

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



EFFECTO *in vivo* DEL EXTRACTO DE GOBERNADORA (*Larrea tridentata*)
COMO ANTIHELMÍNTICO EN NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN
CABRAS

Tesis

Que presenta BENEDICTO TORRES HERNÁNDEZ
como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

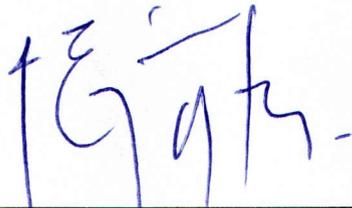
Torreón, Coahuila

Mayo 2021

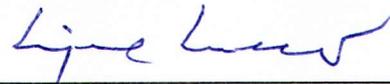
EFFECTO *in vivo* DEL EXTRACTO DE GOBERNADORA (*Larrea tridentata*)
COMO ANTIHELMINTICO EN NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN
CABRAS

Tesis

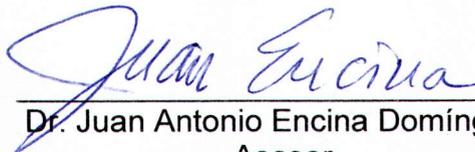
Que presenta BENEDICTO TORRES HERNÁNDEZ como requisito parcial para
obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con la
supervisión y aprobación del comité se asesoría



Dr. José Eduardo García Martínez
Asesor Principal



Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque
Asesor



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez
Asesor



Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Jefe del Departamento de Postgrado



Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente
Subdirector de Postgrado

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscrito, Benedicto Torres Hernández, estudiante del programa de Posgrado en Producción Agropecuaria, con matrícula 41133338 y autor de la presente Tesis, manifiesto que:

1. Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente Tesis, han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
3. Toda información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactado según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el copiado y pegado de dicha información.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
5. Entendiendo que la función y alcance de mi Comité de Asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada por la siguiente tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionado al plagio académico a mi Comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

ATTE

Benedicto Torres Hernández
Tesista de Maestría/ UAAAN

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por brindarme el apoyo económico para realizar mis estudios de maestría.

Al posgrado por permitirme formar parte de su programa de Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria de la UAAAN.

A mi asesor al Dr. José Eduardo García Martínez por su apoyo incondicional y su valiosa participación en el desarrollo de esta investigación, así mismo por su apoyo en los análisis estadísticos y revisión de la tesis.

Al Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque por su valiosa cooperación en esta investigación.

Al Dr. Juan Antonio Encina Domínguez por su tiempo dedicado a la revisión de la tesis.

Al Dr. Julio Cesar Espinosa por su apoyo en el montaje y realización de las lecturas en el microscopio.

Al Ing. Francisco Alonso Rodríguez por su apoyo en el trabajo de campo.

DEDICATORIA

A Dios y a la virgen de Juquila por guiar e iluminar mi camino, y por darme la oportunidad de culminar uno más de mis propósitos.

A mis padres, Sofonías Torres y Tomasa Hernández que siempre creyeron en mí, y por su apoyo incondicionalmente en todo momento.

A mi pareja Amelid Alavez por creer siempre en mí y formar parte de mi vida, brindándome en todo momento su apoyo incondicional. Gracias por todo.

A todos mis hermanos por brindarme su apoyo en todo momento.

Índice	
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	2
1.2. Objetivo general	3
1.3. Objetivos específicos	3
1.4. Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Problemática en la producción caprina	4
2.2. La resistencia antihelmíntica de los nematodos gastrointestinales	4
2.3. Nematodos gastrointestinales	5
2.4. Ciclo biológico	6
2.5. Resistencia antihelmíntica	7
2.6. Eliminación de los NGI	9
2.7. Métodos alternativos a los antihelmínticos convencionales	9
2.8. Plantas con efecto antihelmíntico	9
2.7.1. Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i> Seseè y Moc. ex DC) Coville	11
2.7.2. Principales componentes activos de la gobernadora	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Área de estudio	13
3.2. Obtención y secado de las hojas de <i>Larrea tridentata</i>	13
3.3. Elaboración de extracto acuoso	13
3.4. Conteo fecal de huevos (CFH)	14
3.5. Animales experimentales	15
3.5.1 Tratamientos	15
3.5.2 Alimentación	16
3.6. Excreción de huevos en heces	16
3.7. Técnica McMaster	17
3.8. Carga parasitaria	17
3.9. Determinación de polifenoles hidrolizables y flavonoides o taninos condensados en <i>Larrea tridentata</i>	18

3.10. Análisis estadístico	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSION	31
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. BIBLIOGRAFIA	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1 Principales estados con población caprina y productores de carne y leche.	2
Cuadro 2.2 Características de las principales especies de nematodos presentes en los pequeños rumiantes (Jacquiet, 1997).	6
Cuadro 2.3 Detección de resistencia antihelmíntica en rebaños de ovinos y caprinos de las regiones del noroeste y sureste de México.....	8
Cuadro 4.1 Huevos en heces de nematodos gastrointestinales previo y posterior al tratamiento con extracto de gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>).	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4. 1 Carga parasitaria de NGI de cabras (hpg de heces) previo al inicio del experimento.	20
Figura 4. 2 Efecto antihelmíntico del extracto de Larrea tridentata e ivermectina® sobre los nematodos gastrointestinales a los 7 días.....	21
Figura 4. 3 Efecto antihelmíntico del extracto de Larrea tridentata sobre los nematodos gastrointestinales al día 14.....	22
Figura 4. 4 Efecto antihelmíntico del extracto de Larrea tridentata sobre los nematodos gastrointestinales al día 21.....	24
Figura 4. 5 Efecto post-tratamiento de la ivermectina® sobre NGI en cabras... ..	25
Figura 4. 6 Efecto post-tratamiento de la infusión del extracto de gobernadora (Larrea tridentata) con la dosis de 0.5 g/kg de P.V sobre NGI en cabras.	26
Figura 4. 7 Figura 4. 7 Efecto post-tratamiento de la infusión del extracto acuoso de la gobernadora (Larrea tridentata) con la dosis de 1.0 g/kg de P.V sobre NGI en cabras.	27
Figura 4. 8 Efecto post-tratamiento de la infusión del extracto acuoso de la gobernadora (Larrea tridentata) con la dosis de 1.5 g/kg de PV sobre NGI en cabras.	28
Figura 4. 9 Efecto post-tratamiento de la infusión del extracto acuoso de la gobernadora (Larrea tridentata) con la dosis de 2.0 g/kg de P.V sobre NGI en cabras.	29
Figura 4. 10 Efecto post-tratamiento de la infusión del extracto acuoso de la gobernadora (Larrea tridentata) con la dosis de 2.5 g/kg de P.V sobre NGI en cabras.	30

RESUMEN

EFFECTO *in vivo* DEL EXTRACTO DE GOBERNADORA (*Larrea tridentata*) COMO ANTIHELMINTICO EN NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN CABRAS

BENEDICTO TORRES HERNÁNDEZ
Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Dr. José Eduardo García Martínez

Director de tesis

Se evaluó el efecto antihelmíntico del extracto de *Larrea tridentata* utilizando 28 cabras sometidos a FAMACHA, alojados individualmente y distribuidos al azar en seis grupos experimentales: T1 (control positivo) ivermectina®; T2 (0.50 g/kg P.V.) extracto de *Larrea tridentata*; T3(1.00); T4(1.50.); T5 (2.00) y T6(2.5), se tomaron muestras de heces el día 0 y a los días 7, 14 y 21 post-tratamiento. Los datos se sometieron a un análisis de varianza y Tuckey. No se presentó diferencia significativa ($P>0.05$) al día 0 (2020 a 2925 hpg), tampoco se observaron diferencias ($P>0.05$) en el conteo el día 7 y todos los tratamientos presentaron conteos por encima de los 800 hpg. Sin embargo, para el día 14 ya se observan diferencias entre tratamientos ($P<0.05$), donde tanto la ivermectina (460 hpg) como la infusión de 1.5 g/Kg PV (720 hpg) lograron reducciones importantes (78 y 68 %, respectivamente), de igual manera, para el día 21 post aplicación, se observan diferencias entre tratamientos ($P<0.05$), tanto el control positivo (Ivermectina) como los tratamientos con 1.5, 2.0 y 2.5 g/Kg de PV presentaron reducciones importantes en la infestación (94, 72, 70 y 73 %, respectivamente). Se concluye que el extracto de *Larrea tridentata* sobre la carga parasitaria en cabras, presenta resultados positivos a partir del día 14 post-tratamiento, pero resultaron aún mejores al día 21. En base a estos resultados podemos decir que la dosis de 1.5 g/kg de peso vivo de extracto acuoso de *Larrea tridentata* en las cabras favorece la eliminación de NGI.

Palabras clave: *Larrea tridentata*, Ivermectina, Parásitos gastrointstinales

ABSTRACT

In vivo EFFECT OF *Larrea tridentata* EXTRACT AS ANTIHELMINTIC ON GASTROINTESTINAL NEMATODES IN GOATS

BENEDICTO TORRES HERNÁNDEZ
Master Science in Agricultural Production

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Dr. José Eduardo García Martínez

Advisor

Was evaluated the anthelmintic effect of the *Larrea tridentata* extract, using 28 goats subjected to FAMACHA, housed individually and randomly distributed in six experimental groups: T1 (positive control) ivermectin®; T2 (0.50 g / kg B.W.) *Larrea tridentata* extract; T3 (1.00); T4 (1.50.); T5 (2.00) and T6 (2.5), samples were taken on day 0 and on days 7, 14 and 21 post-treatment. Data were subjected to a variance and Tuckey analysis. There was no significant difference ($P > 0.05$) at day 0 (2020 to 2925 hpg), no statistical differences were observed ($P > 0.05$) in the count on day 7 and all treatments presented counts above 800 hpg. However, by day 14 differences are already observed between treatments ($P < 0.05$), where both ivermectin (460 hpg) and the infusion of 1.5 g / Kg BW (720 hpg) achieved important reductions (78 and 68%, respectively), in the same way, for day 21 post application, differences are observed between treatments ($P < 0.05$), both the positive control (Ivermectin) and the treatments with 1.5, 2.0 and 2.5 g / Kg of BW presented important reductions in the infestation (94, 72, 70 and 73%, respectively). It is concluded that the extract of *Larrea tridentata* on the parasite load in goats presents positive results from day 14 post-treatment, but they were even better on day 21. Based on these results we can say that the dose of 1.5 g / kg of live weight of aqueous extract of *Larrea tridentata* in goats favors the elimination of NGI.

Key words: *Larrea tridentata*, Ivermectin, Gastriintestinal parasites.

I. INTRODUCCIÓN

Los nematodos gastrointestinales (NGI) en los rumiantes a nivel mundial afectan la nutrición, producción y salud del rebaño ocasionando pérdidas en la tasa de crecimiento, desarrollo, fertilidad e incremento de la mortalidad, además de que reducen la producción de leche, carne y lana (Moreno *et al.*, 2010). Rodríguez-Vivas *et al.* (2001), señalan que la parasitosis causa severos problemas a los animales domésticos disminuyendo la producción, ya que producen anorexia y disminución de la digestión y absorción de nutrientes.

La búsqueda de estrategias alternativas para el control de NGI en pequeños rumiantes ha llevado al uso de plantas con metabolitos secundarios, con propiedades antiparasitarias, en especial plantas que tienen compuestos polifenólicos como los taninos hidrolizables y condensados, esta búsqueda llevo por la resistencia antihelmíntica que fueron causados por el mal uso de los desparasitantes (Ortiz-Ocampo *et al.*, 2016).

La urgencia de afrontar la problemática de la resistencia parasitaria, se ha buscado alternativas que contribuyan a mantener niveles aceptables de infestación parasitaria en los pequeños rumiantes. Por ello, el objetivo del presente estudio es evaluar la actividad antihelmíntica *in vivo* del extracto acuoso de hojas de *Larrea tridentata* en infestaciones parasitarias en cabras.

1.1. Justificación

El anuario estadístico de la producción ganadera de caprinos en México asciende de 8.7 millones de cabezas, que producen 161,901 ton de leche y 39,937 ton de carne en canal. Donde la producción se encuentra distribuido en las zonas áridas y semiáridas del país. Siendo los principales estados: Puebla, Oaxaca, Guerrero, Coahuila, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Michoacán, Nuevo León, Jalisco y Durango los cuales representan el 80.39 % y 87.74 % de la producción de carne y leche (SIAP, 2019). En el Cuadro 1.1 se muestran los 11 principales estados de la República Mexicana donde se concentra el 80.6% de la población caprina con su respectiva producción de carne y leche.

Cuadro 1.1 Principales estados con población caprina y productores de carne y leche.

Estado	Población caprina (cabezas)	Carne en canal (Toneladas)	Leche (miles de litros)
Puebla	1,195,568	3,879	2,009
Oaxaca	1,188,343	3,670	-----
Zacatecas	716,984	4,540	5,895
San Luis Potosí	700,995	4,143	4,769
Guerrero	666,661	3,648	-----
Coahuila	666,219	3,926	45,065
Michoacán	471,251	2,495	4,036
Guanajuato	450,085	1,294	42,196
Nuevo León	400,994	1,626	3,897
Jalisco	303,871	1,856	9,015
Durango	299,661	1,032	25,181
Otros estados	1,688,957	7,828	19,838
Total Nacional	8,749,589	39,937	161,901

SIAP, 2019

1.2. Objetivo general

Evaluar el efecto antihelmíntico *in vivo* del extracto acuoso de hojas de gobernadora (*Larrea tridentata*) en infestaciones parasitarias en cabras.

1.3. Objetivos específicos

- ⇒ Determinar la actividad antihelmíntica *in vivo* del extracto acuoso de gobernadora (*Larrea tridentata*) en infestaciones de parásitos en cabras.
- ⇒ Determinar el número de huevos por gramo de heces (HPG) empleando la técnica de McMaster.
- ⇒ Determinar la cantidad de fenoles totales (FT) y taninos condensados (TC) en *Larrea tridentata*.

1.4. Hipótesis

El extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*) tendrá un efecto lineal positivo en la disminución de la carga parasitaria en cabras.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Problemática en la producción caprina

La producción caprina, por lo general, se practica en regiones donde existe poca tecnificación, escasos ingresos económicos, poca inversión para mejorar las instalaciones y adquirir equipos que favorezcan la finalidad zootécnica del hato, lo cual la mayoría de la producción es de subsistencia. Los principales problemas que se observan en los hatos caprinos, resaltan los siguientes: Bajas tasas de preñez, bajos índices de fertilidad, baja eficiencia alimenticia y alta incidencia de enfermedades ocasionadas por NGI, la más común que se observa en los animales es la anemia la cual si no se le pone atención puede llegar a ocasionar la muerte del animal (Hernández, 2000, Reed, 1959).

De acuerdo a González-Garduño *et al.* (2003), en los últimos años, se ha incrementado la resistencia a los compuestos antiparasitarios, debido al mal manejo que se hace de éstos y a su uso indiscriminado. Otras investigaciones realizadas han demostrado la resistencia a los antiparasitarios por lo que es necesario cambiar el enfoque de control. A nivel mundial se ha ido considerando la necesidad de emplear nuevas alternativas para el control de los NGI y con ello reducir el uso de fármacos químicos ya que la mayoría de éstos son eficaces, pero se deben elegir y aplicar correctamente (Medina *et al.*, 2014, Torres-Acosta *et al.*, 2007; Hoste *et al.*, 1997, Barrabí, 2013).

2.2. La resistencia antihelmíntica de los nematodos gastrointestinales

Como sabemos, la resistencia antihelmíntica de los NGI cada vez aumenta provocando que los productos desparasitantes ya no tengan el efecto deseado, por tal motivo se buscan nuevas alternativas de control que sean amigables con

el ecosistema y que preferentemente sean alternativas naturales (Márquez, 2014, Torres Acosta *et al* 2019). Al respecto, una buena alternativa es el uso de biomoléculas extraídas de plantas con características antihelmínticas que actúan en el sistema larvario L3 o fase infectante afectando la motilidad y desenvaine del parásito (Brunet *et al.*, 2007; Alonso-Díaz *et al.*, 2008).

2.3. Nematodos gastrointestinales

Los nematodos son gusanos, redondos, cilíndricos, filiformes y dioicos, de reproducción sexual (Rojas, 2004). No segmentados, especies libres y parásitas, cuya morfología es semejante, aunque éstos presentan adaptaciones a la forma de vida parasitaria. Los nematodos pertenecen al:

- **Reino:** *Animalia*
 - **Phylum:** *Nematoda*,
 - **Clases:** Adenophorea (Aphasmodia) y Secernetea (Phasmodia), estas clases se dividen en súper familias (Trichostrongylidae) y en géneros y especies (*Haemonchus contortus*) (Lee, 2002).

Con más de 25,000 especies registradas, formando el cuarto filo más grande del reino animal (Nematoda, 2021).

Los helmintos del tracto gastro-intestinal (TGI), llamados nematodos gastrointestinales (NGI), se localizan en diferentes órganos del TGI de los pequeños rumiantes domésticos y se caracterizan por:

- Son individuos de talla pequeña (4-35mm).
- Tienen una capsula bucal ausente o rudimentaria en comparación a otros nematodos.
- Los machos poseen una bolsa caudal copulatriz desarrollada.

En México, los NGI de mayor interés son el género *Haemonchus* y *Trichostrongylus*, éstos están muy diseminados en el territorio nacional, y son los que más daño causan al animal, por lo que el control de parasitosis se enfoca generalmente a éstos (González-Garduño *et al.*, 2003; Aguilar-caballero *et al.*, 2005). *Haemonchus*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum* (Cuadro 2.2). Son algunas de las especies que más repercuten a la caprinocultura.

Cuadro 2.2 Principales nematodos que afectan a los caprinos (Jacquiet, 1997).

Nematodos	Localización	Morfología y talla
<i>Haemonchus contortus</i>	Abomaso	Machos: 15-20 mm Hembras: 25-35 mm
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	Intestino Delgado	Gusanos muy pequeños (4-6 mm de long.)
<i>Oesophagostomum columbianum</i> <i>Oesophagostomum venulosum</i>	Intestino Grueso	Gusanos nodulares 8-20 mm

2.4. Ciclo biológico

Los NGI en caprinos se transmiten de manera horizontal y directamente la cual presenta una fase parasitaria sobre el hospedador y la otra no parasitaria que se encuentra en los pastos. Los huevos salen mezclados en las heces y en condiciones ambientales óptimas en cuanto a clima, época del año, tipo de vegetación y temperaturas, se convierten en estado larvario (L3), siendo capaces de infectar a todo el rebaño y así se continúa su ciclo de vida que dura alrededor de 20 a 25 días (Roeber *et al* 2013, Castell, 2004). La infección ocurre como consecuencia de la ingestión de la L3 o larva infectante (Figura 2.1).

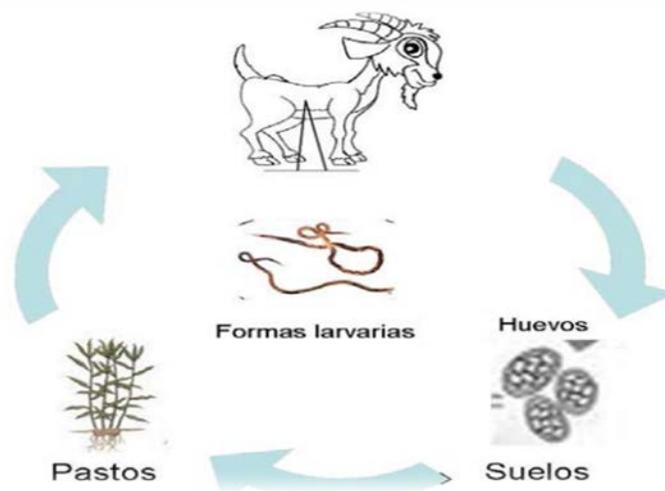


Figura 2. 1 Ciclo biológico de los NGI en caprinos (Dee *et al.*, 2009).

2.5. Resistencia antihelmíntica

Se refiere a la disminución de la efectividad de los productos antihelmínticos sobre la población de parásitos (Jabbar *et al* 2006) que adquieren la capacidad de resistir a las concentraciones de desparasitantes normalmente letales para los individuos de esa especie. La determinación de esta resistencia es de naturaleza genética, medida por un incremento en la frecuencia de expresión de un carácter hereditario que le confiere a ciertos parásitos de una población dicha resistencia en relación a la población susceptible de una misma especie (Mottier y Lanusse, 2001; Van Wyk *et al.*, 1999). La mayor resistencia antihelmíntica es presentada por *H. contortus* (Kaplan, 2004). En México, se ha reportado la resistencia antihelmíntica a benzimidazoles y levamisol (Torres-Acosta *et al.*, 2007) y a ivermectinas (González-Garduño *et al.*, 2003; Montalvo-Aguilar *et al.*, 2006) (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3 Resistencia antihelmíntica en ovinos-caprinos de México

Antihelmíntico	Especie NGI	No. de Rebaños	Especie	Región	Autores
Benzimidazol	<i>Haemonchus</i>	39*	Ovinos	Sureste	Torres-Acosta <i>et al.</i> , 2003
	<i>Haemonchus</i>	12*	Ovinos	Sureste	Torres-Acosta <i>et al.</i> , 2003
	<i>Haemonchus</i>	1	Caprinos	Sureste	Torres-Acosta <i>et al.</i> , 2003
	<i>Haemonchus</i>	Del 19 al 58%	Caprinos	Sureste	Torres-Acosta <i>et al.</i> , 2005
	<i>Trichostrongylus</i>	36.60%			
	<i>Oesophagostomum</i>	36.60%			
	<i>Haemonchus</i>	1**	Ovinos	Noroeste	Montalvo-Aguilar <i>et al.</i> , 2006
<i>Teladorsagia</i>				Torres-Acosta <i>et al.</i> , 2007	
Levamisol	<i>Haemonchus</i>	39	Ovinos	Sureste	Torres-Acosta <i>et al.</i> , 2003
	<i>Oesophagostomum</i>				
	<i>Haemonchus</i>	12	Ovinos	Sureste	Torres-Acosta <i>et al.</i> , 2003
	<i>Trichostrongylus</i>	1	Caprinos	Sureste	Torres-Acosta <i>et al.</i> , 2003
LM (ivermectina)	<i>Haemonchus</i>	3	Ovinos	Sureste	González-Garduño <i>et al.</i> , 2003
	<i>Ostertagia</i>				
	<i>Oesophagostomum</i>				
	<i>Haemonchus</i>	20%	Ovinos	Noroeste	Montalvo-Aguilar <i>et al.</i> , 2006
	<i>Teladorsagia</i>				

*Sospecha de resistencia múltiple a benzimidazoles e ivermectina.

**Sospechosos.

2.6. Eliminación de los NGI

Con el fin de retardar la resistencia a los antihelmínticos, se debe hacer un uso racional de los mismos, además de hacer una aplicación de tratamientos específicos (Van Wyk *et al.*, 2006). Se recomienda también, que sólo los animales más susceptibles sean tratados, permitiendo así, controlar la carga parasitaria, y evitar una presión de selección elevada sobre los nematodos, retardando con ello la resistencia a los tratamientos.

El uso de plantas con efecto antihelmíntico, ha sido ampliamente estudiado en México, una de ellas es la planta objeto del presente estudio, *L. tridentata*, ya que es rica en taninos condensados, además, se sabe que no presenta efectos adversos al animal (Alonso-Díaz *et al.*, 2008).

2.7. Métodos alternativos a los antihelmínticos convencionales

Dada la resistencia a los antihelmínticos generada por el uso indiscriminado de productos químicos comerciales, se sabe que la eficiencia de dichos desparasitantes se ha reducido considerablemente, por lo tanto, muchas investigaciones se siguen realizando con el fin de encontrarr algunos métodos alternativos con efecto más prolongado sobre los NGI (Hoste *et al.*, 2006; Ketzis *et al.*, 2006).

2.8. Plantas con efecto antihelmíntico

Existen especies de plantas que tienen un efecto favorable hacia la disminución de la carga parasitaria en los animales, entre ellas se encuentra el epazote (*Chenopodium ambrosioides*), el helecho macho (*Dryopteris filix-mas*) y la planta

hierba santa (*Artemisia absinthium*), éstas se han utilizado contra diversos NGL que afectan a las aves de traspatio (Mayoral *et al.*, 2017).

Barrabí y Arece., (2013) realizaron un estudio in vitro con las hojas y semillas secas del árbol de Neem (*Azadirachta indica*), donde utilizaron tres concentraciones de extractos acuosos (500, 250, 125 mg/mL), donde el extracto a base de semillas fue más efectivo con la dosis de 500 mg/mL, al reducir la eclosión de huevos en un 99.1% y un 88.8% el desarrollo de las larvas L₃, por otra parte, el extracto de hojas disminuyó más de un 80% la eclosión de huevos y un 70% el desarrollo larvario.

En un estudio realizado con extracto hidroalcohólico de vainas de *Cassia fistula*, para evaluar el efecto del extracto sobre la mortalidad de larvas y la disminución en la eclosión de huevos se obtuvo, una inhibición de la eclosión de huevos entre un 21 y 30% en las diferentes concentraciones utilizadas (50, 25 y 12.5, 6.25 mg/mL), por otra parte, el porcentaje de mortalidad de larvas con el extracto hidroalcohólico de Casia fistula se obtuvo una disminución entre 25 y 29% (Zaragoza *et al.*, 2019).

Un experimento in vitro realizado por Moreno *et al* (2010), obtuvo que con una concentración de 15 mg/ml del extracto de *Allocasuarina torulosa* logro una reducción del 85% de la inhibición de la migración de larvas (IML). Otro estudio con otra planta el mismo autor obtuvo que los extractos de *Acacia holosericea*, *Acacia salicina*, *Allocasuarina torulosa*, *Callitris endlicheri*, *Casuarina cunninghamiana* y *Neolitsea dealbata*, obtuvo una reducción de la migración con niveles de IML de 69% con una concentración de 30 mg/ml.

En un estudio realizado por Pérez *et al* (2014). se evaluaron el efecto antihelmíntico in vitro del extracto metanólico de hojas de *Gliricidia sepium*, a través de la prueba de eclosión de huevos, se probaron tres concentraciones del extracto: 125, 250, y 500 ug/ml se inhibieron la eclosión de huevos en un 27.7%, 46.2% y 49.7%, estos resultados son muy semejantes a los resultados obtenidos por García (2018), donde a una concentración de 100 y 200 mg/ml de *Gliricidia sepium* a las 72 horas obtuvo un porcentaje de mortalidad del 21.7% y 61.5%.

2.7.1. Gobernadora (*Larrea tridentata* Seseè y Moc. ex DC) Coville

La gobernadora (*L. tridentata*) pertenece a la familia Zygophyllaceae, son arbustos xerófilos perennifolios de múltiples ramas que salen desde la base del tallo. Las ramas no presentan espinas y están formadas por hojas simples, cubiertas por una sustancia llamada resina el cual le proporciona un olor fuertemente aromático y sabor amargo por eso también se le conoce hediondilla (Rzedowski, 1994).

Es una de las especies que más domina en la vegetación de las zonas áridas de México, se distribuye desde el norte hasta el Bajío de México a una altitud de 400 a 1800 m, siendo los principales estados Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Coahuila, Durango, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y el estado de México, (Heike Vibrans., 2009).

2.7.2. Principales componentes activos de la gobernadora

Los principales compuestos identificados por García *et al* (2018) durante el análisis en extracto acuoso de *L. tridentata* por medio de la cromatografía líquida de alta resolución acoplado a masas (HPLC/MS) se identificaron los siguientes

compuestos sesamin que pertenece a la familia lignano, galocatequina, metil galangin, epigalocatequin 7-o-glucurónido, epigalocatequina correspondiente a la familia flavonoles y por ultimo peonidin 3-o rutinosido que forma parte de la familia antocianina.

En un estudio realizado por Delgadillo *et al* (2017) determino por medio de cromatografía de gases (CG) Agilent Technologies, serie 6890N empleando una columna polar DB-WAXetr para determinar la composición química del extracto de *L. tridentata* donde obtuvo los compuestos timol 4.3033 mg/mL, carvacrol 7.7986 mg/mL, el cual se obtuvieron respuestas positivas en la inhibición del crecimiento de la bacteria *Pseudomona sp.*

Los principales compuestos químicos activos obtenidos por García *et al* (2010) por medio de extracto alcohólico en *L. tridentata* fueron: a-metilglucofuranosido, piperina, ácido octadecanoico, fitol, ácido 4 acetoxi-meta-anisico, 4-etoxi-3 metoxifenetilamina, a dichos compuestos se les atribuye propiedades antiparasitarios, antimicóticos, insecticidas, antimicrobianas.

Los componentes químicos que más se destacan en el follaje seco son los lignanos fenólicos, seguidos por las saponinas, flavonoides, aminoácidos y minerales, el ácido nordihidroguaiarético (NDGA) se encuentra en las hojas y tallos es el más conocido por su efecto antioxidante (Mabry *et al* 1977)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El estudio se realizó en la Unidad Metabólica, Laboratorio de Nutrición, Laboratorio de Rumiantes de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. Localizado 25° 23'14.19" N, 101° 01' 57.75" W, con una altitud de 1770 msnm; una precipitación media anual de 303.9 mm y temperatura media anual de 18 °C (García, 1987).

3.2. Obtención y secado de las hojas de *Larrea tridentata*

Las hojas de *Larrea tridentata* se recolectaron el Rancho experimental los Ángeles de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. Se ubica al sureste del estado de Coahuila en las coordenadas geográficas 25° 23' N 101° 59' W.

Después de recolectarlas se pesaron, su deshidratación fue natural expuesta al sol durante 10 días. Las hojas secas fueron molidas con un tamaño de partícula de 0.5-1 mm y se almacenaron en contenedores de plástico a temperatura ambiente en el interior del laboratorio de rumiantes de la UAAAN.

3.3. Elaboración de extracto acuoso

Para preparar el extracto acuoso se determinó mediante la siguiente fórmula.

Extracto acuoso = (P. V. total * g muestra) = g total * (6 ml agua) = Lts agua

Donde:

P.V. total: Es la suma total del peso de los animales utilizados por cada tratamiento (n).

G muestra: Son 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 gramos de hoja molida de *Larrea tridentata*.

G total: Son los gramos totales de muestra de hoja molida que resulta de multiplicar (P.V total por g de muestra).

6 ml de agua: Es la cantidad de agua destilada que se utilizó para disolver cada gramo de muestra.

Lts agua: Cantidad de agua que se utilizó para mezclar los gramos de muestra (g total).

La elaboración de los extractos acuosos se realizó en el laboratorio de rumiantes de la UAAAN en Saltillo, Coahuila. El proceso de extracción consistió en mezclar en una jarra graduada de 5000 ml, la cantidad hoja molida pesada (G total) de *Larrea tridentata* con el solvente extractor agua estéril(Lts agua) calentado a una temperatura de 60°C en matraces Erlenmeyer de 1000 ml en una proporción de 1 gramo de muestra en 6 ml de agua, se homogenizó durante diez minutos y se dejaron reposar durante 12 horas , para después ser filtrado con tela muselina para retirar las partículas grandes y otro filtrado con papel filtro y el extracto obtenido se colocará en viales de plástico, protegiéndolos con papel aluminio a temperatura ambiente.

3.4. Conteo fecal de huevos (CFH)

De un rebaño de 420 cabras infectadas en condiciones naturales se tomaron 100 muestras de heces del recto, las muestras que se recolectaron en bolsas de plásticos, se etiquetaron de acuerdo al número de identificaron individual del animal (arete), durante la colecta las muestras se mantuvieron en refrigeración para posteriormente ser llevado al laboratorio para realizar un conteo fecal de

huevos (CFH) por medio de la técnica de McMaster Modificado (Arece *et al.*, 2004).

Después de realizar la lectura se seleccionaron 28 muestras de los animales con una carga parasitaria mayor o igual (\geq) a 800 huevos por gramos de heces, considerado por (Hansen y Perry (1994) y Morales y Pino (2009^a) una carga parasitaria moderada y con los resultados obtenidos en el laboratorio se regresó al rebaño para trasladar a los animales a la unidad metabólica para iniciar el experimento.

3.5. Animales experimentales

Se utilizaron 28 cabras hembras (*Capra hircus*) con un peso promedio de 30.8 kg, durante todo el experimento los animales fueron alojados de forma individual en jaulas metabólicas. Con las lecturas obtenidas en el CFH los animales infectados en forma natural fueron distribuidos completamente al azar en seis grupos experimentales (n animales).

3.5.1 Tratamientos

Tratamiento control (T1) aplicación de ivermectina[®] por vía subcutánea por única ocasión en el día uno del experimento, de acuerdo a la dosis recomendada por el laboratorio.

Para determinar la dosis a suministrar del tratamiento dos al seis se obtuvo de la siguiente fórmula.

$$\text{Dosis} = \text{Gramos de muestra} * \text{Peso vivo del animal (kg)}$$

Donde:

Gramos de muestra se refiere a 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 gramos de *Larrea tridentata*, el cual se obtendrá del extracto acuoso correspondiente a su tratamiento.

Tratamiento dos (T2) se administró por vía oral el extracto de *Larrea tridentata* usando una jeringa de 60 ml, con una dosis de 0.50 g/kg P.V.

Tratamiento tres (T3) se administró por vía oral el extracto de *L. tridentata* utilizando una jeringa, dosis 1.00 g/kg P.V.

Tratamiento cuatro (T4) se administró por vía oral el extracto de *L. tridentata* utilizando una jeringa, dosis 1.50 g/kg P.V.

Tratamiento cinco (T5) se administró por vía oral el extracto de *L. tridentata* utilizando una jeringa, dosis 2.00 g/kg P.V.

Tratamiento seis (T6) se administró por vía oral el extracto de *L. tridentata* utilizando una jeringa, dosis 2.5 g/kg P.V.

La administración de estos tratamientos se llevó a cabo después de colectar las muestras de materia fecal y antes de alimentar.

3.5.2 Alimentación

Todos los animales fueron alimentados después de suministrar los tratamientos del extracto de *L. tridentata*, a partir del día 0 al día 21 recibieron agua a libre acceso y cada animal recibió alimento formulado de acuerdo a sus requerimientos nutricionales para mantenimiento (NRC, 1981) libre de forrajes con taninos condensados y libre de NGI.

3.6. Excreción de huevos en heces

El efecto de la infusión del extracto acuoso de *L. tridentata* sobre la eliminación NGI en heces, se tomaron muestras los 21 días de evaluación de heces directo del recto resaltando los días 7, 14, 21 post-tratamiento, se colectó una muestra de heces de (5 g por cada animal). El horario de muestreo se realizó en ayuno, en un horario de 7:00 a 8:00 am durante los días de evaluación. Esta muestra se realizó para obtener un dato más representativo de la carga de huevos en heces

en las cabras. Las muestras fueron procesadas empleando la técnica de McMaster para determinar el número de huevos por gramo de heces (HPG).

3.7. Técnica McMaster

En la técnica McMaster se emplean cámaras para el conteo, que mediante el uso del microscopio facilitan el conteo de HPG y así poder determinar nivel de infestación parasitaria (Pereckiene et al 2010).

Procedimiento:

1. Pesar en una báscula digital dos gramos de materia fecal (heces).
2. Colocarlos en un colador dentro de un mortero.
3. Añadir 60 mL de solución azucarada.
4. Remojar y Amaserar la muestra sobre el colador.
5. Dejar reposar 5 minutos para que los huevos floten.
6. Con el apoyo de una jeringa de insulina, llenar la cámara McMaster.
7. Colocar la cámara en el microscopio y leer a 10x, solo se cuentan los huevos que se encuentran dentro del cuadro de la cámara.
8. Para realizar el cálculo se determina por medio de la fórmula utilizada por Maya y Quijije (2011).

3.8. Carga parasitaria

Maya y Quijije (2011) determina que la carga parasitaria, es el número de huevos de parásitos que se encuentran en un huésped en un tiempo dado. El porcentaje de la carga parasitaria se determina mediante la siguiente formula:

$$\text{carga entoparasitaria} = \frac{\text{numero de huevos de parasitos}}{\text{gramos de muestra}} * 100$$

3.9. Determinación de polifenoles hidrolizables y flavonoides o taninos condensados en *Larrea tridentata*

La cantidad de fenoles totales (FT) y taninos condensados (TC) serán determinados mediante las técnicas de Folin-Cioncalteu (Makkar, 2003) y HCL-Butanol (Makkar, 2000) respectivamente.

3.10. Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó mediante un análisis de varianza (ANVA) completamente al azar, con medidas repetidas en el tiempo (PROC MIXED) utilizando el paquete estadístico SAS (2014) y para establecer las diferencias entre tratamientos se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tuckey con un nivel de significancia de 0.05.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente experimento se concentran en el cuadro 4.1. En este, se aprecia que no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos, para el conteo de huevos de NGI en el día cero, esto nos confirma que todos los animales de los grupos experimentales se encontraban bajo las mismas condiciones (Figura 4.1) en cuanto a infestación parasitaria (2020 - 2925 hpg de heces), recalando que los animales asignados a los diferentes tratamientos se encuentran libres de la administración del tratamiento control negativo (ivermectina®) y de sus diferentes dosis de la infusión del extracto de *Larrea tridentata*, por lo tanto las medias de hpg del día cero se encuentran por arriba de los 800 huevos por gramo de heces, considerando esta carga parasitaria como aceptable, ya que no afecta el bienestar, la reproducción, y producción del rebaño.

Cuadro 4.1 Huevos en heces de nematodos gastrointestinales previo y posterior al tratamiento con extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*).

Trats	Inicio	Día 7		Día 14		Día 21	
	HPG (\bar{x})	HPG (\bar{x})	Red (%)	HPG (\bar{x})	Red (%)	HPG (\bar{x})	Red (%)
Iver	2080 ^a ±1489	3080 ^a ±5135	48	460 ^a ±89	78	120 ^a ±45	94
0.5 g/kg	2040 ^a ±1604	2620 ^a ±1770	28	1280 ^b ±217	37	1000 ^b ±158	51
1.0 g/kg	2020 ^a ±130	1860 ^a ±152	8	1200 ^b ±292	41	980 ^b ±409	52
1.5 g/kg	2200 ^a ±579	1960 ^a ±1746	11	720 ^{ab} ±327	68	620 ^{ab} ±335	72
2.0 g/kg	2350 ^a ±387	2050 ^a ±370	13	1225 ^b ±574	48	725 ^b ±206	70
2.5 g/kg	2925 ^a ±1791	1600 ^a ±1105	45	1375 ^b ±1014	53	800 ^b ±757	73

Los valores con la misma literal dentro de la misma columna, no existen diferencias significativas ($P\leq 0.05$). HPG (Huevos por gramos de heces), Red (Reducción), Trats (Tratamientos), Iver (Ivermectina®).

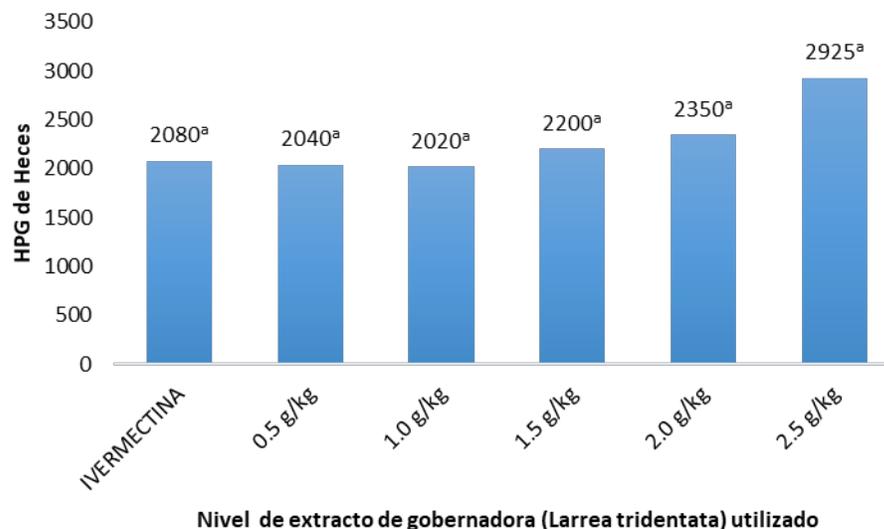


Figura 4. 1 Carga parasitaria de NGI de cabras (hpg de heces) previo al inicio del experimento.

Como se aprecia en la figura 4.1 el conteo de hpg de heces de todos los tratamientos se encuentran por arriba de los 2000 hpg de heces, lo cual, dentro de los parámetros establecidos por Hansen y Perry (1994) y Morales y Pino (2009^a), sería considerado como una infestación alta, ya que dichos autores clasifican los niveles de infestación de la siguiente manera: negativos (0 hpg), infestación leve (50 a 200 hpg), infestación moderada (200 a 800 hpg) e infestación alta (>800 hpg). Por lo tanto, para el presente experimento el recuento de hpg previo al iniciar el experimento todos los animales se encontraban con un nivel de infestación alta, resultados ideales para probar el efecto antihelmíntico de la gobernadora *Larrea tridentata*.

Para el día siete (Cuadro 4.1) se puede notar que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en relación a las medias de hpg en los diferentes tratamientos, observando que el efecto de la infusión del extracto de *Larrea tridentata* es sus diferentes dosis y la ivermectina[®] no fueron suficientes para disminuir los NGI (1600-3080), cabe recalcar que aun siendo la ivermectina[®] el

producto comercial más eficaz para la disminución de NGI no fue suficiente para hacer efecto antihelmíntico, incluso hubo un ligero incremento con lo que respecta a la media de hpg del día cero al día siete como se observa en la (Figura 4.1 y 4.2), pero comparando el porcentaje de reducción aun cuando tuvo un incremento obtuvo la mejor disminución siendo el 48%, comparado el 45% que obtuvo la dosis de 2.5 g/kg de *Larrea tridentata* siendo los resultados muy semejantes para este día, por último el tratamiento 0.5 g/kg fue el tercer tratamiento en hacer un menor efecto en la reducción de la infestación parasitaria.

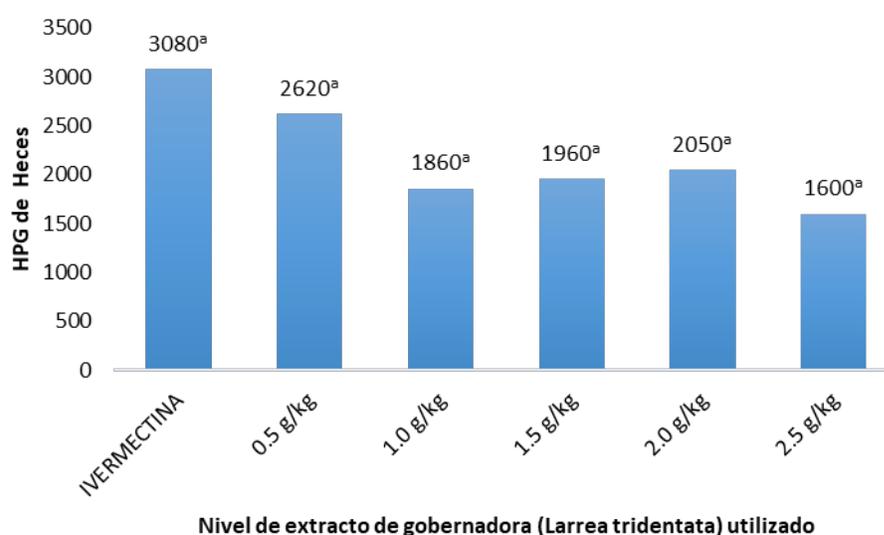


Figura 4. 2 Efecto antihelmíntico del extracto de *Larrea tridentata* e ivermectina[®] sobre los nematodos gastrointestinales a los 7 días.

Como se observa en la figura 4.2 no existe diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$), pero observando las medias de hpg de heces de la figura 4.1 y 4.2 se puede apreciar un ligero aumento en los tratamientos a base de ivermectina[®] y 0.5 g/kg de P.V, pero no fue así para los tratamientos 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 g/kg de P.V que estadísticamente no existen diferencias significativas ($P > 0.05$), pero numéricamente se puede apreciar que hubo una reducción en el conteo de hpg de heces con respecto a las medias del día cero, el conteo de hpg

de heces para el día siete los valores de infestación a un se encuentran en un nivel de infestación alto.

Sin embargo, para el día 14 días de la investigación ya se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos como (Cuadro 4.1), resultando mayor disminución de HPG para el tratamiento control negativo (ivermectina[®]) con una media de hpg de 420 ± 89 y con una reducción del 78%, con lo que respecta a los tratamientos a base infusión de extracto acuoso de *Larrea tridentata*, se observa que la dosis 1.5 g/kg necesitó el mismo tiempo para poder hacer efecto AH obteniendo una media de hpg de 720 ± 327 , con reducción del 68% resultando este tratamiento el mejor a base del extracto de *Larrea tridentata*, seguido con un 53% del tratamiento con la dosis de 2.5 g/kg de P.V, claro que su efecto de estos tratamientos en comparación con la ivermectina[®] su reducción resulto menor como se observa en la (Figura 4.3), pero las medias de hpg de ambos tratamientos no afecta en el bienestar de los animales resultando una carga parasitaria tolerable para que el animal siga realizando sus funciones vitales como su producción de carne o leche así mismo como su reproducción.

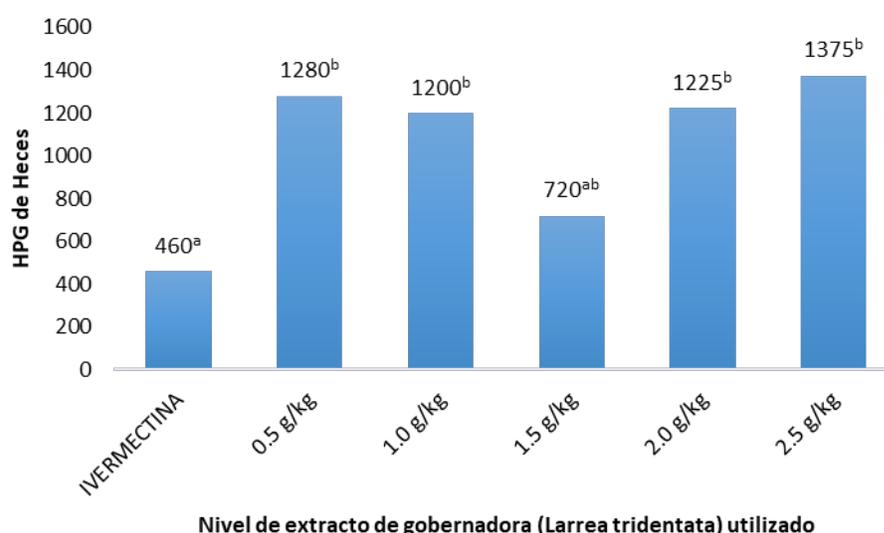


Figura 4. 3 Efecto antihelmíntico del extracto de *Larrea tridentata* sobre los nematodos gastrointestinales al día 14.

En la figura 4.3 se observa que si hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) para el tratamiento a base de ivermectina® y 1.5 g/kg de P.V, donde los niveles de infestación de hpg (460-720) para estos tratamientos se encuentra ya en un nivel moderado (200 – 800 hpg), que en comparación con los valores del día siete para estos tratamientos se encontraban en un nivel alto (3080- 1960) hpg de heces, pero no siendo así para los tratamientos 0.5, 1.0, 2.0, 2.5 g/kg de P.V que aún se mantienen en un nivel de infestación alto, pero observando las medias de hpg de heces de la (Figura 4.2 y 4.3) de estos tratamientos se puede decir que hubo un menor conteo de hpg de heces.

Por otro lado para el día 21 de la investigación se observa que la ivermectina® y las dosis del extracto de *Larrea tridentata* sobre la disminución de HPG en cabras representa una diferencia significativa ($P < 0.05$) como se observa en el (Cuadro 4.1) para los tratamientos en cuanto a la ivermectina® con una media de hpg de 120 ± 45 , con un porcentaje del 94% de reducción el cual fue muy favorable para los animales de este grupo ya que disminuyeron significativamente su carga parasitaria, considerando también que los valores de reducción de los tratamientos con dosis de 1.5, 2.0 y 2.5 g/kg de la infusión del extracto de *Larrea tridentata* redujeron un 72%, 70% y un 73% el nivel de infestación, considerando las medias de hpg de 725 ± 206 y 800 ± 757 de los últimos dos tratamientos no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), siendo el mejor el tratamiento con la dosis 1.5 g/kg que obtuvo una media de hpg de 620 ± 335 mostrando diferencia estadística ($P < 0.05$) comparado con la ivermectina® como se observa en la (Figura 4.4) en base a estos resultados obtenidos la gobernadora puede usarse como desparasitante para cabras ya que puede llegar a disminuir la carga parasitaria al punto que estos no causen daño en la salud, producción y reproducción del hato.

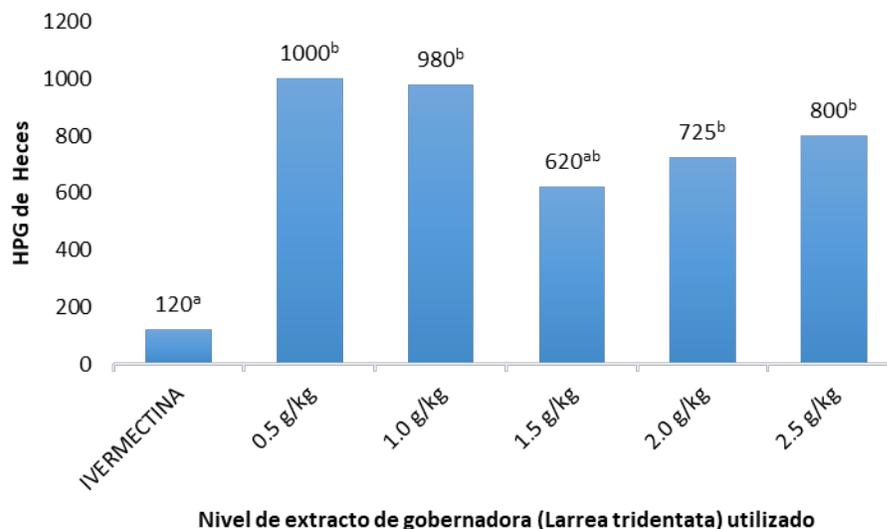


Figura 4. 4 Efecto antihelmíntico del extracto de *Larrea tridentata* sobre los nematodos gastrointestinales al día 21.

Como podemos apreciar en la figura 4.4 que en los tratamientos a base de ivermectina® y 1.5 g/kg de P.V hubo diferencias significativas ($P < 0.05$), pero el nivel de infestación para el caso de la ivermectina® bajo a leve (50 – 200 hpg), pero para el otro tratamiento se mantuvo en moderado, pero con una carga parasitaria menor, para el tratamiento 2.0 que de un nivel de infestación alto bajo a moderado, no siendo así para los tratamientos 0.5, 1.0, 2.5, que durante toda la investigación se mantuvieron en un nivel de infestación alto (> 800 hpg), no pudiendo bajar de este parámetro, pero si disminuyendo el conteo de hpg del día 0 al día 21.

Finalmente, en cuanto a comportamiento del conteo de hpg de heces durante los 21 días post-tratamiento (de acuerdo el ciclo de vida del parasito), en la figura 4.5 se observa cómo se comporta el conteo de HPG para el tratamiento a base de ivermectina® en relación a los 21 días de evaluación, donde del día uno al cinco se vio afectado la producción de hpg, pero eso fue momentáneo ya que del día seis y siete se disparó el conteo de hpg, para el día siete fue el pico más alto de conteo de hpg, de ahí nuevamente comienza a disminuir el conteo, pero a partir del día 10 se mantuvo la disminución de hpg hasta el día 21 donde, los conteos andaban por debajo de los 1000 huevos, presentando una ecuación cubica ($R^2 = 0.58$) que muestra que los puntos están muy separados de la línea de la regresión lo que nos indica que esta menos ajustado el modelo y por lo tanto es menos fiable.

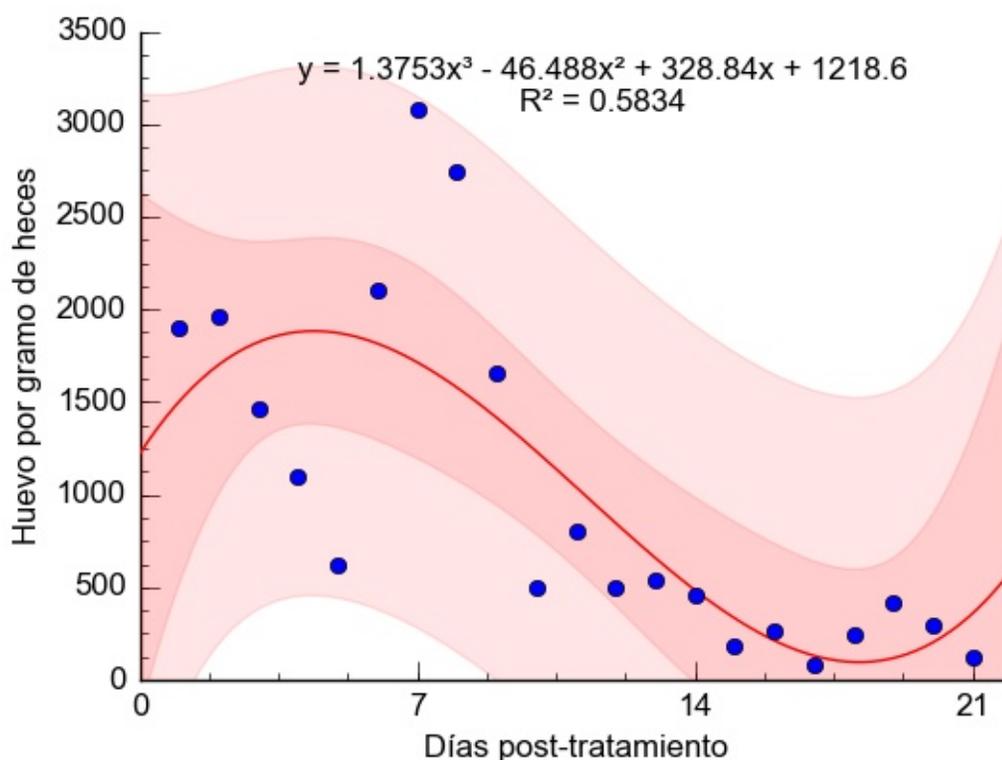


Figura 4. 5 Efecto post-tratamiento de la ivermectina® sobre NGI en cabras.

En la figura 4.6 se muestra el efecto de la dosis de 0.5 g/kg de P.V de *Larrea tridentata* sobre la disminución de hpg durante la evaluación, donde el efecto en los primeros cinco días parecía tener resultados favorables , pero luego tuvo un ligero incremento en el día seis y para el día siete fue el pico más alto de conteo de hpg , pero a partir del día 10 al 21 se nota una disminución positiva de hpg pero no es suficiente para que las cabras disminuyan su carga parasitaria ya que la media de hpg del día 21 es de 1000 huevos, y el ciclo de vida de NGI es de 21 días por lo tanto esta dosis no es recomendable para ofrecerse a las cabras, ya que representa una ecuación cubica ($R^2=0.63$) que se encuentra lejos de 1 por lo tanto es menos fiable.

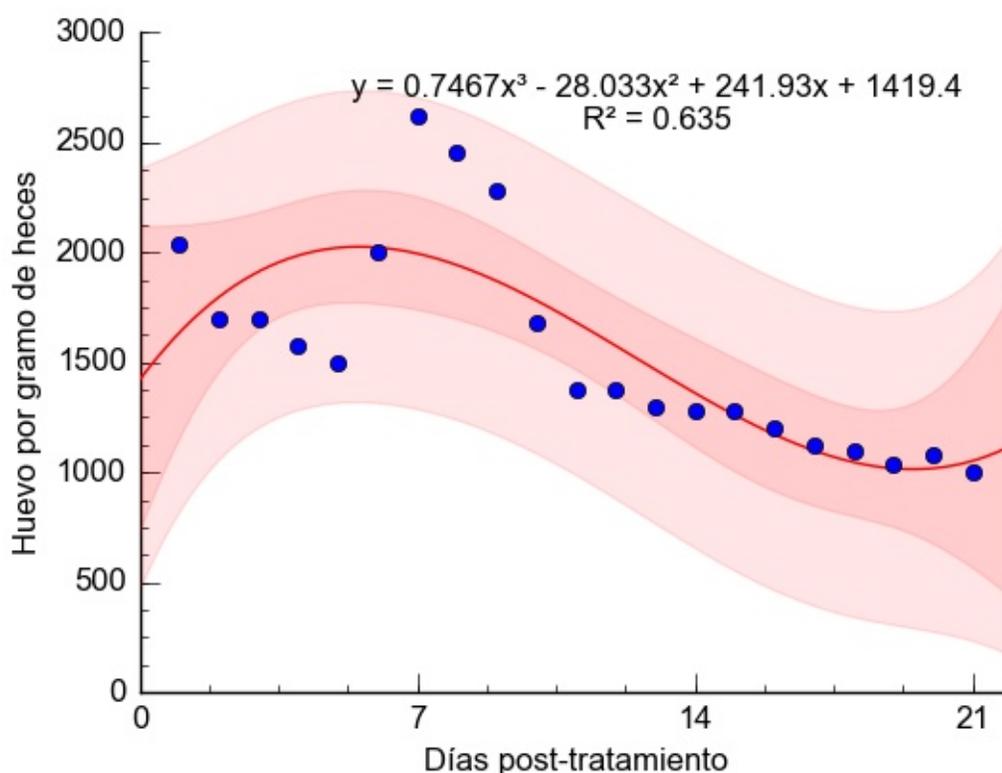


Figura 4. 6 Efecto post-tratamiento de la infusión del extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*) con la dosis de 0.5 g/kg de P.V sobre NGI en cabras.

En la figura 4.7 se muestra que el efecto de la dosis de 1.0 g/kg de P.V de *Larrea tridentata* desde el día uno comienza a hacer efecto sobre la disminución del conteo de hpg, donde su pico más alto fue el día uno con un conteo de 2040 hpg de ahí en adelante sus conteos fueron menores al día uno, pero como se puede notar que los 21 días no fueron suficientes para que el tratamiento disminuyera la producción de hpg por debajo de los 980 huevos, obteniendo una ecuación lineal ($R^2=0.91$) es muy aceptable y se ajusta al modelo, pero los días no fueron suficientes para la dosis redujera la cantidad de huevos a una forma que no afecte la salud del animal.

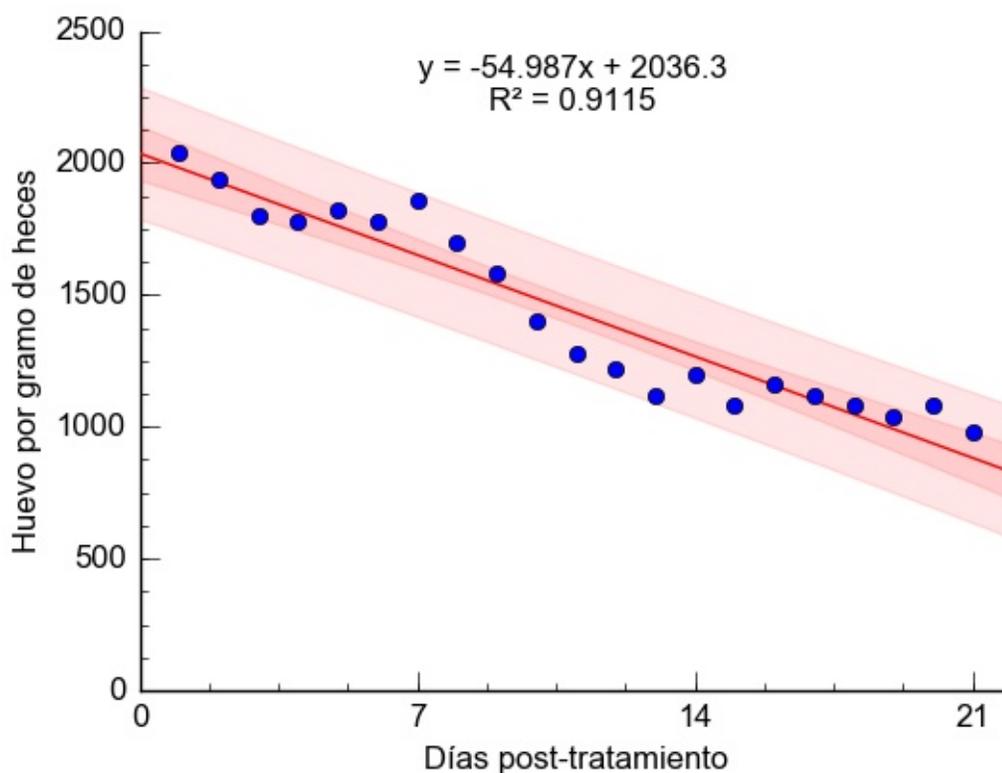


Figura 4. 7 Efecto post-tratamiento de la infusión del extracto acuoso de la gobernadora (*Larrea tridentata*) con la dosis de 1.0 g/kg de P.V sobre NGI en cabras.

En la figura 4.8 se puede observar el efecto de la dosis 1.5 g/kg de *Larrea tridentata* sobre la disminución de conteo de huevos en cabras donde del día uno al diez la producción de hpg es algo variable ya que había días donde el conteo de hpg se encuentran por arriba de los 1000 huevos por gramo de heces, pero a partir del día 11 al 21 se mantuvo el conteo de hpg por debajo de 740 huevos resultado muy favorable para el bienestar del animal, ya que esta cantidad de parásitos no afectan finalidad zotécnica, presentado una ecuación lineal ($R^2 = 0.81$) resultado que podemos afirmar que el ajuste al modelo es bueno considerando que es muy cercano a uno, en concreto el 80% de la variabilidad de la variable y (huevos por gramo de heces) es explicado por la regresión lineal como se observa en la gráfica 4.8, concluyendo que el modelo lineal es aceptada para describir la relación que existe entre las variables huevos por gramo de heces y días post-tratamiento.

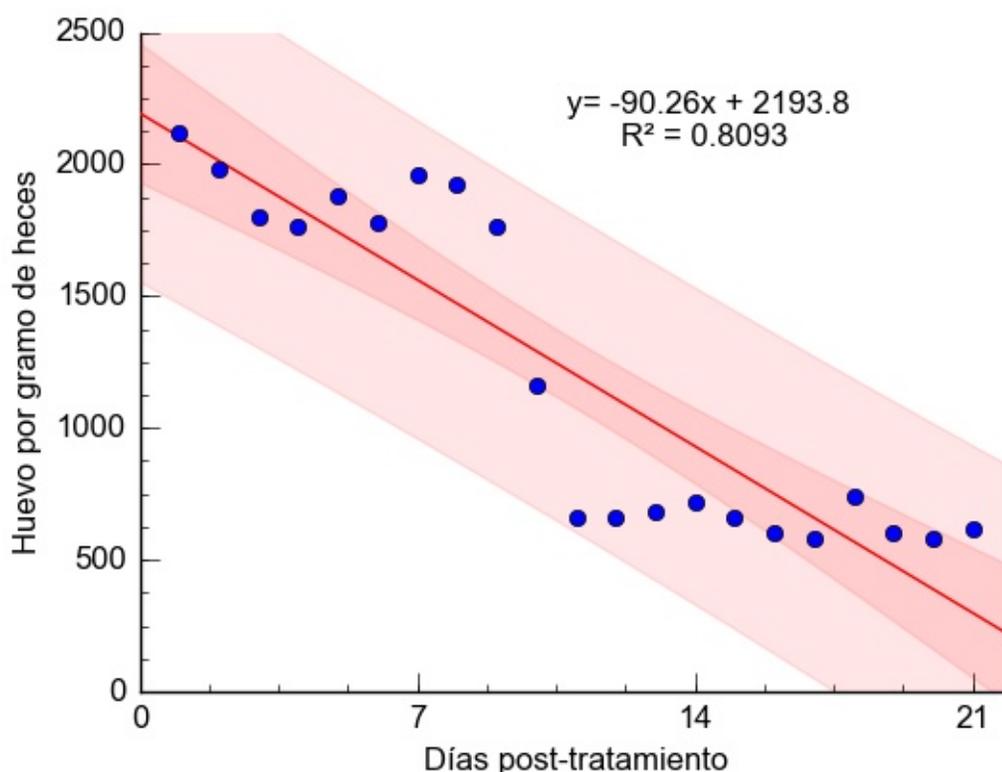


Figura 4. 8 Efecto post-tratamiento de la infusión del extracto acuoso de la gobernadora (*Larrea tridentata*) con la dosis de 1.5 g/kg de PV sobre NGI en cabras.

En la figura 4.9 se puede observar que el efecto de la *Larrea tridentata* sobre el conteo de hpg desde el día uno al 21 de evaluación comenzó a surtir efecto sobre la disminución de carga parasitaria, pero al igual que la gráfica 4.7 resultaron con una ecuación lineal, pero con ($R^2=84$) diferente, pero ambos muy cercano a uno, afirmando que el modelo es bastante bueno pero los días no le fueron suficiente para disminuir la carga parasitaria considerando el ciclo de vida de los parásitos.

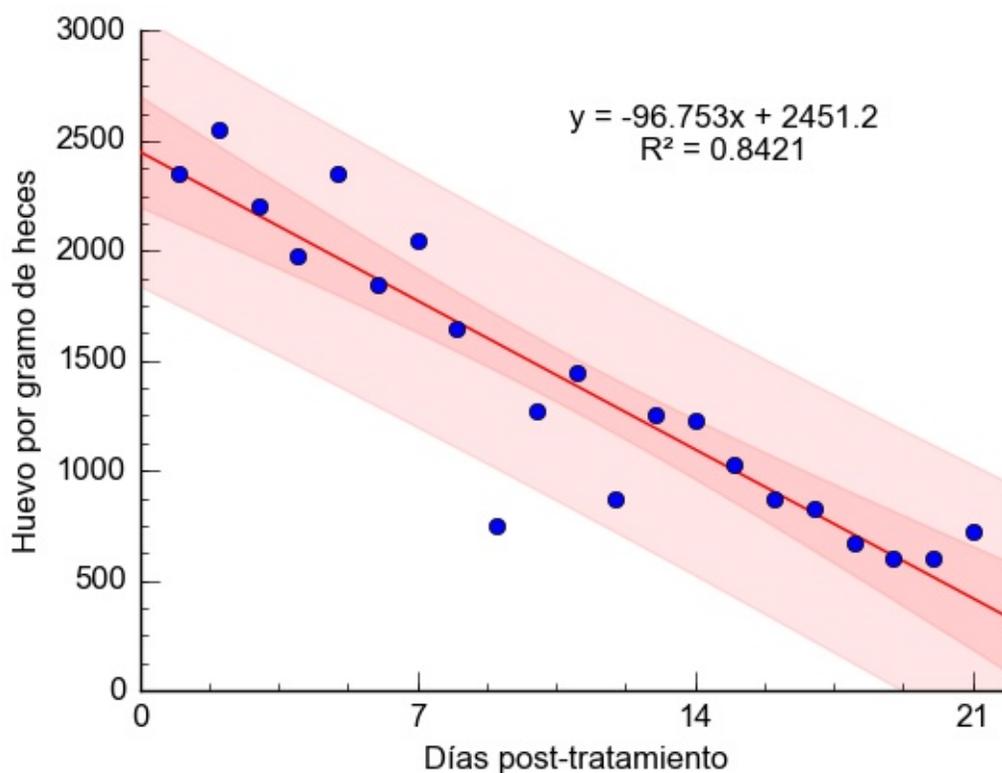


Figura 4. 9 Efecto post-tratamiento de la infusión del extracto acuoso de la gobernadora (*Larrea tridentata*) con la dosis de 2.0 g/kg de P.V sobre NGI en cabras.

En la gráfica 10 podemos observar que los conteos de huevos siempre se mantuvieron por encima de los 1000 huevos por día, a excepción de los días 4, 15, 18 y 21 que fueron los únicos días donde el conteo fue menor a 1000 hpg, donde el efecto del extracto de *Larrea tridentata* no obtuvo muchos resultados

positivos sobre la disminución en el conteo de hpg, con una ecuación cubica ($R^2 = 0.38$) podemos concluir que el modelo no es fiable.

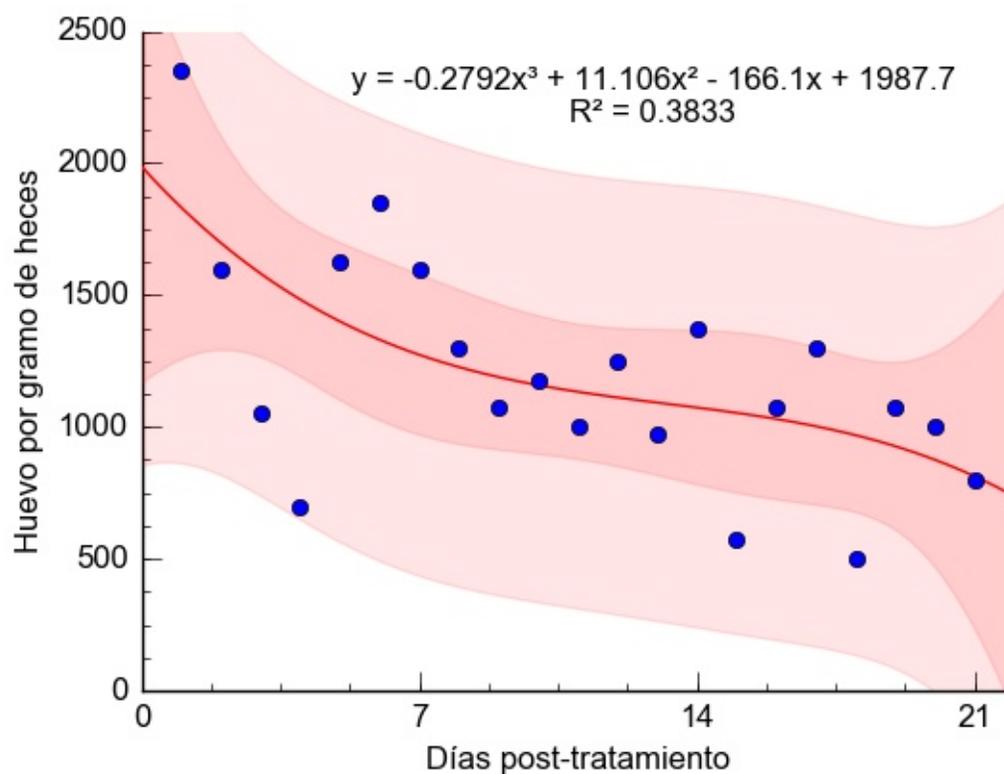


Figura 4. 10 Efecto post-tratamiento de la infusión del extracto acuoso de la gobernadora (*Larrea tridentata*) con la dosis de 2.5 g/kg de P.V sobre NGI en cabras.

V. DISCUSIÓN

El conteo de hpg para poder dar inicio al experimento todos los animales se encontraban en un grado de infestación alta como lo establece Hansen y Perry (1994) y Morales y pino (2009^a), semejantes a Sánchez *et al* (2016), en donde el nivel de infestación en ovinos en pastoreo considero un promedio mayor a 1000 hpg como nivel de infestación alto.

En el presente experimento, aún no se reporta respuesta positiva en los tratamientos, en cuanto a la eliminación de hpg de heces en cabras, para el día siete de la investigación, Velázquez (2019) reporta mejores resultados en los días 5 y 7 posteriores al tratamiento a base de semilla de *Hura crepitans* donde eliminaron el mayor número de ooquistes en heces de ovinos. Sin embargo, en esta investigación no se detecta un decremento en cuanto al conteo de hpg para la primera semana pos tratamiento.

Como se pudo apreciar para el día 14 de evaluación se observaron mejores respuestas en reducción de hpg en cabras para la ivermectina[®] y con la dosis 1.5 g/kg de peso vivo pero estos resultados difieren con los resultados que obtuvo Ferreira *et al* (2015) que a partir de la segunda semana no presentaba disminución el conteo de hpg utilizando *Caeslpinia coriaria* en ovinos en crecimiento.

Por otro lado, para el día 21 se observó la mejor eliminación de NGI en cabras, obteniendo resultados favorables con el control negativo (ivermectina[®]) y la dosis 1.5 g/kg de peso vivo, Ortega y Obando (2006) obtuvo resultados positivos en cuanto a una desparasitación externa en bovinos en el tratamiento de tórsalo (*Dermatobia hominis*), obteniendo un resultado menor con la ivermectina[®] al día 21 con un porcentaje de efectividad menor al que obtuvimos, 72.7%, pero siendo

así para su tratamiento a base de resina Neem (*Azadirachta indica*) al 5% y 10% donde sus resultados fueron mayores resultando un 91.6% y 62.5% de efectividad, no siendo de la misma manera para Reyes (2017), que su efecto nematicida de ajo (*Allium sativum*) al 10% en ovinos su efecto fue disminuyendo a los 7, 14, 21 y 28 días, que a diferencia del albendazol que fue a los 21 días.

VI. CONCLUSIONES

En este estudio podemos concluir que el efecto antihelmíntico de la infusión del extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*) sobre la carga parasitaria de los NGI en cabras, obtuvo resultados positivos a partir del día 14 post-tratamiento, pero resultaron aún mejores los del día 21, esto concuerda con el ciclo de vida del parásito el cual parásito es más susceptible al efecto y por eso se obtiene mayor disminución en la carga parasitaria, esto favorece a las cabras en su estado de salud mejorando los parámetros reproductivos y productivos (carne y leche). En base a los resultados obtenidos se concluye que la dosis 1.5 g/kg de peso vivo de *L. tridentata* en las cabras favorece la eliminación de NGI.

Por último, *L. tridentata* por su efecto antihelmíntico se puede considerar como una alternativa natural de desparasitación para los caprinocultores del norte del país, además de fácil acceso y mucha abundancia, en dicha región se puede adquirir sin costo alguno, siendo también muy amigable con la naturaleza porque no genera contaminantes, tampoco crea resistencia antihelmíntica, como suele suceder con el mal empleo de los desparasitantes comerciales.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Caballero, A.J., Torres Acosta, J.F., Hoste, H., Sandoval Castro, C., López Flores, M. (2005). Effect of supplementary feeding with energy and/or protein on the resilience and resistance of criollo kids against *Haemonchus contortus*. Congress of Novel Approaches to the control of helminth parasites of livestock. Worm Control or worm management: new paradigms in integrated control. Mérida, Yucatán, México. p. 29.
- Alonso-Díaz, M.A., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Aguilar-Caballero, A.J., Hoste, H. (2008c). In vitro larval migration and kinetics of exsheathment of *Haemonchus contortus* larvae exposed to four tropical tanniniferous plant extracts. *Veterinary Parasitology*. 153:31331-9.
- Alonso-Díaz, M.A., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Capetillo-Leal, C., Brunet, S., Hoste, H. (2008b). Effects of four tropical tanniniferous plant extracts on the inhibition of larval migration and the exsheathment process of *Trichostrongylus colubriformis* infective stage. *Veterinary Parasitology*. 153:187-92.
- Alonso-Díaz, M.A., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Hoste, H., Aguilar-Caballero, A., CapetilloLeal, C.M. (2008a). Is goats' preference of forage trees affected by their tannin or fiber content when offered in cafeteria experiments? *Animal Feed Science and Technology*. 141:36-48.
- Barrabí, P.M., Arace, G.J., (2013). *In vitro* antihelmintic activity of an accuos of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) leaves and sedes. I. inhibition of eggs hatching and larval development. *Revista de salud animal*. Volumen 35. No. 2:103-108.
- Brunet, S., Aufrere, J., El Babili, F., Fouraste, I., Hoste, H. (2007). The kinetics of exsheathment of infective nematode larvae is disturbed in the presence of a tannin-rich plant extract. *Parasitology*. 134:1253-1262.
- Castell, D. (2004). Epidemiología y control de nematodos gastrointestinales de ovinos en el Uruguay. Instituto Nacional de Investigacion Agropecuaria Uruguay. Serie de actividades de difusion No.359. pp3-11
- Chartier, C., Hoste, H. (2004). L'utilisation des anthelminthiques chez la chèvre: efficacité et durabilité. *Bulletin G.T.V. Hors-série*. Pp. 125-130.
- Dee, W; Zajac, A; y Umberger, S. 2009. Control of internal parasites in sheep. Virginia Cooperative Extension. Pub. 410-027. Virginia Polytechnic Institute and State University. 8pp. Disponible en: pubs.ext.vt.edu/410/410-027/410-027.htm
- Delgadillo, R. L., Bañuelos, V, R., Delgadillo, R, O., Silva, Vega, M., Gallegos, F, P. (2017). Chemical composition and antibacterian effect *in vitro* of extracts of *Larrea tridentata*, *Origanum vulgare*, *Artemisa ludoviciana* and *Ruta graveolens*. *Revista Electronica Nova Scientia*.

- FAO, (2003). Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en América Latina. Estudio FAO, Producción y Sanidad Animal. No. 157. Roma.
- Ferreira, F., de Alvarez, L. R., Alvarez, A., Bethencourt, A., Galindez, R. (2015). Anthelmintic effect of tannins from Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) on lambs. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia. Vol. XXV. Num. 6. Pp. 446-452.
- García, L. C., Martínez, R. A., Ortega, J. L., Castro, B. F. (2010). Chemical components of some botanical extracts and its relationship with the biological activity. Revista Química Viva. Vol. 9. Num. 2.
- García, E., (1987). Diagnóstico climatológico para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Agrometeorología, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- García, J. E., Gómez, L., Mendoza-de Gives, P., Rivera C. J. L., Millán O. J., Ascacio J. A., Medina, M.A., Mellado M. (2018) Anthelmintic efficacy of hydro-methanolic extracts of *Larrea tridentata* against larvae of *Haemonchus contortus*. Tropical Animal Health and Production 50,1099-1105.
- González-Garduño, R., Torres-Hernández, G., Nuncio-Ochoa, M.G.J.; Cuéllar-Ordaz, J. A.; Zermeño-García, M.E. (2003). Detección de eficiencia antihelmíntica en nemátodos de ovinos de pelo con la prueba de reducción de huevos en heces. Livestock Research Rural Development.
- Hansen, J. and B. Perry. (1994) The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. International Laboratory for Research on Animal Diseases, Nairobi, Kenya; p 171.
- Heike Vibrans., (2009). Malezas de México. Consulta: 20 octubre 2019. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/zygophyllaceae/larrea-tridentata/fichas/ficha.htm>
- Hernandez, Z.J.S, (2000). The goat farming in the Puebla livestock production: goat contribution production systems. Arch. Zootec. 49:341-352.
- Hoste, H., Chartier, C. (1997b). Perspectives de lutte contre les strongyloses gastrointestinales. Le Point Vétérinaire. 28:181-1187.
- Hoste, H., Huby, F., Mallet, S. (1997a). Strongyloses gastro-intestinales des ruminants: conséquences physiopathologiques et mécanismes pathogéniques. Parasitologie des ruminants. Le Point Vétérinaire. 28:53-59.
- Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S M., Hoskin, S O. (2006). The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. Trends in Parasitology. 22:253-261.

- Jabbar, A.Z., Iqbal, D. Kerboeuf, G., Muhammad, M., Khan and M. Afaq. (2006). Anthelmintic resistance: The state of play revisited. *Life Science* 79:2413-2431.
- Jackson, F., Coop, R.L. (2000). The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Parásitology* 120:95-97.
- Kaplan, R.M. (2004). Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends in Parasitology*. 20:477-481.
- Ketzis, J.K., Vercruyssen, J., Stromberg, B. E., Larsen, M., Athanasiadou, S.; Houdijk, J. G.M. (2006). Evaluation of efficacy expectations for novel and non-chemical helminth control strategies in ruminants. *Veterinary Parasitology*. 139:321-335.
- Lee, D. (2002). *The Biology of Nematodes*. CRC Press. Boca Raton, Florida U.S.A. Pp. 1-60.
- Mabry, T, J., DiFeo, D.R.JR., Sakakibara, M., Bohnstedt, C.F, Siegler, D. (1977). Biology and chemistry of Larrea. Pp. 115-134: T.J. Mabry, J.H. Hunziker, D.R.Jr. DiFeo. *Creosote Bush- Biology and Chemistry of Larrea in New World Deserts*. US/IBP Synthesis Series 6. Dowden, Hutchinson and Ross Inc, Stroudsburg, PA, USA.
- Makkar, H.P.S. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*. 49:241-256.
- Maya, D.A.F y Quijije, M.J.K (2011). Determinación de la carga parasitaria en tres especies zootécnicas (Bos tauros, Ovis aries y Equus caballus) y su relación con la condición climática. Tesis. Sangolqui, Ecuador.
- Márquez, L.D. (2014). Control sostenible de los nematodos gastrointestinales en rumiantes. Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Mayoral, P.Z., Piña Vasquez, D.M., Gomez Sanchez, M., Salazar Olivo, L.A., Aguilar Tipacamú, G., Arellano Carbajal, F., (2017). The nematode *Caenorhabditis elegans* as a model to assess the anthelmintic potencial from plant extracts. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 8(3):279-289.
- Medina, P., Guevara, F., La O, M., Ojeda, N., y Reyes, E. (2014). Anthelmintic resistance in sheep: a review of reports of southeastern Mexico and alternatives for the control of gastrointestinal nematodes. *Pastos y Forrajes*, 37(3), 257-263.
- Montalvo-Aguilar, X., López-Arellano, M.E., Vázquez-Prats, V., Liébano-Hernández, E., Mendoza de Guives, P. (2006). Resistencia antihelmíntica de nemátodos gastroentéricos en ovinos a febendazol e ivermectina en la región noreste del estado de Tlaxcala. *Técnica Pecuaria México*. 44:81-90.

- Morales, G y L. A. Pino. (2009a). Nematodos parásitos de los rumiantes domesticos en Venezuela: Diagnóstico y control. Editado por Laboratorio de Diagnóstico Veterinario "Alíani. Impreso en Talleres Graficos Dot Print C. A. Caracas; 143 pp.
- 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. *Journal of Archivos de Medicina Veterinaria*. 42:155-163.
- Mottier, L., Lanusse, C. (2001). Bases moleculares de la resistencia a fármacos antihelmínticos. *Revista Médica Veterinaria*. 82:74-85.
- Nematoda. (2021 1 de abril). Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 05:26, mayo 13, 2021 desde <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Nematoda&oldid=134438741>.
- Ortega, V. P., Obando, U. O. (2006). Utilización de la resina de Neem (*Azadirachta indica*) como desparasitante externo en el tratamiento del tórsalo (*Dermatobia hominis*) en bovinos del municipio de Muy Muy, Departamento de Matagalpa. Tesis para optar al título de Médico Veterinario Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.
- Ortiz-Ocampo, G.I., Chan Perez, J.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.
- Pereckiene, A., Petkevicius, S. y Vysniauskas, A. (2010). Comparative Evaluation of efficiency of traditional McMaster chamber and newly designed chamber for the enumeration of nematode eggs. *Acta Veterinaria Scandinavica* 52.
- Reyes, E, (2017). Evaluacion del efecto nematicida de la infusión de ajo (*Allium sativum*) al 10% comparada con albendazol al 15% administrados por via oral en ovinos. Tesis licenciatura. Universida de San Carlos Guatemala. Guatemala.
- Reed, C.A. (1959). Animal domestication in the prehistoric Near East. *Science*. 130: 1629-1639.
- Rochfort, S., Parker, A.J., Dunshea, F.R. (2008). Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytochemistry*. 69:299-322.
- Rodriguez-Vivas, R.I., Cob-Galera, L.A., Dominquez-Alpizar, J.L. (2001). Frequency of gastrointestinal parasites in domestic animals, diagnosed in Yucatan, Mexico. *Journal Biomedica*. 12:19-25.

- Roeber, F., Jex, A.R., Gasser, R.B. (2013). Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advance molecular tools for exploring epidemiology and Drug resistance an Australian perspective. *Parasit Vectors* 6, 153.
- Rojas, C.M. *nosoparasitosis de los rumiantes domesticos peruanas*. Segunda edición. Editorial Martegraf E.I.R.L. Lima, Perú.
- Rzedowski, J. (1994). *Zygophyllaceae*. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes.
- Sanchez, H.S., Hernandez, B.J., Noguez, E.J., Rodriguez, M.N. (2016). Carga parasitaria en ovinos (*Ovis aries*) manejados en sistemas de producción estabulado y pastoreo en áreas irrigadas con aguas residuales. *Revista de Sistemas Experimentales*. Vol. 3 No.6 19-23.
- SIAP, (2018). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 08 septiembre 2019: Consulta: 09 septiembre 2019. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap>.
- Torres-Acosta, J.F.J., Hoste, H., Sandoval-Castro, C.A., Torres-Fajardo, R.A., Ventura-Cordero, J., Gonzales-Pech, P.G., Mancilla, M.M.G., Ojeda, R.N.F., Martínez, Ortiz de Montellano, C. (2019). El arte de la guerra contra los nematodos gastrointestinales en rebaños de ovinos y caprinos del trópico. *Revista Académica Ciencia Animal*.
- Torres-Acosta J.F.J., López-Cervantes C., Martínez-Ortiz de Montellano C., Cámara-Sarmiento R., Rodríguez J., Canul-Ku HL., Tirado-Muñoz F., Aguilar-Caballero AJ., Roberts B. (2007). Prevalence of sheep farms with anthelmintic resistant nematodes in two states of Topical México. From Alaska to Chiapas: The First North American Parasitology Congress. American Society of Parasitology, Sociedad Mexicana de Parasitología & Parasitology section of the Canadian society of Zoologist. June 21-25, Mérida, Yucatán, México. Pp. 136-137.
- Van Wyk, J.A., Hoste, H., Kaplan, R.M., Besier, R.B. (2006). Targeted selective treatment for worm management - How do we sell rational programs to farmers? *Veterinary Parasitology*. 139:336-346.
- Van Wyk, J.A., Stenson, M.O., Van Der Merwe, J.S., Vorster, R.J., Viljoen, P.G. (1999). Anthelmintic resistance in South Africa: surveys indicate an extremely serious situation in sheep and goat farming. *Journal of Veterinary Research*. 66:273-284.
- Velazquez, G. M. Y. (2019). La semilla de javilla (*Hura crepitans*) en el control de prozoarios en ovinos. Tesis de Maestría. Universidad Autonoma de Nayarit. Área de Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras. Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Xalisco. Nayarit Pp 41-42
- Zaragoza, B.A., Rodríguez, S.E., Valladares, C.B., Rivas, J.M., Herrera, C.A., Rivero, P.N. (2019). Cassia fistula extract as alternative treatment against

gastrointestinal nematodes of sheep. Revista Abanico Veterinario.
Volumen 9. ISSN 2448-6132.