

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**Control De Nemátodos Gastrointestinales Utilizando
Ivermectina En Cabras Pastoreadas En El Sureste De Coahuila**

Por:

GERARDO SUÁREZ TLAMAYANCO

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México,

Febrero de 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

**Control De Nemátodos Gastrointestinales Utilizando
Ivermectina En Cabras Pastoreadas En El Sureste De Coahuila**

Por:

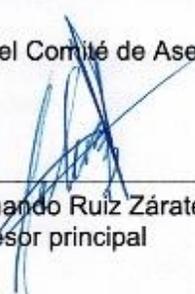
GERARDO SUÁREZ TLAMAYANCO

TESIS

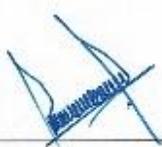
Que somete a la consideración del h. jurado examinador como requisito para obtener
el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



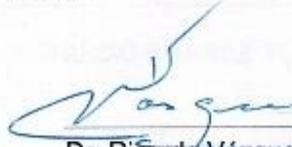
Dr. Fernando Ruiz Zárate
Asesor principal



Dra. Raquel Olivas Salazar
Coasesor



Dr. Juan Carlos Martínez Alfaro
Coasesor



Dr. Ricardo Vázquez Aldape
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México,

Febrero de 2023



DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



GERARDO SUÁREZ TLAMAYANCO

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por darme salud a mí y mi familia, por guiarme en cada paso y poniéndome en mi camino las herramientas necesarias, para concluir un ciclo más de mi vida como profesionista.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, mi “**ALMA MATER**”, por darme la oportunidad de desarrollarme profesional y personal, así también a conocer **profesores y amigos**.

Al **Dr. Fernando Ruiz Zárate** por su apoyo y colaboración en este trabajo, mediante revisiones y aportaciones de datos.

A la **Dra. Raquel Olivas Salazar** por brindarme su apoyo en esta última etapa de mi carrera, su enseñanza y conocimiento.

Al **Dr. Juan Carlos Martínez Alfaro** por brindarme su apoyo en esta última etapa de mi carrera, su enseñanza y conocimiento.

Al **Dr. Ricardo Vázquez Aldape** por brindarme su apoyo, enseñanza y conocimiento en toda la carrera.

A mis amistades que he conocido en esta trayectoria: **Azucena, Trinidad del Carmen, Mariana, Gil, Juan Manuel, Gabriela, Lucero** gracias por escucharme brindarme su apoyo, amistad y cariño, compartiendo con ustedes cada momento importante de mi vida. **¡Gracias por todo!**

DEDICATORIA

A mi madre

Herlinda Tlamayanco Ortega gracias por haberme dado el regalo más valioso “la vida”, por acompañarme en cada etapa de mi vida siempre apoyándome a continuar cumpliendo mis sueños y por lograr esta meta.

A mi familia

Quienes me animaron con sus consejos, sus palabras de aliento logrando nunca rendirme y demostrarles que si se puede.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivos.....	3
1.1.1	Objetivo general.....	3
1.1.2	Objetivos específicos.....	3
1.1.3	Hipótesis.....	3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1	La caprinocultura.....	4
2.2	Importancia de la especie caprina en el mundo, en México y en Coahuila.....	4
2.3	Que es un nemátodo.....	5
2.4	Agentes etiológicos.....	5
2.4.1	Género y especie de nemátodos gastrointestinales que afectan a los caprinos.....	5
2.5	Problemas que generan los nemátodos en la caprinocultura.....	6
2.6	Principales nemátodos gastrointestinales en México.....	7
2.7	Ciclo biológico.....	8
2.8	Diagnóstico de NGI.....	11
2.9	Tratamiento y prevención.....	12
2.10	Inmunidad.....	13
2.11	Inmunidad innata.....	13
2.12	Inmunidad adquirida.....	13
2.13	Resiliencia y resistencia.....	14
2.14	Resistencia antihelmíntica.....	16
2.15	Drogas sintéticas o antihelmínticos.....	17
2.16	Métodos alternativos para el control de.....	18
2.16.1	Desparasitación selectiva (FAMACHA®).....	18
2.16.2	Manejo del pastoreo.....	19
2.16.3	Estrategia nutricional basada en una dieta proteica.....	20
2.16.4	Selección genética de animales resistentes.....	22
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1	Descripción del área de estudio.....	23

3.1.1	Período experimental y localidad	23
3.2	Ubicación	23
3.3	Vegetación	23
3.4	Clima	24
3.5	Diseño del experimento	24
3.6	Manejo de los animales y tratamientos	24
3.7	Muestreos	25
3.8	Materiales empleados para los muestreos	25
3.9	Procedimiento para el conteo de huevos de nemátodos gastrointestinales	26
3.10	FAMACHA®	27
3.11	Condición corporal (CC)	28
3.12	Análisis estadístico	31
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1	Correlaciones	32
4.2	Condición corporal	33
4.3	Paquete del volumen celular (PCV)	33
4.4	FAMACHA®	34
4.5	Peso corporal	34
4.6	Número de huevos por gramo de heces	34
4.7	Tiempo de muestreo	34
V.	CONCLUSIONES	39
VI.	Literatura citada	40

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1 Géneros y especies de nemátodos gastrointestinales que afectan a los caprinos.	6
CUADRO 2 Coeficientes de correlación (r) de Pearson para PCV con HPG y FAMACHA®.....	32
CUADRO 3 Coeficientes de correlación (r) de Pearson entre CC y PC	32
CUADRO 4 Resultados de las variables respuesta: CC, PCV, FAMACHA®, PC, y HPG de cabras en pastoreo extensivo sin y con antihelmíntico (Ivermectina).....	33
CUADRO 5 Resultados de (HPG) de ambos grupos experimentales (MMC).....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Ciclo biológico de los nemátodos gastrointestinales en pequeños rumiantes.	10
FIGURA 2	Carta de apoyo para la técnica Famacha®	28
FIGURA 3	Guía para la evaluación de la condición corporal (CC).	30

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1Tendencia de HPG (No. De huevos por gramo de heces) durante el periodo experimental en ambos tratamientos.	36
GRÁFICA 2 Temperaturas promedio durante los meses de junio a noviembre Saltillo, Coahuila 2019.....	37
GRÁFICA 3 . Precipitación promedio durante los meses de junio a noviembre Saltillo, Coahuila 2019.....	37

RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante los meses de septiembre a noviembre de 2019. Se evaluó el efecto antihelmíntico de la Ivermectina en cabras en pastoreo extensivo en la comunidad de Agua Nueva, Saltillo, Coahuila. Utilizando al azar 30 cabras divididas en 2 grupos: tratamiento 1, recibió como placebo solución salina inyectable y tratamiento 2 recibió Ivermectina .2 mg/kg de peso vivo. Las cabras fueron muestreadas de heces cada 7-14 días para el conteo de (HPG) en el laboratorio empleando la técnica de McMaster. Al inicio, mitad y final del periodo experimental se midieron la condición corporal (CC), FAMACHA[®], peso corporal y paquete del volumen celular (PCV). Las variables respuesta: CC, FAMACHA[®], peso corporal y HPG fueron estadísticamente iguales ($P > .05$) excepto el porcentaje de PCV ($P = .02$) con 34.7 y 32.3 % para los tratamientos sin y con Ivermectina. La Ivermectina no tuvo efecto en el conteo de huevos de nemátodos gastrointestinales.

Palabras clave: cabras, pastoreo extensivo, antihelmíntico, CC, FAMACHA[®], PVC, HPG, Ivermectina.

ABSTRACT

This study was done from september to november 2019. Ivermectin as antihemintic product was evaluated using ranged crossbred goats in Agua Nueva, Saltillo, Coahuila. Goats (n=30) were random selected and divided into two groups (n=15) in group (treatment) 1, was injected IM saline solution as a placebo effect and treatment 2, Ivermectin was injected IM (.2 mg kg⁻¹ BW). Feces were collected directly from rectum every 7-14 d to calculate HPG (number of nematode eggs per g of feces) throug McMaster chamber method in laboratory. BWS, FAMACHA[®], body weight and blood samples to measure PVC were collected at the begining, at the middle and at the end of the experimental period. All respond variables were statistically equal (P>.05) except PVC that was different (P=.02) with: 34.7 and 32.3 % for treatments 1 and 2 respectively. The Ivermectin had no effect in count of eggs of gastrointestinal nematodes.

Key words: range goats, anthelmintic, BCS, FAMACHA[®], PCV, HPG, Ivermectin.

I. INTRODUCCIÓN

La producción animal enfrenta diferentes desafíos tales como: a) falta de cantidad y calidad del alimento, b) precio y canales de comercialización de los productos y c) la salud y enfermedades de los animales (Barrera *et al.*, 2018).

Pérez-Pérez *et al.* (2014) señalan que en el mundo la producción de pequeños rumiantes está limitada por causales: agrometeorológicos, económicos y sanitarios, relacionados a la presencia de microorganismos que originan enfermedades infecciosas. Las enfermedades parasitarias son un problema de salud que afecta en primer lugar a los sistemas de producción extensivos; produciendo pérdidas económicas directas, tales como la muerte de los animales, e indirectas como baja de parámetros productivos y reproductivos.

La especie caprina es una oportunidad para producir proteína animal a bajo costo. A diferencia de otros rumiantes, la ventaja que presentan las cabras es la adaptación a regiones con climas extremos; sin embargo, los nemátodos gastrointestinales son uno de los enemigos que éstas deben de enfrentar. Es sustancial entender las relaciones entre estos parásitos, las cabras y el medio ambiente. A nivel mundial, la multi-resistencia antihelmíntica de los nemátodos gastrointestinales en los hatos caprinos afecta negativamente su rentabilidad (Aguilar *et al.*, 2011).

En pequeños rumiantes las nematodiasis gastrointestinales representan importantes repercusiones económicas que se reflejan en una reducción del potencial productivo (Mavrot *et al.*, 2015).

Los efectos directos que tienen estas infecciones son en la ganancia de peso, desarrollo corporal, comportamiento reproductivo, producción de leche (Soca *et al.*, 2005). Asimismo costos implicados en los tratamientos del animal que crean gastos en la producción, reduciendo la rentabilidad (Márquez, 2003).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- ♣ Evaluar la efectividad de la Ivermectina contra infecciones de nemátodos gastrointestinales (NGI) en cabras en pastoreo extensivo.

1.1.2 Objetivos específicos

- ♣ Realizar el conteo de huevos por gramo de heces (HPG) para evaluar de forma indirecta el efecto de la Ivermectina sobre los nemátodos gastrointestinales en cabras.
- ♣ Estimar el peso vivo de cada animal como medida indirecta de carga de NGI.
- ♣ Estimar el paquete del volumen celular sanguíneo (PCV) como medida indirecta de la carga de NGI.
- ♣ Evaluar la condición corporal, utilizando una guía para determinar en qué condición se encuentran las cabras.
- ♣ Aplicar la técnica FAMACHA[®], para determinar el estado de salud de las cabras.

1.1.3 Hipótesis

- ♣ La aplicación de Ivermectina disminuirá el número de HPG de nemátodos gastrointestinales en cabras en pastoreo extensivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 La caprinocultura

La caprinocultura es una de las actividades en pastoreo más importantes en algunos países, porque la gente depende de las cabras para mantenerse. La adaptación de esta especie a condiciones severas hace que sean animales ideales para la producción en áreas marginadas (*et al.*, 1990).

Un agostadero permite el aprovechamiento de los recursos naturales para la producción de caprinos en pastoreo, siendo de igual manera un factor de riesgo asociado a las infecciones con nemátodos gastrointestinales (Hoste *et al.*, 2005 – Knox *et al.*, 2006).

2.2 Importancia de la especie caprina en el mundo, en México y en Coahuila

El ganado caprino en el mundo tiene un inventario ganadero de 709.9 millones de cabezas, ubicadas principalmente en los trópicos. Entre los países con mayor número de animales destacan en orden de importancia China, India, Pakistán y Sudán. México se sitúa en el 13º lugar ocupando el segundo sitio en el continente americano, después de Brasil con alrededor de 9 millones de caprinos (Página web 10).

En México la producción de pequeños rumiantes, suministra un importante aporte de proteína de origen animal para los mexicanos (IICA, 2015).

México cuenta con una población caprina de 8'830,720, siendo las entidades con mayor población: Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí, Guerrero y Zacatecas.

Además, las entidades con mayor producción de leche son Coahuila, Durango, Guanajuato, Nuevo León, Jalisco y Zacatecas (Página web 11).

Echavarría *et al.* (2006) reportan que la producción de cabras en México se centraliza en las regiones áridas donde prevalecen la escasez de agua y la sequía. Los sistemas de producción, son dependientes del pastoreo en tierras comunales, obtienen poca productividad y considerablemente aportan al sustento de los agricultores.

En el norte de México en la Comarca Lagunera, es el sitio más importante de producción de leche caprina en el país, donde se involucran aproximadamente 9 mil unidades productoras de leche caprina pertenecientes a los pequeños productores (Página web 5).

2.3 Que es un nemátodo

Craig (2018) menciona que los nemátodos gastrointestinales (NGI) son gusanos cilíndricos que viven en el tracto digestivo de rumiantes y son considerados como parásitos de gran importancia en la industria ganadera, principalmente en sistemas extensivos, tanto de climas tropicales como templados.

2.4 Agentes etiológicos

2.4.1 Género y especie de nemátodos gastrointestinales que afectan a los caprinos

Es importante saber contra quien está dirigido el ataque en la participación de la inmunidad en la regulación de los nemátodos gastrointestinales. En el cuadro 1, se muestran género, especie y lugar del tracto digestivo donde se alojan estos parásitos.

CUADRO 1 Géneros y especies de nemátodos gastrointestinales que afectan a los caprinos.

Órgano digestivo	Género	Especie
Abomaso	<i>Haemonchus</i> <i>Teladorsagia</i> (<i>Ostertagia</i>) <i>Trichostrongylus</i>	<i>Contortus</i> <i>Circumcincta</i> <i>Axei</i>
Intestino delgado	<i>Cooperia</i> <i>Trichostrongylus</i> <i>Nematodirus</i> <i>Bunostomum</i> <i>Strongyloides</i>	<i>Curticei</i> <i>Colubriformis</i> <i>Vitrinus</i> <i>Filicollis, spathiger,</i> <i>trigoncephalum</i> <i>Papillosus</i>
Intestino grueso	<i>Oesophagostomum</i> <i>Trichuris</i>	<i>Columbianum,</i> <i>globulosa</i> <i>Ovis</i>

Fuente: (Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

2.5 Problemas que generan los nemátodos en la caprinocultura

Los nemátodos son una de las causas de la baja producción y pérdida económica de los sistemas pecuarios ovinocaprinos del mundo en general. Los parásitos pueden alterar el bienestar animal y los niveles productivos (Herrera *et al.*, 2013). Afectan la producción animal a través de reducciones en la ingesta voluntaria de alimentos, uso ineficiente de los nutrientes absorbidos (Parkins y Holmes, 1989; Van Houtert y Sykes, 1996).

Los nemátodos gastrointestinales ocasionan pérdidas económicas debido a la disminución en la producción, costos en prevención y tratamientos, muerte en animales infectados, entre otros (Miller y Horohov, 2006).

La producción de pequeños rumiantes en los trópicos enfrentan dos problemas principales, la desnutrición y la baja en la producción causada por los nemátodos gastrointestinales (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005b).

En sistemas productivos extensivos o semi-intensivos, la especie caprina está expuesta a la infección por parásitos gastrointestinales, en particular por nemátodos (Espinal *et al.*, 2006).

El parasitismo es un elemento que impone limitaciones y perturba adversamente la producción y el bienestar de los animales afectados, característicamente en los pequeños rumiantes que pastorean. Dicho factor lleva al agotamiento de los animales afectados, disminución en el consumo de alimento, lo que trae como consecuencia una producción menor (Blackburn *et al.*, 1991; Jackson *et al.*, 2012; Moreno *et al.*, 2012).

El parasitismo gastrointestinal tiene efectos en el desarrollo de los cabritos, se han ejecutado experimentos en donde la tasa de crecimiento de los cabritos aumenta después de la administración de un antihelmíntico o suplementación con proteína dietética que aporta protección nutricional para el cuerpo del animal contra los parásitos (Arsenos *et al.*, 2009). Estudios realizados indican que el parasitismo interno dificulta el crecimiento de los animales afectados, las canales de los cabritos afectados son de peor conformación y más ligeros que de los animales sanos (Arsenos *et al.*, 2009).

2.6 Principales nemátodos gastrointestinales en México

En México en pequeños rumiantes los principales nemátodos gastrointestinales son: *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *T. axei*, *Teladorsagia*

(*Ostertagia circumcincta*, *Cooperia* spp., *Oesophagostomum*, *Trichuris ovis*, *Strongyloides papillosus* and *Bunostomum* spp. (Mondragón-Ancelmo *et al.*, 2019; López-Ruvalcaba *et al.*, 2013).

Haemonchus contortus es considerado uno de los nemátodos de mayor patogenicidad en hatos ovinos y caprinos debido a sus hábitos de hematofagia y a su alta prolificidad. Este nemátodo causa la enfermedad llamada “hemoncosis” provocando en el animal pérdida de peso, falta de apetito, disminución en la condición corporal, anemia, debilidad, emaciación, edemas de regiones bajas del cuerpo, susceptibilidad a otras enfermedades y el fallecimiento en animales jóvenes (Selemon, 2018).

2.7 Ciclo biológico

El nemátodo hembra en edad adulta ponen sus huevos que son soltados al ambiente a través de las materias fecales del rumiante (Suárez *et al.*, 2007). Los huevos en situaciones apropiadas de temperatura y humedad evolucionan eclosionando la larva de primer estadio (L1), que posteriormente muda a la larva 2 (L2) y ambas se nutren de bacterias y otros microorganismos (Fiel y Nari, 2013).

El tiempo entre las mudas comprende dos períodos, una en la cual la larva se alimenta y crece y otra en la que se hace inactiva o letárgica mientras ocurren cambios estructurales. Después pasa al tercer estadio (L3) generalmente infectante, que se caracteriza por retener la cutícula de la (L2) impidiendo que se alimente y vive de las reservas almacenadas y a su vez la salvaguarda hasta que ingrese al hospedador. En la etapa externa los elementos climáticos ocupan un rol importante condicionando el desarrollo de las formas de vida libre que puede diferir en las especies parasitarias. Factores como la temperatura y humedad influyen en el tiempo de evolución de huevo a (L3), regularmente de 8 días para la mayoría de los nemátodos gastrointestinales

pero puede desarrollarse a más de 60 días, así como también afectar la supervivencia de las (L3) en el exterior (Suárez *et al.*, 2007).

En la fase interna del ciclo biológico inicia cuando las (L3) al ser ingeridas por un hospedador pierden la cutícula del segundo estadio y penetran en la mucosa gastrointestinal pasando al cuarto estadio (L4) y posteriormente a larva 5 (L5). Luego logran el estado adulto diferenciándose en macho o hembra, que tras la cópula las hembras desarrollan los huevos que son echados al exterior con la materia fecal (Lapage, 1984; Soulsby, 1987).

Se ha estudiado que la fase de eclosión y desarrollo de las larvas se acelera en forma lineal entre los 5°C a 35°C y fuera de estos límites sucede una alta tasa de mortalidad (Fiel y Nari, 2013). A temperaturas de 16°C a 20°C, la totalidad de los huevos de *Haemonchus* lograrán la etapa infectiva en 10 a 14 días. Los huevos y larvas de este género parasitario no resisten a las bajas temperaturas (Soulsby, 1987).

Roeber *et al.* (2013) enfatizan que en la etapa adulta los parásitos copulan y se origina una gran suma de huevos que salen al medio junto con las excretas en donde se desarrollan hasta ser larvas infectantes (L3) que contaminan los pastos. El animal se contagia al consumir el pasto contaminado con las larvas.

Las etapas de vida libre de los nemátodos gastrointestinales (huevos, L1, L2, y L3), presentes en las heces de los animales y en la vegetación, tienen una característica estacionalidad y solo pueden permanecer en la época de lluvia, principalmente entre agosto y noviembre. Las larvas (L3) logran ser abundantes en otros meses del año por alguna circunstancia específica de cada estancia. Las larvas (L3) que resisten a las limitaciones ambientales y llegan a ser consumidas por los animales, tienen que permanecer al sistema inmune de estos y también deben evadir

los efectos negativos que les ocasionan los compuestos secundarios de las plantas (Torres-Acosta *et al.*, 2021).

Hoste *et al.* (2016) enfatizan que las infecciones por nemátodos gastrointestinales significan un problema nutricional. Los animales se contagian por consumir hojas de plantas que tienen larvas (L3). Estas larvas llegan al abomaso e intestinos y se establecen hasta alcanzar su fase adulta, afectando a los animales en diferentes aspectos que limitan el uso eficiente de la dieta mediante diversos procesos.

En la figura 1 se representa el ciclo biológico de los nemátodos gastrointestinales en pequeños rumiantes.

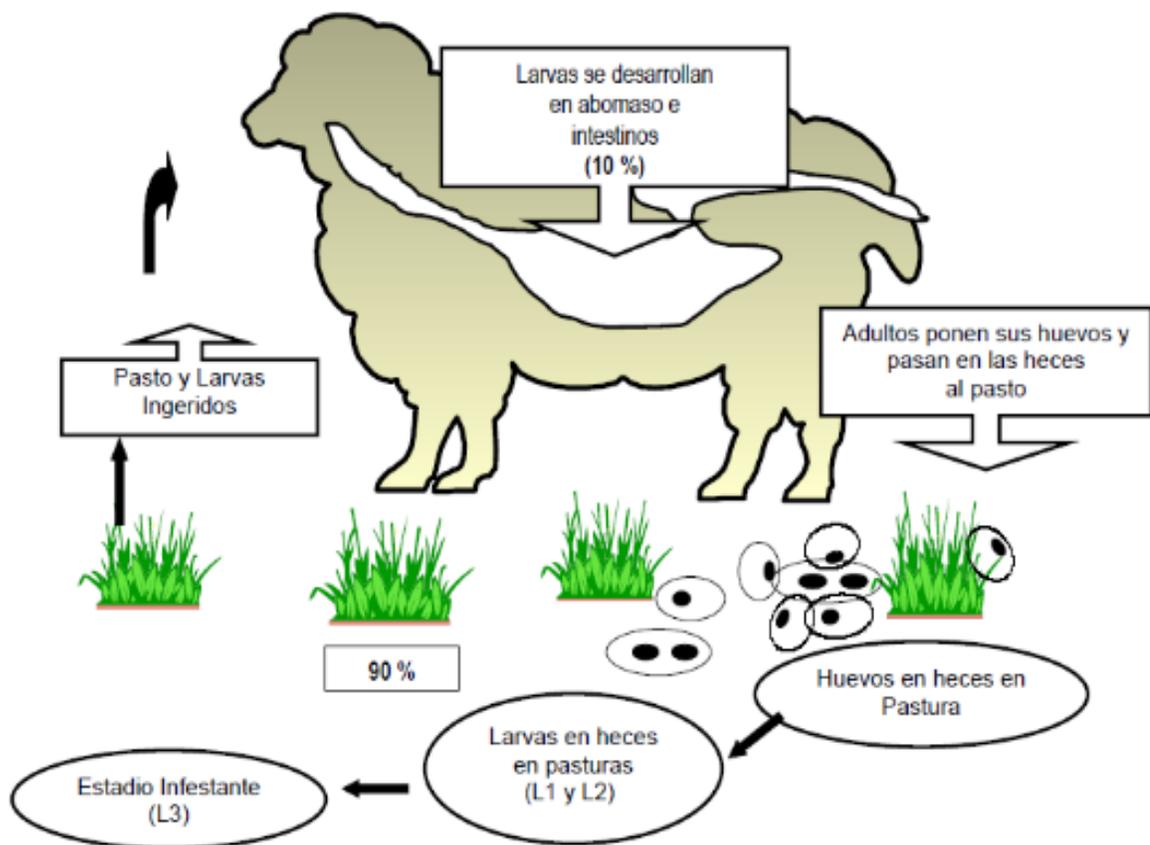


FIGURA 1 Ciclo biológico de los nemátodos gastrointestinales en pequeños rumiantes.

Fuente: Adaptada de INIA, jornada técnica, (2002).

2.8 Diagnóstico de NGI

Es importante para la ganadería, el conocimiento de los problemas por parasitosis gastrointestinales en rumiantes, los cuales provocan trastornos digestivos que interceptan la nutrición, desarrollo y favorecen la presencia de enfermedades secundarias (Página web 6).

Los signos clínicos que influyen pueden variar dependiendo de la especie/carga parasitaria y de la inmunidad del huésped. Los más frecuentes incluyen pérdida de peso corporal, diarrea, pelaje áspero, debilidad, anemia, tos. Dependiendo del órgano afectado se pueden observar otros signos en el animal (Taylor *et al.*, 2007; Bowman, 2014).

Los parásitos se presentan generalmente de manera simultánea ocasionando un cuadro clínico con mayor o menor grado de severidad, esto depende de la edad y estado nutricional del animal (Schallig, 2000).

Los nemátodos gastrointestinales en la mayoría de los casos se presentan de forma subclínica con manifestaciones escasas o nulas de signos de enfermedad, por lo que el diagnóstico clínico es de poco valor. Es más viable realizar un diagnóstico de laboratorio utilizando técnicas coprológicas, que permitan estimar la carga parasitaria de los animales. La técnica de McMaster es la más manejada para esta problemática, tomando en cuenta que los resultados no indican los géneros parasitarios presentes (Fiel y Nari, 2013; Habela *et al.*, 2002).

En la etapa de gestación se presentan cambios fisiológicos que implican un desgaste y aporte nutricional por parte de la madre hacia el feto. Cuando las concentraciones de prolactina aumentan, el número de parásitos en la hembra también

aumenta; a este estado se le llama relajación de la resistencia durante el periparto (Craig, 2009).

Las infecciones parasitarias pueden ser un elemento predisponente de la toxemia de la gestación (grave enfermedad metabólica de las hembras preñadas), lo que ocasiona la muerte de los animales afectados, al aborto o a la muerte perinatal de los fetos/recién nacidos (Papadopoulos *et al.*, 2013).

2.9 Tratamiento y prevención

Se han implementado estrategias en el control de parásitos con la finalidad de disminuir el uso de fármacos de origen químico, aunado a brindar a los productores opciones de control que permitan reducir costos de producción (Pérez-Pérez *et al.*, 2014).

Han sido propuestos el uso de extractos de plantas y sus metabolitos como uno de los métodos alternativos para prevenir y controlar enfermedades relacionadas a la presencia de algunos nemátodos en rumiantes (Kotze y Prichard, 2016).

En Yucatán en granjas ovinas el trabajo realizado de desparasitación selectiva dirigida demostró que los animales con una condición corporal (CC) >2.5 tienen baja probabilidad de tener cargas >1000 huevos por gramo de heces (HPG) y por lo tanto, no requieren desparasitación (Soto-Barrientos *et al.*, 2018).

Cuando se aumenta el suministro de proteína en la alimentación del rumiante, mostrará resultados menos graves en infecciones por nemátodos (Van Houtert y Sykes, 1996).

Aguirre-Serrano *et al.* (2020) señalan que, en el lapso de lactancia, las ovejas que paren crías múltiples tienen mayor probabilidad de requerir desparasitación durante dicha etapa, en comparación con aquellas que paren un solo cordero.

2.10 Inmunidad

La especie caprina adquiere inmunidad contra los nemátodos gastrointestinales como resultado de la exposición repetida a los antígenos de referencia. En el ciclo biológico los mecanismos de la inmunidad contra los diferentes nemátodos gastrointestinales son únicos y adaptados a los diferentes estadios (Meeusen *et al.*, 2005).

La inmunidad a los nemátodos gastrointestinales puede ser innata o adquirida.

2.11 Inmunidad innata

Es aquella con la que cuenta el individuo desde su nacimiento (De veer *et al.*, 2007). Las razas de animales con resistencia genética muestran la inmunidad innata por medio de mecanismos humorales y celulares (Miller y Horohov, 2006).

2.12 Inmunidad adquirida

Se refiere a la inmunidad que los animales presentan después de una exposición continua al antígeno (De veer *et al.*, 2007).

La inmunidad en los caprinos se adquiere lentamente, necesitando de 12 a 18 meses de edad para que el animal presente un buen desarrollo de la misma (Pomroy y Charleston, 1989; Vlassoff *et al.*, 1999).

Cabritos y corderos son más susceptibles a las infecciones con nemátodos gastrointestinales, con el tiempo pueden desarrollar una inmunidad fuerte (Gibson y Parfitt, 1972). Estos presentan las infecciones más severas y los peores efectos patogénicos de la infección (Simpson, 2000). En los corderos se necesita al menos de 6-12 semanas de exposición continua a los nemátodos gastrointestinales para que el animal adquiera inmunidad contra ellos. (Balic *et al.*, 2000; 2002).

Torres-Acosta *et al.* (2004, 2006) enfatizan que en la especie caprina de raza criolla en pastoreo reportan que a partir de 8-10 semanas de exposición natural expresan inmunidad contra los nemátodos gastrointestinales medida a través de la reducción de la cuenta de huevos por gramo por heces.

2.13 Resiliencia y resistencia

La especie caprina cuenta con mecanismos naturales de defensa contra los nemátodos gastrointestinales: la resiliencia y resistencia. La resiliencia es la capacidad de los animales de estar parasitados (soportar el parasitismo) y mantenerse productivos y la resistencia es la capacidad de los animales de controlar a sus poblaciones parasitarias (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005a). La resistencia está basada en estrategias inmunológicas que el animal puede traer genéticamente o desarrollar con el enfrentamiento a diario con los nemátodos gastrointestinales (Miller y Horohov, 2006).

La resiliencia es la capacidad de tolerar la infección por nemátodos gastrointestinales, mientras que la resistencia se piensa como la capacidad de usar la respuesta inmune para limitar la población de los nemátodos gastrointestinales en los animales hospederos (Hoste *et al.*, 2005).

El resultado positivo de la suplementación sobre la resiliencia y resistencia contra nemátodos gastrointestinales no es permanente. Al eliminar este manejo, los animales en pastoreo regresan a reducir su capacidad de respuesta contra los nemátodos gastrointestinales tanto en tiempo de lluvia como de seca (Aguilar-Caballero *et al.*, 2002).

En pequeños rumiantes es viable mejorar la resiliencia contra los nemátodos gastrointestinales mediante suplementos que aporten energía y proteína para mejorar el plano nutricional tanto en épocas de lluvia como de seca (Gutiérrez-Segura *et al.*, 2003; Torres-Acosta *et al.*, 2004, 2006).

La suplementación con insumos que contribuyen energía degradable en el rumen puede mejorar la resiliencia de los pequeños rumiantes contra los nemátodos gastrointestinales (González-Pech *et al.*, 2015; Ventura-Cordero *et al.*, 2017; Torres-Fajardo *et al.*, 2019).

Houdijk *et al.* (2000) enfatizan que se presenta mejor resiliencia en ovejas reproductoras suplementadas con proteína. Las hembras cargadas y alimentadas con el 130% de su requerimiento de proteína captaron más peso, engendraron corderos más pesados y producción de leche más alta que las ovejas comparables alimentadas con el 85% de proteína.

La suplementación con energía fermentable en el rumen logra mejorar la resistencia contra los nemátodos gastrointestinales, esto se ve manifestado en una menor cantidad de huevos en heces de los animales suplementados y en un menor número de parásitos (Retama-Flores *et al.*, 2012; Gárate-Gallardo *et al.*, 2015).

2.14 Resistencia antihelmíntica

Mphahlele *et al.* (2019) enfatizan que la resistencia antihelmíntica (RA), es la disminución en la susceptibilidad de los parásitos ante una dosis de una droga que eliminaría la mayor parte de los parásitos.

El desarrollo de la resistencia antihelmíntica corresponde a una interacción de elementos como: densidad de población de nemátodos gastrointestinales, período del tratamiento, condiciones climáticas, entre otros factores; estos influyen en la selección de genes de resistencia (Lanusse *et al.*, 2016; Traversa y Von, 2016).

El método de aplicación y factores como la elección de antihelmíntico, concentración y la frecuencia, intervienen en el desarrollo de resistencia a los antihelmínticos. Es importante que los productores busquen estrategias para bajar esta problemática FAO (2003).

La resistencia a antihelmínticos es un problema grave en la especie caprina a diferencia con otros rumiantes. Presentando particularidades farmacológicas, inmunológicas y de comportamiento en esta especie. Se ha presentado resistencia desde los años noventa y sigue presentándose actualmente (Jackson *et al.*, 2012).

Happy Factor TM es un sistema de soporte de decisiones, es manejado para identificar la predicción del peso vivo individual durante un tiempo corto teniendo en cuenta la alimentación disponible para el animal, etapa de desarrollo y factores ambientales. Aquellos corderos que no alcanzan a llegar a lo previsto o al objetivo de aumento de peso, reciben antihelmíntico (Greer *et al.*, 2009).

2.15 Drogas sintéticas o antihelmínticos

Holden-Dye y Walker, (2014) reportan que los antihelmínticos (AH) son drogas para el control de parásitos del ganado y se especifican de acuerdo a su modo de acción en: 1)Benzimidazoles (BZ), 2)Imidazotiazoles (IMZ) y 3)Lactonas macrocíclicas (LM).

El uso de antihelmínticos ha ayudado durante años a controlar las infecciones parasitarias de nemátodos gastrointestinales en los pequeños rumiantes. Sin embargo, el uso indiscriminado de antihelmínticos sin criterios epidemiológicos ha generado parásitos resistentes, empeorando aún más el problema de las parasitosis (Jabbar *et al.*, 2006; Demessie *et al.*, 2016). En su tiempo tuvo resultados competentes para la ganadería; sin embargo, el empleo incorrecto ha generado poblaciones de nemátodos con resistencia a los antihelmínticos (Zajickova *et al.*, 2020).

Ivermectina

La Ivermectina (IVM) inicia su comercialización en 1981, ha sido abundantemente utilizada en explotaciones de rumiantes, cerdos, equinos, así como en animales de compañía, debido a su extenso espectro de acción como nematocida, acaricida e insecticida (Shoop *et al.*, 1995).

La Ivermectina es una lactona macrocíclica semisintética formada en la fermentación del hongo actinomiceto *Streptomyces avermectilis* (Gupta, 2007).

Mecanismo de acción

La Ivermectina procede sobre la transmisión nerviosa del parásito: se fija sobre un receptor glutamato de los canales de cloro de la membrana de las células nerviosas, cerca del receptor GABA y de un receptor de benzodiazepinas. Minimiza la acción del GABA (mediador inhibitorio), lo que crea un aumento en la liberación, dando lugar a un potencial de acción. Su fijación induce un flujo de iones cloro al interior de las células nerviosas del parásito, conllevando en última instancia la muerte del parásito (Bowman, 2004; Martin, 1993).

Las lactonas macrocíclicas (grupo químico al que pertenece la Ivermectina) muestran una gran eficacia sobre un elevado número de parásitos de los animales de interés veterinario, tanto internos como externos (Bengone-Ndong y Alvinerie, 2004).

2.16 Métodos alternativos para el control de nemátodos gastrointestinales en el ganado

2.16.1 Desparasitación selectiva (FAMACHA[®])

En Sudáfrica Faffa Malan diseñó el método FAMACHA[®]. Da el nombre de acuerdo a las dos primeras letras de su nombre más la terminación de chart, que significa “tabla”. La implementación de este método nace por la problemática de la parasitosis en pequeños rumiantes (Vatta *et al.*, 2001; Nabukenya *et al.*, 2014).

Kaplan *et al.* (2004) mencionan que el método FAMACHA® es una táctica de desparasitación selectiva que se basa en el grado de anemia de un animal a través de la palidez de su mucosa ocular manejando una tarjeta. La tarjeta consta de 5 colores que van de rojo intenso hasta pálido o blanco, en el cual se emplea para medir en escala de 1 a 5 la coloración de la mucosa palpebral de los ovinos.

La técnica FAMACHA® consiste en una escala colorimétrica que permite una estimación clínica (por la coloración de la conjuntiva ocular) del estado de anemia en los rumiantes. La evaluación de los animales con esta herramienta permite establecer medidas de control con base en la epidemiología del parásito en el hato, identificando los animales más sensibles y poder ser tratados, logrando así un control más eficiente (Van-Wyk y Bath, 2002).

2.16.2 Manejo del pastoreo

Barger *et al.* (1994) reportan que el sistema de pastoreo rotacional consiste en dejar los animales pastando durante 3.5 días en un área, extenso de ciclos de descanso del pastizal de 31 días en condiciones tropicales, reduciendo los nemátodos gastrointestinales en pequeños rumiantes.

Devi *et al.* (2019) enfatizan que se obtiene una reducción de la población de (L3) de hasta un 48.1 % en heces: además mejores ganancias de peso en animales bajo un esquema de pastoreo rotacional, comparando con animales bajo pastoreo continuo.

Niezen *et al.* (1995) reportan que el apacentamiento de leguminosas herbáceas templadas que contienen 10% de taninos en la materia seca posee efectos favorables para los herbívoros expuestos a infecciones por nemátodos naturales o artificiales.

Corderos infectados artificialmente con *T. colubriformis* obtuvieron mayores ganancias diarias de peso vivo, menor recuento de huevos fecales de nemátodos y menor carga de gusanos cuando pastorearon la leguminosa mediterránea perenne *Hedysarum coronarium* que cuando pastaron *Medicago sativa*.

En diferentes partes del mundo la especie *H. contortus* tiene diferente susceptibilidad a los compuestos secundarios (CS) de las plantas. Esto se ratificó tanto para la eclosión de huevos como para el desenvaine de las (L3) (Chan-Pérez *et al.*, 2016, 2017).

El consumo de plantas ricas en TC (taninos condensados) logra perturbar el desenvaine de las larvas (L3), dando como efecto un menor establecimiento de las (L3) en el abomaso e intestino delgado (Brunet *et al.*, 2008).

2.16.3 Estrategia nutricional basada en una dieta proteica

Se ha probado que dietas iso-energéticas e iso-proteicas ayudan a prevenir y controlar algunas parasitosis (Torres-Acosta *et al.*, 2012).

Investigaciones realizadas señalan que es importante mejorar la nutrición del animal ya que esto puede ser vital para obtener un control sustentable de los nemátodos gastrointestinales. Indicadores como la condición corporal o ganancia de peso pueden determinar si se está logrando el objetivo de mejorar la nutrición del animal. El manejo de suplementación es un elemento importante ya que mejora el bienestar animal (Torres-Acosta *et al.*, 2021).

Coop y Holmes, (1996) mencionan que los animales que se les otorgo un alto nivel de proteína metabolizable presentaron menor reducción en los parámetros sanguíneos a diferencia de los que se les dio raciones bajas de proteína.

Mediante la suplementación con proteína en animales enfermos de infección por nemátodos han mejorado la producción como crecimiento de lana, ganancia de peso vivo y calidad de la canal (Abbott *et al.*, 1988 y Van Houtert *et al.*, 1995).

Estudios han señalado que la suplementación puede dirigirse a elevar el plano nutricional del ganado (energía y proteína), o sencillamente aportar una fuente de energía degradable en rumen (Retama-Flores *et al.*, 2012; Gárate-Gallardo *et al.*, 2015).

Animales como ovinos y caprinos no obtienen bastantes nutrientes al pastorear durante la época de lluvia. Mediante la suplementación se consigue ganar la ganancia de peso en los pequeños rumiantes (Torres-Acosta *et al.*, 2004, 2006; Aguilar-Caballero y Torres-Acosta, 2006).

Gárate-Gallardo *et al.* (2015) mencionan que brindar una cantidad de materia seca de suplemento equivalente al 1.5% del peso vivo del animal puede lograr eliminar el efecto negativo de los nemátodos gastrointestinales sobre la ganancia de peso y reducir significativamente la cantidad de parásitos que pueden establecerse en los animales.

La disminución de la disponibilidad de energía en el periodo peri-conceptivo, como resultado de infecciones parasitarias, puede acarrear a una reducción del

número de ovulaciones o a un aumento de la tasa de muertes embrionarias y reducción en la tasa de crías (Dobson *et al.*, 2012).

2.16.4 Selección genética de animales resistentes

Maza-López *et al.* (2020) enfatizan que la resistencia genética (RG) es la variación en la respuesta inmune constituida por una población de ganado con la habilidad de controlar una infección o enfermedad.

La elección de animales con fenotipo de resistencia consigue dar la pauta para mejorar la resistencia de la progenie en programas de crianza; al lograr un grupo de animales resistentes, estos muestran menos nemátodos adultos y por ende una menor expulsión de huevos al suelo, logrando menor contaminación del pasto por (L3) (Estrada-Reyes *et al.*, 2017; Estrada-Reyes *et al.*, 2019).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Período experimental y localidad

El experimento se llevó a cabo de septiembre a noviembre de 2019 en el ejido Agua Nueva, a 30 km al sur de Saltillo, Coahuila.

3.2 Ubicación

La localidad de Agua Nueva se localiza en el municipio de Saltillo del estado de Coahuila de Zaragoza, México y se encuentra en las coordenadas GPS:

Longitud: -101° 093333'; Latitud: 25°193056'

La localidad se encuentra a una altura media de 1920 metros sobre el nivel del mar (Página web 1).

La población total de Agua Nueva es de 1566 habitantes (Página web 2).

3.3 Vegetación

Es de tipo matorral espinoso e inerme, micrófilo, con opuntias e izotal. Predomina plantas como: la gobernadora (*Larrea tridentata*), el mezquite (*Prosopis juliflora*), Mariola (*Parthenium incanum*), el tasajillo (*Cylindropuntia leptocaulis*) (Página web 3).

3.4 Clima

El clima en la región es templado semi-seco, con una temperatura promedio de 17°C, predominando temperaturas máximas superiores a los 18°C y algunos días con temperaturas mínimas a cero grados. Los días más calurosos son en mayo-agosto y los más fríos son diciembre-febrero, con temperaturas menores a cero grados (Página web 4).

Los veranos son cálidos, con temperaturas que suelen superar los 38°C. Las lluvias se presentan en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo (Página web 4). El mes más seco es diciembre, con 19 mm de precipitación pluvial. La mayor parte de la precipitación cae en septiembre, promediando 111 mm con un total anual de 400 mm (Página web 7).

3.5 Diseño del experimento

Se utilizaron 30 cabras con diferentes grados de encaste de razas lecheras europeas (Saanen, Alpino Francesa, Toggenburg, Murciano Granadina, Anglo Nubia, La Mancha y Boer) con un peso inicial promedio de 43.4 ± 5.03 kg y 50.13 ± 6.63 kg de peso final. Las cabras se dividieron en dos grupos o tratamientos ($n=15$) con un peso promedio durante el período experimental de 46.0 ± 5.7 y 48.0 ± 7.2 kg para los tratamientos 1 y 2 respectivamente.

3.6 Manejo de los animales y tratamientos

Las cabras salían a ser pastoreadas en la mañana (11:30 h) y regresaban por la tarde (18:30 h) a un lugar de encierro nocturno para protegerlos de robos, predadores y del clima. De un grupo de 44 cabras se escogieron al azar 30 y se dividieron en dos grupos ($n=15$): las cabras del tratamiento 1 recibieron como efecto placebo 1 mL de

solución salina inyectable y las cabras del tratamiento 2, recibieron Ivermectina (.2 mg /kg⁻¹ de peso vivo).

3.7 Muestreos

Se llevaron a cabo muestreos de heces para realizar el recuento de huevos por gramo de nemátodos gastrointestinales (HPG) en el laboratorio empleando la técnica de McMaster reportado por Mondragón-Ancelmo *et al.*, (2019); al inicio, a la mitad y al final de período experimental se tomaron medidas de condición corporal (CC) en una escala de 1 (animal emaciado) a 5 (animal obeso), FAMACHA[®] donde se observó la coloración de la conjuntiva del ojo del animal y ayudado con una tarjeta de referencia (tarjeta FAMACHA[®]) se le asignó un valor; la escala va de 1 (rojo o rosado intenso) a 5 (blanco o pálido) que representa un animal anémico. Para estimar el nivel anemia en los animales, también se tomaron muestras de sangre mediante venopunción de la yugular para medir el hematocrito o porcentaje de volumen del paquete de células sanguíneas (PCV) de acuerdo a lo reportado por Olivas-Salazar *et al.*, (2019). Fueron ocho muestreos (m) en total; en m1, m5 y m8 se tomaron muestras de heces, de sangre, se tomaron medidas de CC, FAMACHA[®] y peso corporal (PC). En los demás muestreos, solo se tomaron muestras de heces.

3.8 Materiales empleados para los muestreos

- Agujas y tubos vacutainer
- Báscula
- Bolígrafos
- Bolsa para la recolección de heces
- Carta FAMACHA[®]
- Cordones para identificar el tratamiento
- Cuaderno de apuntes
- Marcador

- Pintura en aerosol
- Tubos con EDTA

Al realizar cada muestreo, las muestras fueron llevadas al laboratorio para poder llevar acabo la técnica de McMaster y realizar el conteo de huevos por gramo de heces de nemátodos gastrointestinales y con la sangre se determinó el porcentaje de hematocrito (PCV).

Los materiales y equipos utilizados para el estudio de HPG y Hematocrito se utilizaron:

- Báscula
- Cámaras McMaster
- Centrífuga
- Colador
- Jeringas
- Microscopio
- Microtubos (tubos capilares)
- Morteros
- Regla
- Solución salina

3.9 Procedimiento para el conteo de huevos de nemátodos gastrointestinales

Conteo de huevos por gramo de heces en el laboratorio

Diagnóstico de nemátodos gastrointestinales (NGI) por medio de la técnica McMaster.

1. Pesar 2 g de heces.
2. Agregar 28 ml de solución salina sobre saturada.
3. Mezclar heces/solución.

4. Filtrar la mezcla con un colador.
5. Obtener la muestra y colocarla en los depósitos de la cámara McMaster.
6. Reposar la muestra por 4 minutos.
7. Observar el microscopio con objetivo de 10x.
8. Revisar los dos depósitos de la cámara McMaster y contar todos los huevos observados dentro de estos dos depósitos.
9. El conteo se hace por columnas en zigzag.
10. Los HPG se obtienen multiplicando los huevos observados en los dos depósitos de la cámara McMaster.

3.10 FAMACHA®

De acuerdo a la técnica se usó la carta para poder determinar la coloración de la conjuntiva ocular, se llevó a cabo con cada una de las cabras seleccionadas en el experimento.

La carta establece cinco categorías las cuales son:

Las categorías 1 y 2 corresponden animales que no requieren desparasitación.

La categoría 3 es un punto intermedio, es criterio del productor aplicar tratamiento a la cabra.

La categoría 4 y 5 son animales en estado anémico, los cuales requieren atención (Página web 9).

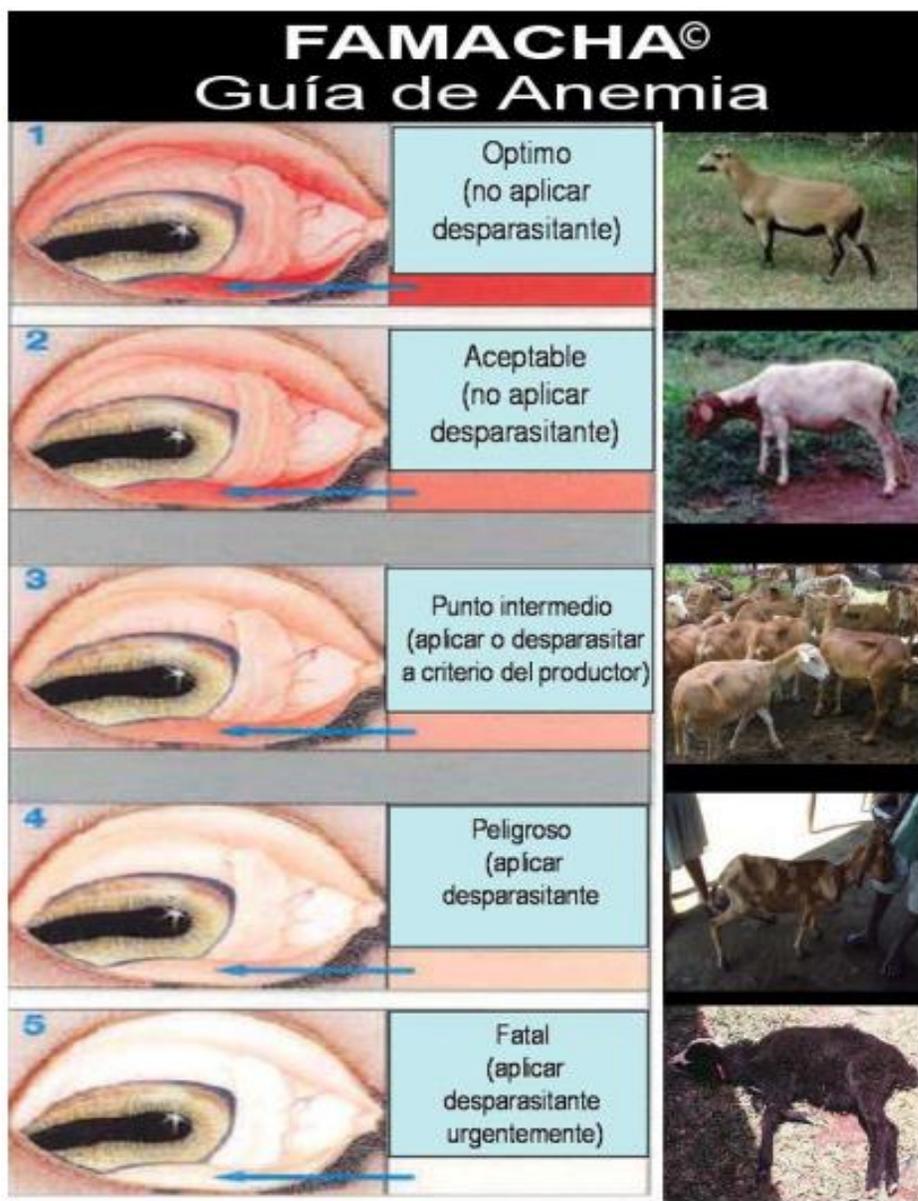


FIGURA 2 Carta de apoyo para la técnica Famacha®

Fuente: Página web 9.

3.11 Condición corporal (CC)

Es un procedimiento de evaluación del estado fisiológico nutricional de los animales.

Cómo se mide

Se utiliza una escala de uno a cinco grados, que clasifican los estados corporales según el grado de gordura.

Los requerimientos alimenticios dependerán de la edad, sexo, estado fisiológico.

Posicionado el operador detrás del animal, se palpa el borde posterior de la última costilla, hasta llegar a la región lumbar. La técnica consiste en palpar con las dos manos la prominencia de las apófisis espinosas de las vértebras lumbares; la agudeza y grado de cobertura de grasa de las apófisis transversas de estas vertebras. Debe palparse también la profundidad de los músculos del lomo y la cobertura grasa de los mismos.

Debe asegurarse de poder palpar bien la zona lumbar (a la altura de los riñones), el pulgar hacia arriba: “cresta del espinazo” (apófisis espinosas) y los cuatro dedos por debajo: “aletas laterales” (apófisis transversa).

Palpar bien la grasa y los músculos de la parte superior de la región lumbar (ojo de bife) (Página web 8).

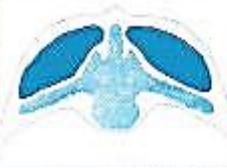
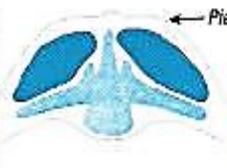
GRADO	AREA a PALPAR	ESQUEMA	DESCRIPCION
1 MUY FLACA	Apófisis espinosas	 <p>Apófisis Espinosa Apófisis Transversa Cuerpo de vértebra</p>	Puntiagudas descarnadas, bien notables a palpación; se distingue espacio entre ellas.
	Apófisis transversas		Agudas, los dedos perciben extremos o aletas afiladas, pasan con facilidad por debajo palpando cara inferior de las mismas.
	Músculos del lomo		Deprimidos, sin cobertura de grasa. Se palpa piel y huesos.
2 FLACA	Apófisis espinosas	 <p>Músculo Ojo de Buey</p>	Prominente pero suave. Dificultad en palpar las apófisis individuales.
	Apófisis transversas		Suaves y redondeadas. Para palpar la cara inferior se debe ejercer ligera presión.
	Músculos del lomo		Rectos, con poca cobertura de grasa subcutánea.
3 NORMAL	Apófisis espinosas		Se perciben pequeñas elevaciones suaves y redondeadas.
	Apófisis transversas		Se tocan solo ejerciendo presión, son suaves y están recubiertas.
	Músculos del lomo		Llenos, de forma convexa y moderada cobertura de grasa.
4 GORDA	Apófisis espinosas	 <p>Piel</p>	Ejerciendo presión se detectan como línea o cordón duro entre músculos del lomo.
	Apófisis transversas		Imposible palpar los extremos de las mismas.
	Músculos del lomo		Presentan buena cobertura de grasa.
5 MUY GORDA	Apófisis espinosas	 <p>Espesor de grasa</p>	Imposible palpar aunque se ejerza presión.
	Apófisis transversas		Imposible palpar aunque se ejerza presión.
	Músculos del lomo		Muy llenos y con abundante cobertura de grasa.

FIGURA 3 Guía para la evaluación de la condición corporal (CC).

Fuente: Página web 8.

3.12 Análisis estadístico

Los efectos principales fueron: el grupo al que se le aplicó antihelmíntico y el grupo placebo; para evaluar HPG, PCV y peso corporal se usó un diseño completamente al azar; para evaluar CC y FAMACHA® se analizaron como variables no paramétricas (Kruskal Wallis; SAS, 2002).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Correlaciones

En los cuadros 2 y 3. Se muestran algunas correlaciones significativas entre las medidas registradas.

CUADRO 2 Coeficientes de correlación (r) de Pearson para PCV con HPG y FAMACHA[®]

Tratamientos	HPG		FAMACHA [®]	
	1	2	1	2
PCV	.39*	.09	-.18	-.40*

* Estadísticamente significativo (P<.05)

CUADRO 3 Coeficientes de correlación (r) de Pearson entre CC y PC

Tratamientos	PC	
	1	2
CC	.45*	.32*

* Estadísticamente significativo (P<.05)

En el cuadro 4. Se presentan los resultados en las variables respuesta: condición corporal (CC), paquete del volumen celular (PCV), FAMACHA[®], peso corporal (PC), y número de huevos por gramo de heces del efecto que tuvo el tratamiento (cabras sin y con Ivermectina, para el tratamiento 1 y 2 respectivamente).

CUADRO 4 Resultados de las variables respuesta: CC, PCV, FAMACHA®, PC, y HPG de cabras en pastoreo extensivo sin y con antihelmíntico (Ivermectina)

Variable	Tratamiento 1		Tratamiento 2		
	Media	DS* ±	Media	DS* ±	P**
CC (unidades)	2.61	.34	2.62	.40	.95
PCV (%)	34.7	4.31	32.27	5.11	.02
FAMACHA® (unidades)	2.80	.59	2.85	.59	.72
Peso corporal (kg)	45.99	5.19	47.95	7.19	.17
HPG (huevos por gramo de heces)	617.50	720.5	898.50	1276.50	.21

*Desviación estándar, ** Probabilidad estadística, variables con valores $P < .05$, son estadísticamente diferentes entre tratamientos.

4.2 Condición corporal

La condición corporal (CC) tuvo una correlación positiva ($P < .05$) con el peso corporal (Cuadro 4). El tratamiento con Ivermectina no afectó ($P < .05$) la condición corporal (CC) de los animales (Cuadro 4). La CC es una estimación del estado nutritivo del animal y una posible respuesta a la carga de nemátodos gastrointestinales. En el norte de Etiopía, se encontró que una mala condición corporal estuvo relacionada significativamente con una alta carga de huevos de nemátodos gastrointestinales (Yimer y Birhan, 2016).

4.3 Paquete del volumen celular (PCV)

Los animales con Ivermectina fueron mejores ($P = .02$) en el porcentaje de hematocrito o paquete de volumen celular (PCV), que el grupo de animales que no recibió el antihelmíntico (Cuadro 4). Datta *et al.*, (1998) encontraron que el grupo de corderos con más alto porcentaje de PCV, fueron los que recibieron dietas más altas de proteína y menos carga de huevos de nemátodos gastrointestinales. Estos autores sugieren que la proteína en la dieta mantiene los óptimos niveles de PCV, ya que

pueden estimular la eritropoyesis o reducen el establecimiento y desarrollo de nemátodos adultos.

4.4 FAMACHA[®]

La FAMACHA[®] y el PCV tuvieron una correlación inversamente proporcional (Cuadro 4), ya que en la escala FAMACHA[®] (1-5), el número 1 representa la mejor condición del animal y la 5, la peor; esto coincide con lo que obtuvieron Rossanigo y Page, (2017) en cabras de Argentina. En el presente estudio no hubo diferencia estadística entre tratamientos ($P=.72$).

4.5 Peso corporal

No hubo diferencia entre tratamientos para esta variable ($P=.17$) Kenyon *et al.*, (2013) No encontraron diferencia significativa en el peso total de corderos tratados con cuatro diferentes protocolos en la aplicación de Ivermectina durante cinco años consecutivos; sin embargo, si hubo diferencias entre años.

4.6 Número de huevos por gramo de heces

Como se puede ver en el cuadro 4 No hubo diferencia estadística ($P=.21$) entre tratamientos (animales sin aplicación de Ivermectina vs animales con aplicación de Ivermectina) en el conteo de huevos por gramo de heces (HPG); Keegan *et al.*, (2018) utilizaron Derquantel y Abermectina en corderos pesados y livianos con un reducido HPG en los animales tratados.

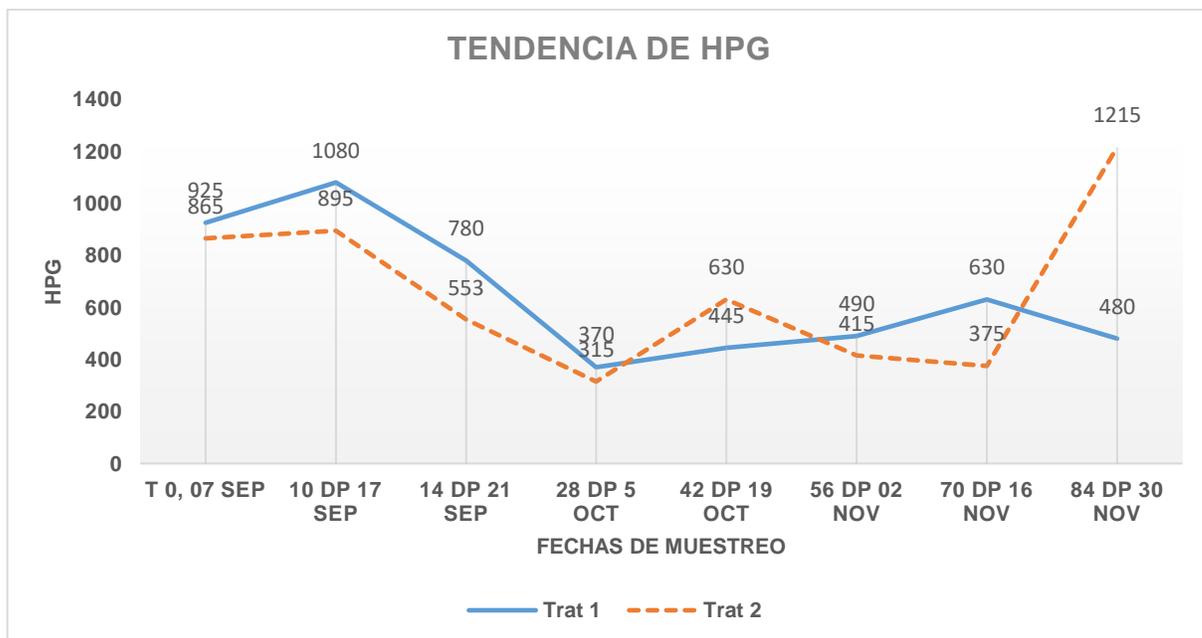
4.7 Tiempo de muestreo

Hubo efecto en el tiempo de muestreo ($P=.04$)

Cuadro 5. Medias de Mínimos Cuadrados (MMC) de HPG en las diferentes fechas durante el período experimental para ambos grupos experimentales.

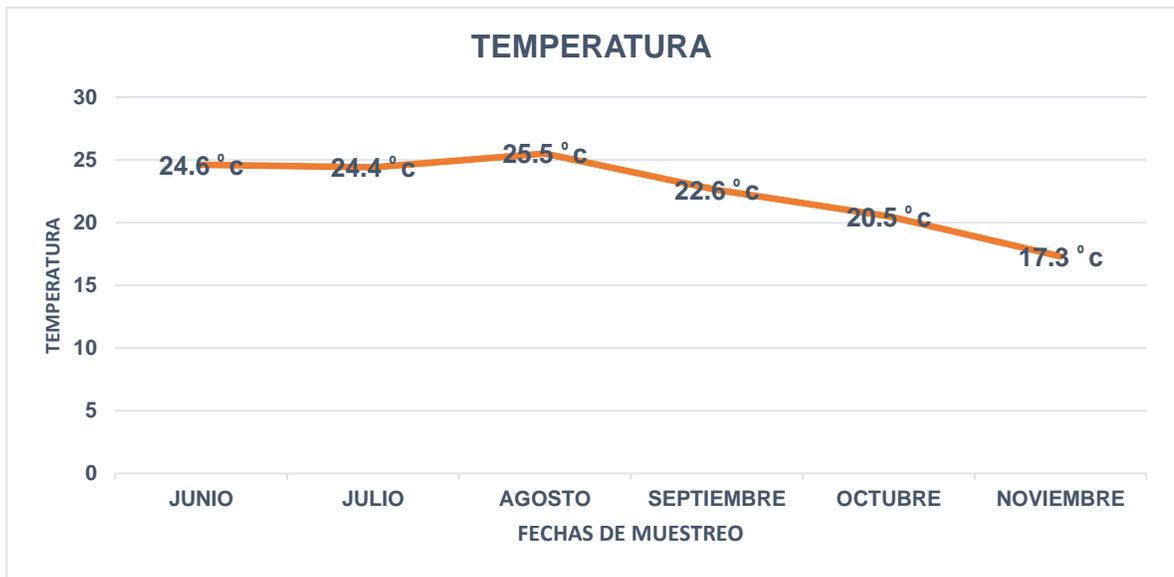
CUADRO 5 Resultados de (HPG) de ambos grupos experimentales (MMC).

Tratamiento Sin (1) y con (2) antihelmíntico X fecha de muestreo (1...8)	MMC
1,1	926.50
1,2	1080
1,3	780
1,4	370
1,5	446.50
1,6	490
1,7	630
1,8	480
2,1	863
2,2	896.50
2,3	553
2,4	312.50
2,5	629
2,6	412.50
2,7	375
2,8	1212.50



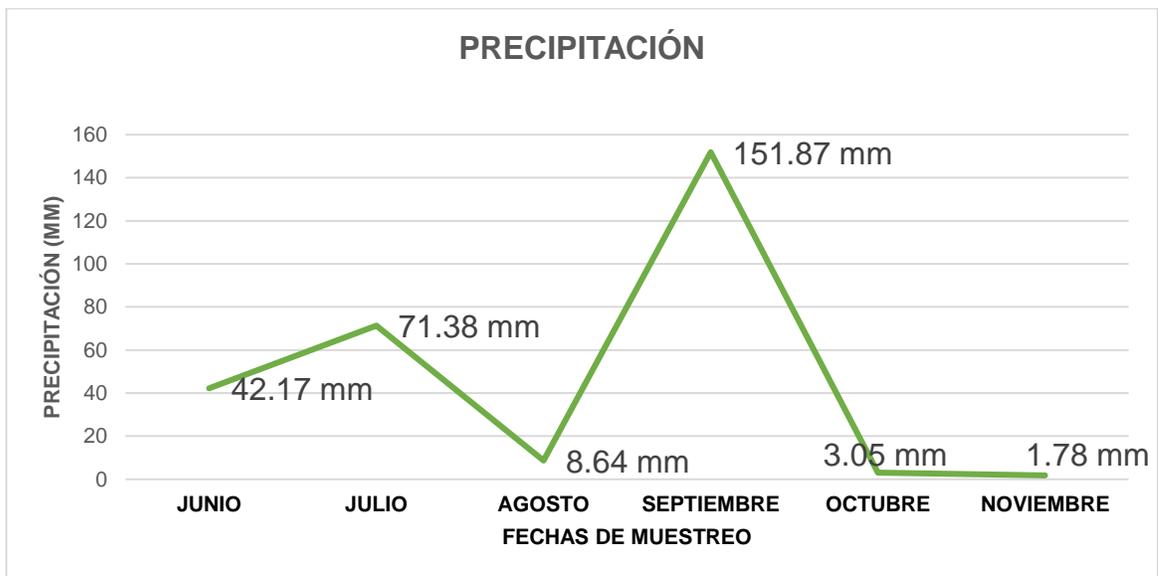
GRÁFICA 1 Tendencia de HPG (No. De huevos por gramo de heces) durante el periodo experimental en ambos tratamientos.

Hart, (2012); Gilleard, (2013) y Falzon, *et al.* (2013) reportan resistencia a Ivermectina y distintos productos comerciales, debido a modificaciones genéticas en los parásitos como consecuencia del uso excesivo de ellos. Martínez Ortiz de Motellano *et al.*, (2022) mencionan que los parásitos en refugio tienen los genes que adoptaron de sus padres, lo que simboliza que aquellos que recibieron genes susceptibles a los antihelmínticos los mantendrá intactos, pero los que recibieron genes resistentes a los antihelmínticos también los mantienen sus genes de resistencia. El uso de antihelmínticos será de utilidad en los hatos donde todavía hay parásitos susceptibles a dicho tratamiento.



GRÁFICA 2 Temperaturas promedio durante los meses de junio a noviembre Saltillo, Coahuila 2019.

Fuente: Página web 12.



GRÁFICA 3 Precipitación promedio durante los meses de junio a noviembre Saltillo, Coahuila 2019.

Fuente: Página web 12.

De acuerdo a la temperatura y precipitación durante los meses del experimento se presentó una condición adecuada para una mayor carga parasitaria en dichos meses, en donde la etapa de vida libre de los nemátodos gastrointestinales presentes en las heces de los animales y vegetación tiene una estacionalidad característica y solo pueden permanecer en la época de lluvia principalmente entre agosto y noviembre (Torres-Acosta *et al.*, 2021); Fiel y Nari, (2013) mencionan que la fase de eclosión y desarrollo de las larvas se acelera en forma lineal entre los 5°c a 35°c, temperatura ambiente.

V. CONCLUSIONES

1. La Ivermectina no tuvo efecto en el conteo de huevos de nemátodos gastrointestinales.
2. Durante el periodo experimental hubo momentos en que el grupo de animales con Ivermectina tuvo menor carga de huevos por gramo de heces de nemátodos gastrointestinales. Aparentemente el efecto antihelmíntico fue solamente durante el primer mes del tratamiento.
3. El PCV fue mejor en el grupo de cabras que no recibieron la dosis de Ivermectina.

VI. LITERATURA CITADA

Abbott, E. M., Parkins, J. J., Holmos, P. H. 1988. Influence of dietary protein on the pathophysiology of haemonchosis in lambs given continuous infections. *Revista Res. Vet. Sci.* Volumen (45): Pp 41–49.

Aguilar, C. A. J., Cámara, S. R., Torres, A. F. J., Sandoval, C. C. 2011. El control de los nemátodos gastrointestinales en caprinos: ¿Dónde estamos? *Revista Bioagrocencias.* Volumen (4): 10 p.

Aguilar-Caballero, A. J., Torres-Acosta, J. F. J. 2006. ¿Nuevos paradigmas sobre el Control de los Nemátodos Gastrointestinales en Caprinos? In: XXI Reunión Nacional sobre Caprinocultura, AMPCA. A.C. Toluca, México.

Aguilar-Caballero, A. J., Torres-Acosta, J. F. J., Cámara Sarmiento, R., Hoste, H., Sandoval-Castro, C. A. 2008. Inmunidad contra los nematodos gastrointestinales: la historia caprina. *Revista. Tropical and Subtropical Agroecosystems.* Volumen. (9): Pp 73-82.

Aguilar-Caballero, A. J., Torres-Acosta, J. F., Vera-Ayala, C. E., Espana-Espana, E. 2002. Long and short term supplementary feeding and the resilience of browsing Criollo goats to gastrointestinal nematodes. In: *Proceedings of the International Conference: “Responding to the increasing global demand for animal products”*, British Society of Animal Science, Mérida, México. Pp 213–214.

Aguirre-Serrano, A. M., Ojeda-Robertos, N. F., González-Garduño, R., Peralta-Torres, J. A., Luna-Palomera, C., Torres-Acosta, J. F. J. 2020. Influence of

litter size at birth and weaning on the proportion of Pelibuey ewes treated with an anthelmintic in a targeted selective scheme in the hot humid tropics. *Revista Small ruminant research*. Volumen (184): p 106049.

Arsenos, G., Fortomaris, P., Papadopoulos, E., Sotiraki, S., Stamataris, C., Zygoyiannis, D. 2009. Growth and meat quality of kids of indigenous Greek goats (*Capra prisca*) as influenced by dietary protein and gastrointestinal nematode challenge. *Revista Meat science*. Volumen (82): Pp 317–323.

Balic, A., Bowles, V. M., Meeusen, E. N. T. 2000. The immunobiology of gastrointestinal nematode infections in ruminants. *Revista. Advances in parasitology*. Volumen (45): Pp 181-241.

Balic, A., Bowles, V. M., Meeusen, E. N. T. 2002. Mechanisms of immunity to *Haemonchus contortus* infection in sheep. *Revista Parasite immunol*. Volumen (24): Pp 39-46.

Barger, I. A., Siale, K., Banks, D. J. D., Le Jambre, L. F. 1994. Rotational grazing for control of gastrointestinal nematodes of goats in a wet tropical environment. *Revista Veterinary parasitology*. Volumen (53): Pp 109–116.

Barrera, O. T., Sagarnaga, L. M., Salas, J. M., Leos, J. A., Santos, R. 2018. Viabilidad económica y financiera de la ganadería caprina extensiva en San Luis Potosí, México. *Revista Mundo agrario*. Volumen (19): 21 p.

Bengone-Ndong, T., Alvinerie, M. 2004. Macrolides antiparasitaires: propriétés pharmacologiques générales et recommandations d'usage dans le contexte

vétérinaire africain. Revista. Elev. Med. Vet. Pays Trop. Volumen (57): Pp 49-58.

Blackburn, H. D., Rocha, J. L., Figueiredo, E. P., Berna, M. E., Vieira, L. S., Cavalcante, A. R., Rosa, J. S. 1991. Interaction of parasitism and nutrition and their effects on production and clinical parameters in goats. Revista Vet. Parasitol. Volumen (40): Pp 99–112.

Bowman, D. D. 2004. Parasitología para veterinarios de Georgis. Ed. Elsevier, España.

Bowman, D. D. 2014. Georgis' Parasitology for veterinarians, 10th edn. Elsevier, Missouri USA, 477 p.

Brunet, S., Martínez-Ortiz de Montellano, C., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Aguilar-Caballero, A. J., Capetillo-Leal, C., Hoste, H. 2008. Effect of the consumption of *Lysiloma latisiliquum* on the larval establishment of gastrointestinal nematodes in goats. Revista Veterinary parasitology. Volumen (157): Pp 81–88.

Chan-Pérez, J. I., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Castañeda-Ramírez, G. S., Vilarem, G., Mathieu, C., Hoste, H. 2017. Susceptibility of ten haemonchus contortus isolates from different geographical origins towards acetone:water extracts of polyphenol-rich plants. Part 2: Infective L3 larvae. Revista Veterinary parasitology. Volumen (240): Pp 11– 16.

Chan-Pérez, J. I., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Hoste, H., Castañeda-Ramírez, G. S., Vilarem, G., Mathieu, C. 2016. In vitro

susceptibility of ten *Haemonchus contortus* isolates from different geographical origins towards acetone:water extracts of two tannin rich plants. *Revista Veterinary parasitology*. Volumen (217): Pp 53–60.

Coop, R. L., Holmes, P. H. 1996. Nutrition and parasite interaction. *Revista Int. J. Parasitol.* Volumen (26): Pp 951–962.

Craig, T. M. 2009. Helminth parasites of the ruminant gastrointestinal tract. Editorial Saunders-Elsevier. Edition 5^a. City St Louis. Pp 84-6.

Craig, T. M. 2018. Gastrointestinal nematodes, diagnosis and control. *Revista Veterinary clinics of North America: Food anim practice*. Volumen (34): Pp 185–199.

Datta, F. U., Nolan, J. V., Rowe, J. B., Gray, G. D., 1998. Protein supplementation improves the performance of parasitised sheep fed a straw-based diet. *Revista Int. J. for Parasitol.* Volume (28): Pp 1269-1278.

De Veer, M. J., Kemp, J. M., Meeusen, E. N. T. 2007. The innate host defence against nematode parasites. *Revista parasite Immunology*. Volumen (29): Pp 1-9.

Demessie, Y., Seyoum, Z., Getnet, K., Yitbarek, D. 2016. Anthelmintics resistance against gastrointestinal nematodes of sheep: a review. *Revista WJAS*. Volumen (12): 245–253.

- Devi, T., Muthuramalingam, T., Tensingh-Gnanaraj, P., Bino-Sundar, S. T, Saravana-Pandian, S. A., Jemimah, R. 2019.** Rotational grazing pasture management system in sheep in Tamil Nadu to gain better bodyweight through the control of nematodes. Revista. Journal of animal research. Volumen (9): Pp 495-497.
- Dobson, H., Fergani, C., Routly, J. E., Smith, R. F. 2012.** Effects of stress on reproduction in ewes. Revista. Animal reproduction science. Volumen (130): Pp 135–140.
- Echavarría, F. G., Gutiérrez, R., Ledesma, R. I., Bañuelos, R., Aguilera, J. I., Serna, A. 2006.** Influence of small ruminant grazing systems in a semiarid range in the State of Zacatecas Mexico: I Native vegetation. Revista técnica pecuaria en México. Volumen (44): Pp 203-217.
- Espinal, C., Martínez, H., Amézquita, J. 2006.** La cadena de ovinos y caprinos en Colombia. Editorial Ministerio de agricultura y desarrollo rural-minagricultura. Edición documento de trabajo No. 125. Ciudad Bogotá. Pp 1-20.
- Estrada-Reyes, Z. M., Tsukahara, Y., Amadeu, R. R., Goetsch, A. L., Gipson, T. A., Sahlu, T., Puchala, R., Mateescu, R. G. 2019.** Signatures of selection for resistance to haemonchus contortus in sheep and goats. Revista BMC Genomics. Volumen (20): Pp 1-14.
- Estrada-Reyes, Z., López-Arellano, M. E., Torres-Acosta, F., López-Reyes, A., Lagunas- Martínez, A., Mendoza-de-Gives, P. 2017.** Cytokine and antioxidant gene profiles from peripheral blood mononuclear cells of pelibuey lambs after

Haemonchus contortus infection. Revista Parasite immunology. Volumen (39): Pp 1-13.

Falzon, L. C., Menzies, P. I., Shakya, K. P., Jones-Bitton, A., Vanleeuwen, J., Avula, J., Stewart, H., Jansen, J. T., Taylor, M. A., Learmount, J., Peregrine, A. S. 2013. Anthelmintic resistance in sheep flocks in Ontario, Canada. Revista Veterinary parasitology. Volumen (193): Pp 150–162.

FAO. 2003. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Resistencia a los antiparasitarios: estado actual con énfasis en América Latina. Roma: Dirección de Producción y Sanidad Animal.

Fiel, C., Nari, A. 2013. Enfermedades Parasitarias de Importancia Clínica y productiva en rumiantes. Editorial. Hemisferio sur. Edición. 1. Montevideo, Hemisferio Sur, 752 p.

Gárate-Gallardo, L., Torres-Acosta, J. F. J., Aguilar-Caballero, A. J., Sandoval-Castro, C. A., Cámara-Sarmiento, R., Canul-Ku, H. L. 2015. Comparing different maize supplementation strategies to improve resilience and resistance against gastrointestinal nematode infections in browsing goats. Revista parasite. Volumen (22): 19 p.

Gibson, T. E., Parfitt, J. W. 1972. The effect of age on the development by sheep of resistance to trichostrongylus colubriformis. Revista Research in veterinary science. Volumen (13): Pp 529-35.

- Gilleard, J. S. 2013.** Haemonchus contortus as a paradigm and model to study anthelmintic drug resistance. Revista Parasitology. Volumen (140): Pp 1506–1522.
- González-Pech, P. G., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Tun-Garrido, J. 2015.** Feeding behavior of sheep and goats in a deciduous tropical forest during the dry season: The same menu consumed differently. Revista Small ruminant research. Volumen (133): Pp 128–134.
- Greer, A. W., Kenyon, F., Bartley, D. J., Jackson, E. B., Gordon, Y., Donnan, A. A., McBean, D. W., Jackson, F. 2009.** Development and field evaluation of a decision support model for anthelmintic treatments as part of a targeted selective treatment (TST) regime in lambs. Revista Vet. Parasitol. Volumen (164): Pp 12–20.
- Gupta, R. C. 2007.** Veterinary Toxicology. Basic and clinical principles. Ed. Academic Press, USA.
- Gutiérrez-Segura, I., Torres-Acosta, J. F. J., Aguilar-Caballero, A. J., Cob-Galera, L., May-Martínez, M., Sandoval-Castro, C. 2003.** Supplementation can improve resilience and resistance of browsing criollo kids against nematode infections during the wet season. Revista tropical and subtropical agroecosystems. Volumen (3): Pp 537–540.
- Habela, M., Sevilla, R. G., Corchero, E., Fruto, J. M., Peña, J. O. 2002.** Nematodosis gastrointestinales en ovino. Revista ResearchGate mundo ganadero. 7 p.

- Hart, H. E., Morpew, M. R., Bartley, J. D., Millares, P., Wolf, T. B., Brophy, M. P., Hamilton, V. J. 2012.** The soluble proteome phenotypes of ivermectin resistant and ivermectin susceptible *Haemonchus contortus* females compared. *Revista Veterinary parasitology*. Volumen (190): Pp 104-113.
- Herrera, L., Ríos, L., Zapata, R. 2013.** Frecuencia de infección por nemátodos gastrointestinales en ovinos y caprinos de cinco municipios de Antioquia. *Revista MVZ Córdoba*. Volumen (18): Pp 3851-3860.
- Holden-Dye, L., Walker, R. J. 2014.** Anthelmintic drugs and nematicides: studies in *Caenorhabditis elegans*. Editorial In: *The C. elegans Research Community*. Edición WormBook.
- Hoste, H., Torres-Acosta, J. F. J., Paolini, V., Aguilar-Caballero, A. J., Etter, E., Lefrileux, Y., Chartier, C., Broqua, C. 2005.** Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. *Revista Small ruminant research*. Volumen (60): Pp 141–151.
- Hoste, H., Torres-Acosta, J. F. J., Quijada, J., Chan-Pérez, I., Dakheel, M. M., Kommuru, D. S., Mueller-Harvey, I., Terrill, T.H. 2016.** Interactions between nutrition and infections with *Haemonchus contortus* and related gastrointestinal nematodes in small ruminants. *Revista Advances in parasitology*. Volumen (93): Pp 239–351.
- Houdijk, J. G. M., Kyriazakis, I., Jackson, F., Huntley J. F., Coop, R. L. 2000.** Can an increased intake of metabolisable protein affect the periparturient relaxation in immunity against *Teladorsagia circumcincta* in sheep. *Revista Vet. Parasitol.* Volumen (91): Pp 43–62.

- IICA. 2015.** Carne Ovina. Caracterización del valor nutricional de alimentos. PROCITUR, IICA, Montevideo, Uruguay: Pp 158-169.
- Jabbar, A., Iqbal, Z., Kerboeuf, D., Muhammad, G., Khan, M. N., Afaq, M. 2006.** Anthelmintic resistance; the state of play revisited. Revista Ciencias. Volumen (79): Pp 2413–2431.
- Jackson, F., Varady, M., Bartley, D. J. 2012.** Managing anthelmintic resistance in goats – can we learn lessons from sheep? Revista. Small rumin. Volumen (103): Pp 3–9.
- Kaplan, R. M., Burke, J. M., Terrill, T. H., Miller, J. E., Getz, W. R., Mobini, S., Valencia, E., Williams, M. J., Williamson, L. H., Larsen, M., Vatta., A. F. 2004.** Validation of the FAMACHA© eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. Revista Veterinary parasitology. Volumen (123): Pp 105-120.
- Keegan, J. D., Good, B., Hanrahan, J. P., Lynch C., Waal, T., Keane, O. M., 2018.** Live weight as a basis for targeted selective treatment of lambs post-weaning. Revista Vet. Parasitol. Volumen (258): Pp 8-13.
- Kenyon, F., McBean, D., Greer, A. W., Burgess, G. S., Morrison, A. A., Bartley, D. J., Bartley, Y., Devin, L., Nath, M., Jackson, F. 2013.** A comparative study of the effects of four treatment regimes on ivermectin efficacy, body weight and pasture contamination in lambs naturally infected with gastrointestinal nematodes in Scotland. Revista Int. J. for parasitol: Drugs and drug resistance. Volumen (3): Pp 77-84.

Knox, M. R., Torres-Acosta, J. F. J., Aguilar-Caballero, A. J. 2006. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. *Revista Vet. Parasitol.* Volumen (139): Pp 385-393.

Kotze, A. C., Prichard, R. K. 2016. Anthelmintic Resistance in *Haemonchus contortus*. History, Mechanisms and Diagnosis. *Revista Advances in Parasitology.* Volumen (93): Pp 397-428.

Kruskal Wallis, SAS (Statistical Analysis System). 2002. (SAS Institute Inc.). User's Guide Statistics Version 9.1.for Windows. SAS Inc. Cary, NC. USA.

Lanusse, C. E., Alvarez, L. I., Lifschitz, A. L. 2016. Gaining insights into the pharmacology of anthelmintics using *Haemonchus contortus* as model nematode. *Revista advances in parasitology.* Volumen (93): Pp 465–518.

Lapage, G. 1984. *Parasitología veterinaria.* 9ª ed. México, Continental, 864 p.

López-Ruvalcaba, O. A., González-Garduño, R., Osorio-Arce, M. M., Aranda-Ibañez, A., Díaz-Rivera, P. 2013. Cargas y especies prevalentes de nemátodos gastrointestinales en ovinos de pelo destinados al abasto. *Revista Mexicana de ciencias Pecuarias.* Volumen (4): Pp 223-234.

Márquez, D. 2003. Resistencia a los antihelmínticos: origen, desarrollo y control. *Revista Corpoica.* Volumen (4): Pp 55-71.

- Martin, R. J. 1993.** Neuromuscular transmission in nematode parasites and antinematodal drug action. *Revista. Pharmacology y therapeutics.* Volumen. (58): Pp 13-50.
- Martínez Ortiz de Montellano, C., Torres Acosta, J. F. J., Ojeda Robertos, N. F., González Reyes, L., Muñoz Marín, S. A. 2022.** Manejo Integrado de Parásitos en Pequeños Rumiantes. *Revista Bioagrocencias.* Volumen (15): Pp 1-10.
- Mavrot, F., Hertzberg, H., Torgerson, P. 2015.** Effect of gastro-intestinal nematode infection on sheep performance: a systematic review and meta-analysis. *Revista Parasites & vectors.* Volumen (8): Pp 11, 557.
- Maza-López, J., Pacheco-Armenta, M. J., Reyes-Guerrero, D. E., Olmedo-Juárez, A., González-Garduño, R., Olazarán-Jenkins, S., López-Arellano, M. E. 2020.** Immune response related to pelibuey sheep naturally infected with gastrointestinal nematodes in a tropical region of México. *Revista Veterinary parasitology regional studies and reports.* Volumen (21): Pp 23, 100422.
- Meeusen, E. N. T., Balic, A., Bowles, V. 2005.** Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. *Revista Veterinary immunology.* Volumen (108): Pp 121–125.
- Miller, J. E., Horohov, D. W. 2006.** Immunological aspects of nematode parasite control in sheep. *Revista Journal animal science.* Volumen (84): Pp 124– 132.
- Mondragón-Ancelmo, J., Olmedo-Juárez, A., Reyes-Guerrero, D. E., Ramírez-Vargas, G., Ariza-Román, A. E., López-Arellano, M. E. 2019.** Detection of gastrointestinal nematode populations resistant to albendazole and ivermectin in sheep. *Revista Animals.* Volumen (9): P 775.

- Moreno, B., Collantes-Fernandez, E., Villa, A., Navarro, A., Regidor-Cerrillo, J., Ortega-Mora, L. M. 2012.** Occurrence of *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* infections in ovine and caprine abortions. *Revista Vet. Parasitol.* Volumen (187): Pp 312–318.
- Mphahlele, M., Molefe, N., Tsotetsi-Khambule, A., Oriel, T. 2019.** Anthelmintic resistance in livestock. In: *Helminthiasis*, IntechOpen.
- Nabukenya, I., Rubaire-Akiiki, C., Olila, D., Muhangi, D., Höglund, J. 2014.** Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes in goats and evaluation of FAMACHA diagnostic marker in Uganda. *Revista Veterinary parasitology.* Volumen (205): Pp 666-75.
- Niezen, J. H., Waghorn, T. S., Charlestone, W. A. G., Waghorn, G. C. 1995.** Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing either lucerne (*Medicago sativa*) or sulla (*Hedysarum coronarium*) which contains condensed tannins. *Revista J. Agric. Sci. Camb.* Volumen (125): Pp 281–289.
- Olivas-Salazar, R., Aguilar-Caballero, A. J., Estrada-Angulo, A., Mellado, M., Castro-Pérez, B. I., Ruiz-Zárate, F., Gutiérrez-Blanco, E. 2019.** Factors associated to gastrointestinal nematodes infections in dairy goats grazing on semi-arid rangelands of northeastern México. *Revista Tropical and subtropical agroecosystems.* Volumen (22): Pp 585-594.
- Papadopoulos, E., Mavrogianni, V. S., Mitsoura, A., Ptochos, S., Spanos, S. A., Fthenakis, G. C. 2013.** Potential association between trematode infections and development of pregnancy toxæmia in sheep. *Revista. Helminthologia.* Volumen (50): Pp 161–166.
- Parkins, J. J., Holmes, P. H. 1989.** Effects of gastrointestinal helminth parasites on ruminant nutrition. *Revista Nutr. Res.* Volumen (2): Pp 227–246.

- Pérez-Pérez, C., Hernández-Villegas, M. M., De La Cruz-Burelo, P., Hernández-Bolio, G. I., Bolio-López, G. I. 2014.** In vitro anthelmintic effect of methanolic leaf extract of *Gliricidia sepium* against gastrointestinal nematodes of sheep. *Revista Tropical and subtropical agroecosystems*. Volumen (17): Pp 105–111.
- Pomroy, W. E., Charleston, W. A. G. 1989.** Failure of young goats to acquire resistance to *Haemonchus contortus*. *Revista New zealand veterinary journal*. Volumen (37): Pp 23- 26.
- Ramírez, R. G., Rodríguez, A., Flores, A., Carlos, L. J., García, G. J. 1990.** Botanical composition of diets selected by range goats in northeastern México. *Revista Small rum res*. Volumen (3): Pp 97-107.
- Retama-Flores, C., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Aguilar-Caballero, A. J., Cámara-Sarmiento, R., Canul-Ku, H. L. 2012.** Maize supplementation of Pelibuey sheep in a silvopastoral system: fodder selection, nutrient intake and resilience against gastrointestinal nematodes. *Revista Animal*. Volumen (6): Pp 145–153.
- Roeber, F., Aaron, R. J., Robin, B. G. 2013.** Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance - an Australian perspective. *Revista. Parasites & Vectors*. Volumen. (6): P 153.
- Rossanigo, A. C., Page, W. 2017.** Evaluación de FAMACHA en el control de nemátodos gastrointestinales en cabras de San Luis (Argentina). *Revista de Investigaciones agropecuarias*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Volumen (43): Pp 239-246.
- Schallig, H. D. F. H. 2000.** Immunological responses of sheep to *Haemonchus contortus*. *Revista Parasitol*. Volumen (120): Pp 63–72.

- Selemon, M. 2018.** Review on Control of *Haemonchus contortus* in sheep and goat. Revista Journal of veterinary medicine res. Volumen (5): 8 p 1139.
- Shoop, W. L., Mrozik, H., Fisher, M. H. 1995.** Structure and activity of avermectins and milbemycins in animal health. Revista. Veterinary parasitology. Volumen (59): Pp 139-156.
- Simpson, H. V. 2000.** Pathophysiology of abomasal parasitism: Is the host or parasite responsible? Revista The veterinary journal. Volumen (160): Pp 177-191.
- Soca, M., Roque, E., Soca, M. 2005.** Epizootiología de los nemátodos gastrointestinales de los bovinos jóvenes. Revista Biology pastos y forrajes. Volumen (28): Pp 175-185.
- Soto-Barrientos, N., Chan-Pérez, J. I., España-España, E., Novelo-Chi, L. K., Palma-Ávila, I., Ceballos-Mendoza, A. C., Sarabia-Hernández, J. A., Santos-Ricalde, R. H., Cámara-Sarmiento, R., Torres-Acosta, J. F. J. 2018.** Comparing body condition score and FAMACHA© to identify hair-sheep ewes with high faecal egg counts of gastrointestinal nematodes in farms under hot tropical conditions. Revista Small ruminant research. Volumen (167): Pp 92–99.
- Soulsby, E. J. L. 1987.** Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 7ª ed. México, Interamericana, 823p.
- Suárez, V. H., Olaechea, F. V., Rossanigo, C. E., Romero, J. R. 2007.** Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América. Anguil, INTA, 296 p.
- Taylor, M. A., Coop, R. L., Wall, R. L. 2007.** Veterinary parasitology, 3rd edn. Blackwell, Oxford, pp. 874.

- Torres-Acosta, J. F. J., Aguilar-Caballero, A. J. 2005b.** Epidemiología, prevención y control de nemátodos gastrointestinales en rumiantes. En: Rodríguez-Vivas, R.I., Enfermedades de importancia económica en los animales domésticos. McGraw-Hill. México. Pp 145-167.
- Torres-Acosta, J. F. J., Jacobs, D. E., Aguilar-Caballero, A. J., Sandoval-Castro, C., May-Martínez, M., Cob-Galera, L. A. 2004.** The effect of supplementary feeding on the resilience and resistance of browsing Criollo kids against natural gastrointestinal nematode infections during the rainy season in tropical México. Revista. Veterinary parasitology. Volumen (124): Pp 217– 238.
- Torres-Acosta, J. F. J., Jacobs, D. E., Aguilar-Caballero, A. J., Sandoval-Castro, C., Cob-Galera, L. A., May-Martínez, M. 2006.** Improving resilience against natural gastrointestinal nematode infections in browsing kids during the dry season in tropical México. Revista. Veterinary parasitology. Volumen (135): Pp 163–173.
- Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., González-Pech, P. G., Mancilla-Montelongo, M. G., Ortega-Pacheco, A., Aguilar-Caballero, A. J., Santos-Ricalde, R. H., Sarmiento-Franco, L. A., Ramos-Bruno, E., Torres-Fajardo, R. A., Méndez-Ortíz, F. A. 2021.** Interacción entre la nutrición y los nemátodos gastrointestinales en pequeños rumiantes pastoreando la selva baja caducifolia contribuciones de la fmvz-uady. Revista. Tropical and subtropical agroecosystems. Volumen (24): Pp 6,127.
- Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Hoste, H., Aguilar-Caballero, A. J., Cámara-Sarmiento, R., Alonso-Díaz., M. A. 2012.** Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes under hot humid and subhumid tropical conditions. Revista Small ruminant res. Volumen (103): Pp 28-40.

- Torres-Acosta, J. F., Aguilar-Caballero, A. J. 2005a.** Control, Prevención y erradicación de la nematodiasis gastrointestinal en rumiantes. In: Rodríguez, V.I., Cob, G.L. Enfermedades de importancia económica en mamíferos domésticos. McGraw-Hill. Pp 161-176.
- Torres-Fajardo, R. A., Navarro-Alberto, J. A., Ventura-Cordero, J., González-Pech, P. G., Sandoval-Castro, C. A., Chan-Pérez, J. I., Torres-Acosta, J. F. J. 2019.** Intake and selection of goats grazing heterogeneous vegetation: Effect of gastrointestinal nematodes and condensed tannins. *Revista rangeland ecology & management*. Volumen (72): Pp 946–953.
- Traversa, D., Von Samson-Himmelstjerna, G. 2016.** Anthelmintic resistance in sheep gastro-intestinal strongyles in Europe. *Revista Small ruminant research*. Volumen (135): Pp 75-80.
- Van Houtert, M. F. J., and Sykes, A. R. 1996.** Implications of nutrition for the ability of ruminants to withstand gastrointestinal nematode infections. *Revista Int. J. Parasitol.* Volumen (26): Pp 1151–1167.
- Van Houtert, M. F. J., Barger, I. A., Acero, J. W., Windon, R. G., Esmeril, D. L. 1995.** Effects of dietary protein intake on responses of young sheep to infection with *Trichostrongylus colubriformis*. *Revista Vet. Parasitol.* Volumen (56): Pp 163–180.
- Van Wyk, J. A., Bath, G. F. 2002.** The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Revista Vet Res.* Volumen (33): Pp509-29.
- Vatta, A. F., Letty, B. A., Van der Linde, M. J., Van Wijk, E. F., Hansen, J. W., Krecek, R. C. 2001.** Testing for clinical anaemia caused by *Haemonchus* spp.

in goats farmed under resource-poor conditions in South Africa using an eye colour chart developed for sheep. *Revista Vet parasitol.* Volumen 99: Pp 1-14.

Ventura-Cordero, J., González-Pech, P. G., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Tun-Garrido, J. 2017. Sheep and goat browsing a tropical deciduous forest during the rainy season: why does similar plant species consumption result in different nutrient intake? *Revista Animal production science.* Volumen (59): Pp 66–72.

Vlassoff, A., Bisset, S. A., McMurtry, L. W. 1999. Faecal egg counts in Angora goats following natural or experimental challenge with nematode parasites: within flock variability and repeatabilities. *Revista Vet. Parasitol.* Volumen (84): Pp 113- 123.

Yimer, A., Birhan, E. 2016. Prevalence and Identification of Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants in Northern Ethiopia. *Revista East J. of scient. Res.* Volumen (24): Pp 2602-2608.

Zajickova, M., Nguyen, L., Skálová, L., Raisová, S., Matoušková, P. 2020. Anthelmintics in the future: current trends in the discovery and development of new drugs against gastrointestinal nematodes. *Revista Drug discovery today.* Volumen (25): Pp 430–437.

CONSULTAS EN PÁGINAS WEB

Página web 1. <http://www.nuestro-mexico.com/Coahuila-de-Zaragoza/Saltillo/Agua-Nueva/>. (31, octubre, 2022).

Página web 2. <https://mexico.pueblosamerica.com/i/agua-nueva/> (31, octubre, 2022).

Página web 3. <https://paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-coahuila-de-zaragoza/vegetacion-coahuila.html> (31, octubre, 2022).

Página web 4. http://www.elclima.com.mx/ubicacion_y_clima_de_saltillo.htm (11, agosto, 2022).

Página web 5. <http://www.coahuila.gob.mx>. (11, julio, 2022).

Página web 6. [https://zoovetesmipasion.com/ovinos/enfermedades-ovinas/parasitos-en-ovinos/#Parasitos en Ovinos](https://zoovetesmipasion.com/ovinos/enfermedades-ovinas/parasitos-en-ovinos/#Parasitos_en_Ovinos) (11, julio, 2022).

Página web 7.
https://www.google.com.mx/search?q=precipitaci%C3%B3n+anual+promedio+en+saltillo%2C+coahuila+&sxsrf=ALiCzsYh4GwmVk0JL_CN7z01a9wML33rsA%3A1660237246142&ei=vjX1YvGmCNyykvQP8bqlgA8&ved=0ahUKEwjx_bHaob_5AhVcmYQIHXFdCfAQ4dUDCA4&uact=5&oq=precipitaci%C3%B3n+anual+promedio+en+saltillo%2C+coahuila+&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAMyBQghEKABMgUIIRCgAToHCAAQRxCwAzoECCMQJzoECAAQQzoKCAAQsQMQgwEQQzoFCAAQgAQ6CAgAEIAEELEDOgOlABCABBCHAhAUOgsIABCABBcXAxCDAToLCC4QgAQQsQMQ1AI6CwguELEDEIMBENQCOgclABDJAxBD0g0IABCABBCHAhCxAxAUOgclABCxAxBDOggIABCABBDJAzoGCAAQHhAWOgkIABAeEMkDEBY6CAghEB4QFhAdOgclIRCgARAKSgQIQR

gASgQIRhgAUPozWPTKAWDm2AFoB3ABeACAAawBiAHNM5IBBDAuNTOYAQCgAQHIAQjAAQE&scient=gws-wiz (11, agosto, 2022).

Página web 8. Condición corporal en ovinos. <https://www.agrositio.com.ar/noticia/62154-condicion-corporal-en-ovinos> (30, octubre, 2022).

Página web 9. FAMACHA© control de Haemonchosis en caprinos. Agronomía Mesoamericana. <http://www.latindex.ucr.ac.cr/> (30, octubre, 2022).

Página web 10. [Caprinos | Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal \(edomex.gob.mx\)](http://www.edomex.gob.mx) (11, julio, 2022).

Página web 11. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/655389/Inventario_2020_caprino.pdf (05, julio, 2022).

Página web 12. <https://www.tutiempo.net/clima/06-2019/ws-763900.html> (11, agosto, 2022).