CONCLUSIONES	22
VIII.LITERATURA CITADA	23

ÍNDICE DE CUADROS

Índice	Página
Cuadro 1. Compuestos contenidos en el aceite esencial de orégano mexicano (<i>L. graveolens</i>) utilizado en las pruebas <i>in vitro</i>	15
Cuadro 2. Índice de movilidad de las L3.	16
Cuadro 3. Resultados obtenidos en la inhibición de la eclosión de huevos en la prueba <i>in vitro</i> por efectos de AEO.	18
Cuadro 4. Resultados obtenidos en la inhibición larvaria en la prueba <i>in vitro</i>	20
Cuadro 5. Índice de motilidad larvaria con diferentes dosis de inclusión de AEO.	21

RESUMEN

El uso de aceites esenciales posee propiedades antiparasitarias, antibacterianas, , antioxidantes y antiinflamatorios, por lo que el uso de la producción animal puede ser una alternativa, el objetivo de la presente investigación fue hacer la evaluación *in vitro* de aceite esencial de orégano mexicano (*Lippia graveolens*) (AEO), el cual contiene nueve compuestos bioactivos, de los cuales el timol (6.07 %) y carvacrol (59.61%), son los que se encuentran en mayor proporción. Se obtuvieron larvas del orden Strongylida en fase L3, de excretas de rumiantes, en las que se determinó la mortalidad larvaria y de eclosión de los huevos *in vitro*, evaluando cinco concentraciones de AEO: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1 mg mL⁻¹, además de contar con un testigo absoluto (agua destilada) y un testigo comercial 200 mg mL⁻¹ de Ivermectina. Para el análisis estadístico se usó estadística no paramétrica, mediante análisis de varianza (ANOVA), usando la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados en relación a la inhibición de la eclosión de huevos tuvieron una eficacia de un 60 % a 76 %, mientras que en la prueba larvicida se obtuvieron valores del 40 % al 60 % a las 24 h. observando que la concentración de 0.2 mg mL⁻¹ tuvo una eficacia del 60 % contra larvas de nematodos gastrointestinales, mostrando buena eficacia larvicida *in vitro*.

Palabras clave: Rumiantes, nematodos gastrointestinales, aceite esencial de orégano mexicano.

ABSTRACT

The use of essential oils has antiparasitic, antibacterial, antifungal, antioxidant and anti-inflammatory properties, so the use of animal production can be an alternative, the objective of this research was to conduct an *in vitro* evaluation of Mexican oregano essential oil (*Lippia graveolens*) (AEO), which contains nine bioactive compounds, with thymol (6.07%) and carvacrol (59.61%) being the most abundant. Larvae of the Strongylida order in the L3 phase were obtained from ruminant excreta. The study assessed larval mortality and egg hatching *in vitro* by evaluating five concentrations of AEO: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, and 1 mg mL⁻¹. An absolute control using distilled water and a commercial control with 200 mg mL⁻¹ of Ivermectin was also included. For the statistical analysis, nonparametric statistics were applied using the Kruskal-Wallis test following analysis of variance (ANOVA). The results indicated that the inhibition of egg hatching had an efficacy ranging from 60% to 76%, while the larvicidal tests showed effectiveness between 40% and 60% after 24 hours. Notably, the 0.2 mg mL⁻¹ concentration demonstrated an efficacy of 60% against gastrointestinal nematode larvae, indicating good larvicidal potential *in vitro*.

Keywords: Ruminants, gastrointestinal nematodes, Mexican oregano essential oil.

I. INTRODUCCIÓN

Los parásitos gastrointestinales (NGI) son de las principales afectaciones en los rumiantes en pastoreo (Torre-Acosta y Hoste, 2008), causando importantes pérdidas económicas (FAO, 2012). Los NGI en rumiantes, afectan los parámetros nutricionales además de la salud de los hatos ganaderos, disminuyendo la producción de leche y carne, sumado a esto afectan la tasa de crecimiento, desarrollo y mortalidad (Ochoa y Alonso- Diaz, 2012).

Para el control de los NGI se han usado productos antihelmínticos sintéticos, dentro de estos grupos se encuentran las lactonas macrocíclicas, benzimidazoles y febendazoles (Braga y Araujo, 2014). No obstante, este método ha generado consecuencias negativas como la resistencia en los parásitos (Anzani y Fiel, 2015). Se ha demostrado una disminución en la tasa de eficacia de los desparasitantes, debido a una alta frecuencia en su administración, o una mala elección del fármaco, lo cual ha generado problemas en el control de la población larvaria (Fernández- Figueroa *et al.*, 2015).

Se han buscado nuevas alternativas tales como el uso de plantas con metabolitos secundarios que poseen propiedades antiparasitarias, especialmente aquellas con taninos hidrosolubles y condensados junto con polifenoles (Moreno *et al.*, 2010). Cerrilla (2023), señala que el uso de aceites esenciales (AE) ha demostrado tener efectos antibacterianos, antifúngicos, antioxidantes y antiinflamatorios, mostrando resultados positivos ya que al ser derivados naturales no representan un riesgo al consumidor.

El orégano mexicano (*Lippilia graveolens*), es una planta con características específicas en cuanto a su aroma y sabor, contiene agentes fitoquímicos como el timol (5 %) y carvacrol (71 %), dichos componentes son responsables de una actividad antimicrobiana, la cual tiene un amplio aspecto en gram negativas además de tener un efecto fúngico (Arcila- Lozano *et al.*, 2004).

El uso de aceites esenciales (AE) en la producción animal (cerdos, aves, bovinos, caprinos, ovinos, y peces), se han considerado una alternativa al uso de sustancias químicas, asegurando

un estado nutricional óptimo, mejorando el sistema inmune y la productividad (Martínez *et al.* 2016)

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue hacer la evaluación *in vitro* del AE de orégano mexicano (*Lippia graveolens*) en distintas concentraciones, como larvicida en helmintos de bovinos.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto *in vitro* del aceite esencial de orégano mexicano (*Lippia graveolens*) (AEO) contra larvas de NGI de bovinos.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto larvicida y ovicida *in vitro* en nematodos del orden *Strongylida* del AEO.
- Determinar la resistencia antihelmíntica de las larvas de NGI de heces de bovinos recolectadas en campo.

III. HIPÓTESIS

El aceite esencial de orégano mexicano (*Lippia graveolens*) tendrá un efecto antihelmíntico en estudios *in vitro*.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Bovinos

Son animales pertenecientes a la familia de bóvidos, provenientes del Auroch, es un animal que en el siglo XVI todavía se localizaba en los bosques de Polonia y fue domesticado en Mesopotamia, así como en Egipto, Persia y la India (Lesur, 2005). Son animales rumiantes caracterizados por su alimentación y sistema digestivo, ya que son herbívoros, teniendo la capacidad de digerir forrajes. En la primera etapa de su vida tienen desarrollado el abomaso consumiendo únicamente la leche materna (Cole, 1964). Al tercer mes de vida suelen tener en funcionamiento los cuatro compartimientos de su estómago, los cuales cumplen con funciones diferentes en el proceso de digestión de los alimentos (Torrent, 1991).

4.2 Sistema digestivo del bovino

El sistema digestivo comienza por la boca, siendo conformada por dientes, lengua y glándulas salivales, los cuales forman la primera porción del conducto alimenticio. En especial la lengua de los rumiantes es larga, con una cubierta de diferentes tipos de papilas dando una marcada aspereza, convirtiéndola en el órgano principal de aprehensión. Siendo la lengua la única que sale de la boca, rodea el pasto y lo atrae hacia adentro (Jarrige, 1990).

La remasticación es importante en los rumiantes ya que tienen la capacidad de consumir grandes cantidades de alimento en un periodo de tiempo corto, para después el animal regurgite el alimento en forma de bolo y rumiar debajo de un árbol a la sombra. El estómago de los bovinos tiene cuatro compartimientos gástricos, (rumen retículo, omaso y abomaso) y tiene la función de procesar forrajes que proporcionan energía y nutrientes (Campbell *et al.*, 2018).

4.3 Parasitismo en bovinos

Los nematodos gastrointestinales (NGI) son helmintos que se distinguen porque son cilíndricos. Los NGI se localizan en el tracto digestivo de los rumiantes, siendo las zonas de trópico donde se encuentran más. Los adultos maduros liberan huevos que son expulsados con

las heces y estos contaminan los pastos, para posteriormente ser consumidos por los animales que se encuentren pastoreando e iniciar nuevamente el ciclo (Reyes-Guererro *et al.*, 2021).

4.3.1 Características morfológicas de los nematodos

Los nematodos, también conocidos como gusanos redondos, son un filo de animales invertebrados que se caracterizan por su cuerpo alargado y cilíndrico, con una simetría bilateral, la morfología de los nematodos se distingue por algunas características clave que los diferencian de otros grupos de animales. Uno de los rasgos más distintivos es la forma de su cuerpo, que es alargada, no segmentada y presenta una cutícula que recubre todo su cuerpo. Esta cutícula, que es una capa rígida, se encuentra compuesta principalmente de colágeno y se renueva periódicamente mediante un proceso denominado muda. La rigidez de la cutícula permite a los nematodos mantener su forma, a pesar de la presión interna que genera su sistema digestivo y de excreción, y también les ofrece protección frente a factores ambientales adversos. En cuanto a la estructura interna, los nematodos poseen un sistema digestivo completo, compuesto por una boca, un tubo digestivo y un ano. La boca está rodeada por una serie de estructuras especializadas, como labios o dentículos, dependiendo de la especie. A través del tubo digestivo, los nematodos absorben los nutrientes que necesitan para su supervivencia. A diferencia de otros organismos, no poseen un sistema circulatorio ni respiratorio, y la circulación de los nutrientes y gases se realiza a través del fluido interno del cuerpo (Perry y Moens, 2006).

El sistema digestivo es completo en la gran mayoría de los nematodos, contando con una boca circular rodeada de seis a tres labios, presentando una cavidad bucal entre la boca y el esófago, el cual cuenta con una pared gruesa sincicial glandular y fibras contráctiles (Drago, 2017).

El sistema nervioso de los nematodos es relativamente simple y consiste en un cordón nervioso ventral que se extiende por todo el cuerpo. Este cordón nervioso se ramifica en diferentes partes del cuerpo, permitiendo así la transmisión de señales entre las distintas partes del cuerpo. A nivel sensorial, los nematodos poseen una variedad de receptores, como los quimiorreceptores, que les permiten detectar sustancias químicas en su entorno, y los mecanorreceptores, que detectan estímulos táctiles. Sistema reproductor: Los nematodos tienen sexos diferenciados en la mayoría de las especies, aunque existen casos de hermafroditismo. El

macho posee una estructura llamada espícula, que permite retener el esperma y transferirlo a la hembra. Las hembras, por otro lado, tienen un sistema reproductivo especializado que les permite producir grandes cantidades de huevos, que son liberados al medio ambiente para completar el ciclo de vida. La fecundación es interna y, en muchos casos, las hembras pueden almacenar espermatozoides para fecundar sus óvulos en distintos momentos de su vida (Bowman, 2011).

4.2.2. Ciclo biológico

Su ciclo biológico es muy similar a los pequeños estróngilos, los huevos son expulsados junto con las heces, en el medio ambiente pasan por estadios larvarios (larva 1, larva 2 y larva 3), separados por mudas y desarrollándose hasta larvas infectivas (larva 3). Los animales se infectan al ingerir agua y pastos contaminados con las larvas infectivas, penetran en la mucosa del estómago donde se transforman en adultos para así dar comienzo a un nuevo ciclo (Prada, 2008).

5.1.3 Especies

5.1.3.1 Strongyloidea

Los nematodos presentan una bolsa copuladora en machos y poseen una extensión de la cutícula que se sostiene por una orden de radios, dependiendo de la especie. Las hembras presentan una cola cónica, en la apertura oral se desarrolla una estructura de corona radial y los huevos liberados se caracterizan por tener una cubierta fina y encontrarse en desarrollo temprano al salir del hospedador (Urquhart *et al.*, 2001).

5.1.3.2 Trichostrongyloidea

Son pequeños vermes filamentosos de tamaño menor a 7 mm de longitud, no cuentan con estructuras morfológicas, los machos poseen una bolsa copulatoria desarrollada, con dos espículas las cuales ayudan para diferenciarlos, estando dentro del hospedador no se producen migraciones, de tal modo que el ciclo se termina en la localización del parásito, sus ciclos

biológicos son directos ya que en la fase pre-parasítica se desarrolla hasta el estadio de L3 que es la fase infectante para el hospedador (Browman, 2011).

5.1.3.2 Ancylostomatoidea

Las infecciones ocasionadas por estos parásitos han sido llamadas ancilostomosis debido a su actividad hematófaga, Los adultos miden de 8 a 18 mm de longitud, el macho presenta una bolsa copulatoria de 12 a 13 costillas con dos espículas divergentes, terminando en punta fina. La hembra tiene una vulva en el tercio posterior y su extremo terminal en el apéndice caudal. Viven fijados a la pared intestinal utilizando placas o dientes, se alimentan de sangre y producen necrosis en los tejidos intestinales (Drago, 2017).

6. Prevención y control

6.1 Desparasitantes

Existen productos farmacológicos con la función de mantener controlada la carga parasitaria del individuo, atacando de manera específica al hospedador, ya que a través del sistema sanguíneo permite el paso a los productos llegar hasta donde están los parásitos y actuar (Fernández, 2015).

6.2 Tipos de desparasitantes

6.3 Antihelmínticos

Son catalogados como medicamentos activos para el control de gusanos redondos y planos de los rumiantes, siendo de importancia en la farmacéutica veterinaria (Marquez *et al.*, 2008); Rubio y Boggio (2009), señalan que el mecanismo de acción es tóxico para el helminto debido a sus propiedades farmacéuticas y la inhibición selectiva

6.3.1 Nematicidas

6.3.2 Piperazina

Es el fármaco más antiguo, se ha utilizado como ascarífugo actuando como un bloqueador de la acetilcolina en la placa neuromuscular del parásito, junto con una alteración en la permeabilidad de la membrana celular, generando una hiperpolarización muscular, lo que causa parálisis flácida (Sumano y Ocampo, 2006).

6.3.3 Benzimidazoles

Su principal función es la eliminación de nematodos, además de algunos cestodos. Afecta a individuos adultos como larvas, aunque la resistencia a este compuesto se debe a la pérdida de B-tubulina, algunos medicamentos de esta familia son: albendazol, febendazol, mebendazol, entre otros (Botana, 2016).

6.3.4 Imidazotiazoles

Son fármacos de amplio espectro, que actúan contra los nematodos que afectan en las especies domésticas, teniendo un buen resultado, ejemplos son el levamisol y tretamisol (Pérez, 2010).

6.3.5 Tetrahidropirimidinas

Son derivados del imidazol formulado como antihelmíntico, administrado por vía oral tiene una alta eficacia en estados adultos de NGI, pero no presentan actividad contra parásitos pulmonares (Perez, 2010)

6.3.6 Lactonas macrocíclicas

Tienen una elevada eficacia a dosis bajas y amplio aspecto, encontrándose en este grupo las avermectinas y milbemicinas. Tienen actividad endoparasitaria y ectoparasitaria. (Botana, 2016). Las lactonas macrocíclicas actúan selectivamente a nivel del receptor glutamato, lo cual

afecta la apertura del canal iónico de cloro y produce una hiperpolarización neuronal y parálisis en la musculatura faríngea y somática (Rubio y Boggio 2009).

6.3.6 Organofosforados

Los compuestos fosforados se caracterizan por inhibir la acetilcolinesterasa de los nematodos acompañado de la alteración en la transmisión neuromuscular, causando el desprendimiento de los parásitos del tracto gastrointestinal (Restrepo, 2019).

6.4 Resistencia a los antihelmínticos

La resistencia actual de los NGI es un mecanismo de origen molecular, que se presenta como una respuesta evolutiva para sobrevivir, debido a la falta de grupos químicos como desparasitantes y la utilización prolongada de los grupos ya existentes, ha generado reducción en su eficiencia (IPCVA, 2017). La resistencia se debe a que animales que son tratados con antiparasitarios, son pastoreados en las mismas praderas en donde los huevos del parásito son expulsados y estos provienen de bovinos que antes fueron tratados con desparasitantes, dando origen a la población refugio, que es resistente a esos antiparasitarios (Márquez *et al.*, 2008).

7. Nuevas alternativas

7.1 Aceites esenciales

Los aceites esenciales son derivados de plantas que contienen mezclas de más de 100 componentes los cuales son compuestos alifáticos de bajo peso molecular tales como alcoholes, alcanos, aldehídos, cetonas esteroides y ácidos, seguido de monoterpenos, sesquiterpenos y felipropanoles (Martínez *et al.*, 2016), a los que se deben sus aromas característicos (Bandoni, 2009). Los AE mejoran la eficiencia alimenticia en rumiantes, así como la calidad de los productos cárnicos y lácteos, teniendo otros beneficios, como la reducción de metano entérico, de gases de efecto invernadero y nitrógeno amoniacal (Chávez-Soto *et al.*, 2021).

7.2 Uso de aceites esenciales

El uso de AE tiene un amplio uso, se utilizan en la alimentación, perfumería y cosmetología (Bandoni *et al.*, 2009). Los AE en el sector pecuario han sido utilizados como aditivos para el tratamiento o prevención de enfermedades en los animales (Cerrilla *et al.*, 2023). En aves se han usado aceites esenciales de anís, orégano y cáscara de cítricos como alternativa al uso de antibióticos. optimizando los parámetros productivos (Hong *et al.*, 2012). En cerdos de la misma forma, se ha observado un incremento de los índices productivos en engorda y optimización en la digestión, así como en el control de nitrógeno excretado (Daza *et al.*, 2001). En rumiantes los AE son capaces de modificar la fermentación ruminal, aprovechando los nutrientes de los alimentos de mejor manera, tenido mejores ganancias de peso y haciendo más eficiente la producción de leche (Giannenas *et al.*, 2011; Tager y Krause, 2011). La adición de hojas de orégano europeo (*Oregano vulgare L*) ha aumentado la concentración de la grasa en la leche, así mismo incrementando el aprovechamiento del alimento, al administrar 500 g d^{-1} (Tekippe *et al.*, 2011). En concentraciones de 283 mg mL^{-1} de AE de *Lippia sidoides* ha demostrado ser más eficaz para controlar la carga parasitaria de huevos y larvas de nematodos gastrointestinales (Camurca *et al.*, 2008), así como para ectoparásitos. James y Callender (2012) al usar 1% de aceite de *Malaleuca alternifolia* en la dieta de ovinos redujeron los piojos al 90 % en un lapso de 12 semanas.

7.3 Aceite esencial del orégano (AEO)

El AEO se caracteriza por sus componentes aromáticos, como monoterpenos, terpenos, sesquiterpenos, sustancias azufradas y nitrogenadas (Arcila-Lozano *et al.*, 2004; Tellez - Monzon y Nolasco- Cama, 2017), siendo los más importantes el timol, carvacrol y terpineno, ya que a estos se les atribuyen propiedades antimicrobianas, antifúngicas y antioxidantes (Sanches-Tito y Layme-Huanca, 2022). Entre los componentes en mayor cantidad del aceite de *L. graveolens*, se destaca el L-4-terpineol o terpinenol (26,56 %), timol (18,80 %) y carvacrol (2,24 %) (Tellez-Monzon y Nolasco-Cama, 2017). Al aceite esencial de orégano de *L. multiflora* se le considera como un agente efectivo contra la infestación por piojos y ácaros, incluso en mayor grado que el bencil benzoato utilizado para el control de estos, sus principales

componentes son el cimeno (8%), limoneno (15%), linalol (34%), geraniol (20%) y timol (4%) (Arcila-Lozano, 2004).

8. Técnicas de diagnóstico parasitológico

8.1. Método de MacMaster

Mediante la técnica de McMaster se estima el grado de infestación en un animal y puede calcularse la eficacia de los tratamientos. No obstante, se debe considerar que cada género parasitario tiene sus características de patogenicidad y las hembras depositan huevos en cantidad diferente. Si bien el recuento de huevos no determina con certeza la abundancia de parásitos establecidos en el aparato digestivo, constituye una herramienta de alta valoración técnica y práctica para el control de la enfermedad en los sistemas de producción. Esta técnica es usada para demostrar y contabilizar huevos de helmintos y ooquistes en muestras fecales (Alcalá y Figueroa, 2018).

8.2.- Coprocultivo

Debido a que los huevos de los nematodos, que afectan a los rumiantes son similares, no se pueden identificar los diferentes géneros. La técnica de cultivo larvario, se basa en proporcionar las condiciones de temperatura, humedad y oxigenación adecuadas para que este tipo de huevos se desarrollen hasta el estadio de larva infectante (L3), larvas que se pueden diferenciar con relativa facilidad (Alcalá y Figueroa, 2018).

8.3 Técnica de Baermann

La técnica de Baermann funciona bajo el principio de la migración larvaria ya que para eso las muestras son suspendidas en la superficie de un recipiente lleno de agua (García y Alger, 2022), por el principio de tropismo, las larvas bajan al agua, sedimentándose en la base del recipiente (OPS, 2020).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización

El trabajo se realizó en el año 2024 en el Laboratorio del Departamento de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, localizado en Ciudad Universitaria, Ciudad de México.

5.2 Material biológico

Para la obtención de las muestras fecales se utilizaron 100 novillos de distintas razas, sin desparasitar, provenientes del municipio de Tenampulco, Puebla. (20°,12'N,97°24'O, a 202 msnm)

5.3 Metodología de campo

Para la obtención de las muestras, se confinó a los animales en el corral en una manga de manejo. Posteriormente, se realizó la recolección de muestras de manera directa por el recto del bovino, para lo cual se utilizaron guantes completos de polietileno, se procedió a recolectarlos en bolsas indicando el lugar donde se tomó la muestra. Las muestras se conservaron en una hielera a temperatura de 4 °C. hasta su análisis.

5.4 Analisis de laboratorio

5.4.1 Técnica de MacMaster

Esta técnica es utilizada para realizar el cálculo aproximado de la carga parasitaria en heces fecales, por tanto su posible significación clínica, a través del número de huevos o larvas por gramo de heces (Alcalá y Figueroa, 2018). Esta técnica consistió en pesar dos gramos de heces a los cuales se le agregaron 28 ml de solución saturada de sal, con la cual se logró una mezcla homogénea, posteriormente fue colada en otro vaso debidamente identificado, para realizar el llenado de la cámara de McMaster, y hacer el conteo de los huevos que se encontraban por gramo de heces.

5.4.2 Técnica de cultivo larvario (coprocultivo)

Los coprocultivos fueron realizados para permitir que eclosionaran los huevos de las larvas y estas maduraran, ya que las larvas deben estar en fase 3. Esta técnica consistió en mezclar las muestras positivas a carga parasitaria, se concentraron en un recipiente, llenado a la mitad de su capacidad, previamente identificado, para agregarle aserrín de madera libre de químicos, para mezclarlo e hidratarlo con agua, hasta crear una pasta homogénea sin exceso de líquido a una temperatura de 26 °C con un constante de hidratación y movimiento de los coprocultivos cada 24 horas por 15 días.

5.4.3 Técnica de Baermann

La técnica de Baermann se realizó una vez pasados los 15 días del coprocultivo, esta técnica funciona bajo el principio de migración larvaria, ya que las muestras son suspendidas en agua en lo alto de un embudo conectadas con un tubo para que estas a la hora de salir al agua fueran recolectadas en la base del tubo.

5.4.4 Obtención del AEO (aceite esencial de Orégano)

El AEO utilizado en el presente trabajo de investigación fue adquirido en una casa comercial y analizado en el Laboratorio de Ecología Química y Agroecología, IIES, UNAM por cromatografía de gases-masas, mostrando la presencia de nueve metabolitos secundarios que segrega la planta, de los cuales (6.07 %) timol y (59.61 %) carvacrol (Cuadro 1).

Cuadro 1. Compuestos contenidos en el aceite esencial de orégano mexicano (*L. graveolens*) utilizado en el presente estudio.

TR	%	Compuesto	IK	IK Adams
6.10	1.56	β -Mirceno	991	988
6.73	1.64	α -Terpinino	1019	1014
6.92	16.48	p-Cimeno	1027	1020
10.81	1.30	terpine-4-ol	1181	1177
13.75	6.07	Timol	1293	1235
14.12	59.61	Carvacrol	1307	1298
17.16	5.19	Cariofileno	1427	1417
7.73	5.14	τ -terpineno	1060	1054
18.01	3.01	α -Cariofileno	1461	1452

TR: tiempo de retención en minutos, %: proporción de la muestra, IK: índices Kovats, experimentales IK Adams: índices Kovat

5.5 Diseño experimental

Los tratamientos fueron distribuidos al azar con siete tratamientos y tres repeticiones, así mismo fue para la eclosión e inhibición de larvas, todo realizado en base 100, teniendo un total 2100 larvas y 2100 huevos de nematodos.

Los tratamientos fueron los siguientes: T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento con Ivermectina 200 μg , T3: tratamiento con 0.2 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de aceite, t4: tratamiento con 0.4 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de aceite, T5: tratamiento con 0.6 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de aceite, T6: tratamiento con 0.8 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de aceite, T7: tratamiento con 1.0 mg mL^{-1} de aceite. La eficiencia del AEO a las diferentes dosis fue calculada de acuerdo a Wood *et al.* (1995) mediante la siguiente formula:

$$\% \text{Eficiencia} = [(C-T/C) * 100]$$

Donde:

C= Promedio o porcentaje del grupo control.

T= Promedio o porcentaje del grupo tratado.

5.6 Variables

5.6.1 Prueba de inhibición de la eclosión de huevos

Se realizó la cuantificación de los huevos no eclosionados y eclosionados junto con las larvas presentes en cada uno de los pozos para tener un conteo exacto luego de estar 24 h en incubación a una temperatura de 27°C (Alcalá y Figueroa, 2018).

5.6.2 Prueba de inhibición larvaria

Se realizó la cuantificación de las larvas para obtener el porcentaje de eficacia, la inhibición larvaria en el estadio larvario infectante, se realizó sobre la motilidad por observación al microscopio luego de estar 24 h en incubación a una temperatura de 27°C (Alcalá y Figueroa, 2018).

5.6.2 Motilidad larvaria

Se realizó la observación de la motilidad sobre las larvas sobrevivientes en los tratamientos por medio del microscopio, asignándoles un número en la escala de movilidad en un lapso de 60 minutos (Villegas, 2019) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índice de movilidad de las L3

Escala	significado
0	Muertas
1	No se mueven, pero están vivas
2	Movimiento bajo
3	Movimiento medio
4	Movimiento alto

5.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados por medio de la prueba de Shapiro-Wilk, la cual indicó que los datos no presentaron una distribución normal, por lo que se utilizó estadística no paramétrica. Para la evaluación de la inhibición larvaria y eclosión de huevos, se realizó un ANOVA usando la prueba de Kruskal-Walli

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Prueba de inhibición de la eclosión de huevos

En el Cuadro 3 se muestra el porcentaje en la inhibición de la eclosión de huevos, siendo el tratamiento testigo significativamente diferente ($p \leq 0.05$) y mayor a lo demás tratamientos. Cuando no se aplicó AEO, el porcentaje de eclosión fue del 90.33%. Sin embargo, el tratamiento con Ivermectina (T2) no fue diferente significativamente a los tratamientos donde se usó AEO, independientemente de la dosis utilizada. Lo anterior indica que es posible prescindir del uso de la Ivermectina y sustituirla por AEO (0.6 mg mL^{-1}), el cual tuvo un porcentaje de inhibición del 76 %.

Cuadro 3. Porcentaje de inhibición de la eclosión de huevos en la prueba *in vitro*.

Tratamiento	% de eclosión de huevos
T1	90.33 a
T2	23.33 b
T3	40 b
T4	33.33 b
T5	36.66 b
T6	24 b
T7	33.33 b

T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento con Ivermectina 200 mg, T3: tratamiento al 0.2 mg mL^{-1} de aceite, t4: tratamiento al 0.4 mg mL^{-1} de aceite, T5: tratamiento al 0.6 mg mL^{-1} de aceite, T6: tratamiento al 0.8 mg mL^{-1} de aceite, T7: tratamiento al 1.0 mg mL^{-1} de aceite. a,b: Diferentes literales entre columnas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Resultados encontrados por Štrbac *et al.* (2023), quienes utilizaron aceite esencial de menta (*Mentha piperita L*), reportan un 90 % de inhibición con una concentración de 50 mg mL^{-1} . Sin embargo, la concentración fue mayor en comparación con el tratamiento T6 del presente estudio, mientras que Von son *et al.* (2015) mencionan que con el uso de una menor concentración 0.250 mg mL^{-1} se tienen porcentajes similares del 90.49 % con el uso de *Leucaena leucocephala* en extracto acuoso, ambos en condiciones *in vitro*. Silva *et al.* (2021)

señalan que en los huevos de nematodos tratados con algún monoterpeno altera la superficie, cambiando la altura de los huevos y rugosidad, siendo signo de una lesión superficial y un desbordamiento del contenido del huevo.

6.2 Prueba de inhibición de larvas

En la inhibición larvaria (Cuadro 4) se observó que fue nula la respuesta usando solo agua destilada (tratamiento testigo) mientras que el T2 (Ivermectina) fue el que mayor inhibición larvaria presentó, comparado con los tratamientos con AE. Dentro de estos, el T3 causó la inhibición de larvas en un 60 %, lo que indica que al utilizar una concentración de 0.2 mg mL^{-1} de AEO., se inhibe la aparición de larvas considerablemente, aunque fue significativamente similar ($p > 0.05$) a todos los tratamientos con AEO. Los porcentajes de inhibición de AEO, se debe muy probablemente a la presencia de timol (6.07 %) y carvacrol (59.61 %). Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Teixeira *et al.*, (2023) quienes evaluaron aceite esencial de *Thymus vulgaris*, y *Lippia sidoides* inhibiendo el 14.89 % y 72.4 % en larvas de *Rhipicephalus microplus*.

Silva *et al.* (2021) y Sánchez *et al.* (2004), mencionan que el timol puede inhibir la acetilcolinesterasa en los neurotransmisores GABA, afectando las funciones de las proteínas, asemejándose al mecanismo de acción de los organofosforados. Sin embargo, es posible que estén involucrados otros mecanismos de acción como la interacción del timol en el receptor de tiramina SER-2 reportado en *Caenorhabditis elegans*, ya que este receptor modula una serie de procesos importantes en los nematodos, como el bombeo faríngeo, la locomoción y la puesta de huevos (Lei *et al.*, 2010). Marjanović *et al.* (2018), hacen mención del efecto nematocida del carvacrol, que en parte se puede deber a que en el sistema neuromuscular, la interacción de los receptores nicóticos de acetilcolina (nAChR) actúan como agonistas del nAChR. Marjanović *et al.* (2020), mencionan que el carvacrol implica la inhibición de la contracción muscular en el nematodo.

Los fitoquímicos presentes, en especial los monoterpenos como el timol y carvacrol, podrían estar relacionados con interacciones directas entre los polifenoles y las proteínas estructurales de la cutícula de los nematodos dando paso a nematocidas potenciales (Von son, 2015 y Lei *et al.*, 2010).

Cuadro 4. Porcentaje de inhibición larvaria en la prueba *in vitro*.

Tratamiento	% de inhibición larvaria
T1	0 c
T2	90 a
T3	60 b
T4	51.66 b
T5	45 b
T6	40 b
T7	45b

T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento con ivermectina 200 mg mL⁻¹ T3: tratamiento al 0.2 mg mL⁻¹ de aceite, T4: tratamiento al 0.4 mg mL⁻¹ de aceite, T5: tratamiento al 0.6 mg mL⁻¹ de aceite, T6: tratamiento al 0.6 mg mL⁻¹ de aceite, T7: tratamiento al 1.0 mg mL⁻¹ de aceite, a, b, c: Diferentes literales entre columnas indican diferencias significativas (p<0.05).

6.3 Motilidad larvaria

La motilidad larvaria se midió en una escala de 0 – 4 (Villegas, 2019) donde, 0 es muertas y 4 presentan alto movimiento. En el presente estudio se observó (Cuadro 5) que el tratamiento testigo tuvo un valor de 4, contrario al tratamiento 2 (Ivermectina) donde el valor presentado fue de cero, lo que indica una mortalidad del 100 %, sin embargo, los tratamientos con AEO independientemente de la dosis presentaron un valor de 2, lo que indica el 50 % de mortalidad.

Resultados obtenidos por Aguilar-Urquiza *et al.* (2023) señalan que el uso de 6.25 mg mL⁻¹ de *Azadirachta indica* y *Moringa oleífera* afectó la motilidad en un 98% y 100%; sin embargo, la concentración usada por estos autores fue mayor en comparación con el T7 de la presente investigación. Andre *et al.* (2016) reportan resultados similares, inhibiendo la motilidad en un 41.8 % utilizando 200 mg mL⁻¹ de carvacrol, el cual causa un daño en la cutícula del nematodo. Andre *et al.*, (2017) reportan que el uso de timol afectó la motilidad en un 100% a las 24 h. Por su parte Lei *et al.* (2010), indican que debido al timol y a la formación de burbujas en la cutícula y a las propiedades electrostáticas de la superficie de la membrana, se afecta su organización y las propiedades electrostáticas de esta.

Cuadro 5. Índice de motilidad larvaria con diferentes dosis de inclusión de AEO

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Grado de movilidad	4 a	0 b	2 ab	2 ab	2 ab	2ab	2ab

T1: tratamiento testigo, T2: tratamiento con ivermectina 200 mg mL⁻¹ T3: tratamiento al 0.2 mg mL⁻¹ de aceite, T4: tratamiento al 0.4 mg mL⁻¹ de aceite, T5: tratamiento al 0.6 mg mL⁻¹ de aceite, T6: tratamiento al 0.6 mg mL⁻¹ de aceite, T7: tratamiento al 1.0 mg mL⁻¹ de aceite. a, b, ab: Diferentes literales entre columnas indican diferencias significativas (p<0.05).

VII. CONCLUSIONES

La resistencia a los antihelmínticos en nematodos es una respuesta al uso indiscriminado que se tiene de estos, lo cual ha llevado al desarrollo de la búsqueda de nuevas alternativas viables. Los resultados de este estudio mostraron que el aceite esencial de orégano mexicano (*Lippia graveolens*), en una concentración de 0.2 mg mL^{-1} , con una eficacia larvica del 60% en 24 h contra larvas y en huevos con una concentración de 0.6 mg mL^{-1} , en nematodos gastrointestinales del orden *Strongylida* en bovinos, lo que sugiere su potencial antiparasitario. Sin embargo, es necesario realizar más evaluaciones para encontrar dosis más adecuadas para aumentar la eficiencia de inhibición de eclosión y larvica.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Urquizo E.; Marcín-Marrufo E. M.; Magaña-Magaña M. Á.; Piñeiro-Vázquez Á.T.; Torres-Acosta J. F. de J.; Itza-Ortiz M. 2023. Potential of plant extracts to inhibit egg hatching and migration of *Haemonchus contortus* larvae: Plant extracts in the inhibition of larvae. *Veterinaria México OA* 10:1-13.
- Alcalá C. Y.; Figueroa C. J. A. 2018. Diagnóstico de Parásitos de interés en Medicina Veterinaria. Manual de prácticas. Ciudad de Mexico, Universidad Nacional Autónoma de México.
- André W. P. P.; Cavalcante G. S.; Ribeiro W. L. C.; Dos Santos J. M. L.; Macedo, I. T. F.; De Paula H. C.B.; De Moraes S. M.; De Melo J. V.; Bevilaqua C. M. L. 2017. Anthelmintic effect of thymol and thymol acetate on sheep gastrointestinal nematodes and their toxicity in mice. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria* 26(3): 323–330.
- Andre W. P.; Ribeiro W. L.; Cavalcante G. S.; Santos J. M.; Macedo I. T.; Paula H. C.; de Freitas R. M.; de Moraes S. M.; Melo J. V.; Bevilaqua C. M. 2016. Comparative efficacy and toxic effects of carvacryl acetate and carvacrol on sheep gastrointestinal nematodes and mice. *Veterinary Parasitology* 218(15), 52–58.
- Anziani O.S.; Fiel C.A. 2015. Resistencia a los antihelmínticos en nemátodos que parasitan a los rumiantes en la Argentina. *Revistas de Investigaciones Agropecuarias* 4 (1): 125-135.
- Arcila-Lozano C.C.; Loarca-Piña G.; Lecona-Urbe S.; González D. M. E. 2004. El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 54(1): 100-111.
- Arnaud O. R.; Alonso- Diaz, M, A. 2012. Unidades de producción bovina con nematodos gastrointestinales resistentes al albendazol (Benzimidazoles) en México, revista científica. 22 (4):315-320.
- Bandoni A. L.; Retta D.; Di Leo L. M. P.; Baren V. M. C. 2009. ¿Son realmente útiles los aceites esenciales? *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 8(5): 317-322.
- Bizimenyera E. S.; Githiori J. B.; Eloff J.N.; Swan G.E. 2006. Actividad in vitro de *Peltophorum africano* Sond. (Fabaceae) extractos sobre la eclosión de huevos y el desarrollo larval del nematodo parásito *Trichostrongylus colubriformis*., *Veterinary Parasitology* 142(3-4):336–343.

- Botana L. L. M. 2016. farmacología veterinaria fundamentos y aplicaciones terapéuticas. Editorial Medica Panamericana. España. pp: 405- 430.
- Botana L. L. M., Londoni M. F., Jiménez T. M., 2002. farmacología y terapéutica veterinaria, Madrid, España, McGraw-Hill Interamericana. pp: 517-544.
- Bowman D. D. 2011. Georgis parasitología para veterinarios. Elsevier Barcelona, España. pp: 158-253.
- Braga F.R.; Araujo J. V. 2014. Nematophagous fungi for biological control of gastrointestinal nematodes in domestic animals. *Applied Microbiology and Biotechnology* 98(1): 71-82.
- Cabardo D. E.; Portugaliza H. P. 2017. Anthelmintic activity of Moringa oleifera seed aqueous and ethanolic extracts against Haemonchus contortus eggs and third stage larvae. *International Journal of Veterinary Science and Medicine* 5(1). 30–34.
- Campbell J. R.; Kenealy D. M., Campbell K. L., 2018. Ciencia animal. Biología, cuidado y producción de animales domésticos. Acribia. España. pp: 312-501.
- Camurca-Vasconcelos A.L.F.; Bevilaqua C. M. L.; Morais S. M.; Maciel M. V.; Costa C. T. C.; Macedo I. T. F.; Oliveira L. M. B.; Braga R. R.; Silva R. A.; Vieir L.S.; Navarro A. M. C. 2008. Anthelmintic activity of Lippia sidoides essential oil on sheep gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology* 154(1-2): 167-170
- Cerrilla O. M. E.; Herrera V. I. Y.; Cuautle M. A.; Vázquez D. R.; Oropeza M. E.; Ayala R. J. M. 2023. Uso de aceites esenciales en la producción de carne, *NACAMEH* .17 (2): 109-129.
- Chávez-Soto D. Y.; Vázquez-Armijo J. F.; Hernández-Meléndez J.; Martínez-González, J. C.; Esparza-Jiménez S.; López-Aguirre D. 2021. Los aceites esenciales en los pequeños rumiantes y su efecto sobre la productividad; *Agroecosistemas Tropicales y Subtropicales* 24 (2): 1-12.
- Cole H.H.. 1964. Produccion animal, Acribia. Zaragoza, España.
- Daza A.; Rodríguez C.A.; Gálvez J. F. 2001. Efecto de la adición de aceites esenciales al pienso sobre las variables productivas, digestibilidad y balance de nitrógeno en cerdos en cebo. *Invertir. Agr.: Prod. Sanid. Animación* 16 (2): 1–3.
- Drago F. 2017. Microparasitos: diversidad y biología, Buenos Aire, Argentina. Universidad de la Plata. pp: 128-139.
- Esteban-Andrés D.; González-Garduño R.; Garduza-Arias G.; Ojeda-Robertos N. J.; Reyes-Montes F.; Gutiérrez-Cruz S. 2013. Desarrollo de resistencia a nemátodos gastrointestinales en ovinos de pelo desafiados con diferentes niveles de infección. *Revista de Medicina Veterinaria y*

Zootecnia. 60(3): 169-181.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2012. Interventions against intestinal nematodes: Nutritional and chemotherapeutic solutions. Technologies and practices for small agricultural producers. En línea: <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1620636/>. C: 21/09/24.

Fernández F. 2015. ¿Antiparasitario o vacuna?. Revista Plan Agropecuario, 154: 56-57.

Fernandez-Figueroa A.; Arieta-Roman R.; Graillet-Juárez E.; Romero-Salas D.; Romero-Figueroa M.; Felipe-Ángel I. 2015. Prevalencia de nematodos gastroentéricos en bovinos doble propósito en 10 ranchos de Hidalgotitlán Veracruz, México, Abanico veterinario 5(2): 13-18.

García J.; Alger J. 2022. Método de Baermann y el diagnóstico de estrongiloidiasis. Revista Médica Hondureña 90(2): 158.

Giannenas I.; Skoufos J.; Giannakopoulos C.; Wiemann M.; Gortzi O.; Lalas S.; Kyriazakis I. 2011. Effects of essential oils on milk production, milk composition, and rumen microbiota in Chios dairy ewes. Journal of Dairy Science 94(11): 5569–5577.

Hong J.C.; Steiner T.; Aufy A.; Lien T.F. 2012. Effects of supplemental essential oil on growth performance, lipid metabolites and immunity, intestinal characteristics, microbiota and carcass traits in broilers. Livestock Science 144 (3): 253–262.

Hoste H.; Chilton N.B.; Gasser R.B.; Beveridge I. 1995. Differences in the second international transcribed spacer (Ribosomal DNA) between five species of *Trichostrongylus* (Nematoda: Trichostrongylidae). International Journal of Parasitology 25(1): 75-80.

Ipcva (Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina). 2017. Parasitosis gastrointestinal en bovinos carne, Cuadernillo Técnico. Argentina, UNICEN.

James P.J.; Callander J.T. 2012. Bioactivity of tea tree oil from *Melaleuca alternifolia* against sheep lice (*Bovicola ovis* Schrank) in vitro. Veterinary Parasitology 187(1-3): 498-504.

Jarrige J. 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Jensen R.; Mackey D.R. 1971. Enfermedades de los bovinos en los corrales de engorda, enfermedades causadas por metazoo parásitos. UTEHA. PP: 211- 222.

Lara D. M 2007. Resistencia a los antihelmínticos en nematodos de rumiantes y estrategias para su control. Agrosavia. Colombia, PP: 33-99.

Lei J.; Leser M.; Enan E.; 2010. Nematicidal activity of two monoterpenoids and SER-2 tyramine receptor of *Caenorhabditis elegans*. Biochemical Pharmacology 79(7): 1062–1071

- Lesur L. 2005. Manual del ganado bovino para carne: una guía paso a paso. Trillas. México.
- Marie M. C.; Hoste H.; Mahieu M.; Varo H.; Archimede H. 2009. In vitro effects of Cucurbita moschata seed extracts on Haemonchus contortus. Veterinary Parasitology 161(1–2): 99–105.
- Marjanović S. D.; Bogunović D.; Milovanović M.; Marinković D.; Zdravković N.; Magaš V.; Trailović M. S. 2018. Anthelmintic activity of carvacrol, thymol, cinnamaldehyde and p-cymen against the free-living nematode Caenorhabditis elegans and rat pinworm Syphacia muris. Acta Veterinaria 68(4): 445–456.
- Marjanović, D. S., Zdravković, N., Milovanović, M., Trailović, J. N., Robertson, A. P., Todorović, Z., Trailović, S. M., 2020. Carvacrol acts as a potent selective antagonist of different types of nicotinic acetylcholine receptors and enhances the effect of monepantel in the parasitic nematode Ascaris suum. Veterinary Parasitology 278(1): 109031.
- Márquez D.; Jiménez G.; García F.; Garzón C. 2008. Resistencia a los antihelmínticos en nematodos gastrointestinales de bovinos en municipios de Cundinamarca y Boyacá. Ciencia y Tecnología Agropecuaria 9(1): 113-123.
- Martínez R. M.; Cerrilla M. E. O.; Haro J. G. H.; Garza J. R. K.; Ramos J. J. Z. Robles R. S. 2016. Uso de aceites esenciales en animales de granja. Interciencia 40(11): 744–750.
- Moreno F.C.; Gordon, I.J.; Wright A.D.; Benvenuti M.A.; Saumell C.A. 2010. In vitro anthelmintic effect of plant extracts against infective larvae of ruminants gastrointestinal nematode parasites. Medicina Veterinaria 42(3): 155-163.
- Navone G.; Dragón, F. 2017. Microparásitos: diversidad y biología, libro de catedra, Edulp. Buenos Aires, Argentina. pp: 126-156.
- Ochoa R. A.; Alonso-Díaz M. Á. 2012. Unidades de producción bovina con nematodos gastrointestinales resistentes al albendazol (Benzimidazoles) en México. Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad Del Zulia 22 (4): 315–320.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2020. Medios auxiliares para el diagnóstico de la parasitosis intestinal, Washington D.C.: Organización Panamericana de la Salud. pp:15-16
- Ortiz-Ocampo G.I.; Covarrubias-Cardenas A.G.; Santos-Ricalpe R.H.; Sandoval-Castro C.A.; Hoste H.; Capetillo-Leal C.M.; Gonzalez-Pech P.G.; Torres-Acosta J.F.J. 2016. In vitro and vivo anthelmintic effect of Coffea arabica residues against an Haemonchus contortus isolate with low susceptibility to tannins. Journal. Tropical and Subtropical Agroecosystems 19:41-50.

- Perez F. R. 2010. Farmacología veterinaria. texto de apoyo a la docencia. Chile. Universidad de Concepción. pp:361-366.
- Perry R. N.; Moens M. 2006. Nematodes as agricultural pests. CABI Publishing, Wallingford, pp: 18-35.
- Prada G.A. 2008. Determinación de las características morfológicas de larvas L1,L2 yL3 en parásitos gastrointestinales del equino en la región de los lagos, Chile. Revista de medicina veterinaria unisalle 1(15): 39-48.
- Puerto A. M.; Arace J.; López Y.; Roche Y.; Molina M.; Sanavria A.; Da Fonseca A. H. 2014. Efecto in-vitro de extractos acuosos de Moringa oleífera y Gliricida sepium en el desarrollo de las fases exógenas de strongilidos gastrointestinales de ovinos. Revista Salud Animal 36 (1): 28-34.
- Puerto A. M.; Arece G. J.; López L., Y. R.; Yaima R.; Molina M.; Sanavria A.; da Fonseca H. A. 2014. Efecto *in vitro* de extractos acuosos de Moringa oleífera y Gliricida sepium en el desarrollo de las fases exógenas de strongilidos gastrointestinales de ovinos. Revista de Salud Animal 36(1): 28-34.
- Restrepo S., J. G. 2019. Fundamentos de veterinaria: terapéutica veterinaria. Fondo Editorial CIB. Medellín.
- Reyes-Guerrero D. E., Olmedo J. A., Mendoza-de Gives P. 2021. Control y prevención de nematodosis en pequeños rumiantes: antecedentes, retos y perspectivas en México, Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 12 (3): 186-204.
- Rodriguez-Vivas R.I.; Cob-Galer, L.A.; Dominquez-Alpizar J.L. 2001. Frequency of gastrointestinal parasites in domestic animals, diagnosed in Yucatan, Mexico. Journal Biomedica 12(1):19-25.
- Rubbio M. R.; Boggio J. C. 2009. Farmacología veterinaria. EDUCC. Cordoba, Argentina. pp: 575-600
- Sánchez M. E.; Turina A. D. V.; García D. A.; Nolan M. V.; Perillo M. A. 2004. Surface activity of thymol: Implications for an eventual pharmacological activity. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 34(2): 77–86.
- Sánchez-Tito M. A., Layme-Huanca M. R.. 2022. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Origanum vulgare* L. frente a *Enterococcus faecalis*. Revista Cubana de Estomatología 59(1): 34 57
- Silva C. R.; Lifschitz A. L.; Macedo S. R. D.; Nagilla R.C.L.; Viana-Filho C. M.; Alcantara A. C. S.; Araújo J. G.; Alencar M. R. L.; Costa- Junior L. M. 2021. Combination of synthetic

- anthelmintics and monoterpenes: Assessment of efficacy, and ultrastructural and biophysical properties of *Haemonchus contortus* using atomic force microscopy. *Veterinary Parasitology* 290(1): 109345.
- Steffan P. E.; Fiel C. A.; Ferreyra D. A.; Monfrinotti A. 2002. Eficacia del ricobendazole-via subcutánea- contra los nematodos gastrointestinales del bovino. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias* 31(3):89-101.
- Štrbac F.; Krnjajić S.; Stojanović D.; Ratajac R.; Simin N.; Orčić D.; Rinaldi L.; Ciccone E.; Maurelli M.P.; Cringoli G.; Bosco A. 2023. *In vitro* and *in vivo* anthelmintic efficacy of *peppermint* (*Mentha x piperita* L.) essential oil against gastrointestinal nematodes of sheep. *Veterinary. Science* 10 (1):1232-570.
- Sumuano L. H. S.; Ocampo C. L. (2006), *Farmacología veterinaria*. Mcgraw-hilll Interamericana Ciudad de México. pp: 451-526.
- Tager L.R.; Krause K.M. 2011. Effects of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94(5): 2455-2464.
- Teixeira A. L. C.; Lima Marreto L. C. N.; Vale F. L.; Pereira e Sousa L. J. M.; Gonzaga B. C. F.; Silva, I. S.; Santos E. F.; Lopes F.F. d. S.; de Moraes S.M.; Lopes W. D. Z.; Gomes G. A., Monteiro C. 2023. Combinations of amitraz with essential oils from *Lippia sidoides* and *Thymus vulgaris*, thymol and thymol acetate for *Rhipicephalus microplus* control: studies under laboratory and field conditions. *Veterinary Parasitology* 1 (321):109997.
- Tekippe J.A.; Hristov A.N.; Heyler K.S.; Cassidy T.W.; Zheljazkov V.D.; Ferreira J.F.S.; Karnati S.K.; Varga G.A. 2011. Rumen fermentation and production effects of *Origanum vulgare* L. leaves in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94 (10): 5065-5079.
- Tellez-Monzón L. A.; Nolasco-Cama D. M. 2017. Estudio de la composición química del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* spp.) de Tacna. *Ingeniería Industrial* 35(1): 195-205.
- Tellez-Monzón N. C.; Lena A. D. M. 2017. Estudio de la composición química del aceite esencial de oregano (*Oreganum vulgare* spp) de Techa. *Ingeniería Industrial* 35(1): 195-205.
- Torrent M. M. 1991. La vaca de la leche y el ternero de carne. Aedos. Barcelona, España.
- Torres-Acosta.; Hoste H. 2008. Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Ruminant Research* 77(2): 159-173.
- Urquhart G. H.; Armour J.; Duncan J. L.; Dunn A. M., Jennings F.W. 2001. *Parasitología veterinaria*. Acribia Zaragoza, España. PP 23- 58.

- Villegas P. I. O. 2019. Evaluacion de la capacidad anthihelmitica de una solucion acuosa de taninos contra *Haemonchus contortus* en ovinos. Tesis de maestria. Universidad Nacional Autónoma de México. Repositorio UNAM.
- Von Son-de Fernexa E.; Alonso-Díaz M. Á.; Mendoza-de G. P.; Valles-de la Mora, B.; González-Cortazar M.; Zamilpac A.; Castillo G. E. 2015. Elucidation of *Leucaena leucocephala* anthelmintic-like phytochemicals and the ultrastructural damage generated to eggs of *Cooperia* spp. *Veterinary Parasitology* 214 (2): 89–95.



Oficio No. FCAyP/219/2025

Alonso Aldhair Bandala Mendoza
Egresado de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Con base en el dictamen emitido por el Dr. Marcos Pérez Sato (**Director de Tesis**), Dra. María Esther Ortega Cerrilla (**CoDirectora**), Dra. Yazmin Alcalá Canto (**Asesora**) y Dr. Edgar Valencia Franco en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la elaboración digital de la tesis titulada:

**ESTUDIO *IN VITRO* DEL ACEITE DE ORÉGANO (*Lippia graveolens*) COMO LARVICIDA EN
HELMINTOS DE BOVINO**

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agronómica Y Zootecnia.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

“Pensar bien, para vivir mejor”
San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., a 22 de Mayo de 2025.

Dr. Armando Ibáñez Martínez
Director de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias



c.c.p. - Archivo y Minutario
Dr. AIM/mlsm