

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



Producción láctea de cabras pastoreadas extensivamente sometidas a una suplementación y desparasitación para el control de nematodos gastrointestinales

POR:

CLAUDIA ELIZABETH SOSA CABRAL

Tesis

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:
Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

Buenavista, Saltillo, Coahuila México

Junio de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Producción láctea de cabras pastoreadas extensivamente
sometidas a suplementación y desparasitación para el control de
nematodos gastrointestinales

POR:

CLAUDIA ELIZABETH SOSA CABRAL

TESIS

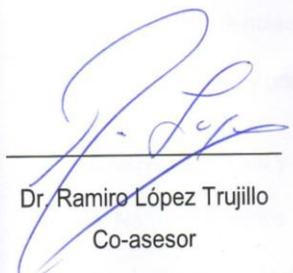
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO
DE

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

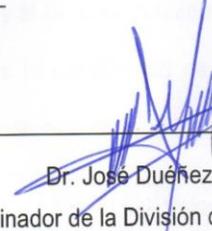
Aprobada por:



Dr. Fernando Ruíz Zárate
Asesor Principal



Dr. Ramiro López Trujillo
Co-asesor



Dr. José Duñez Alanís,
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila México. Junio de 2019.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por el don de la vida, por la oportunidad de vivirla plenamente y cada una de las maravillas que me regala día a día.

A las personas que más amo en este mundo, mis padres. Esas personas maravillosas que siempre han creído en mí a pesar de los tropiezos y que gracias a su esfuerzo constante jamás han dejado que este barco se hunda. Por su apoyo tanto moral como económico, por no dudar ni un solo instante que podría lograrlo, por estar siempre pendiente de mí en todo momento. Los amo.

A mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro quien me vio crecer a lo largo de estos cuatro años y me dio la dicha de cumplir un logro más en mi vida, porque mi “Alma Terra Mater” me ha hecho Buitre por siempre.

Al Dr. Fernando Ruiz Zarate por el apoyo que me ha brindado, por todo el conocimiento adquirido y por alentarme a seguir adelante. Muchas gracias.

A la maestra en ciencias Raquel Olivas Salazar y al Dr. Ramiro López Trujillo por su apoyo constante y por creer en mí. Gracias.

Al Sr. Gustavo Encino y al Sr. Delfino quien sin dudar creyeron en los estudiantes de la Narro, dándonos la oportunidad de trabajar a su lado aportándonos su conocimiento adquirido en campo y por estar siempre en la mejor disposición.

A mis amigos Everardo Solís Solís, Valeria Andrade Mendiola, Jorge Artemio Maldonado Saucedo, Sonia Gaona García, Berenice González Sandoval y Nelda

Guadalupe Puente Belmares porque ellos me enseñaron que los verdaderos amigos están en las buenas, pero sobre todo en las malas, por ser leales en cada momento y por cada experiencia, agradezco todo lo que me han enseñado, sé que las buenas amistades llegan lejos, saben que los llevare en mi corazón sin importar lo que nos depare el destino.

Y a todas aquellas personas que creyeron en mí fielmente gracias. Muchas gracias.

DEDICATORIA

A mis padres Juan Antonio Sosa Rangel y Juana Cabral Enríquez que gracias a ellos puedo cumplir una más de mis metas, enseñándome que la voluntad va más allá que cualquier fuerza, que el amor y la dedicación pueden cumplir cualquier cosa que desee.

A mi novio Luis Francisco Valdés Solís quien me alienta diariamente a seguir adelante, quien a pesar de las adversidades se ha mantenido firme a mi lado a lo largo de mi carrera incondicionalmente brindándome su apoyo. Te amo.

A mis primos:

Dariel, Violeta, Checo y Aldo por ir siempre de mi mano porque en conjunto han creído en mí para llegar hasta donde estoy, por su tiempo y disposición de involucrarse y aprender un poquito de lo que tanto me apasiona.

A mis tíos:

Leticia Sosa, Socorro Cabral, María Cabral y Jaime Sosa por estar siempre al pendiente de mí y por su apoyo constante.

RESUMEN

Evaluar durante 192 días 4 tratamientos y la producción de leche de cabras en pastoreo extensivo en un periodo de 109 días desde el inicio de la lactancia, en un hato ubicado en el ejido Agua Nueva, municipio de Saltillo, Coahuila (101°09'N y 25°19'O). 40 cabras encastadas de razas lecheras europeas y Bóer fueron distribuidas en cuatro grupos: 1. Con suplemento (500 g d⁻¹ anim⁻¹) y con un antihelmíntico (Ivermectina, 0.5 ml por cada 50 kg de PV), 2. Con suplemento y sin antihelmíntico; 3. Sin suplemento y con antihelmíntico y 4. Sin suplemento y sin antihelmíntico. Se muestrearon cada mes aproximadamente: heces para analizar el número de huevos por gramo de heces (HPG), peso (kg) de las madres desde el parto para calcular incrementos de peso; producción de leche por medio del pesaje de las crías antes (09:00 h) y después de una hora de amamantamiento previa separación nocturna de las crías de sus madres; lectura FAMACHA[®], para estimar el grado de anemia del animal y condición corporal (CC). La producción de leche fue afectada (P<0.05) por los tratamientos con 829, 808, 767 y 606 g/d para los tratamientos 1, 2, 3 y 4; para HPG, hubo diferencia significativa (P<.05) entre tratamientos donde el tratamiento 2 (sin antihelmíntico y con suplementación) obtuvo carga parasitaria alta de 303 y el tratamiento 4 (sin antihelmíntico y sin suplemento obtuvo carga parasitaria de 264 mientras que el resto de los tratamientos tuvieron cargas parasitarias de 180 y 207 de HPG; de igual manera, los tratamientos afectaron (P<0.05) los incrementos de peso diario promedio de las cabras con 37, 47, 31 y 52 g para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente. No se detectaron diferencias estadísticas (P>0.05) para

FAMACHA[®] ni CC. Se concluyó que la suplementación y el antihelmíntico coadyuvaron en el control de la carga de nematodos gastrointestinales, a su vez favorecieron la producción láctea e incremento de peso de cabras en pastoreo extensivo.

Palabras clave: *Cabras, Leche, HPG, NGI, FAMACHA[®]*

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.2. HIPÓTESIS.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Nematodos gastrointestinales.....	4
2.2. Epidemiología.....	7
2.3. Uso de Antihelmínticos en el control de los NGI.....	8
2.3.1. Benzimidazoles.....	9
2.3.2. Imidazotiazoles.....	9
2.3.3. Lactonas macrocíclicas.....	10
2.4. La Resistencia Antihelmíntica (RA).....	11
2.5. Resiliencia.....	11
2.6. Refugio mínimo de nematodos gastrointestinales.....	11
2.7. Inmunidad animal contra los NGI.....	12
2.7.1. Inmunidad innata.....	14
2.7.2. Inmunidad adquirida.....	14
2.8. Factores que influyen en la expresión de la inmunidad.....	15
2.8.1. Edad y peso de los cabritos.....	15
2.8.2. Sexo.....	15
2.8.3. Relajación peripartal de la inmunidad.....	15
2.8.4. Alimentación.....	16
2.9. Producción de leche en cabras.....	17
2.10. Características de la leche de cabra.....	20
2.11. Densidad de la leche de cabra.....	21
2.12. Peso vivo de las crías.....	21
2.13. Influencia de la precipitación pluvial y temperatura ambiental.....	22

2.14. Condición corporal	24
2.15. Uso de la FAMACHA [®]	25
2.16. Técnica McMaster para el conteo de HPG	26
2.16.1. Carga parasitaria	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Localización del área de estudio	28
3.2. Clima y vegetación	28
3.3. Manejo general del rebaño	29
3.4. Tratamientos	30
3.5. Muestreos	31
3.5.1. Muestreo de heces y análisis de laboratorio	31
3.5.2. Condición corporal	32
3.5.3. FAMACHA [®]	32
3.5.4. Ganancia diaria de peso	32
3.6. Análisis estadístico	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Producción de leche	34
4.2. Conteo de HPG de NGI	36
4.3. Peso vivo de las cabras	39
4.4. Condición Corporal	41
4.5. FAMACHA [®]	42
V. CONCLUSIONES	43
VI. LITERATURA CITADA	44
VII. PÁGINAS WEB CITADAS	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Género y especie de nematodos gastrointestinales (NGI) que afectan principalmente a caprinos.....	6
Cuadro 2. Composición de los diferentes tratamientos a base de suplemento y antihelmíntico.....	30
Cuadro 3. Producción de leche (kg) de cabras a través de la diferencia de peso antes y después del amamantamiento de cabritos durante una hora (10:00-11:00 h) con dos niveles de antihelmíntico (con/sin) y dos niveles de suplementación (con/sin) en pastoreo extensivo.....	34
Cuadro 4. Numero de huevos por gramo de heces (HPG) mediante el conteo de carga parasitaria en cabras en pastoreo extensivo bajo un buen manejo en el cual se aplicaron 4 tratamientos con dos niveles de antihelmíntico (con/sin) y dos niveles de suplementación (con/sin).....	37
Cuadro 5. Incremento de peso promedio por día por animal en cabras en pastoreo extensivo con dos niveles de antihelmíntico (con/sin) y dos niveles de suplementación (con/sin).....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medición del pecho, ancas y columna para determinar la condición corporal en cabras.....	24
Figura 2. Coloración de la conjuntiva del ojo mediante la Carta FAMACHA [®] . (Bath <i>et al.</i> , 2001).	25
Figura 3. Conteo de huevos fecales en una prueba McMaster.	26
Figura 4. Temperatura (C°) y Precipitación (mm) media anual en el Ejido Agua Nueva municipio de Saltillo, Coahuila durante los meses de estudio (Octubre 2017 a Junio 2018).....	29
Figura 5 .Producción de leche estimada mediante la diferencia de pesos de cabritos mediante el amamantamiento durante una hora en cabras en pastoreo extensivo (con/sin) antihelmíntico y (con/sin) suplementación.	35
Figura 6. Número de huevos por gramo de heces (HPG) de nematodos gastrointestinales en cabras en pastoreo extensivo (con/sin) antihelmíntico y (con/sin) suplementación.	38
Figura 7. Peso vivo de las cabras en pastoreo extensivo (con/sin) antihelmíntico y (con/sin) suplementación.	40

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad México es uno de los países con mayor importancia económica en la producción de ganado caprino para el abastecimiento tanto de carne como de leche y de ciertos productos derivados. Sin embargo, son pequeños productores los que mantienen estos micro-hatos, siendo el sostén de muchas familias, esto ocasiona que la inversión de un rebaño caprino se vea afectada en relación a la infraestructura, manejo y mantenimiento de los animales con bajos recursos (Barger, 1996; Dynes *et al.*, 1998 citados por Dircio, 2015).

En México, el 64 % de la población caprina se concentra en sistemas de producción extensivos de las regiones áridas y semiáridas del norte del país, en estas regiones los hatos caprinos están formados en su mayor parte por animales que los productores llaman criollos (Maldonado *et al.*, 2017).

Los sistemas de producción, pertenecientes a los productores con bajos recursos económicos, son fuertemente dependientes del pastoreo en tierras comunales, tienen poca productividad y considerablemente contribuyen al sustento de los agricultores (Escareño *et al.*, 2011).

El pastoreo por sí solo no puede satisfacer las necesidades nutricionales de la cabra lechera, sobre todo en lactancia temprana ya que los pastos presentan a lo largo del año variaciones en cantidad y calidad nutricional (Maldonado *et al.*, 2017).

Desde el punto de vista económico y sanitario se tiene muy poca información sobre las enfermedades que afectan al ganado caprino, alterando drásticamente la producción (Aréchiga *et al.*, 2008).

Las pérdidas económicas se asocian principalmente con la presencia de nematodos gastrointestinales (NGI) y mala alimentación, dada que ésta depende principalmente del pastoreo. Siendo los principales factores que predominan en los rebaños caprinos y ovinos, ocasionando otro tipo de enfermedades secundarias (Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

En la actualidad la parasitosis provocada por NGI representan uno de los problemas sanitarios a nivel mundial y que afectan en forma continua al ganado, principalmente a los animales jóvenes en desarrollo, afectando negativamente su crecimiento y productividad. En los caprinos se disminuye en un 20-60 % la ganancia de peso y un 20 % la producción de leche. Los NGI son de las enfermedades más frecuentes y prevalentes en pequeñas especies, siendo de suma importancia ya que es uno de los principales factores que afectan severamente al rebaño caprino, ocasionando una rápida morbilidad y elevada mortalidad (Barger, 1996; Dynes *et al.*, 1998 citado por Dircio, 2015).

Por lo anterior se plantean los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la producción láctea con suplementación y la aplicación de un antihelmíntico en cabras extensivamente pastoreadas.

1.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el conteo de carga parasitaria (huevo por gramo de heces de NGI) mediante un examen coprológico.
- Evaluar físicamente la condición corporal y FAMACHA[®].
- Medir la producción de leche de cada cabra al inicio de la lactancia e incrementos de peso vivo.

1.2. HIPÓTESIS

Cabras pastoreadas en vegetación nativa con buen estado nutricional serán más inmunes a enfermedades, principalmente las parasitarias como es el caso de los NGI; de igual manera responderán las cabras que reciban tratamientos antihelmínticos mismas que mejorarán la producción de leche y por lo tanto la alimentación de sus crías.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Nematodos gastrointestinales

Los parásitos son organismos que viven a expensas de otros y les causan daño. En la industria pecuaria son un dolor de cabeza, especialmente para los productores, ya que los animales disminuyen drásticamente su potencial productivo. En pequeños rumiantes y particularmente en ovinos, existe una enorme variedad de parásitos pudiendo encontrárseles en casi en todos los sistemas del organismo, desde la piel e inclusive hasta en la sangre o en el cerebro. Dentro de los principales parásitos de los rumiantes destaca un grupo conocido como helmintos. Estos parásitos son gusanos que afectan a distintos órganos; principalmente al tracto gastrointestinal de los animales y son los agentes infecciosos más comunes no solo en rumiantes; sino también en los humanos y otros mamíferos (López-Arellano *et al.*, 2010).

La transmisión de nematodos gastrointestinales es por vía oral, infectándose los animales al ingerir el tercer estadio de los parásitos. El ciclo evolutivo es directo, con dos fases: una exógena y una endógena. En la fase exógena, los huevos de los nematodos salen junto con las heces del animal al ambiente y, dependiendo de una óptima temperatura (28 °C) y humedad relativa (80 %), eclosionan a la larva uno (L1) entre 24 y 30 horas, para posteriormente evolucionar a larva dos (L2) en aproximadamente 2 o 3 días; éstas sufren una segunda muda para transformarse

en larva tres (L3) o estadio infectante en 4 a 7 días, según las condiciones ambientales (Aguilar-Caballero *et al.*, 2011).

Las larvas infectantes se desarrollan óptimamente a temperaturas de alrededor de 22 a 26 °C, suspendiendo su evolución a menos de 9 °C. La larva L3 es activa y sube a los tallos y hojas de los pastos que sirven como alimento a los rumiantes, para de ese modo, infectarlos. En la fase endógena, la larva infectante muda en el rumen, al haber un incremento del pH abomasal, ocasionado por la secreción de la enzima leucino aminopeptidasa a través de las células neurosecretoras de la larva. La larva penetra al abomaso entre los 10 y 20 minutos después de haber sido ingerida en donde se transforma en larva cuatro (L4) en uno o dos días y penetra a las criptas de las glándulas gástricas donde permanece de 10 a 14 días. Durante este proceso puede inhibir temporalmente su desarrollo debido a condiciones fisiológicas adversas y permanecer como larva hipobiótica capaz de persistir en el abomaso del huésped, durante periodos de adversidad climática como frío excesivo o periodo de secas. Posteriormente, las L4 dejan la mucosa y se alojan en el lumen abomasal para transformarse en larva 5 (L5) y después en parásitos adultos, machos y hembras. Las hembras parásitas comienzan a depositar huevos entre los 21 y 28 días post infección (Aguilar-Caballero *et al.*, 20011).

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 generando así una reducción en la producción de casi un 50 % (Pérez *et al.*, 2003 citado por Sánchez, 2012).

Cuadro 1. Género y especie de nematodos gastrointestinales (NGI) que afectan principalmente a caprinos.

Órgano digestivo	Género	Especie
Abomaso	<i>Haemonchus</i>	<i>contortus</i>
	<i>Teladorsagia</i> (<i>Ostertagia</i>)	<i>circumcincta</i>
	<i>Trichostrongylus</i>	<i>axei</i>
	<i>Cooperia</i>	<i>curticei</i>
Intestino delgado	<i>Trichostrongylus</i>	<i>colubriformis,</i> <i>vitrinus</i>
	<i>Nematodirus</i>	<i>filicollis,</i> <i>spathiger</i>
	<i>Bunostomum</i> <i>Strongyloides</i>	<i>trigoncephalum,</i> <i>papillosus</i>
	<i>Oesophagostomum</i>	<i>columbianum,</i> <i>globulosa</i>
Intestino grueso	<i>Trichuris</i>	<i>ovis</i>

Tomado de: Aguilar-Caballero *et al.* (2011)

2.2. Epidemiología

El parasitismo gastrointestinal constituye una de las patologías más importantes de los pequeños rumiantes, por ser responsable de la disminución de la productividad y muerte de animales jóvenes (Morales *et al.*, 1998).

Entre las principales enfermedades mencionadas por los productores se incluyen: los problemas respiratorios (47 %), la mastitis (27 %), los abortos y los problemas nutricionales (26 %). En los sistemas descritos en Zacatecas, Escareño *et al.* (2011) indican que los problemas de parásitos conllevan a problemas respiratorios.

Los signos clínicos aparentes a las nematodiasis gastrointestinales en los pequeños rumiantes son la anemia, disminución en la ganancia de peso, mucosas y conjuntivas pálidas, disminución del apetito y un cuadro de desnutrición variable (Torres-Acosta *et al.*, 2005).

Los caprinos cuentan con dos mecanismos naturales para enfrentar a los NGI: La resiliencia y la resistencia (Aguilar-Caballero *et al.*, 2006). La resiliencia es la capacidad de los caprinos de soportar los efectos patogénicos derivados del parasitismo y mantenerse con niveles aceptables de producción. La resistencia es la capacidad de los caprinos para controlar o eliminar a las larvas y parásitos adultos del tracto gastrointestinal.

2.3. Uso de Antihelmínticos en el control de los NGI

En las últimas tres décadas, el control de los NGI en los caprinos se basó en las drogas antihelmínticas. Sin embargo, su mal uso propició el desarrollo de cepas de NGI resistentes a estas drogas (Jabbar *et al.*, 2006).

Los antihelmínticos son compuestos químicos desarrollados de manera sintética para su uso en el control de parásitos del ganado (López-Arellano *et al.*, 2010).

El control de los NGI puede ser mediante sustancias químicas convencionales de tres tipos (benzimidazoles, Imidazotiazoles, Lactonas macrocíclicas) contra las cuales existen ya cepas de NGI resistentes a sus efectos (Jabbar *et al.*, 2006).

Anziani y Fiel (2011) Mencionan que existen tres grupos químicos registrados por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) como nematodocidas de amplio espectro para los bovinos: los benzimidazoles (los más conocidos: albendazol, fenbendazol, oxibendazol, ricobendazol), los imidazotiazoles (levamisol) y las lactonas macrocíclicas como las avermectinas (ivermectina, abamectina, doramectina y eprinomectina) y las milbemicinas (moxidectina).

2.3.1. Benzimidazoles

Los benzimidazoles son una familia grande de compuestos químicos que se utilizan para tratar infecciones causadas por nemátodos y tremátodos en animales domésticos.

López-Arellano *et al.* (2010) indican que la eficacia del tiabendazol contra la especie *Haemonchus contortus* fue del 95 %. Presenta un amplio margen de seguridad, cuando se administra por vía oral en dosis de 44 mg/kg en ovinos y 66 mg/kg en bovinos. El febendazole, el cual tiene la característica de ser ovicida, además de presentar un amplio espectro de actividad a la dosis de 7.5 mg/kg de peso provoca una reducción de parásitos del 95 % al 100 % (adultos y formas inmaduras) de *Haemonchus spp.*, *Cooperia spp.*, *Teladorsagia spp.*, así como contra *Nematodirus spp.* y *Oesophagostomum spp.* Los benzimidazoles son una familia grande de compuestos químicos que se utilizan para tratar infecciones causadas por nemátodos y tremátodos en animales domésticos.

2.3.2. Imidazotiazoles

Los imidazotiazoles actúan como agonistas nicotínicos del sistema nervioso de nematodos provocando parálisis muscular, desprendimiento y expulsión de los nematodos. Los principales fármacos derivados de imidazotiazoles incluyen al levamisol, tetramizol, tetrahidropirimidinas (pyrantel y morantel) (López-Arellano *et al.*, 2010).

2.3.3. Lactonas macrocíclicas

Son un grupo de compuestos que debido a su alta eficacia y a su gran espectro de acción en contra no solo de parásitos internos; sino también contra parásitos externos. A la fecha, las lactonas macrocíclicas son ampliamente utilizadas y existen diferentes presentaciones, todas ellas, altamente tóxicas (95-100 %) en contra de géneros como *Cooperia*, *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Oesophagostomum*, *Trichuris*, etc., estos dos últimos géneros no eran muy sensibles a otros tratamientos antihelmínticos, por lo cual se dificultaba su expulsión. Sin embargo la ivermectina ha mostrado eficacia mayor del 95 % contras estos géneros e incluso contra sus fases larvarias que se localizan dentro de la mucosa intestinal. La aplicación inicial de 200 µg/kg de peso por vía subcutánea continúa en uso, y representa una gran ventaja, considerando el manejo y el costo de los tratamientos (López-Arellano *et al.*, 2010).

Sin embargo, en ovejas se ha probado que cuando se estresan se vuelven susceptibles de nuevo a las infecciones con *H. contortus* (Aguilar-Caballero *et al.*, 2011).

Reportes de resistencia antihelmíntica a productos químicos en pequeños rumiantes advierten amenazas en la viabilidad de la industria (Torres-Acosta *et al.*, 2005).

2.4. La Resistencia Antihelmíntica (RA)

Se define básicamente como la disminución de eficacia de un antihelmíntico frente a poblaciones parasitarias que normalmente y a una dosis determinada, son susceptibles al mismo. Esto puede ser consecuencia de una modificación genética o de un incremento en la frecuencia de expresión de un carácter hereditario, pero en ambos casos los nematodos que sobreviven al tratamiento van a transmitir estos alelos resistentes a su prole.

La resistencia a antihelmínticos se debe a su uso prolongado, o por no usar la dosis adecuada debido a que se utilizan dosis inferiores al peso que corresponde (Anziani y Fiel, 2015).

2.5. Resiliencia

La resiliencia es la capacidad de los caprinos de soportar los efectos patogénicos derivados del parasitismo y mantenerse con niveles aceptables de producción (Aguilar-Caballero *et al.*, 2011)

2.6. Refugio mínimo de nematodos gastrointestinales

Se denomina refugio a las poblaciones de nematodos que no son alcanzadas por los antihelmínticos cuando se realizan los tratamientos (Van Wyk, 2001). El refugio

lo constituyen mayormente los huevos y estados larvales que se encuentran en la materia fecal y pasturas y los nematodos que se encuentran en los animales que no son tratados.

La conservación del refugio es actualmente considerada como el factor de mayor importancia para aminorar la presión de selección y el desarrollo de la resistencia (Van Wyk, 2001).

2.7. Inmunidad animal contra los NGI

Afortunadamente, la intensidad del parasitismo no es similar en todos los animales de un rebaño, ya que la agregación de los parásitos en el seno de la población de hospedadores es un hecho común que se traduce en que tan sólo una minoría de los individuos parasitados concentra las mayores cargas de vermes, lo cual está asociado a la predisposición individual, a su vez relacionada con factores como edad, sexo, estado fisiológico, constitución genética e interacción de condiciones ambientales y la receptividad del hospedador (Morales *et al.*, 1998).

Esta situación se traduce en la práctica en que unos pocos hospedadores albergan las mayores cargas y el resto o está negativo o tiene bajas cargas (Morales *et al.*, 1998).

Estos individuos que dentro de la población de hospedadores albergan las mayores cargas parasitarias, tienen gran importancia en la dinámica de

transmisión de las parasitosis, debido a que constituyen la mejor fuente de contaminación ambiental y por consiguiente, de infección para otros hospedadores; pero también tienen interés estratégico, en efecto, su identificación dentro del rebaño es importante, pues serían los individuos blanco para el tratamiento selectivo y para ser monitoreados en los programas de control parasitario (Morales *et al.*, 1998).

El examen coproscópico periódico de dichos animales sería utilizado para establecer la frecuencia de los tratamientos selectivos, mediante el empleo de antihelmínticos con espectro de acción sobre las especies presentes en nuestro medio o al menos con efecto preferencial sobre las más dominantes y patógenas (Morales *et al.*, 1998).

La importancia epidemiológica del incremento de la eliminación de huevecillos de nematodos y ooquistes de *Eimeria* radica en que favorece la infestación de los pastos con nematodos y contaminación de fuentes de alimento y agua con protozoarios, lo que permite que los animales inmunológicamente susceptibles ingieran grandes cantidades de parásitos (Torres-Acosta *et al.*, 1995).

El incremento de la eliminación de huevecillos de nematodos y ooquistes de *Eimeria* favorece la infestación de los pastos y aumenta el riesgo de que las crías

adquieran infecciones masivas que repercutan en su estado productivo (Torres-Acosta *et al.*, 1995).

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

2.7.1. Inmunidad innata

La inmunidad innata es aquella con la que cuenta el individuo desde su nacimiento (Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

2.7.2. Inmunidad adquirida

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, pero con el tiempo llegan a desarrollar una inmunidad fuerte.

En los corderos se requiere al menos 6-12 semanas de exposición continua a los NGI para que el animal monte inmunidad contra estos (Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

2.8. Factores que influyen en la expresión de la inmunidad

2.8.1. Edad y peso de los cabritos

Aunque en algunos casos los animales adultos han mostrado mayores cargas de huevos por gramo de heces (HPG) y/o de parásitos adultos. En relación al peso de los cabritos, se ha mostrado que los cabritos criollos menores a 7 kg de peso vivo (PV) al destete son más sensibles a las infecciones con NGI y sus efectos patológicos (Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

2.8.2. Sexo

Los machos enteros son más sensibles a las infecciones con NGI. Esto como resultado del efecto negativo que tiene la testosterona sobre la inmunidad de los animales (Torres-Acosta *et al.*, 2005).

2.8.3. Relajación peripartal de la inmunidad

En los caprinos la relajación peripartal de la inmunidad es de gran importancia sobre todo cuando las cabras adultas pastorean junto con sus crías o con

animales en crecimiento. Al parto, la fortaleza de la inmunidad se reduce y se observa un incremento en la susceptibilidad a la adquisición de nuevas infecciones, en la actividad de larvas inhibidas, en la maduración de los parásitos al estado adulto y el incremento de la prolificidad de los mismos (Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

2.8.4. Alimentación

El desarrollo de la inmunidad es dependiente de una alta disponibilidad de nutrientes de naturaleza proteica (Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

Se reporta que los animales suplementados reducen sus cargas de HPG e incrementan su cuenta de eosinofilos periféricos. Animales suplementados con maíz tienen menor cantidad de *H. contortus* que los no suplementados, y la suplementación con maíz-soya ocasiona una mayor cantidad de larvas hipobióticas de *T. colubriformis* y *O. columbianum*. Ambas estrategias disminuyen la cantidad de hembras por cada macho de *H. contortus* y reducen la cantidad de huevos *in utero* de las hembras de los NGI. Las fuentes de energía, como el maíz y la melaza, han demostrado su eficacia para el control de los NGI (Aguilar-Caballero *et al.*, 2011).

En el 2007 se realizó un estudio demoscópico en la comarca lagunera, en el norte de México a cerca del manejo cotidiano de las cabras en pastoreo que se lleva a cabo de la siguiente manera: el pastoreo se inicia a las 10:00 hr y se termina a las

18:00 hr, en ese momento las cabras regresan al corral para resguardarse. Aproximadamente el 74 % de los productores encuestados dan suplementos (mezclas minerales) a sus cabras, cuando éstas se encuentran dentro del corral. Todos los productores de cabras mantienen cierta relación con las áreas de cultivo, donde sus cabras pastan sobre rastrojo y residuos de cultivo. A menudo, se utilizan los residuos de cultivo de las tierras de otros productores, en este caso, con autorización del propietario de la tierra. Aproximadamente 81 % de los productores utiliza el cactus como forraje para los periodos en que existen sequias intensas; sin embargo, la avena es más importante para suplementar el pastoreo: el 97 % de los productores, sin diferencias entre los sistemas, consideran que la avena es fundamental para la producción de leche en esta área, (Olhagaray y Espinoza, 2007 citado por Escareño *et al.*, 2011).

Se ha sugerido que manipular el suministro de nutrientes durante este período de tiempo puede mejorar la resistencia a los parásitos (Escareño *et al.*, 2011).

2.9. Producción de leche en cabras

En México, la demanda de productos lácteos provenientes de las cabras sigue una tendencia en aumento y es llevada a algunas regiones para la integración de la cadena de producción-comercialización.

El porcentaje promedio de cabras lactantes en el rebaño es de 83 %. A las cabras se les ordeña por la mañana cuando aún están dentro del corral, las cabras son

ordeñadas a mano por los productores. La razón por la que las cabras no son ordeñadas en otro lugar, es para no aumentar el riesgo de contaminación de la leche (Escareño *et al.*, 2011).

Los estudios epidemiológicos en rebaños de cabras lecheras mostraron que tanto los animales de su primera lactación como los multíparas de alta producción de leche tienen cargas de HPG más altas (Aguilar-Caballero *et al.*, 2011).

Durante la gestación y lactación existe una inmunosupresión de células T dependientes, disminuyendo la resistencia de los animales a helmintos, protozoarios, virus y bacterias relacionando esta disminución de la inmunidad a los niveles circulantes de prolactina, que posee un efecto depresor sobre el sistema inmunitario del hospedero. Sin embargo, existe una corriente que contradice esta hipótesis relacionando el efecto inmunodepresor a los cambios en los niveles de anticuerpos IgA antiparasitarios a nivel del abomaso (Torres-Acosta *et al.*, 1995).

El efecto de la lactación puede ser interpretado en función de su habilidad para suprimir la expulsión de parásitos a través de sus interferencias hormonales, particularmente debida a la prolactina (Gibbs, 1986).

Hay una fuerte interacción entre la lactancia y la exposición a parásitos, donde la lactancia puede disminuir por una infección parasitaria (Alberti *et al.*, 2012).

Estudios revelan que la producción de leche se ve afectada por la carga parasitaria, la raza y el número de lactancia (Alberti *et al.*, 2012).

Alberti *et al.* (2012) informaron que las cabras con el mayor rendimiento de leche eran más susceptibles a la infección y mostraron mayores pérdidas en la producción, con una depresión en la producción de leche a comparación en cabras con menor producción.

En cuanto a la composición de la leche, se ha informado que las cabras tratadas con antihelmínticos tienen una producción de leche significativamente mayor que las infectadas de forma natural, con un aumento promedio del rendimiento de leche, una mejor calidad con respecto a proteína y lactosa (Alberti *et al.*, 2012).

La alimentación adicional redujo la gravedad de la pérdida de peso, que se considera una de las causas del aumento de la susceptibilidad a NGI (González, *et al.*, 2014).

Al igual que otras especies de rumiantes, la composición de leche de cabra se ve afectada por diversos factores como: raza, características individuales, estado de lactación, manejo, clima y composición de los alimentos (Vega *et al.*, 2007).

Es bien conocida la capacidad que tienen las cabras para convertir los forrajes toscos en fuentes de alimentos como la carne y la leche (Castillo *et al.*, 2013).

2.10. Características de la leche de cabra

La grasa de la leche de cabra es una fuente concentrada de energía, lo que se evidencia al observar que una unidad de esta grasa tiene 2.5 veces más energía que los carbohidratos comunes (Bidot, 2017).

Una característica de la leche de cabra es el pequeño tamaño de los glóbulos grasos comparados con el de los glóbulos en la leche de vaca (2 μm en la leche de cabra contra un promedio de 3-5 μm en la de vaca), lo cual se ha asociado con una mejor digestibilidad (Bidot, 2017).

La leche de cabra puede presentar grandes diferencias según la raza del animal, dónde el contenido graso puede variar desde un mínimo del 2.3 % hasta un máximo de 6.9 %, mientras que la proteína puede llegar a variar desde un 2.2 % hasta un 5.1 % (Bidot, 2017).

La leche de las razas Saanen y Toggenburg, presentan particularidades composicionales similares a la de las vacas Holstein, especialmente en los porcentajes de agua, lactosa, grasa proteína y cenizas (Vega *et al.*, 2007).

Aunque parezca asombroso, la composición nutricional de la leche de cabra puede variar en un mismo día. El contenido de grasa de la leche de cabra ordeñada en las tardes puede promediar un 0.3 % menos en comparación con la mañana, aspecto que parece estar relacionado con el tiempo que pasa entre ordeños. Igualmente la proteína de la leche puede variar en idéntica forma en un 0.02 % (Chacón, 2005).

2.11. Densidad de la leche de cabra

La leche de cabra ofrece una serie de características físicas, algunas de las cuales se encuentran; densidad, punto de la congelación, viscosidad y la tensión superficial, las cuales son de gran interés industrial para detectar fraudes en la leche. Algunas de las propiedades físicas, están en función de todos los componentes que forman parte de la leche; otras como el índice de refrigeración y el punto de congelación depende de las sustancias disueltas y finalmente hay otras que solo dependen de los iones (pH y conductividad) (Página web 1).

La densidad es el peso de la unidad de volumen a una temperatura determinada, siendo la variación proporcional. La densidad láctea varía en la función de la cantidad de sólidos no grasos y de la proporción de grasa, teniendo una densidad menor a 1, concretamente 0.930, la densidad global varía de forma inversa al contenido graso. La densidad de la leche de cabra medida a 20 °C oscila entre 1.026 y 1.042 g/ml. Siendo varios factores que pueden influir en la misma, tales como la temperatura, correlación positiva, la raza, la fase de la curva de lactancia, época del año, etc. (Página web 1).

2.12. Peso vivo de las crías

Castillo *et al.* (2013) encontraron efecto significativo del año de nacimiento sobre el peso al nacer. Resultados que pueden ser atribuidos a las diferencias

ambientales entre años en cuanto a precipitación, dado que la disponibilidad de forraje está íntimamente relacionada con esta.

De igual modo, el número y tipo de parto fueron fuentes importantes de variación en el peso al nacer de los cabritos. Martínez *et al.* (2010) encontraron que los pesos al nacer para cabritos de simples, mellizos y trillizos fueron de 3.4, 3.0 y 2.6 kg, respectivamente. Similarmente, Merlos *et al.* (2008) citaron que los pesos al nacer de cabritos fueron 3.5 y 3.1 kg para los sencillos y gemelares, respectivamente. En este estudio los cabritos machos pesaron más al nacimiento (Merlos *et al.*, 2008; Martínez *et al.*, 2010).

Al igual que en el peso al nacimiento la finca y el sexo del cabrito afectaron el peso al destete. Merlos *et al.* (2008) encontraron que el sexo del cabrito afectaba el peso al destete. Las diferencias pueden probablemente ser explicadas por el manejo entre las fincas y los niveles de suplementación que suministraban individualmente. Además, en casi todas las especies, los machos siempre son más pesados que las hembras.

2.13. Influencia de la precipitación pluvial y temperatura ambiental

Durante un ciclo anual los animales pastorean durante dos épocas: una época de seca (estiaje) y otra de lluvia. Durante la primera, la disponibilidad de nutrientes es

escasa y predominan los alimentos lignificados, las ganancias diarias de peso (GDP) se reducen y en casos extremos algunos animales fallecen. La época de lluvias se caracteriza por la alta disponibilidad de vegetación. Sin embargo, las condiciones climáticas son propicias para el desarrollo de larvas infectantes de nematodos gastrointestinales (NGI). Los NGI pueden reducir la GDP de un 30 % a un 50 % en los cabritos y un 20 % la producción de leche, y son causa de hasta un 50 % de la mortalidad de los cabritos en crecimiento (Aguilar-Caballero *et al.*, 2011).

La presencia de un mayor número de géneros de parásitos gastrointestinales y un mayor promedio de excreción de huevo por gramo de heces fecales (HPG) en los ungulados mantenidos en cautiverio, pudo deberse a que los animales generalmente consumen alimentos directo del piso y a la presencia de mayor humedad en condiciones de cautiverio (formación de charcas, fuga de agua de bebederos, etc.). Esta situación pudo propiciar un mejor desarrollo de los helmintos y coccidias en sus fases parásitas, y por ende en una mayor posibilidad de infección. Por el contrario, los animales en vida silvestre tienen zonas amplias donde alimentarse lo que favorece el menor contacto de los animales y sus parásitos (Taylor *et al.*, 2007; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2011).

2.14. Condición corporal

Constituye una metodología para evaluar al estado de reserva energética corporal total y por kilogramos de tejido graso, el contenido de grasa, porcentaje de grasa y proteína en la canal, siendo su relación igual o superior al peso corporal ajustado por la talla (Martínez *et al.*, 1998. Citado por Dircio, 2015).

La condición corporal es el grado de gordura que tiene el animal. Se les da valor de 1 a 5 según la cantidad de músculo y grasa que tenga el animal. Es importante revisarlo todo el año para evitar que las cabras se pongan muy flacas y tengan problemas para parir o para criar los cabritos (Página web 9)

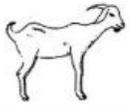
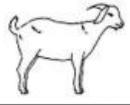
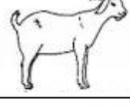
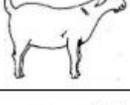
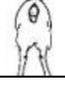
Condición corporal	PECHO	ANCAS	COLUMNA
1			
2			
3			
4			
5			

Figura 1. Medición del pecho, ancas y columna para determinar la condición corporal en cabras.

Tomado de: página web 9.

2.15. Uso de la FAMACHA®

Sobre este principio fue desarrollada la técnica FAMACHA® que visualiza distintos niveles de anemia, a través de la coloración de la mucosa ocular (Vargas, 2006).

Este hallazgo permitió desarrollar el método de control parasitario conocido como FAMACHA® Bath *et al.* (2001), en el cual se utiliza la estandarización de los niveles de anemia según los colores de la conjuntiva ocular (Figura 2) y cuya finalidad es la de identificar clínicamente al interior del rebaño a los animales resistentes, resilientes y sensibles de manera de optimizar los tratamientos selectivos y disminuir el uso del recurso del laboratorio.

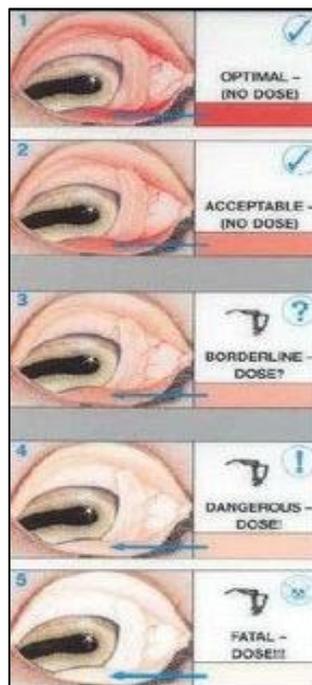


Figura 2. Coloración de la conjuntiva del ojo mediante la Carta FAMACHA®.

Tomado de: Bath *et al.* (2001).

2.16. Técnica McMaster para el conteo de HPG

La técnica McMaster utiliza cámaras de conteo que posibilitan el examen microscópico de un volumen conocido de suspensión fecal (2 x 0.15 ml).

Por lo tanto, si se usan un peso de heces y un volumen de líquido de flotación conocidos para preparar la suspensión, entonces se puede calcular el número de HPG.

Las cantidades son elegidas de tal manera que la cuenta de huevos fecales puede ser fácilmente derivado al multiplicar el número de huevos dentro de las áreas marcadas por un simple factor de conversión.

La cámara de McMaster tiene dos componentes, cada uno marcado con una rejilla sobre la superficie superior. Cuando la cámara es llenada con una suspensión de heces en fluido de flotación, muchos de los detritos se irán al fondo mientras los huevos flotan hacia la superficie, en donde pueden ser fácilmente vistos y los que están dentro de la rejilla pueden ser contados. (Página web 7).

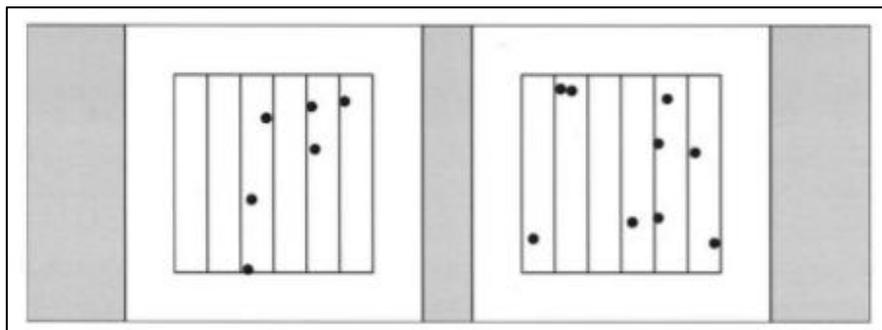


Figura 3. Conteo de huevos fecales en una prueba McMaster.

Tomado de: página web 8.

2.16.1. Carga parasitaria

La carga parasitaria, es el número de parásitos que se encuentran en un huésped en un tiempo dado (Maya y Quijije, 2011. Citados por Rivera, 2014).

El porcentaje de la carga parasitaria se calcula con la siguiente fórmula:

$$Carga\ enteroparasitaria = \frac{\text{número de huevos parásitos}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área de estudio

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de un rebaño caprino ubicado en el ejido de Agua Nueva Saltillo Coahuila.

El Ejido de Agua Nueva Saltillo Coahuila cuenta con 1465 habitantes. La localidad de Agua Nueva Saltillo Coahuila se encuentra a una mediana altura de 1920 m, (25° 19' N y 101° 09' O) (Página web 2).

3.2. Clima y vegetación

Agua Nueva cuenta con un clima predominante seco, semiárido y templado con una temperatura media anual de 14 °C a 18 °C (Página web 3).

Presenta pastizal natural en grandes extensiones, así como comunidades de matorral microfilo, y en menor escala matorral desértico roseto-filo. Algunas áreas se han dedicado a la agricultura de temporal (Página web 4).

En la zona de pastoreo se encontró *Parthenium incanum*, *Prosopis glandulosa*, *Opuntia tunicata*, *Mimosa monacistra*, *Ephedra aspera*, *Agave lechuguilla* y *Ariocarpus retusus* (Página web 5).

Como se muestra en la Figura 4, los meses de diciembre, febrero y de abril a junio sobre todo en este último hubo un incremento considerable de humedad, agua o hielo derretido. Los meses de diciembre y enero fueron los más fríos durante el periodo de muestreos.

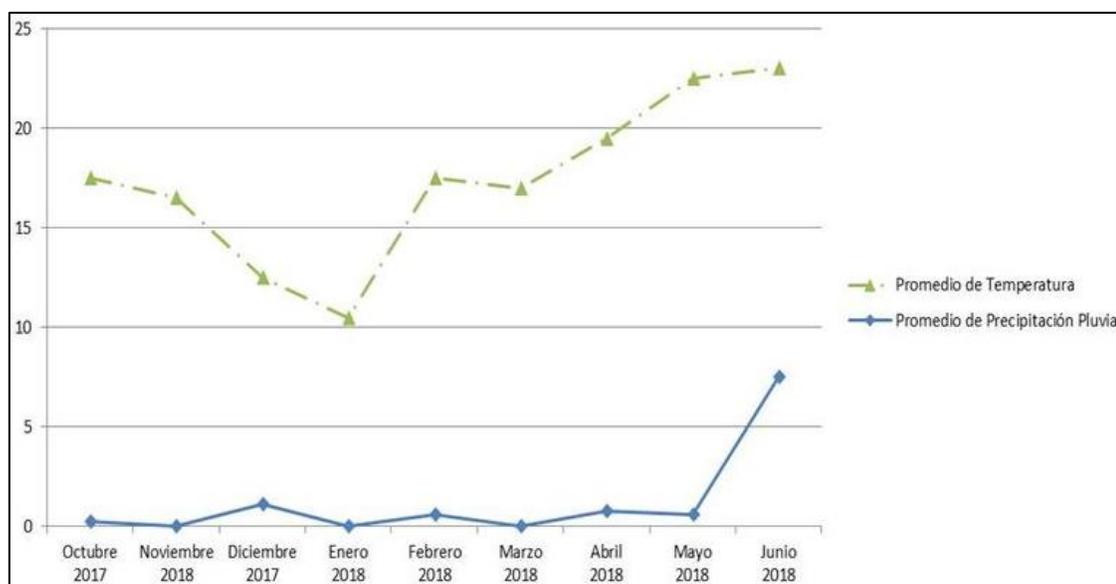


Figura 4. Temperatura (C°) y Precipitación (mm) media anual en el Ejido Agua Nueva municipio de Saltillo, Coahuila durante los meses de estudio (Octubre 2017 a Junio 2018).

3.3. Manejo general del rebaño

Se utilizaron 40 cabras encastadas de razas lecheras europeas, Anglo Nubian y Boer, la mayoría, gestantes con 2-3 meses de haber terminado el empadre. Se distribuyeron en cuatro grupos o tratamientos; los cuales el primero y el tercero consisten en la aplicación de un antihelmíntico de amplio espectro inyectable intramuscular ENDOVET® POLIVITAMINADO a base de ivermectina con

vitaminas para el control de endoparásitos y ectoparásitos, la aplicación se llevó a cabo mediante la dosis de 0.5 ml por cada 50 kg de peso vivo (PV), el periodo de retiro es de 42 días. Para el tratamiento uno y dos se utilizó un suplemento alimenticio (50 g d⁻¹, anim⁻¹) ENGORDA GENÉRICO en el cual su ingrediente principal es la cascarilla de soya, maíz y una mezcla de minerales, cuenta con 14 % de proteína, 2 % de grasa cruda, 13 % de fibra cruda, 6 % de cenizas, 55 % de extracto libre de nitrógeno (ELN) y 14 % de humedad.

3.4. Tratamientos

Las 40 cabras fueron distribuidas en 4 grupos para así lograr la distribución de 4 tratamientos en uso los cuales se muestran en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Composición de los diferentes tratamientos a base de suplemento y antihelmíntico.

Tratamiento	No. Cabras	Suplemento	Antihelmíntico
1	1-10	Si	Si
2	11-20	Si	No
3	21-30	No	Si
4	31-40	No	No

3.5. Muestreos

Se llevó a cabo a través de la toma de muestra de heces, tanto como la toma de los datos del peso, producción láctea, condición corporal y FAMACHA[®].

La noche anterior al muestreo, se separaban a las crías de las madres para que no se alimentaran durante la noche, posteriormente en la mañana se pesó a la cría antes del amamantamiento y se regresó con la madre para amamantarse por un lapso de una hora, al concluir el tiempo se volvió a pesar la cría, la diferencia que había entre ambos pesos (aumento de peso de la cría) era el resultado del consumo y producción de leche en una sola toma al diaria con duración de una hora.

3.5.1. Muestreo de heces y análisis de laboratorio

Se recolectaron de 10 g de heces directamente del recto de cada animal, en bolsas de plástico herméticas cerradas previamente e identificadas de acuerdo al arete del animal. Las muestras se mantuvieron en refrigeración hasta ser procesadas en el laboratorio.

Para el conteo de huevos por gramo de heces (HPG), las muestras de heces se procesaron a través de la técnica de McMaster modificada de acuerdo a Rodríguez *et al.* (1994).

3.5.2. Condición corporal

La condición corporal de los animales se determinó mediante inspección visual y palpación de las costillas y el lomo del animal con una escala de 1 a 5 donde el valor de 1 es un animal muy flaco y 5 es un animal obeso (Honhold *et al.*, 1991).

3.5.3. FAMACHA[®]

Se evaluó el grado de anemia de cada animal mediante la observación de la conjuntiva ocular, bajo la escala de 1 a 5, donde 1 significa sin anemia y 5 es anemia grave. Para ello se utilizó la tarjeta de FAMACHA[®] de acuerdo con (Malan y Van-Wyk, 1992).

Las categorías mencionadas, están relacionadas con el grado de anemia que el animal padece y pueden ser comparadas con la proporción de glóbulos rojos.

3.5.4. Ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso en cada una de las cabras criollas, se determinó con el peso inicial y el peso final entre 192 días de tratamiento, para estimar el incremento de peso durante el periodo de muestreo (192 días) tomando en cuenta la aplicación del antihelmíntico y la suplementación alimenticia.

3.6. Análisis estadístico

La producción de leche de las cabras y el consumo de leche de las crías fueron las variables respuesta; así como el peso en las crías, el cual fue un factor determinante para medir el consumo de leche. La aplicación del antihelmíntico y la suplementación fueron los efectos principales. Se utilizó un diseño completamente al azar (SAS, 2002) con arreglo factorial 2X2 donde el factor A fueron dos niveles de antihelmíntico (con y sin) y el factor B, dos niveles de suplemento (con y sin).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Producción de leche

Como se puede ver en el Cuadro 3 el mejor tratamiento ($P < 0.05$) fue el que recibió la suplementación y el antihelmíntico (Tratamiento 1), el tratamiento con menor producción de leche fue el cuatro que no recibió ni antihelmíntico ni suplementación; los demás tratamientos, 2 y 3, fueron intermedios entre el 1 y 4 ya que: o recibieron suplementación solamente (Tratamiento 2) o el antihelmíntico (Tratamiento 3).

Cuadro 3. Producción de leche (kg) de cabras a través de la diferencia de peso antes y después del amamantamiento de cabritos durante una hora (10:00-11:00 h) con dos niveles de antihelmíntico (con/sin) y dos niveles de suplementación (con/sin) en pastoreo extensivo.

Tratamientos	Producción de leche (g)
1. Con antihelmíntico y con suplementación	829 ^a
2. Sin antihelmíntico y con suplementación	808 ^a
3. Con antihelmíntico y sin suplementación	767 ^{a, b}
4. Sin antihelmíntico y sin suplementación	606 ^b

^{a, b} Diferentes literales en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

La Figura 5 muestra la tendencia de la producción de leche de cabras en pastoreo extensivo, en la cual se refleja el efecto de los tratamientos y se confirma la baja producción de leche en el grupo 4 que no recibió ni antihelmíntico, ni suplemento (Figura 5 y Cuadro 3).



Figura 5 .Producción de leche estimada mediante la diferencia de pesos de cabritos amamantados durante una hora de las cabras en pastoreo extensivo (con/sin) antihelmíntico y (con/sin) suplementación.

Aguilar-Caballero *et al.* (2011) corroboran con un ensayo que cabras infectadas experimentalmente con NGI produjeron menos leche que el grupo control, con un mayor impacto de la parasitosis en cabras altas productoras donde disminuyó este comportamiento.

Vega *et al.* (2007) calcularon que del 35 al 50 % de los costos de producción de leche de cabra corresponden a la alimentación y que el uso de concentrados se ha considerado el mejor método para manipular la producción y composición de la leche, lo anterior coincide con los resultados de este experimento en donde la aplicación de un suplemento alimenticio y un antihelmíntico ayudaron a generar una mayor producción en las cabras tratadas.

Como lo mencionan Ahamefule *et al.* (2007), y Goetsch *et al.* (2011) citados por Maldonado *et al.* (2017), la producción de leche aumenta en cabras estabuladas respecto a cabras en pastoreo, lo cual se explica al menor gasto energético por desplazamiento de las cabras en sistemas estabulados respecto a las cabras en pastoreo. Además, las condiciones variantes en la composición química de las especies vegetales a lo largo del año y su disponibilidad estacional provocan a través del tiempo, una variación en la calidad nutricional de la dieta de cabras lecheras en pastoreo, llegando a ser en algunos periodos insuficiente para cubrir sus requerimientos de mantenimiento y producción, por lo que tienen que degradar reservas corporales, principalmente tejido adiposo, para poder seguir manteniendo la producción de leche.

4.2. Conteo de HPG de NGI

El Cuadro 4 presenta los resultados de acuerdo a los valores más altos de huevos por gramo de heces (HPG) que se obtuvieron en los tratamientos 2 y 4 en

animales con carga parasitaria elevada ya que en éstos no se aplicó antihelmíntico, a diferencia de los tratamientos 1 y 3 que tuvieron una carga parasitaria menor, el tratamiento 3 resultó ser el más bajo ($P < 0.05$) aunque en este solo se aplicó antihelmíntico sin suplementación. El tratamiento 1 que consta de antihelmíntico y suplementación hace hincapié en que en el presente estudio, la suplementación no fue determinante para bajar la carga parasitaria.

Cuadro 4. Número de huevos por gramo de heces (HPG) mediante el conteo de carga parasitaria en cabras en pastoreo extensivo bajo un buen manejo en el cual se aplicaron 4 tratamientos con dos niveles de antihelmíntico (con/sin) y dos niveles de suplementación (con/sin).

Tratamientos	HPG
1. Con antihelmíntico y con suplementación	207 ^{a,b}
2. Sin antihelmíntico y con suplementación	303 ^a
3. Con antihelmíntico y sin suplementación	180 ^b
4. Sin antihelmíntico y sin suplementación	264 ^{a,b}

^{a, b} Diferentes literales en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

En la Figura 6 se muestra el promedio de HPG en donde la tendencia refleja una carga parasitaria alta en los tratamientos 2 y 4 donde no se aplicó antihelmíntico, haciendo una eficiencia significativa del antihelmíntico en los tratamientos 1 y 3, posteriormente en el mes de Junio se incrementó la carga parasitaria, esto

probablemente se debió a que en este mes se presentó mayor temperatura ambiental y humedad (Figuras 4 y 6 y Cuadro 4).

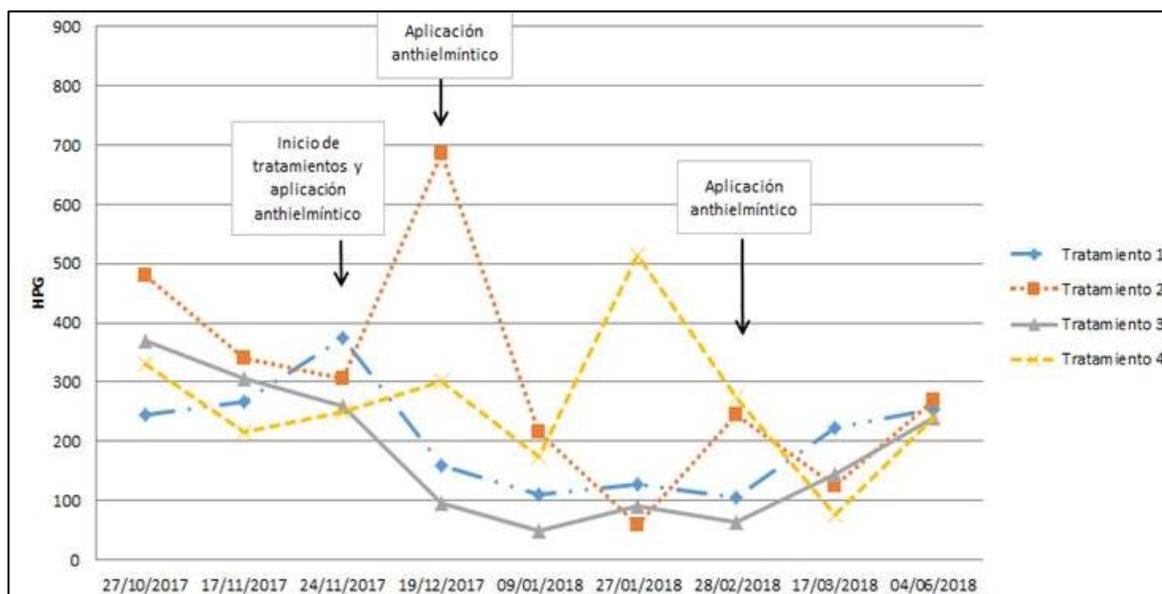


Figura 6. Número de huevos por gramo de heces (HPG) de nematodos gastrointestinales en cabras en pastoreo extensivo (con/sin) antihelmíntico y (con/sin) suplementación.

De acuerdo a las investigaciones de: Rodríguez *et al.* (2001) las parasitosis gastrointestinales en rumiantes son una de las enfermedades más importantes en las ganaderías, ya que reducen la ganancia de peso y producen alta morbilidad y mortalidad en animales jóvenes.

El número de HPG se mantuvo bajo, en los meses que se aplicó antihelmíntico y que se mantuvo una temperatura templada con baja humedad (Grafica 1).

Rodríguez *et al.* (2001) menciona que los niveles máximos de HPG de NGI ocurre en el postparto.

4.3. Peso vivo de las cabras

Como se observa en el Cuadro 5 los tratamientos que recibieron suplemento y antihelmíntico ($P < .05$) resultaron tener menores ganancias de peso promedio (tratamiento 1, 2, 3) esto se debe a su alta producción de leche y el tratamiento 4 que resultó ser el más alto en ganancia de peso diario se debe a que tiene una baja producción de leche.

Cuadro 5. Incremento de peso promedio por día por animal en cabras en pastoreo extensivo con dos niveles de antihelmíntico (con/sin) y dos niveles de suplementación (con/sin).

Tratamientos	gdp (g)
1. Con antihelmíntico y con suplementación	37 ^b
2. Sin antihelmíntico y con suplementación	47 ^{a,b}
3. Con antihelmíntico y sin suplementación	31 ^b
4. Sin antihelmíntico y sin suplementación	52 ^a

^{a, b} Diferentes literales en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < .05$)

En la Figura 7 se muestran los pesos (kg) de las cabras en pastoreo extensivo acumulados durante el periodo experimental, sometidas a dos niveles de antihelmíntico (con/sin) y dos niveles de suplementación (con/sin), se puede apreciar que todos los animales aumentaron de peso excepto el tratamiento 3 que solo recibió el antihelmíntico.

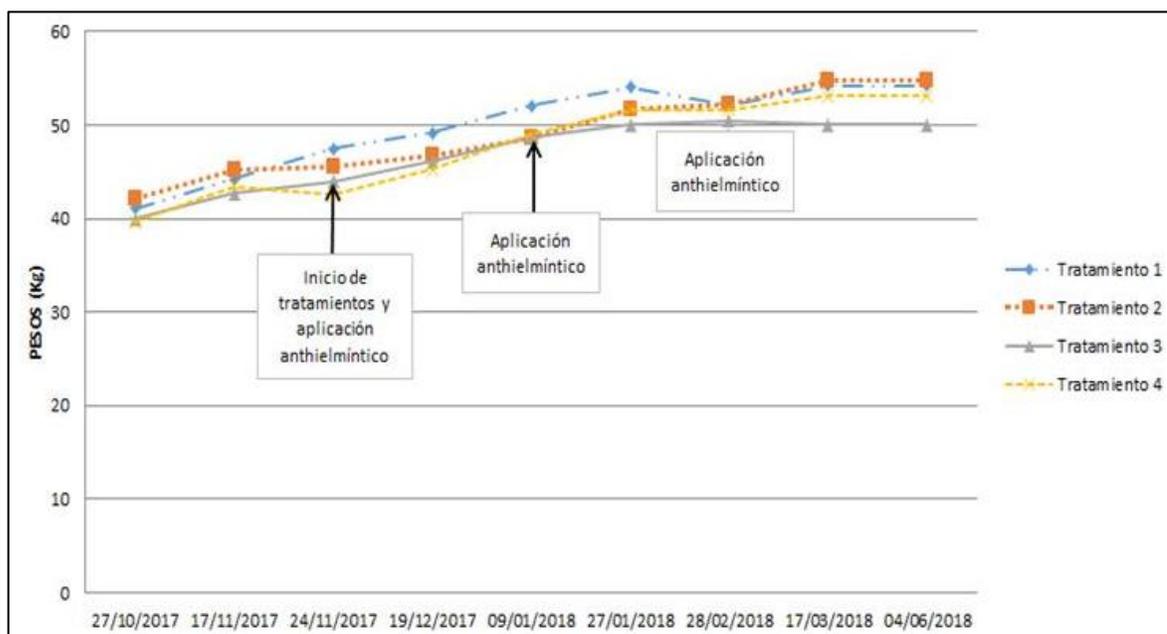


Figura 7. Peso vivo de las cabras en pastoreo extensivo (con/sin) antihelmíntico y (con/sin) suplementación.

Maldonado *et al.* (2017) mencionan que en su experimento en el cual aplicaron distintos suministros de alimento y midieron la respuesta que tuvieron las cabras con relación al incremento de peso en condiciones de pastoreo extensivo, en donde las ganancias de peso se consideran bajas, lo cual puede atribuirse posiblemente al limitado potencial genético para esta variable en los animales

experimentales y al exceso de lluvias presentadas en la región; causantes del parasitismo gastrointestinal no obstante, se observa una respuesta diferenciada por los tratamientos con mejores condiciones alimenticias presentaron las mayores ganancias de peso.

4.4. Condición Corporal

De acuerdo a los resultados de la condición corporal de las cabras no hubo significancia ($P>0.05$) ya que los tratamientos tuvieron un comportamiento similar de acuerdo al periodo experimental, el tratamiento 1 tuvo un promedio de 3.14, el tratamiento 2 de 3.28, el tratamiento 3 de 3.18 y por último el tratamiento 4 de 3.13, sin embargo, cabe señalar que estos valores son deseables pues reflejan una buena alimentación para cabras en pastoreo.

Cabras saludables nunca presentan condiciones corporales ni muy delgadas ni muy obesas, lo correcto o ideal es mantener animales abajo del promedio de condición corporal 3 a través de ciertos periodos y época del año durante su producción, siempre y cuando no se encuentren altamente parasitados ya que esto reducirá considerablemente su condición corporal (Cobb, sin fecha. Citado por Iturbide, 2007).

En la época de la gestación o la lactancia son ciclos productivos en donde se deben establecer diferentes estrategias de alimentación y así maximizar los

rendimientos productivos y reproductivos evitando una caída drástica de estos (Iturbide, 2007).

4.5. FAMACHA[®]

La FAMACHA[®] mostró valores en donde no hubo significancia ($P > .05$) ya que el tratamiento 1 y 3 obtuvieron un promedio de 2.70; en el tratamiento 2 de 2.58 y en el tratamiento 4 un promedio de 2.73. FAMACHA[®] es una técnica que al complementarse con otras como el conteo de carga parasitaria mediante la técnica McMaster logra aportar a los productores opciones más eficientes en el manejo de los problemas parasitarios en sus hatos (Vargas, 2006).

El uso de la condición corporal como criterio de selección de la fracción de animales a ser tratados con antihelmínticos es, al igual que en el método FAMACHA[®], una medida de resiliencia más que de resistencia. La condición corporal considera el deterioro del estado físico del animal como una manifestación del efecto infestación parasitaria, como la detección de anemia por el método FAMACHA[®] es considerada una manifestación del efecto *Haemonchus spp* en el ovino (Morales *et al.*, 2012).

El coeficiente de correlación entre la condición corporal y FAMACHA[®] fue $r = -0.55$, ya que mientras la Condición corporal aumentó la FAMACHA[®] disminuyó.

V. CONCLUSIONES

La suplementación alimenticia y la administración de un antihelmíntico coadyuvaron en el control de la carga de nematodos gastrointestinales y favorecieron la producción láctea e incrementos de peso de cabras en pastoreo extensivo.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguilar C. A., Sarmiento C. R., Torres A. J. & Sandoval C. C. 2011.** El control de los nematodos gastrointestinales en caprinos: ¿dónde estamos?. Cuerpo Académico de Salud Animal, Departamento de Salud Animal, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias – UADY. pp. 10-13.
- Aguilar C. A., Torres A. J., Cámara S. R., Hoste H. & Sandoval C. C. 2008.** Inmunidad contra los nematodos gastrointestinales: la historia caprina FMVZ, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. pp. 74-77.
- Alberti E., Zanzani S., Ferrari N., Bruni G. & Manfredi M. 2012.** Effects of gastrointestinal nematodes on milk productivity in three dairy goats breeds. Small ruminant research. pp. 2, 4.
- Anziani S. O & Fiel A. C. 2015.** Resistencia a los antihelmínticos en nematodos que parasitan a los rumiantes en la argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias, vol. 41. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Buenos Aires, Argentina. pp. 35-36.
- Aréchiga C.F., Aguilera J.I., Rincón R.M., Méndez S., Bañuelos V.R. & Meza H. C. 2008.** Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 9, núm. 1, 2008, pp. 1-14.

- Barger I. A. 1996.** Prospects for integration of novel parasite control options in tograzing systems. *Int. J. Parasitol.* pp. 1001-1007.
- Bidot F. A., 2017.** Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra. Manejo y alimentación. *Revista de producción animal* Vol. 29 Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT). ISSN 2224-7920
- Bath G., Hansen J., Krecek R. & Van W. J. & Vatta A. 2001.** Sustainable approaches for managing Haemonchosis in sheep and goats, final report of FAO.
- Castillo R. S., Rivera S. J., González R. A. & Martínez G. J. 2013.** Comportamiento predestete de cabritos cruzados en Guanajuato, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Secretaría de Posgrado e Investigación. Tamaulipas, México. Gobierno del Estado de Guanajuato. Guanajuato, México. pp. 3608, 3610.
- Chacón V. A. 2005.** Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 16. Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica. pp. 243, 246, 247.
- Dircio G. G. 2015.** Prevalencia de nematodos gastrointestinales (NGI) en rebaños caprinos de los municipios de general cepeda, Coahuila y Galeana, Nuevo león. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México. pp. 19-21.

- Escareño S. L., Wurzinger M., Pastor L. F., Salinas H., Sölkner J. & Iñiguez L. 2011.** La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la comarca lagunera, en el norte de México. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. XVII. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Gibbs H. C., 1986.** Hipobiosis in parasitic nematodes: An update. Adv Parasitol. p. 25.
- González G. R., Torres A. J. & Chay C. A. 2014.** Susceptibility of hair sheep ewes to nematode parasitism during pregnancy and lactation in a selective anthelmintic treatment scheme under tropical conditions. p.1.
- Honhold N., Petit H. & Halliwell R.W. 1989.** Condition scoring scheme for small east African goats in Zimbabwe. Tropical Animal Health and Production. 21:121-127.
- Iturbide D. M. 2007.** Condición corporal en cabras lecheras. Monografía de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. División Regional de Ciencia Animal. Torreón, Coahuila, México. pp. 17, 41.
- Jabbar A., Iqbal Z., Kerboeuf D., Muhammad G., Muhammad N., Khan, & Afaq M. 2006.** Anthelmintic resistance: The state of play revisited. Life Sciences. pp. 2413–2431.
- López A. M., Mendoza G. P., Aguilar M. L. & Liébano H. E. 2010.** Buenas prácticas en el manejo de antihelmínticos para el control de parásitos en

rumiantes. Instituto nacional de investigaciones forestales agrícola y pecuarias centro nacional de investigación disciplinaria en parasitología veterinaria Jiutepec, Morelos, México. pp. 1, 5, 7.

Malan F. S. & Van W. J. A. 1992. The packed cell volume and colour of the conjunctiva as aids for monitoring *Haemonchus contortus* infestation in sheep. Proceedings of the South African Veterinary Association Biennial National Veterinary Congress. p. 139.

Maldonado J. J., Granados R. D., Hernández M. O., Pastor L. J., Isidro R. L., Salinas G. H. & Torres H. G. 2017. Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche Nova Scientia, vol. 9. Universidad De La Salle Bajío León, Guanajuato, México. pp. 58, 66.

Martínez J. C., Rivera J. P., Lucero F. A. & Castillo S. P. 2010. Peso al nacer y al destete de cabritos de razas lecheras en la zona del Bajío. Memoria del XXXIV Congreso Nacional de Buiatría. Monterrey, Nuevo León, México.

Merlos M. I., Martínez R. D., Torres G., Mastache A. A. & Gallegos J. 2008. Evaluación de características productivas en cabritos Boer x local, Nubia x local y locales en el trópico seco de Guerrero, México. Vet Méx. pp. 323- 333.

Morales G., Pino L., Sandoval E., Jiménez D. & Morales J. 2012. Relación entre la condición corporal y el nivel de infestación parasitaria en bovinos a pastoreo como criterio para el tratamiento antihelmíntico selectivo. Revista de

investigación veterinaria Vol. 23. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, CENIAP, Maracay, Venezuela.

Morales C. G., Pino L., Sandoval E. & De Moreno L. 1998. Importancia de los animales acumuladores de parásitos. Laboratorio de Parasitología. Instituto de investigaciones Veterinarias, CENIAP-FONIAP. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Yaracuy, FONIAP, San Felipe, Venezuela. p. 2.

Rivera B. J. 2014. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en cabras lecheras alimentadas con forraje hidropónico de triticale. Tesis de maestro en ciencias en zootecnia. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila. pp. 10, 12, 25, 26.

Rodríguez V.R., Domínguez A.J. & Cob G.L. 1994. Técnicas Diagnósticas de Parasitología Veterinaria. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. ISBN:968-6843-60-4.

Rodríguez V. R., Ojeda C. M., Pérez C. L., Rosado A. J., Ramírez C. G. & Guemes C. A. 2011. Epidemiología, diagnóstico y control de la coccidiosis bovina. En: Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos. México, D.F. pp.52-66.

Sánchez L. L. 2012. Evaluación de de la suplementación alimenticia y un antihelmíntico sobre la endoparasitosis en crías boer. Tesis licenciatura.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila México. pp. 16, 17, 27, 28.

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

Taylor M. A., Coop R. L. & Wall R. L., 2007. Veterinary Parasitology. Third ed. Oxford, UK Blackwell.

Torres A. J., Aguilar C. A., Le Bigot C., Hoste H., Canul-Ku H. L., Santos R. R. & Gutiérrez S. I. 2005. Comparing different formulas to test for gastrointestinal nematode resistance to benzimidazoles in smallholder goat farms in Mexico. Veterinary parasitology. pp. 241-248.

Torres A. J., Rodríguez V. R. & Cámaras S. R. 1995. Efecto del parto sobre la eliminación de huevecillos de nematodos y ooquistes de Eimeria en cabras criollas. Departamento de Producción Animal. Área de Pequeños Rumiantes, Departamento de Parasitología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. pp. 210, 212, 213, 214.

Van W. J., Bath G. F., Groeneveld H. T., Stenson M. O. & Malan F. S. 2001. Extensive testing of the FAMACHA[®] system for accuracy of clinical evaluation of anaemia caused by ovine haemonchosis. Proceedings of the 5th International Sheep Veterinary Congress, Stellenbosch, South Africa. pp. 21–25.

Vargas R. C. 2006. FAMACHA[®] Control de Haemonchosis en caprinos Agronomía Mesoamericana, vol. 17, núm. 1. Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica. pp. 80, 83.

Vega S., Gutiérrez R., Ramírez A., González M., Díaz G., Salas J., González C., Coronado M., Schettino B., Alberti A. 2007. Características físicas y químicas de leche de cabra de razas Alpino francesa y Saanen en épocas de lluvia y seca. Rev Salud Anim, vol. 29, núm. 3. ISSN 0253-570X.

VII. PÁGINAS WEB CITADAS

1. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Ganad/Gn
ad_2001_6_53_55.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Ganad/Gn
ad_2001_6_53_55.pdf) (Fecha de consulta: 06-11-2018)
2. www.nuestro-mexico.com/Coahuila-de-Zaragoza/Saltillo/Agua-Nueva/
(Fecha de consulta: 15-10-2018)
3. <https://www.vivemx.com/col/agua-nueva-saltillo-3.htm> (Fecha de consulta:
15-10-2018)
4. [sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/.../05CO2003
E0004.pdf](http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/.../05CO2003
E0004.pdf) (Fecha de consulta: 15-10-2018)
5. [sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/.../05CO2003
E0004.pdf](http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/.../05CO2003
E0004.pdf) (Fecha de consulta: 15-10-2018)
6. [https://docplayer.es/50169587-Teorico-practico-2-hemoglobina-hematocrito-
indices-hematimetricos-velocidad-de-sedimentacion-globular-alteraciones-
morfologicas-de-los-eritrocitos.html](https://docplayer.es/50169587-Teorico-practico-2-hemoglobina-hematocrito-
indices-hematimetricos-velocidad-de-sedimentacion-globular-alteraciones-
morfologicas-de-los-eritrocitos.html) (Fecha de consulta: 06-11-2018)
7. <https://www.slideshare.net/schoenian/junior-skillathon-worm-station> (Fecha
de consulta: 06-11-2018)
8. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cartilla_condicion_corporal_en_cab
ras.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cartilla_condicion_corporal_en_cab
ras.pdf) (Fecha de consulta: 25-11-2018)