

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



Disminución en la excreción de huevos de nematodos gastrointestinales
en cabras por efecto antihelmíntico del extracto de
hojas de *Larrea tridentata*

Por:

ADRIÁN HERNÁNDEZ CORONADO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

Disminución en la excreción de huevos de nematodos gastrointestinales
en cabras por efecto antihelmíntico del extracto de
hojas de *Larrea tridentata*

Por:

ADRIÁN HERNÁNDEZ CORONADO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



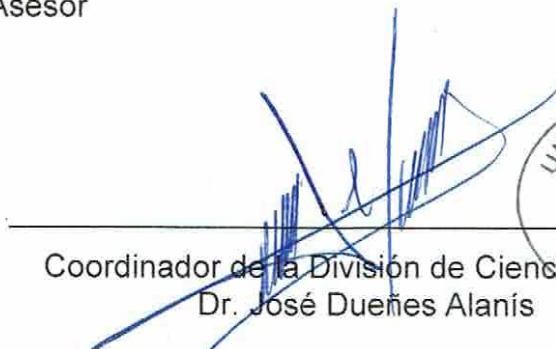
Dr. José Eduardo García Martínez
Director



Dr. Julio Cesar Espinoza Hernández
Asesor



M.C. Camelia Cruz Rodríguez
Asesor



Coordinador de la División de Ciencia Animal
Dr. José Duenes Alanís



Saltillo, Coahuila, México. Marzo de 2020

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscrito **Adrián Hernández Coronado** alumno de la carrera Ingeniero Agrónomo Zootecnista con matrícula 41153032 y autor de la siguiente tesis manifiesta 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 los 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 redactada 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 del autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
- 5.- Entiendo que la función y alcance de mi comité de asesoría está circunscrito a la orientación de guía respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente tesis, así como del análisis e interpretación de mis resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi comité de asesoría y acepto que cualquier responsabilidad respecto es únicamente mía.

Atentamente



ADRIÁN HERNÁNDEZ CORONADO
Tesista

Saltillo, Coahuila, Marzo de 2020.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por darme la vida, sabiduría y paciencia para poder tener la oportunidad de concluir este gran sueño.

A **mis padres**, Sabino Hernández Castillo Y Gicela Coronado López, quienes me dieron las herramientas necesarias y siempre creyeron en mí para dar este gran pasó en mi vida.

Al **Dr. José Eduardo García Martínez**, por brindarme la confianza y la oportunidad de participar en la realización de este proyecto.

Al **Dr. Julio Cesar Espinoza Hernández**, por su valioso apoyo, dedicación, asesoría y confianza en la realización de este trabajo de investigación. Agradezco también, por abrirme las puertas de su casa y darme un abrigo familiar dentro de ella.

A **mis hermanos**, Saraí Hernández Coronado, Jesús Hernández Coronado, Jorge Estrada Lara y Francisco Estrada Lara, de todo corazón agradezco su incondicional apoyo y sus sabios consejos en los buenos y malos ratos. Por ser mis amigos y confidentes de mis aventuras.

A **mi familia** Quienes me motivaron a seguir adelante y me brindaron su ayuda para concluir esta gran meta en mi vida, por los consejos y buenos deseos que siempre me dieron. Con especial cariño a mis tíos el M.V.Z Edgardo Coronado López, Juana E. López Mecinas, José Torres Arriaga y Yolanda Hernández López, Isabel Hernández Castillo y Vicente Martínez Flores.

A **mis abuelos**, Felipa López Mecinas y Eleazar Coronado Cruz, con una dedicatoria muy especial a Adrián Hernández Domingo† y Francisca Castillo Santiago quienes me

inculcaron los valores de la vida, la sencillez y humildad del hombre, así como también, el amor y respeto por el campo y los animales.

A la **familia Rodríguez Aguirre**, Gloria Teresa Aguirre Méndez y Rubén Rodríguez Pérez por ser como mis segundos padres y abrirme las puertas de su casa incondicionalmente y en todo momento, por darme las fuerzas de seguir adelante y cuando quería bajar la guardia estuvieron presentes para brindarme su apoyo.

A **mis amigos**, Luis A. Sánchez (“el cala”) , José L. Juárez (“el bebote”) , Homero G. Ibarra (“el Nava”), Ulises García (“el Lechuga”), Homero García (“el Oax.”), Valente Malacara (“el chiquitín”), Jonathan D. Gómez (“el Jona”), a todos ustedes por brindarme su amistad, por esos momentos felices que pasamos durante y fuera de la Universidad, por sus consejos y regaños, que Dios los bendiga y que tengan éxito en la vida. Con especial cariño para mis amigas Guadalupe Loera, Carolina Saucedo, Judith I. Torres, María D. Ruiz, Karina Zarazúa y Andrea de la Peña.

A **la M.V.Z.** Elisa Ochoa Estrada, por las enseñanzas, regaños y consejos que me brindo en mi formación personal, académica y profesional.

A **los Ingenieros** Benedicto Torres Hernández y Francisco Alonso Rodríguez Huerta, por su colaboración y apoyo en la realización de este proyecto de investigación

A mi **ALMA MATER**, por darme la oportunidad de formar parte de ella y regalarme demasiadas experiencias que dejaron una marca en mi corazón que es imborrable.

DEDICATORIA

A mis padres

Sabino Hernández Castillo y Gicela Coronado López

A los cuales quiero, admiro y respeto demasiado, quienes son el motor que me impulsa a seguir adelante cada día y cada vez ser mejor ser humano. Gracias por toda la confianza que han depositado en mí y por siempre darme todo su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, también, por haberme dado la oportunidad y las herramientas necesarias para construir este sueño, que ha sido suyo e inspirados en ustedes. Por todo esto y mucho más les dedico todo mi mañana.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	1
DEDICATORIA	3
ÍNDICE DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE CUADROS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	8
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
REVISIÓN DE LITERATURA	11
GENERALIDADES DE LAS CABRAS	11
PRODUCCIÓN MUNDIAL (CABEZAS)	12
SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN A NIVEL NACIONAL	14
LA GOBERNADORA (<i>LARREA TRIDENTATA</i>)	16
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA EN MÉXICO	17
CONSTITUYENTES FOTOQUÍMICOS	17
NEMATODOS GASTROINTESTINALES	19
CICLO BIOLÓGICO	19
EFFECTOS DE LOS NGI EN LAS CABRAS	21
INMUNIDAD DE LOS CAPRINOS CONTRA LOS NGI	22
MÉTODOS ALTERNATIVOS A LOS ANTIHELMÍNTICOS CONVENCIONALES	24
DIAGNÓSTICO DE PARÁSITOS	24
CARGA PARASITARIA	25
MÉTODOS DE CONTROL	26
PRODUCTOS NATURALES CON ACCIÓN ANTIHELMÍNTICA	26
MATERIALES Y MÉTODOS	28
UBICACIÓN	28
OBTENCIÓN Y SECADO DE LAS HOJAS DE <i>LARREA TRIDENTATA</i>	28
ELABORACIÓN DE EXTRACTO ACUOSO	28
DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE POLIFENOLES	29
CONDENSADOS E HIDROLIZABLES	29
OBTENCIÓN DE LAS LARVAS	29
ANIMALES EXPERIMENTALES	29
EXCRECIÓN DE HUEVOS DE NGI EN HECES	30
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
CONCLUSIONES	35
LITERATURA CITADA	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Inventario de cabezas de caprinos a nivel mundial.....	13
Cuadro 2.- Principales estados con población caprina y productores de carne y leche.....	15
Cuadro 3.- Principales constituyentes fotoquímicos de <i>Larrea tridentata</i>	18
Cuadro 4. Detección de resistencia antihelmíntica en rebaños ovinos y caprinos de las regiones Noroeste y sureste de México.....	23
Cuadro 5.- Nivel de infestación por nematodos gastrointestinales al inicio del experimento.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Evolución mundial caprino entre los años 2003-2013.....	14
Figura 2. Ciclo biológico de los NGI que parasitan a los pequeños rumiantes.....	20
Figura 3.- Efecto antihelmíntico del extracto de <i>Larrea tridentata</i> sobre los nematodos gastrointestinales después de la primera semana (7 días).....	32
Figura 4.- Efecto antihelmíntico del extracto de <i>Larrea tridentata</i> sobre los nematodos gastrointestinales después de la segunda semana (14 días).....	33
Figura 5.- Efecto antihelmíntico del extracto de <i>Larrea tridentata</i> sobre los nematodos gastrointestinales después de la tercera semana (21 días).....	34

RESUMEN

El presente trabajo analiza y evalúa la disminución de huevos de nematodos gastrointestinales en la excreción de heces caprinas, por efecto antihelmíntico de extracto de hoja *Larrea tridentata*. El comportamiento de este método naturista alternativo se compara con el efecto antihelmíntico de un producto químico comercial ya establecido (ivermectina®). Para ello, se emplearon 28 cabras hembras criollas con peso inicial promedio de 15 ± 2 kg., fueron alojados individualmente en jaulas metabólicas durante todo el experimento. El día cero de la fase experimental todas las cabras fueron infectadas; la infestación se realizó vía oral con 400 larvas (L3) por kg de peso vivo (PV) hasta confirmar la infección (>850 HPG) por técnica de McMaster Modificado (Arece et al., 2004) en todas las cabras. Los animales infectados fueron distribuidos completamente al azar en 6 grupos experimentales: Tratamiento control (T1) se inyectó ivermectina®, Tratamiento dos (T2) 0.50 g/kg P.V. del extracto de *Larrea tridentata* (ELT), Tratamiento tres (T3) 1.0 g/kg P.V. del ELT, Tratamiento cuatro (T4) 1.50 g/kg P.V. del ELT, Tratamiento cinco (T5) 2.0 g/kg P.V. del ELT y Tratamiento seis (T6) 2.5 g/kg P.V. del ELT.

A partir del día 0 al día 21 cada animal recibirá agua *ad libitum* y alimento; forraje (70%) libre de taninos condensados y NGI, así como, concentrado (30%) formulado de acuerdo a sus requerimientos nutricionales para crecimiento (NRC, 1981). La elaboración de extractos acuosos se realizó en el laboratorio de Rumiantes UAAAN en Saltillo, Coahuila. El proceso de extracción consistió en mezclar en matraces la harina de las hojas de *Larrea tridentata* con el solvente extractor (agua estéril) a una temperatura de 45 °C en una proporción de 1 gramo en 6 ml respectivamente.

Para la toma de muestras se colectó una muestra diaria de heces (aproximadamente 5 g cada una) directamente del recto. El muestreo se realizó por la mañana (entre las 8:00-9:00 A.M.) durante todo el período de evaluación (21 días). Las muestras fueron procesadas empleando la técnica de McMaster para determinar

la producción total de huevos en las heces (HTH) por animal por día durante todo el periodo de evaluación.

El análisis de los resultados se realizó mediante un diseño completamente al azar, utilizando el paquete estadístico SAS (2014) y para establecer las diferencias entre tratamientos se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

El resultado final de la evaluación estadística determina que el efecto antihelmíntico de extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*) sobre los parásitos gastrointestinales en cabras se obtuvo hasta la tercera semana (21 días). A partir del tratamiento testigo (Ivermectina®) con un 92% de efectividad, seguido de los mejores resultados de los tratamientos correspondientes a las dosis 1.5, 2.0 y 2.5 g/kg P.V. Estos tratamientos lograron tener un efecto significativo en la reducción de huevos de los parásitos gastrointestinales alcanzando niveles mayores al 70 %. Finalmente, las dosis con el menor efecto antihelmíntico fueron los tratamientos con las dosis de 0.5 y 1.0 g/kg P.V. el cual no pudieron romper con el ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales.

PALABRAS CLAVES

Extracto, *Larrea tridentata*, antihelmíntico, nematodos, parásitos gastrointestinales.

INTRODUCCIÓN

La caprinocultura se desarrolla de manera preponderante en zonas marginales, con bajo grado de tecnificación, donde se carece de recursos económicos que se puedan utilizar como inversión para mejorar las instalaciones y comprar equipos e insumos que ayuden a mejorar el manejo zootécnico. Dentro de los principales problemas que se observan en la caprinocultura nacional, resaltan los siguientes: Bajo comportamiento reproductivo, bajos índices de fertilidad y alta incidencia de enfermedades parasitarias en los animales.

El control de las parasitosis, por lo general ha recaído en el uso indiscriminado de fármacos antiparasitarios. Esta situación ha favorecido la aparición de resistencia a estos antiparasitarios, lo que constituye uno de los obstáculos de mayor peso para el control efectivo de las infestaciones por nematodos gastrointestinales (NGI) (González-Garduño *et al.*, 2003). Se ha diagnosticado la resistencia a los antiparasitarios por lo que se necesita un enfoque integrador para el control parasitario.

Internacionalmente se reconoce la necesidad de encontrar alternativas para el control de los nematodos gastrointestinales que puedan reducir el uso de antihelmínticos. Varias opciones están siendo investigadas, dentro de las cuales se pueden citar la metodología FAMACHA (Torres-Acosta *et al.*, 2007), otra estrategia alternativa para el control de parásitos gastrointestinales la constituye el uso de plantas con presencia en ellas de metabolitos secundarios a los que se le atribuyen propiedades antiparasitarias o por la acción propiamente dicha de sus principios activos, los que pueden constituir una alternativa de control por su aplicabilidad desde el punto de vista orgánico, sustituyendo el uso de químicos sintéticos (Hoste *et al.*, 1997).

La urgencia de afrontar la problemática de la resistencia parasitaria, nos ha convocado para trabajar en la búsqueda de alternativas o soluciones que contribuyan

a mantener niveles aceptables de infestación parasitaria por nematodos gastrointestinales en los pequeños rumiantes.

Esta ha provocado la necesidad de desarrollar un manejo racional, sustentable y ecológico de los NGI en los rebaños de pequeños rumiantes. Una de las posibles opciones para dicho control son los productos naturales. El reto consiste en determinar que tanto se pueden reducir las pérdidas económicas causadas por los parásitos con productos o subproductos naturales. Además, al utilizar este tipo de productos para el control de NGI existe la posibilidad de obtener un valor agregado en la producción animal en el marco de la producción orgánica.

Sin embargo, el mecanismo de acción de dichas plantas, o mejor dicho de sus metabolitos, sobre los NGI aún no ha sido completamente explicado. La mayoría de los estudios se han centrado en el estadio larvario tres (larva infectante ó L₃). Se sabe que en esta fase del ciclo de vida la motilidad, la funcionalidad y el desenvaine de los NGI se ven afectados (Brunet *et al.*, 2007; Alonso-Díaz *et al.*, 2008). A lo anterior se le ha atribuido su eficacia como AH. Por todo lo anterior el objetivo del presente experimento es determinar la actividad antihelmíntica *in vivo* del extracto de hojas *Larrea tridentata* en infestaciones de parásitos gastrointestinales en cabras

Hipótesis

La disminución de huevos de parásitos gastrointestinales en heces de cabras es por efecto antihelmíntico del extracto de hojas *Larrea tridentata*.

Objetivo general

Determinar la actividad antihelmíntica *in vivo* del extracto de hojas *Larrea tridentata* en infestaciones de parásitos gastrointestinales en cabras.

Objetivos específicos

- a) Determinar la producción total de huevos en heces (HTH) por animal por día durante todo el periodo de evaluación, empleando la técnica de McMaster.

- b) Determinar la actividad antihelmíntica *in vivo* de *Larrea tridentata* en infecciones de parásitos gastrointestinales en cabras.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades de las Cabras

Las primeras cabras llegaron a América, hace ya más de 400 años, este ganado se adaptó muy bien en el territorio nacional y pronto mostró cuan rentable era esta actividad (SADER 2017).

Por sus hábitos de consumo, la cabra (*Capra hircus*) es capaz de aprovechar la vegetación característica de zonas áridas, lo cual la convierte en la principal especie ganadera que se adapta y produce en condiciones desérticas, de ella se obtienen productos como carne, cabritos, leche y queso que son consumidos y comercializados por la población, siendo así una fuerte importante de alimentos e ingresos para productores con recursos naturales marginales. (Barrera *et al.*, 2018).

En las condiciones semiáridas del norte de México, las cabras satisfacen sus necesidades nutritivas principalmente a través del consumo de la vegetación disponible; sin embargo, gran parte del año los forrajes no cuentan con los nutrientes suficientes para cubrir dichas necesidades (Mellado *et al.*, 1991; Azqueta, 2007; Baca, 2009), y sólo en los meses de verano los animales consumen los nutrientes necesarios para poder cubrir o exceder sus requerimientos nutricionales. (Ramírez *et al.*, 1996).

Cuando sus requerimientos básicos no logran ser cubiertos, comienzan a utilizar sus reservas corporales, con la consecuente pérdida de peso y condición corporal (Birkelo y Phetteplace 1991; Gómez-Pastén *et al.*, 2008; Ramírez *et al.*, 2011), lo cual se reflejarse en el rendimiento productivo y reproductivo. La restricción alimenticia en los mamíferos puede afectar las regiones del hipotálamo que regulan la liberación y producción de hormonas de la glándula pituitaria involucradas en los procesos reproductivos (Dunn y Moss, 2004). En los rumiantes domésticos, la restricción de energía en la dieta provoca retraso en la presentación de la pubertad, disturbios en la ciclicidad de las hembras sexualmente maduras, anestro posparto prolongado (Schillo, 2009) y, probablemente prolongación del anestro estacional en las especies con

comportamiento reproductivo estacional (Andersen, 2005; Azqueta, 2007; Angel. 2009; Forcada *et al.*, 2012).

Ventajas de la Producción Caprina:

- Alta tasa de desarrollo
- Alta fertilidad
- Alta eficiencia alimenticia
- Alta eficiencia en utilización de forrajes fibrosos
- Alta eficiencia en la producción de leche
- Alta demanda de carne (birria, barbacoa y cabrito)
- Alta demanda de piel y pelo
- Alta demanda de guano o abono
- Excelente controlador de malezas.

(Arechiga *et al.*, 2008)

Producción Mundial (Cabezas)

El aumento en la cantidad de cabras registrado en los últimos 25 años particularmente en países pobres, indica que esta especie animal es una alternativa importante para cubrir las necesidades de alimentación de una creciente población humana. Los pequeños rumiantes han jugado un papel de suma importancia en el abastecimiento de carne a nivel mundial, ocasionando que amplios núcleos poblacionales de países en desarrollo dependan de estas especies en la obtención de productos para su alimentación (Medina J., y Rebollar D., 2015)

A nivel mundial existen alrededor de 996 millones de cabezas de caprinos, de los cuales la mayoría se concentra en China (19 %) e India (16 %); siendo también importante la participación de Pakistán (6,3 %), Nigeria (5,8 %) y Bangladesh (5,5 %). México solo aporta un 0,9 % a la población caprina mundial, lo que representa 8 743 944 de cabeza y la ubica como el 18º país en importancia en cuanto a la producción caprina. (FAO, 2013).

Cuadro 1.- Inventario de cabezas de caprinos a nivel mundial

Posición	País	Cantidad de Cabezas	% de Participación Mundial
1	China	185 185 670	18,6
2	India	160 000 000	16,1
3	Pakistán	63 100 000	6,3
4	Nigeria	57 600 000	5,8
5	Bangladesh	55 000 000	5,5
6	Sudan	44 000 000	4,4
7	Kenia	29 409 100	3
8	Etiopia	24 060 792	2,4
9	Irán	24 000 000	2,4
10	Mali	18 216 005	1,8
11	Indonesia	17 862 000	1,8
12	Mongolia	17 558 672	1,8
13	Rep. Unida de Tanzania	15 085 150	1,5
14	Uganda	14 012 198	1,4
15	Níger	13 760 687	1,4
16	Burkina faso	13 094 062	1,3
17	Somalia	11 600 000	1,2
18	México	8 743 944	0,9
20	Brasil	8 646 463	0,9
21	Argentina	4 350 000	0,4
34	Resto del mundo	210 836 108	21,2
	Total	996 120 851	100

Fuente: FAO, 2013

Si se analiza la evolución del censo mundial de caprino, entre los años 2003 a 2013 este creció en un 19,6%. Dentro de los países con mayor censo, el mayor

crecimiento lo experimentó Mongolia, siendo este del 117,1%, mientras que el mayor descenso porcentual lo sufrió Irán, que vio disminuir su inventario caprino en un 13,9%.

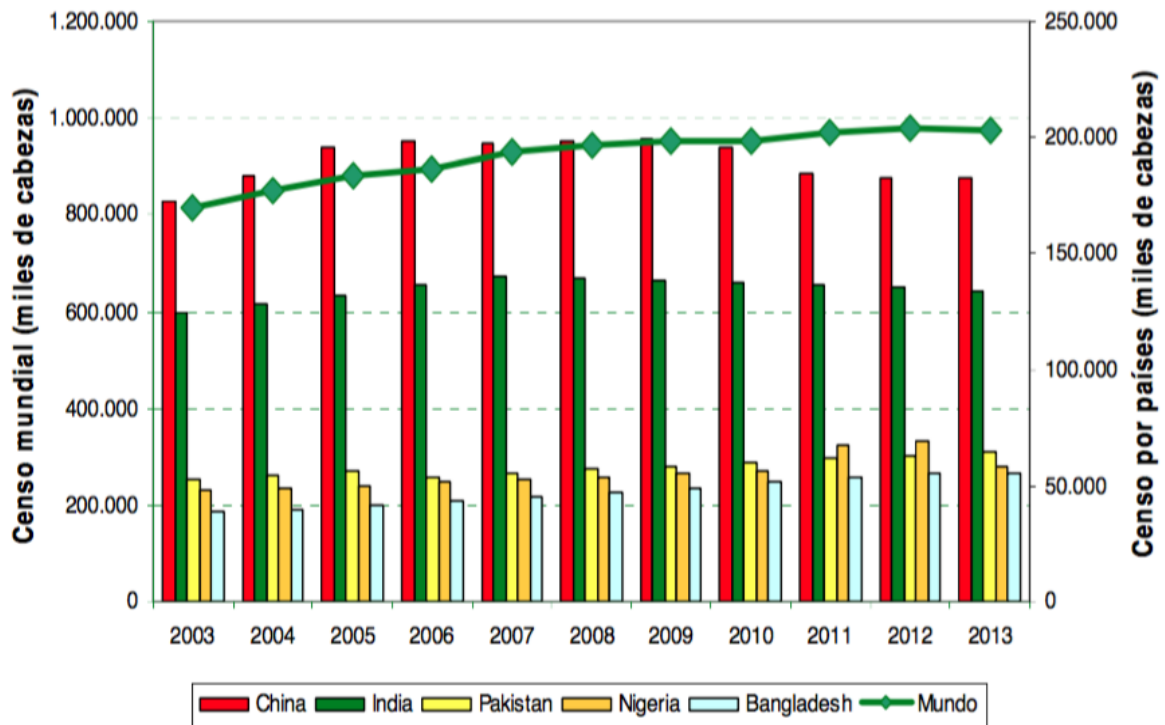


Figura 1.- Evolución mundial caprino (miles de cabezas) en el periodo 2003-2013.

Situación de la Producción a Nivel Nacional

En los países latinoamericanos, México ocupa el primer lugar en inventario de caprinos, seguido de Brasil, lo que representa un importante potencial de desarrollo económico y productivo. En los últimos 10 años presentó una tasa media de crecimiento anual (TMCA) negativa de -0.77% (SIAP SAGARPA, 2016).

El inventario nacional de caprinos en México asciende cerca de 8.7 millones de cabezas, que producen 167,000 toneladas de leche (1.1% producción mundial) y 48,000 toneladas de carne (0.89% producción mundial). Este sector se concentra principalmente en las zonas áridas y semiáridas que corresponden al 60% del país, extendiéndose de sur a norte. Siendo los principales estados según sus censos: Puebla, Oaxaca, Guerrero, Coahuila, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato,

Michoacán, Nuevo León y Durango. Los sistemas de producción se dividen por el principal producto obtenido: Cabrito (Cría lechal de 30 días con un promedio de peso de 10 kg pie) en el norte y parte del centro de la república, Chivo cebado (Chivo de 40 a 45 kg) en el Pacífico y la región Mixteca, y producción de leche (que produce cabrito como subproducto) en La laguna, Centro y Bajío. Actualmente la producción de cabras sigue asociada mayormente a estratos de población rural con menores ingresos, siendo en un 80% sistemas de producción de subsistencia. Cerca de 1.5 millones de mexicanos viven de la cabra, se encuentra en 450,000 unidades de producción (SIAP SAGARPA, 2016).

En el Cuadro 2 se muestran los diez estados de la República Mexicana donde se concentra casi el 80% de la población caprina nacional con su respectiva producción de carne y leche.

Cuadro 2.- Principales estados con población caprina y productores de carne y leche.

Estado	Población Caprina (Cabezas)	Carne (Toneladas)	Leche (Miles de Litros)
Puebla	1,295,231	3908	1749
Oaxaca	1,251,734	4622	-----
Guerrero	652,223	3570	-----
Coahuila	646,388	5273	58835
San Luis Potosí	619,987	2792	3384
Zacatecas	610,457	3997	5431
Guanajuato	571,274	2176	25594
Michoacán	463,101	2573	3859
Nuevo León	411,370	1623	3974
Durango	311,982	1341	34500
Otros estados	1,921,457	11964	24386
Total Nacional	8,755,204	43839	161712

SIAP SAGARPA, 2016

Destacan Coahuila y Zacatecas por su mayor eficiencia en la producción de carne, a pesar que sus inventarios caprinos son casi la mitad con respecto a Oaxaca o Puebla, quienes ostentan la menor productividad y eficiencia. Prácticamente el 75 % de la producción de leche se concentra en sólo tres estados (Coahuila, Durango y Guanajuato). (Jimenez *et al.*, 2013)

De acuerdo con la estadística correspondiente al cierre de 2018, el principal productor de leche de cabra en México es el estado de Coahuila, con un total de 44 mil 957 miles de litros. En segundo lugar se encuentra Guanajuato, con una producción muy cercana a la del estado antes referido, al reportar 43 mil 767 miles de litros de leche durante el mismo periodo. En tercer lugar se ubica Durango, en donde la producción de leche de cabra durante el año pasado fue de 25 mil 688 miles de litros. (Productora Nacional de Biólogos Veterinarios, 2019; SADER, 2017).

La gobernadora (*Larrea tridentata*)

Las zonas áridas representan un gran potencial porque guardan una riqueza basada no tanto en su densidad, como en su especialización biológica, donde la flora y la fauna son el producto de miles de años de adaptación fisiológica para su sobrevivencia. Un caso típico de estas condiciones lo representa la gobernadora *Larrea tridentata* (D.C.) Coville de la familia *Zygophyllaceae*. Esta especie perenne es la más ampliamente distribuida en las zonas áridas de los desiertos Mojave, Sonorense y Chihuahuense (Barbour, 1969).

Se ha estimado que la gobernadora representa una fuente potencial de más de un millón de toneladas de forraje seco y unas 100,000 ton. de resina con un rendimiento anual sostenido cuando se coseche cada 2 a 4 años (Duisberg, 1952).

El ganado no consume normalmente el follaje de *Larrea* (Kearney y Pebbles, 1951; Zamora, 1988), pero puede hacerlo si se remueve la resina, ya que es una fuente excelente de proteína, comparable a la alfalfa (Duisberg, 1952).

La taxonomía de la gobernadora se describe a continuación:

Reino: *Plantae*

Phylum: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Sapindales*

Familia: *Zygophyllaceae*

Género: *Larrea*

Epíteto específico: *tridentata*

Nombre Científico: *Larrea tridentata* (Sessé & Mo. ex DC.) Coville Autor del nombre.
(Sessé & Mo. ex DC.) Coville

Distribución geográfica en México

La gobernadora se encuentra en parte del Desierto Sonorense, incluyendo los estados de Baja California Norte, Baja California Sur y Sonora, y en el Desierto Chihuahuense incluyendo los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí y Durango. Se estima que el 25% (500,000 km²) del territorio nacional está cubierto con este arbusto de las zonas áridas (Belmares *et al.*, 1979).

Constituyentes Fotoquímicos

Los principales compuestos en la resina de *L. tridentata* reportados en la literatura son numerosos, sin embargo, en el Cuadro 3 se presenta un resumen de los más importantes.

Los principales ingredientes activos son: Lignanos polifenólicos (Ácido Dihidroguaiaretico, Heminorisoguaiacina, Ácido Nordihidroguaiaretico y Norisoguaiacina), Aglicona Flavonoides (Apigenina y Kaempferol), Flavonoides Glicosidos (Chrysoeriol y Quercetina), Saponinas triterpenoides (Larreagenina A y Ácido Larreico), de los cuales el más importante es el Ácido Nordihidroguaiaretico por su conocido efecto antioxidante, del cual se ha determinado que tiene ciertas propiedades, antioxidantes, antiinflamatorios, citotóxicas y antimicrobial. Para su uso

se utilizan hojas, flores y frutos, y se prefieren las hojas por ser una planta perenne y se puede disponer de ellas todo el año (Mabry *et al.*, 1977).

Cuadro 3.- Principales constituyentes fitoquímicos de la gobernadora (*Larrea tridentata*)

Porcentaje del Peso Seco	Tipo	Compuesto
16-21	Lignanós Fenólicos	Ácido Dihidroguaiarético Hemi-norisoguaiiacin Ácido nordihidroguaiarético Nordihidroguaiiacin
5-7.5	Flavonoides	Apigenin Kaempferol
10-15	Saponinas Triterpenos	Larreagenin A Ácido Larreico
0.1-0.2	Monoterpenos Volátiles Hidrocarbónos 35	Alpha penene Delta-3-carene Limoneno
	Aromaticos	Benzaldheido Benzilacetato Benzilbutano Metil naftaleno
	Esteroides	Beta-sitosterol Colesterol Campesterol
	Taninos Carbohidratos	Glucosa Sucrosa
70.1 (de tallos) 16.6	Lipidos Aminoácidos	Alkil ésteres (C46-C56) Fenilalanina Isoleucina Ácido glutámico Ácido aspártico Glicina
15.6 mg/lb 19.8 mg/100 g 13.7	Vitaminas minerales	Caroteno Vitamina C Sodio Potasio Calcio Mgnesio Hierro Azufre fosforo

Brinker, 1993

Nematodos Gastrointestinales

La producción caprina se enfrenta a un enemigo que aminora considerablemente la capacidad productiva de dichas explotaciones: se trata de parásitos del género *Haemonchus* (Gelaye y Wossene 2003), el cual se encuentra diseminado ampliamente en todo el mundo (Kumba 2002). *H. contortus* también es conocido como “barber’s pole worm”, “gusano del estómago” y “gusano alambre” (Machen 2002; Schoenian 2005). Al entrar en el hospedero se adhiere a las paredes del estómago verdadero conocido como abomaso, y utiliza como su principal fuente alimenticia el plasma sanguíneo que succiona a través de los pliegues de la pared de este órgano, provocando una pérdida considerable de la proteína disponible para las funciones metabólicas del animal (Schoenian 2003), generando así una reducción en la producción de casi en un 50% (Pérez *et al.*, 2003). Se estima que cerca del 10% del volumen sanguíneo diario es consumido por *H. contortus* (Myers 2004; Hutchens 2005)

Ciclo Biológico

Los nematodos gastrointestinales presentan un ciclo biológico simple, con una fase parasitaria sobre el huésped y otra no parasitaria que es en los forrajes. Los huevos salen mezclados con materia fecal y en condiciones óptimas de humedad alta y temperaturas medias, se convierten en el estadio larvario (L₃), capaces de infectar a los animales que las consuman y así se continúa con un ciclo de infección que dura entre 20 a 25 días (Castells, 2004).

El tipo de ciclo biológico de *H. contortus* y *T. colubriformis* es monoxeno (huevo-larva-adulto) con fase larvaria libre. La infección ocurre como consecuencia de la ingestión de la L₃ o larva infectante (Figura 2).

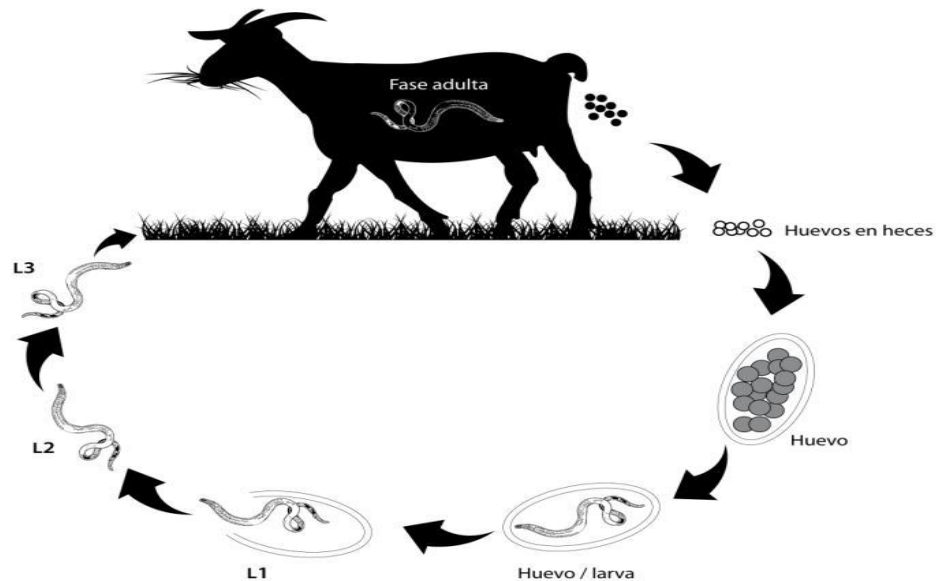


Figura 2.- Ciclo biológico de los NGI que parasitan a los pequeños rumiantes.

El ciclo de vida incluye dos fases, una dentro del hospedador (fase endógena), con duración de 21 días y una segunda fase en las pasturas (fase exógena), con duración de entre 10 y 21 días (Ríos, 2011).

Los nematodos gastrointestinales se nutren de la sangre de su hospedero y puede provocar anemias severas (sobre todo en los animales jóvenes y cuando hay infecciones severas). Las infestaciones del abomaso y del intestino de los rumiantes implican generalmente una reducción del apetito. Esta disminución del consumo está asociada a la mala absorción y a las modificaciones metabólicas. La mala absorción es principalmente explicada por la alteración de las mucosas y por una disminución del número de células que producen HCl en el abomaso, esto provoca una disminución de la digestión enzimática, perturbaciones severas de la motilidad digestiva y modificaciones en la permeabilidad de los epitelios. Estas modificaciones cambian la orientación de los nutrientes alrededor de los diferentes lugares donde normalmente son utilizados para el anabolismo con el fin de asegurar la homeostasis sanguínea y tisular del animal, esto es lo que agudiza las pérdidas zootécnicas (Hoste *et al.*, 1997).

Las características más representativas asociadas a una infección por NGI es el nivel de anemia que puede expresar el individuo debido a la succión que hace el parásito de una cantidad de plasma sanguíneo mayor a la que el hospedero puede reemplazar, ocasionando un considerable deterioro en los niveles de hematocrito, la cual se visualiza en una marcada decoloración de las mucosas, especialmente en las membranas del párpado. En ocasiones puede exhibir una acumulación de fluido debajo de quijada conocido como “quijada de botella” (Machen *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2003; Burke 2005).

Los individuos que muestran mayor susceptibilidad al ataque de parásitos gastrointestinales son los animales jóvenes, (Rizvi *et al.*, 1999). También son muy susceptibles las hembras adultas que se encuentran en las últimas etapas de la gestación y al inicio del periodo de lactación (dos semanas antes y dos después al parto) (Machen, 2002).

El calor y la humedad relativa de climas tropicales son muy favorables para el desarrollo y la sobrevivencia de los NGI en todas sus etapas (Sanyal, 2002).

La etapa adulta del parásito transcurre en el abomaso del hospedero. La prolificidad que una hembra alcanza en su estado de madurez puede ser de grandes proporciones, tiene la capacidad de producir desde 5.000 hasta 10.000 huevos por día, los cuales son depositados en el pasto a través de las heces (Kaplan, 2004), para tener mayor claridad un hato de 30 animales puede depositar cerca de un billón de huevos en tres semanas (Anónimo 2003).

Efectos de los NGI en las Cabras

Los nematodos reducen la producción de carne, leche y lana en un 10-40% (Knox *et al.*, 2006) ya que afectan el consumo alimenticio y/o reducen la eficiencia de su utilización, disminuyendo el depósito de proteínas, grasa y minerales en los hospederos.

La presencia de parásitos gastrointestinales es uno de los factores que reducen considerablemente la efectividad y rentabilidad de los sistemas de explotación caprina (Machen *et al.*, 2002). Debido a los daños ocasionados por estos organismos, los productores se ven obligados a realizar cuantiosas inversiones en procura de minimizar el efecto negativo al que se ven sometidos sus rebaños (Machen *et al.*, 2002; Schoenian, 2003).

Inmunidad de los Caprinos Contra los NGI.

Los caprinos adquieren inmunidad contra los NGI como resultado de la exposición repetida a los antígenos de referencia. Los mecanismos de la inmunidad contra los diferentes NGI son únicos y adaptados a los diferentes estadios del ciclo biológico (Meeusen *et al.*, 2005).

La inmunidad puede ser innata o adquirida, la inmunidad innata es aquella con la que cuenta el individuo desde su nacimiento. Recientemente se ha reconocido la importancia de este fenómeno ya que dependiendo de la fortaleza del mismo se logra una inmunidad adquirida efectiva. La inmunidad adquirida (adaptativa) se refiere a la inmunidad que los animales manifiestan después de una exposición continua al antígeno. La eficacia de la respuesta es mayor en los animales adultos. Los cabritos y corderos son más susceptibles a las infecciones con NGI (Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

Las medidas para controlar el efecto de los NGI se han centrado en la utilización desmedida de desparasitantes, escenario que ha permitido que se dé una mayor resistencia a la gran mayoría de productos disponibles, reduciendo de esta manera, las opciones utilizables por parte de los productores y elevando los costos de producción (Pohel, 2005).

Cuadro 4. Detección de resistencia antihelmíntica en rebaños ovinos y caprinos de las regiones Noroeste y sureste de México

Antihelmíntico	Especie NGI	Número 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>Trichostrongylus</i>				
	<i>Oesophagostomum</i>				
	<i>Haemonchus</i>	12	Ovinos	Sureste	Torres-Acosta <i>et al.</i> , 2003
<i>Trichostrongylus</i>					
<i>Oesophagostomum</i>					
<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.

En un estudio realizado en el estado de Georgia EE.UU., para determinar la resistencia de gusanos gastrointestinales, se concluyó que el 90% de las explotaciones observadas presentaron *H. contortus* resistente tanto al Albendazol como a las Ivermectinas, y cerca del 30% de las granjas tenían *H. contortus* resistente al Levamisol (Terril *et al.*, 2001; Mortensen *et al.*, 2003). Burke (2005) indica que la

resistencia a Moxidectina es prevalente y se mantiene creciente en muchos módulos, además recomienda que este producto no sea utilizado a menos que se trate de un tratamiento selectivo.

Van Wyk *et al.* (1998) y Van Wyk (2001) indican que aún el desparasitante más seguro no alcanza el 100% de efectividad. En el momento que se medica un animal infestado y se sigue de manera estricta la dosis recomendada, no toda la población localizada en el tracto digestivo del animal es eliminada, hay un remanente de individuos que resultó inmune al efecto de la droga, este grupo trasmite esa inmunidad a nuevas cepas que resultan inalterables a la acción de estos productos (Pohel, 2005; Kumba, 2002).

Métodos Alternativos a los Antihelmínticos Convencionales

Plantas Bioactivas, utilizadas como tratamientos fitoterapéuticos o nutraceuticos por sus propiedades antihelmínticas (Rochfort *et al.*, 2008). Los principales componentes de plantas que se han reportado con actividad antihelmíntica contra NGL son: Terpenos, Aromáticos, Alcaloides, Saponinas, Antraquinonas, Enzimas, Ácidos grasos y Taninos (Rochfort *et al.*, 2008). En México se conocen diferentes plantas que tienen cierto efecto antihelmíntico. La eficacia antihelmíntica de estas plantas, principalmente aquellas que son ricas en taninos condensados, han comenzado a ser estudiadas (Alonso-Díaz *et al.*, 2008). Recientes estudios han demostrado que el consumo de plantas ricas en taninos (PRT) por caprinos (Alonso-Díaz *et al.*, 2008) no causa ningún efecto negativo en estos rumiantes, lo que sugiere una adaptación planta-herbívoro.

Diagnóstico de Parásitos

El examen fecal es una herramienta importante para el control de infecciones parasitarias en animales de granja y un complemento importante para el

mantenimiento de los programas de control de nematodos eficaces. Los exámenes cuantitativos se realizan por diferentes modificaciones del nematodo de McMaster, que es la técnica cuantitativa más utilizada y una alta sensibilidad (pereckiene *et al.*, 2010).

El método más utilizado para determinar la carga parasitaria y la resistencia ante un desparasitante es a través del conteo de huevos en heces (HPG) y el análisis de reducción de huevos, ambas mediante la técnica McMaster (Molento *et al.*, 2004). Sin embargo, el primero consiste en pesar una muestra de excretas y diluirla en una solución de flotación, posteriormente el cultivo se coloca en un cámara McMaster, de esta manera se cuantifican los huevos en el medio y el resultado se multiplica por un factor de dilución (Smith 2004). El segundo procedimiento consiste en realizar el conteo antes y después de la aplicación de desparasitante al cultivo. La identificación de las familias de parásitos presentes en el medio de solución se realiza por su apariencia, por consiguiente, los huevos de Strongylida se reconocen por su forma elíptica u ovalada y corresponde a parásitos de los géneros *Haemonchus*, *Ostertagia* y *Trichostrongylus*; cuando la cantidad sobrepasa los 500 huevos por gramo de heces es indicio de una infección significativa en los animales evaluados (Schoenian 2005).

Otros análisis que se efectúan son la determinación del grado de anemia de un animal mediante la evaluación de los niveles de: hematocrito, hemoglobina y conteo de glóbulo rojos (Vatta *et al.*, 2002), exámenes de migración, eclosión y desenvolvimiento de larvas además de pruebas serológicas (Molento, 2004).

Carga parasitaria

La carga parasitaria, es el número de parásitos que se encuentran en un huésped en un tiempo dado (Maya y Qquijije, 2011). El porcentaje de carga parasitaria se calcula con la siguiente formula:

Carga enteroparasitaria: número de huevos parásitos / gramos de muestra X100

Métodos de control

El ganado caprino tiene mayor susceptibilidad a los nematodos que el ganado ovino (Hoste y Chartier, 1997), tanto en las etapas juveniles como en los adultos, lo cual se debe a una menor eficiencia en la elaboración y expresión de la respuesta inmune.

Debido al problema derivado de NGI para el caprino y su resistencia por un mal manejo de los tratamientos con antihelmínticos, actualmente se están buscando métodos alternativos de control, diferentes al uso de sustancias químicas. Existen diversos métodos de control, o medidas preventivas, de las parasitosis por NGI que pueden ser utilizadas para reducir eficazmente las cargas parasitarias a niveles aceptables para el potencial zootécnico de los animales (Aguilar-Caballero *et al.*, 2011).

En la última década se ha validado con éxito el uso de varias tecnologías de control nuevas, incluyendo el uso de FAMACHA para la aplicación de tratamientos selectivos específicos (Torres-Acosta *et al.*, 2014), partículas de óxido de cobre en forma de agujas (Martinez *et al.*, 2007; Galindo-Barbosa *et al.*, 2011), hongos que atrapan nematodos (Ojeda-Roberto *et al.*, 2005) y el pastoreo o la alimentación con heno alto en taninos de leguminosas perennes como; *Lespedeza cuneata* (Terril *et al.*, 2012).

Productos Naturales con Acción Antihelmíntica

Marrero *et al.*, 1994 realizaron un estudio de comprobación de la eficacia del efecto antiparasitario atribuido a *Bromelia pinguin* L., la pulpa de la planta en su estado natural y en extractos acuoso y alcohólico, frente a *estrogílicos* gastrointestinales de bovino. En la prueba de campo, la planta eliminó totalmente la carga parasitaria de *Haemonchus* y *Cooperia spp.*, que se detectó por la reducción de la cantidad de HPG de heces fecales a nivel cero, a los dos días pos tratamiento; mientras que con la

prueba controlada de la infestación de terneros con larvas infectivas de *Haemonchus contortus* se demostró su actividad antihelmíntica terapéutica.

La acción de seis extractos de *Morus alba* (Linn.), se evaluó sobre la viabilidad de larvas infectantes (L₃) de *Trichostrongylus spp.* y *Haemonchus spp.* Los extractos obtenidos a partir de fraccionamiento fotoquímico, fueron extracto etanólico crudo (EEC), extracto etanólico fraccionado (EEF), extracto acuoso crudo (EAC), extracto acuoso fraccionado (EAF), extracto alcaloidal (EA) y el extracto clorofórmico (EC). Los mayores índices de mortalidad larvaria correspondieron con los EAC y EAF, en los cuales la mortalidad fue superior al 80% durante la primera hora y llegó a ser de 96% al cabo de los 120 minutos. Los EEC y EEF causaron mortalidades inferiores (20-40% en todo el período de evaluación); mientras que los EA y EC no mostraron una actividad apreciable (0% a los 60 minutos y 0-20% a las 48 horas). La mortalidad causada por la adición de los extractos acuosos (EAs) presentó diferencias significativas favorables con relación a los extractos etanólicos (EEs), el EA y el EC. Los primeros signos de disminución de la vitalidad de las larvas comenzaron desde el mismo instante de haber sido agregados los EAs y EEs, debido a la presencia de compuestos polifenólicos mayoritarios, tales como los flavonoides (Quercetina y Rutina), las cumarinas (Umbeliferona) y los fenoles simples (Resveratrol). Esos resultados permitieron concluir que los metabolitos secundarios polifenólicos presentes en *M. alba* tienen una actividad antihelmíntica considerable en las larvas L₃ de los helmintos. (García D., *et al.* 2005)

Otras plantas se han evaluado con el objetivo de conocer su posible uso como antihelmínticos. Con estos estudios se determinó la actividad antihelmíntica *in vitro* de formulaciones de extractos de las plantas: *Azadirachta indica* (árbol del Neem), *Momordica charantia* y *Chenopodium (Teloxys) ambrosioides*, utilizando como modelo biológico la especie *Eudrilus eugeniae* (lombriz africana), en estadio adulto con un tamaño comprendido entre 7-8,5 cm de longitud. Todas las formulaciones mostraron actividad antihelmíntica y mayor efectividad el zumo de *M. charantia* y de *C. ambrosioides* (Dogar ZHM, *et al.* 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Unidad Metabólica 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, 1984).

Obtención y Secado de las Hojas de *Larrea tridentata*

Las hojas de *Larrea tridentata* fueron cosechadas manualmente de los arbustos ubicados en terrenos del Rancho los Ángeles de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. Esté se encuentra ubicado al sureste del estado de Coahuila en las coordenadas geográficas 25° 23' N 101° 59' W. Inmediatamente después de recolectarlas se pesará, se deshidrataron al sol. Las hojas secas fueron molidas con un tamaño de partícula de 0.5-1 mm y almacenado en contenedores de plástico a temperatura ambiente en el interior del laboratorio de nutrición animal de la UAAAN hasta su uso.

Elaboración de Extracto Acuoso

La elaboración de extractos acuosos se realizó en el laboratorio de Rumiantes de la UAAAN en Saltillo, Coahuila. El proceso de extracción consistió en mezclar en matraces la harina de las hojas de *Larrea tridentata* con el solvente extractor (agua estéril) a una temperatura de 45 °C en una proporción de 1 gramo en 6 ml respectivamente, se homogenizo completamente se removió cada hora esto se repitió por doce veces, posteriormente se filtró con tela muselina para retirar las partículas grandes y el extracto obtenido se colocó en viales de plástico, protegiéndolos con papel aluminio a 5°C.

Determinación de la Concentración de Polifenoles Condensados e Hidrolizables

La cantidad de taninos condensados (TC) y polifenoles hidrolizables se determinó mediante la técnica de HCL-BUTANOL (García *et al.*, 2018) y FOLINCIONCAL TEU (García *et al.*, 2018) respectivamente, en el laboratorio de nutrición animal.

Obtención de las Larvas

Las larvas para la infección se obtuvieron mediante cultivo en heces de un animal previamente infectado de manera natural. Se confirmara la infección a través de un conteo fecal de huevos (CFH) por técnica de McMaster Modificado (Arece *et al.*, 2004). Después de confirmar la infección, se subió el animal a una jaula metabólica durante 24 horas con agua fresca y alimentación a base de heno de *Medicago sativa* a libre acceso, en este período se colecto las heces para proceder a establecer los coprocultivos. Posteriormente se colocaron 40 g de heces en una caja Petri y se dejó por 12 días a temperatura de entre 28 a 30 °C y humedad de 80 %. Concluido el plazo, se procedió la extracción de larvas. Por último, se realizó un conteo para saber la concentración de larvas L₃ contenidas en un mililitro que se obtuvo.

Animales Experimentales

Se emplearon 28 cabras hembras criollas. El peso inicia promedio de los animales fue de 15±2 kg fueron alojados individualmente en jaulas metabólicas durante todo el experimento. El día cero de la fase experimental, todas las cabras fueron infectadas; la infestación de las cabras criollas a utilizar en el experimento, se realizó vía oral con 400 larvas (L₃) por kg de peso vivo (PV), hasta confirmar la infección (>850 HPG) por técnica de McMaster Modificado (Arece *et al.*, 2004) en todas las cabras. Los animales infectados fueron distribuidos completamente al azar en 6 grupos experimentales: Tratamiento control (T1) se inyectó ivermectina®, Tratamiento dos (T2) 0.50 g/kg P.V. del extracto de *Larrea tridentata*, Tratamiento tres (T3) 1.0 g/kg

P.V. del extracto de *Larrea tridentata*, Tratamiento cuatro (T4) 1.50 g/kg P.V. del extracto de *Larrea tridentata*, Tratamiento cinco (T5) 2.0 g/kg P.V. del extracto de *Larrea tridentata* y Tratamiento seis (T6) 2.5 g/kg P.V. del extracto de *Larrea tridentata* Durante el periodo experimental recibieron agua *ad libitum*. Forraje (70%) y concentrado (30%) formulado de acuerdo a sus requerimientos nutricionales para crecimiento (NRC, 1981) libre de forraje con taninos y NGI.

Excreción de Huevos de NGI en Heces

Efecto de la inclusión del extracto de *Larrea tridentata* sobre la eliminación de NGI en heces, se colectaron una muestra diaria de heces (aproximadamente 5 g) directamente del recto. El muestreo se realizó por la mañana (entre las 8:00-9:00 A.M.) durante todo el período de evaluación (21 días). Las muestras fueron procesadas empleando la técnica de McMaster para determinar el número de huevos por gramo de heces (HPG). Para determinar la producción total de huevos en las heces (HTH) por animal por día durante todo el periodo de evaluación (21 días) se empleó el promedio de HPG de cada día y éste dato se multiplicará por la cantidad de heces totales producidas por animal por día (g BF/d).

Análisis Estadístico

El análisis de los resultados se realizó mediante un diseño 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 Duncan a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El nivel de infestación por nematodos gastrointestinales en los diferentes tratamientos no presentó diferencia significativa ($P>0.05$) en el día uno del experimento (Cuadro 5), el grupo testigo se le inyectó ivermetina® de acuerdo a la dosis recomendada por el laboratorio, y los otros cinco tratamientos se les dosificó diariamente el extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*) correspondiente a cada tratamiento.

Cuadro 5.- Nivel de infestación por nematodos gastrointestinales al inicio del experimento.

Tratamientos	Huevos/animal/día	DS
Invermetina®	888000 ^a	576472.0
0.5 g/kg P.V.	824000 ^a	629785.7
1.0 g/kg P.V.	828000 ^a	162388.4
1.5 g/kg P.V.	932000 ^a	386936.7
2.0 g/kg P.V.	891000 ^a	129884.6
2.5 g/kg P.V.	1182500 ^a	970805.0

^{a,b,c}: Indica diferencias estadísticas respecto a su control,
DS: Desviación estándar de la media,

En la Figura 3 se presenta el efecto de la ingesta del extracto de la gobernadora (*Larrea tridentata*). Los resultados obtenidos respecto a la excreción de huevos/animal/día de nematodos gastrointestinales en el día siete del experimento. Los seis tratamientos excretaron semejante cantidad de huevos ($P>0.05$) con respecto al testigo. Aun cuando los niveles del extracto eran diferentes esto nos indica que el efecto antihelmíntico no es significativo ($P>0.05$) en los primeros días para afectar el ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales. Es decir, un consumo de 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 g/kg P.V. del extracto de la gobernadora (*Larrea tridentata*) no fueron suficientes para ocasionar un efecto AH sobre la carga de huevos en heces (HTH). Estos resultados contrastan con los obtenidos en el estudio de Covarrubias-Cárdenas (2012) realizado con ovinos infectados artificialmente con un aislado de *H. contortus*

susceptible a taninos. En este último, los ovinos consumían cantidades semejantes de subproducto de café percolado (57.5 y 61.1 g/d para el grupo sin PEG o con PEG, respectivamente) y dicho nivel de consumo ocasionó un porcentaje de reducción de HPG del 70%.

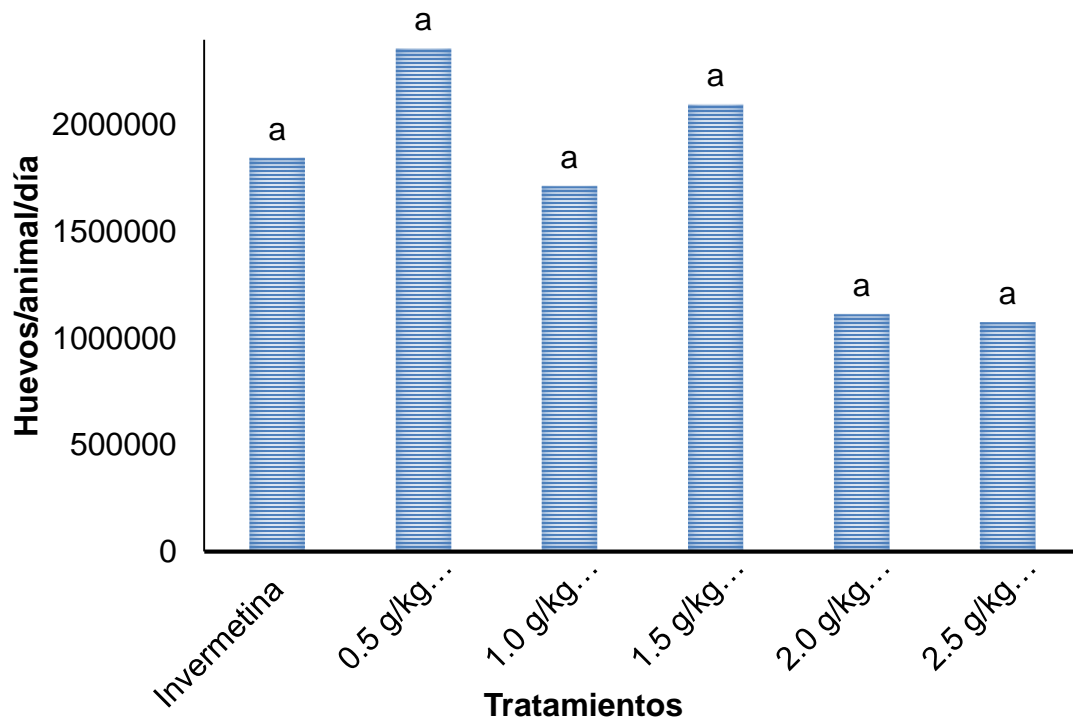


Figura 3.- Efecto antihelmíntico del extracto de *Larrea tridentata* sobre los nematodos gastrointestinales después de la primera semana (7 días).

En la segunda semana se observó una mayor reducción de huevos en el tratamiento testigo (Ivermectina®) con respecto a los demás tratamiento (Figura 4) aunque esta diferencia es únicamente numérica y no estadísticamente ($P > 0.05$) se puede deducir que el efecto antihelmíntico de la gobernadora es después de un lapso de tiempo mayor a los 14 días como se puede demostrar con los resultados obtenidos, esto siempre bajo las condiciones del experimento realizado, incluyendo también la ivermectina® no tiene efecto significativo en este mismo lapso de tiempo. Se puede teorizar que ni el producto químico y el extracto pueden romper el ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales en muy poco tiempo el cual se requiere de mayor tiempo

para tener un efecto positivo sobre la disminución de los nematodos gastrointestinales. Esto puede deberse a sus compuesto bioactivos presente en el extracto de la gobernadora como lo reportan Martins *et al.* (2013). En su estudio que en extractos de *L. tridentata* contienen compuestos bioactivos del tipo fenólicos como los flavonoides, quercetina, keampferol y ácido nordihidroguaiarético, que pueden favorecer a romper el ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales y esto se puede observar una correlación positiva a mayor cantidad del extracto un mayor porcentaje en la disminución de huevos/animal/día concordando con Covarrubias-Cárdenas (2012), Gianoli (2004).

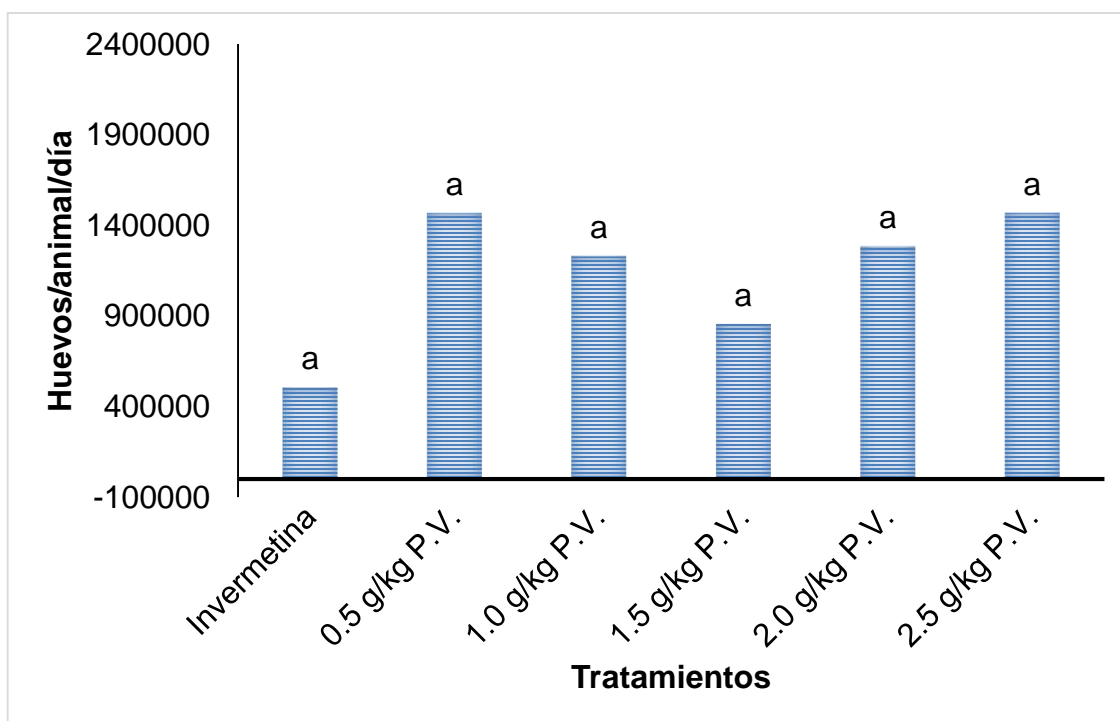


Figura 4.- Efecto antihelmíntico del extracto de *Larrea tridentata* sobre los nematodos gastrointestinales después de la segunda semana (14 días).

El efecto después de 21 días (Figura 5) de la ingesta del extracto de *Larrea tridentata* sobre la excreción de huevos totales en heces por día (HTH) en cabras infectadas por parásitos gastrointestinales se presentó una reducción significativa ($P < 0.05$) en el tratamiento testigo (Ivermetina®) con un 92% seguido por los tratamientos con las dosis 1.5, 2.0 y 2.5 g/kg P.V. estos tratamientos logaron tener un

efecto significativo en la reducción de huevos de los parásitos gastrointestinales alcanzando niveles mayores al 70 % que los animales pueden tolerar o se considera una carga parasitaria que no perjudica su estado de salud del animal y su comportamiento productivo y reproductivo. Esto nos confirma que el efecto antihelmíntico de la gobernadora es una buena opción para el control de los nematodos gastrointestinales y una alternativa para el norte del país para su aplicación en la caprinocultura, estos datos coinciden con los obtenidos por Covarrubias-Cárdenas (2012) y García *et al.* (2005).

Finalmente, las dosis con el menor efecto antihelmíntico fueron los tratamientos con las dosis de 0.5 y 1.0 g/kg P.V. el cual no pudieron romper con el ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales. Existió una reducción no significativa ($P>0.05$) en la excreción de HTH entre estos dos tratamientos.

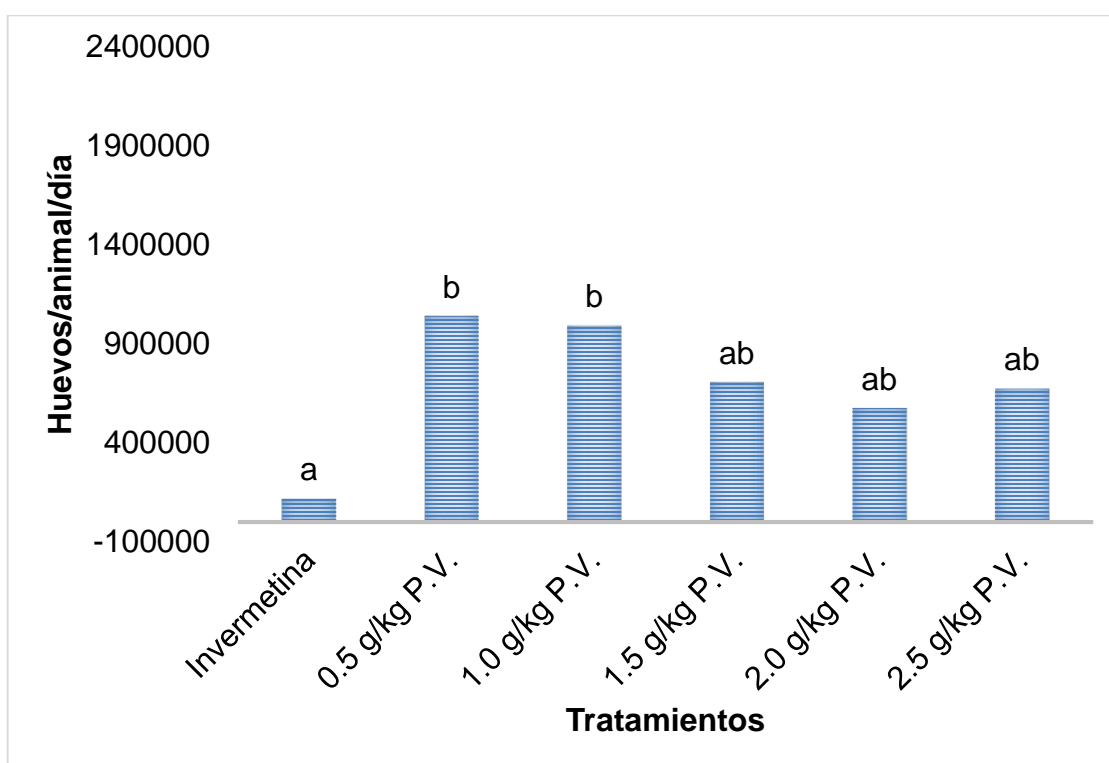


Figura 5.- Efecto antihelmíntico del extracto de *Larrea tridentata* sobre los nematodos gastrointestinales después de la tercera semana (21 días).

CONCLUSIONES

En este estudio podemos concluir que el efecto antihelmíntico del extracto de la gobernadora (*Larrea tridentata*) sobre los parásitos gastrointestinales en cabras se obtuvo en la tercera semana esto concuerda con el ciclo de vida de los parásitos el cual se fragmenta y por efecto se obtiene una disminución en la excreción de huevos en las heces favoreciendo al animal en su estado de salud y por consiguiente sus parámetros productivos y reproductivos.

Además, los mejores efectos antihelmínticos se obtuvieron con los tratamientos correspondientes a las dosis 1.5, 2.0 y 2.5 g/kg P.V. de ELT, este efecto se pudo observar en la tercera semana. Además, se puede deducir que se alcanzó el máximo efecto antihelmíntico de la gobernadora ya que entre estos tres niveles no hubo diferencia significativa aun cuando los niveles fueron en acenso.

Por último, la gobernadora por su efecto antihelmíntico positivo en la reducción de los parásitos gastrointestinales, se convierte en una excelente alternativa natural para el control de los parásitos gastrointestinales para los caprinocultores del norte del país

LITERATURA CITADA

- Aguilar- Caballero,A.J., Camara-Sarmiento,R, Torres-Acosta, J.F. y Sandoval-Castro, C.A. 2011. El control de los nematodos gastrointestinales en caprinos: donde estamos? Biagrociencias. Vol.4 No.2.
- Aguilar- Caballero,A.J., Torres-Acosta, J.F., Camara- Sarmiento, R, Hoste, H y Sndoval-Castro, C.A. 2008. Inmunidad contra los Nematodos Gastrointestinales: La historia caprina. Tropical and Subtropical Agroecosystems 9:73-82
- Andersen, R. 2005. La agricultura en los centros de investigación: realización y potencialidad. Part. I y II. CGIAR, Washington, D. C. 115 pp.
- Andrade-Montemayor H. M. 2017. Producción de caprino en mexico, Octavo foro nacional del caprino 2017. Facultad de Ciencias Naturales, Lic. Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Querétaro.
- Ángel, M.; Paula, A.; Agudelo, D. A.; Restrepo, G. F. L.; Cañas, A. J. J. y Cerón, M. F. 2009. Curvas de lactancia de cabras mestizas utilizando modelos matemáticos no lineales. Rev. Lasallista Investigación. 6(1):43-49.
- Anónimo. 2003. Sheep and goat basics. New Ross Veterinary Services (en línea). Consultado 22 jun. 2005.
- Aréchiga, F., Aguilera, I., Rincón, M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, R., Meza-Herrera, A. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprino ante el reto de la globalización. Tropical and Subtropical Agroecosystems. Volumen (9): p 14.
- Azqueta, O. D. 2007. Valoración económica en empresas pecuarias. Mc Graw Hill, España. 299 p.
- Baca, U. G. 2007. Evaluación de proyectos. Mc Graw Hill. México, D. F. 339 p.
- Barbour, M.G. 1969. Age and space distribution of the desert shrub *Larrea divaricata*. Ecology 50:679-685.
- Barbour, M.G., Cunnigham, G., Oechel, W.O., and Bamberg, S.A. 1977. Growth and development, form and function. pp. 48-91. In: T.J. Mabry, J.H. Hunziker, D.R.Jr. DiFeo (eds.). Creosote Bush Bush-Biology and Chemistry of *Larrea* in New World Deserts. US/IBP Synthesis Series 6. Dowden, Hutchinson & Ross Inc., Stroudsburg, PA, USA.

- Barrera, T., Sagarnaga, M., Salas M., Leos, A., y Santo, R. 2018. Viabilidad económica y financiera de la ganadería caprina extensiva en San Luis Potosí, México. *Revista Mundo Agrario*, Volumen (19): 20 p.
- Belmares, H., Barrera, A., Ramos de V.L.F., Castillo, E., and Motomochi, V. 1979. Research and development of *L. tridentata* as a source of raw materials. pp. 247-276. In: E. Campos, T.J. Mabry, and T.S. Fernández (eds.). LARREA. Serie El Desierto CIQA, Saltillo, Coahuila, México. 411 p.
- Birkelo, C.; Johnson, D. and Phetteplace, H. 1991. Maintenance requirements of beef cattle as affected by season on different planes of nutrition. *J. Anim Sci.* 69:1214-1222.
- Brinker, F. 1993. *Larrea tridentata* (D.C.) Coville (Chaparral or Creosote Bush). *British Journal of Phytotherapy* 3:10- 30.
- Burke, J. 2005. Management of barber pole worm in sheep and goats in the Souther U.S. Small farms research (en línea). Consultado 28 jun. 2005.
- Castells, 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. pp 3-11.
- Cruz, V.F. 2011. Resistencia genética y alimenticia a nematodos gastrointestinales en corderos F1 Katahdin y Pelibuey del sureste tropical Mexicano. Tesis de Maestria. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila.
- Dogar ZHM, Faiza A, Khalil-ur-Rahman, Shazia T, Abdul R, et al. In vivo and in vitro antihelmintic activity of gemmotherapeutically treated *Azadirachta indica* (neem) against gastrointestinal nematodes of sheep and earthworms. *African J Pharm Pharmacol.* 2012;6(46):3171-3179
- Downum, K.R., Dole, J., and Rodríguez, E. 1988. Nordihydroguaiaretic acid: inter-and intrapopulational variation in the Sonoran Desert creosote bush (*Larrea tridentata*, Zygophyllaceae). *Biochemical Systematics and Ecology* 16:551-555.
- Duisberg, P.C. 1952. Development of a feed from the creosote bush and the determination of its nutritive value. *Journal of Animal Science* 11:174-180.
- Dunn, T. G. and Moss, G. E. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excess on reproductive efficiency of livestock. *J. Anim Sci.* 70:1580-1593.
- FAO. 2013. *FAO Statistical year book.* 327 p.

- Forcada, F.; Abecia, J. A. and Sierra, I. 1992. Seasonal changes in oestrus activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. *Small Rum Res.* 8:313-32.
- Galindo-barboza, A.J., Aguilar- Caballero,A.J., Camara-Sarmiento,R., Sandoval-Castro, C.A., Ojeda Robertos, N.F., Reyes Ramirez, R., España-España, E., Torres-Acosta, J.F. J. 2011. Percistence of the efficacy of copper oxide wire particles against *Haemonchus contortus* in sheep. *Veterinary Parasitology.* 176:261-267.
- García DE, Soca M, Medina MG. Acción antihelmíntica de seis extractos de morera en la viabilidad de larvas infestantes (L3) de nematodos gastrointestinales. *Pastos y Forrajes.* 2005;28(4):319-328.
- Gelaye, e.; Wossene, A. 2003. Small ruminant Haemon- chosis: morphological and prolificacy study in Eastern Ethipia. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa.* Nairobi, Kenya. 51 (2): 67-73
- Gittinger, J. P. 2004 *Análisis económico de proyectos agrícolas.* Tecnos. España. 532 p.
- Gómez-Pastén, M.; Mora-Izaguirre, O.; Vera-Ávila, H.; Meléndez-Soto, R. M. and Shimada, A. 2000. Fatty acid profiles in the adipose tissue of underfed goats. *Proc West Sec Am. Soc. Anim Sci.* 51:552-555.
- Gonzalez-Coloma, A., Wisdom, C.S., Sharifi, M.R., and Rundel, P.W. 1994. Water and nitrogen manipulations of the desert shrub *Larrea divaricata* subsp. *Tridentata* (Zygophyllaceae). *Journal of Arid Environment* 28:139- 146.
- Hutchens, T.; Harmon, R. 2005. 2004 County Assess- mentofFAMACHA© chart.Goatproducer'snewslet- ter. University of Kentucky. (en línea). Consultado 24 jun. 2005.
- Jiménez M.R., Braña D., Partida De La Peña J., Alfaro R.H., Soto S. 2013. Guía práctica para la Evaluación de la Canal Caprina.Libro Técnico No. 4 Ajuchitlán, Colón, Querétaro. 109 p.
- Kaplan, R. 2004. Responding to the emergence of multi- ple-drug resistant *Haemonchus contortus*: Smart dren- ching and FAMACHA© Proceeding of the Georgia Ve- terinary Medical Association 2004 Food Animal Conference. Georgia, USA. 12 p.
- Kearney, T.H., and Pebbles, R.H. 1951. *Arizona Flora.* 2nd. ed. University of California Press, Berkeley, California, USA. 61 p.

- Knox, M.R., Torres, A.J.F.J. y Aguilar, C.A.J. 2006. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. *Veterinary parasitology*. 139:385-393.
- Kumba, F. 2002. A gut feeling: deworming goats. *Science in Africa*. University of Namibia, Namibia, Africa (en línea). Consultado 22 jun. 2005.
- Lira Saldívar, Ricardo Hugo Estado Actual del Conocimiento sobre las Propiedades Biocidas de la Gobernadora [*Larrea tridentata* (D.C.) Coville] *Revista Mexicana de Fitopatología*, vol. 21, núm. 2, julio-diciembre, 2003, pp. 214-222 Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. Texcoco, México
- Lira-Saldivar, R.H., Balvantín-García, G.F., Hernández- Castillo, F.D., Jasso-Cantú, D., and Díaz-Jiménez, F. 2003a. Evaluation of resin content and the antifungal effect of *Larrea tridentata* (Seese and Moc. Ex DC.) Coville extracts from two Mexican deserts against *Pythium* sp. Pringsh. *Revista Mexicana de Fitopatología* (in press).
- Mabry, T.J., DiFeo, D.R.Jr., Sakakibara, M., Bohnstedt, C.F., and Siegler, D. 1977. Biology and chemistry of *Larrea*. pp. 115-134. In: T.J. Mabry, J.H. Hunziker, D.R.Jr. DiFeo (eds.). *Creosote Bush Bush-Biology and Chemistry of Larrea in New World Deserts*. US/IBP Synthesis Series 6. Dowden, Hutchinson and Ross Inc., Stroudsburg, PA, USA.
- Machen, R.; Craddock, F.; Craig, T.; Fuchs, T. 1994. A *Haemonchus contortus* management plan for sheep and goats in Texas. *Texas Agriculture Extension Service*. L-5095 (en línea). Consultado 26 jun. 2005.
- MAGRAMA. 2015. Caracterización de las explotaciones de ovino y caprino en Andalucía. Consejería de agricultura, pesca y desarrollo rural. Junta de Andalucía. P 101.
- Marrero E, García T, Rodríguez Diego JG, Figueredo MA, Pérez R. Actividad antihelmíntica de *Bromelia pinguin* L (Bromeliaceae) en terneros. *Rev Salud Anim*. 1994;16(1-3):63-68
- Martinez Ortiz de Montellano, C., Vargas-Magaña J,J., Aguilar- Caballero, A.J., y Sandoval-Castro, C.A., Cob-Galera L., May-Martinez M., Miranda soberanis, L., Hoste H., Torres-Acosta, J.F. J. 2007. Combining the effects of supplementary feeding and copper oxide needles improves the control of gastrointestinal nematodes in browsing goats. *Veterinary Parasitology* 146: 66-67
- Martínez, C.; Héctor; J. E.; Amezquita, V. y Espinal, C. F. 2006. La cadena ovinos y caprinos en Colombia. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio agrocadenas. Documento de trabajo Núm. 125. 122 p.

- Martínez, G., y Suárez, V. 2019. Lechería Caprina: producción, manejo, sanidad, calidad de leche y productos. 1a. Edición, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. P 167.
- Maya, D.A.F. y Quijije, M.J.K. 2011. Determinación de la carga parasitaria en tres especies zootécnicas (*Bos taurus*, *Ovis aries* y *Equus caballus*) y su relación con la condición climática. Tesis. Sangolqui, Ecuador.
- Medina, J., Avilés D., La caprinocultura en Amatepec y Tejupilco, estado de México. 2015 Tesis de Licenciatura. UAEM. Temascaltepec, México. 109 p.
- Meeusen, E.N., Balic, A. Bowles, V. 2005. Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 108: 121-125
- Meinzer, F.C., Wisdom, C.S., González-Coloma, A., Rundel, P.W., and Shultz, L.M. 1990. Effects of leaf resin on stomatal behavior and gas exchange of *Larrea tridentata* (D.C.) *Cov. Functional Ecology* 4:579-584.
- Mellado, M.; Foote, R. H.; Rodríguez, A. and Zárate, P. 1991. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Rumin Res.* 6:141-150.
- Molento, M.; Tasca, C.; Gallo, A.; Ferreira, M.; Bonont, R; Stecca, E. 2004. Método FAMA- CHA© como parámetro clínico individual de infección por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. *Ciência Rural* 34(4):1139-1145.
- Mortensen, L.; Williamson, L. 2003. Evaluation of prevalence and clinical implications of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of goats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 23 (4): 495-500.
- Myers, G. 2004. Preliminary observations on the use of the FAMACHA© chart. *Goat Producer's Newsletter*. University of Kentucky. (en línea). Consultado 24 jun. 2005.
- Ojeda Robertos, N.F., Mendoza-de Gives, P., Torres-Acosta, J.F. J, Rodríguez-Vivas, R.I., Aguilar- Caballero, A.J. 2005. Evaluating the effectiveness of a Mexican strain of *Duddingtonia flagrans* as a biological control agent against gastrointestinal nematodes in goat faeces. *Journal of Helminthology.* 79:151-157.
- Orona, I., Sangerman, D., González, J., Sosa, E., Hernández, J., Navarro, A., y Schwentesius, R. 2013. Proyección económica de unidades representativas de producción en caprinos en la Comarca Lagunera, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, Volumen (4).

- Pereckiene, A., Peltkevičius, 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.
- Pérez, J.; García, P.; Hernández, S.; Mozos, E.; Cámara, S.; Martínez, A. 2003. Experimental Haemonchosis in goats of single and multiple infections in the host response. *Veterinary Parasitology* 111(4): 333-342
- Pohel, M. 2005. Battle continues to wage against parasitic worms. *Country world*. Echo Publishing Company Texas, USA. (en línea) Consultado 22 jun. 2005.
- Productora Nacional de Biológicos Veterinarios. 2019. Coahuila, líder en leche de caprino. <https://www.gob.mx/pronabive/prensa/coahuila-lider-en-leche-de-caprino?idiom=es>
- Ramírez, R. G.; Alonso, D. S.; Hernández, G. and Ramírez, B. 1996. Nutrient intake of range sheep on a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture. *Appl. Anim. Behav Sci.* 48:215-224.
- Rhoades, D.F. 1977. The antiherbivore chemistry of *Larrea*. pp. 135-175. In: T.J. Mabry, J.H. Hunziker, D.R.Jr. DiFeo (eds.). *Creosote Bush Bush-Biology and Chemistry of Larrea in New World Deserts*. US/IBP Synthesis Series 6. Dowden, Hutchinson and Ross Inc., Stroudsburg, PA, USA.
- Rios, D.A.L. 2011. Alternativas naturales para el control de parasitos gastrointestinales de ovinos y caprinos. Instituto de producción animal. Facultad de agronomía – universidad central de Venezuela.
- Rivera J.L. 2014. Prevalencia de parasitos gastrointestinales en cabras lecheras alimentadas con forraje hidroponico de triticale. Tesis de maestría. UAAAN. Saltillo Coahuila. 48 p.
- Rizvi, A.; Magrey, T.; Zia, E. 1999. Clinical epidemiology and chemotherapy of Haemonchosis in goats in Faisalabad, Pakistan. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran*. Pakistán. 54(3): 109- 107.
- Rodríguez J., Arecell, J., L. Olivares III, J., Alemán IV, Y., y Sánchez Y. 2015. Antihelmínticos, resistencia y método FAMACHA. Experiencia cubana en ovinos. *Rev. Salud Anim.* Vol. 37
- Rundel, P.W., Sharifi, M.R., and González-Coloma, A. 1994. Resource availability and herbivory in *Larrea tridentata*. pp. 105-114. In: M. Arianoutsou and R.H. Groves (eds.). *Plant-Animal Interactions in Mediterranean-Type Ecosystems*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands

- SADER. 2017. La caprinocultura en Mexico. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/la-caprinocultura-en-mexico>
- Sangerman-Jarquín, D. M.; Espitia, R. E.; Villaseñor, M. H. E.; Ramírez, V. B. y Alberti, M. P. 2009. Estudio de caso del impacto de tecnología en trigo del INIFAP. *Agric. Téc. Méx.* 1(35):25-37.
- Sanyal, P. 2002. Sustainable control of parasitic gastroenteritis in ruminants in India. *Journal of Veterinary Parasitology*. Izatnagar, India. 16 (2): 87-94.
- Schillo, K. K. 1992. Effect of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim Sci.* 70:1271-1283.
- Schoenian, S. 2000. Meat goat production. Estados Unidos: extension agent, agriculture and natural resources. University of Maryland Cooperative Extension. The Pennsylvania State University. 431 pp.
- Schoenian, S. 2003. Integrated parasite management (IPM) in small ruminant. Maryland Cooperative Extension. University of Maryland, USA. (en línea). Consultado 21 jun. 2005.
- Schoenian, S. 2005a. Internal Parasite Control (IPM). Maryland Cooperative Extension. University of Maryland, USA. (en línea) Consultado 22 jun. del 2005.
- SIAP, y SAGARPA. 2015. Centro de Estadística Agropecuaria. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta 1980-2013. (SIACON). Versión 38.0. México, D.F.
- Smith, L. 2004. How do you know your parasite control program is working?. *Buceye Meat Goat Newsletter*. Ohio State University. Ohio, USA. (en línea) . Consultado 25 jun. 2005.
- Terrill, T.; Kaplan, M. 2001. Anthelmintic resistance on goat farms in Georgia: efficacy of anthelmintics against gastrointestinal nematodes in two selected goat herds. *Veterinary Parasitology* 97(4): 261-268.
- Terrill, T.H., Miller, J.E., Burke, J.M., Mosjidis, J.A. y Kaplan, R.M. 2012. Experiences with integrated concepts for the control of *Haemonchus contortus* in sheep and goats in the United State. *Veterinary Parasitology*. 186:28-37.
- Torres-Acosta, J.F. J. Perez Cruz, M. Canul-Ku, H.L.Soto-Barrientos, N., Camara-Sarmiento, R. Aguilar-Caballero, A.J. Lozano-Argaes, I. Le-Bigot, C. Hoste, H. 2014. Building a combined targeted selective treatment scheme against gastrointestinal nematodes in tropical goats. *Small Ruminant Research*.
- Valesi, A.G., Rodríguez, E., Vander-Velde, G., and Mabry, T.J. 1972. Methylated flavonols in *Larrea cuneifolia*. *Phytochemistry* 11:2821-2826.

- Van Wyk, J. 2001. Refugia – overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 68(1): 55-67.
- Van Wyk, J.; Bath, G.; Malan, F. 1998. The need for alternative methods to control nematode parasites of ruminant livestock in South Africa. South Africa. *World Animal Review: The FAO Journal on Animal Health, Production and Products*. p. 30-33.
- Vargas, R. C. F. 2006. FAMACHA© Control de Haemonchosis en caprinos. *Agronomía Mesoamericana*, Volumen (17), pp. 79-88
- Vilela VLR, Feitosa TF, Linhares EF, Athayde ACR, Molento MB, Azevedo SS. 2012. FAMACHA© method as an auxiliary strategy in the control of gastrointestinal helminthiasis of dairy goats under semiarid conditions of Northeastern Brazil. *Vet Parasitol* 190: 281-284. doi: 10.1016/j.vetpar.2012. 05.024
- Wisdom, C.S., Gonzalez-Coloma, A., and Rundel, P.W. 1987. Ecological tannin assays: evaluation of proanthocyanidins, protein binding assays and protein precipitating potential. *Oecologia* 72:395-401.
- Zamora, J.M. 1988. Cytotoxic, antimicrobial and phytochemical properties of *Larrea tridentata* Cav. Doctoral dissertation. Auburn University, Auburn, Alabama, USA. 82 p.
- Zárate, D., Rojas, J., Segura A. 2016. Validación del Método FAMACHA© para Dosificación Antihelmíntica Selectiva en Rebaños Caprinos Lecheros. *Rev Inv Vet Perú* 2017; 28(1): 150-159