

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

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**PREVALENCIA DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN HATOS  
CAPRINOS DEL MUNICIPIO DE GALEANA, NUEVO LEÓN.**

**POR:**

**PATRICIA GARCÍA MÉNDEZ**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Diciembre 2018**

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



PREVALENCIA DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN HATOS  
CAPRINOS DEL MUNICIPIO DE GALEANA, NUEVO LEÓN.

Por:

**PATRICIA GARCÍA MÉNDEZ**

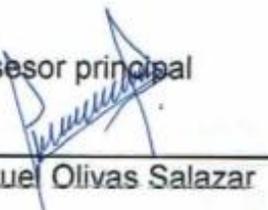
**TESIS**

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

APROBADA POR:

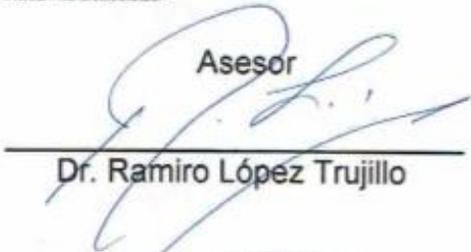
Asesor principal

  
M.C. Raquel Olivas Salazar

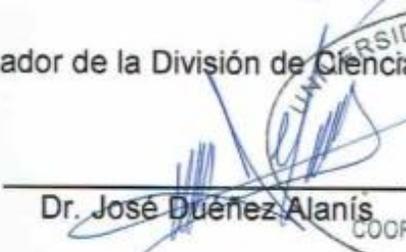
Asesor

  
Dr. Fernando Ruiz Zárate

Asesor

  
Dr. Ramiro López Trujillo

Coordinador de la División de Ciencia Animal

  
Dr. José Duñez Alanís

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre 2018.



## DEDICATORIA

**A las personas que más amo en este mundo, mis padres:**

***Rosalina Méndez Juárez y Hermilo García Cruz***

Por darme la vida, por todos sus consejos, por hacer de mi una persona de provecho, por su apoyo incondicional, tanto económico, como moral, estar conmigo en todo momento, este triunfo no es solo mío también es de ustedes, LOS AMO.

***A mis hermanos:***

Sara, Urbano Félix y Ricardo, por todos sus consejos, por el apoyo económico, por todos los buenos momentos que paso a su lado, por creer en mí, por recordarme a diario que tengo que seguir a delante, los quiero mucho.

***A mis primo(a)s:***

Viry, Tere, Joel y Marga por su apoyo moral de siempre, por todos los buenos y malos momentos juntos, por sus mensajes, llamadas, gracias por todo.

***A mis tíos:***

Por su apoyo moral en todo momento, por sus consejos, por no dudar ni un solo momento en mí, les estaré eternamente agradecida.

***A mis abuelos:***

A Ricardo García Sánchez y Margarita Juárez (+), por todos sus consejos, por todas las muestras de cariño, por estar presente en cada momento feliz de mi vida.

***A mis amigos:***

Pilar Fabiola, Sergio, José y Zete, por soportarme en todos estos años y por brindarme su amistad incondicional, los quiero.

## AGRADECIMIENTOS

### ***A Dios:***

Por darme la vida, y darme tantas bendiciones, por ser mi consuelo y fortaleza en todo momento.

### ***A mis padres:***

Por su apoyo, moral, económico, por sus sacrificios, por no dudar de mí ni un solo instante, por estar siempre pendiente de mí en todo momento.

### ***A mi Alma Terra Mater:***

A la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por acogerme todos estos años, por darme conocimientos, experiencias, gracias "***Alma Terra Mater***", siempre te llevare en el corazón.

### ***A la MC. Raquel Olivas Salazar:***

Por ser mi asesora, por su confianza, sus consejos, orientación, tiempo, paciencia y revisión en la realización de este trabajo.

### ***Al Dr. Fernando Ruíz Zárate:***

Por su tiempo al ayudarme a corregir errores, consejos, conocimientos y su confianza en hacer este trabajo.

***Al Dr.: Ramiro López Trujillo***

Por su tiempo al ayudarme a corregir errores, consejos, conocimientos y su confianza en hacer este trabajo.

***A los grupos de enfermedades del ganado, grupo de anatomía y fisiología de los animales domésticos y ovinocaprinocultura:***

A todos ustedes muchas gracias por el apoyo y su tiempo en la toma de muestras en cada localidad.

***A mis amigos:***

Gracias por su apoyo y amistad en los buenos y malos momentos, gracias por su confianza y cariño en todos estos años de carrera.

***A todos aquellos que no creyeron en mí:***

Porque me motivaron hacer las cosas a base de sacrificios y me dieron una razón más para demostrarles que si pude.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	3
1.3. HIPÓTESIS .....	3
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. Prevalencia .....	4
2.2. Enfermedades parasitarias .....	4
2.2.1. Parásito.....	4
2.3. Nematodos gastrointestinales (NGI).....	6
2.4. Ciclo biológico de los nematodos gastrointestinales .....	7
2.5. Los nematodos gastrointestinales en los caprinos .....	9
2.6. Géneros y especies de nematodos gastrointestinales .....	10
2.6.1. <i>Haemonchus</i> .....	12
2.6.2. <i>Teladorsagia (Ostertagia)</i> .....	13
2.6.3. <i>Trichostrongylus</i> .....	14
2.6.4. <i>Cooperia</i> .....	14
2.6.5. <i>Nematodirus</i> .....	15
2.6.6. <i>Bunostomum</i> .....	16
2.6.7. <i>Strongyloides</i> .....	17
2.6.8. <i>Oesophagostomum</i> .....	18
2.6.9. <i>Trichuris</i> .....	20
2.7. Epidemiología de la nematodiasis .....	21

2.8. Acción patógena de los nematodos gastrointestinales .....	22
2.9. Signos clínicos .....	24
2.10. Papel de los Factores Zootécnicos .....	25
2.11. Efecto de los nematodos gastrointestinales sobre la producción .....	26
2.12. El efecto de los nematodos gastrointestinales sobre la reproducción .....	26
2.13. Distribución de los nematodos gastrointestinales .....	27
2.14. Supervivencia de las larvas en el medio ambiente .....	28
2.15. Control de nematodos gastrointestinales .....	29
2.15.1. Resiliencia .....	29
2.15.2. Resistencia .....	29
2.16. Métodos alternativos de control de nematodos gastrointestinales .....	30
2.16.1. Agujas de óxido de cobre (AOC) .....	30
2.16.2. Hongos nematófagos .....	31
2.16.3. Manejo del pastoreo: pastoreo alterno y rotación de praderas .....	32
2.16.4. Uso de suplemento para el control de los nematodos gastrointestinales .....	33
2.17. Diagnóstico de nematodos gastrointestinales .....	34
2.18. Uso de la FAMACHA® .....	35
2.18.1. Cómo se realiza el método FAMACHA® .....	38
2.19. Medición de la condición corporal .....	38
2.20. Medición del hematocrito .....	41
2.21. Técnica McMaster .....	42
2.21.1. Procedimiento de la técnica McMaster: .....	43
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>45</b>
3.1. Localización del área de estudio .....	45
3.1.1. Clima .....	47
3.1.2. Flora .....	48
3.1.3. Fauna .....	48
3.1.4. Entorno pecuario .....	48
3.2. Diseño del experimento .....	49
3.3. Muestreos de campo .....	50

3.3.1. Colección de heces .....	50
3.3.2. Peso vivo .....	50
3.3.3. Condición corporal (CC) .....	50
3.3.4. FAMACHA®.....	51
3.3.5. Hematocrito .....	51
3.3.6. Cultivos fecales e identificación de larvas .....	51
3.4. Análisis de muestras de heces .....	52
3.5. Materiales.....	53
3.5.1. Materiales utilizados para los muestreos de campo de heces y sangre .....	53
3.5.2. Materiales para el análisis en laboratorio de HPG y hematocrito ....	53
3.6. Análisis estadístico .....	54
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>56</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Ciclo biológico de los nematodos gastrointestinales. El ciclo de vida incluye dos fases una endógena (dentro del hospedero) dura 21 días y una exógena (en el pasto) con una duración de entre 10 y 21 días... .....9
- Figura 2.** Carta FAMACHA®. Descripción grafica sobre las diferentes coloraciones de la conjuntiva del ojo de los caprinos .....37
- Figura 3.** Condición corporal. Escala de la condición corporal en la que se encuentran los animales. ....40
- Figura 4.** Método de conteo de huevos en la cámara McMaster. ....43
- Figura 5.** División municipal del estado de Nuevo León. ....47
- Figura 6.** Efecto de los huevos por gramo de heces (HPG) sobre la condición corporal (CC), FAMACHA® (FAM) y hematocrito (Ht), de cabras adultas del municipio de Galeana, Nuevo León.....61

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Géneros y especies de nematodos gastrointestinales que afectan a los caprinos. ....	11
<b>Cuadro 2.</b> Valores normales de hematocrito para diferentes especies animales. ....	42
<b>Cuadro 3.</b> Prevalencia (%) de nematodos gastrointestinales y excreción de huevos por gramo de heces (HPG) de nematodos gastrointestinales (NGI) de los rebaños caprinos del municipio de Galeana, Nuevo León.....	57
<b>Cuadro 4.</b> Efecto de la edad sobre el conteo de huevos por gramo de heces (HPG), el hematocrito (Ht), peso y condición corporal (CC) de cabras adultas del municipio de Galeana, Nuevo León.....	58
<b>Cuadro 5.</b> Efecto de la raza sobre el conteo de huevos por gramo de heces (HPG), hematocrito (Ht) y condición corporal (CC) de cabras adultas del municipio de Galeana, Nuevo León.....	59
<b>Cuadro 6.</b> Efecto de los huevos por gramo de heces (HPG) sobre el hematocrito (Ht), condición corporal (CC) y FAMACHA® de cabras adultas del municipio de Galeana, Nuevo León.....	61

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la prevalencia puntual de nematodos gastrointestinales en sistemas de producción de ganado caprino en el municipio de Galeana, Nuevo León. En tal estudio se muestrearon un total de 250 cabras con diferentes grados de encaste. Las visitas a los rebaños se realizaron en la mañana y como criterios de inclusión se consideraron: rebaños con al menos 100 cabras adultas, no haber sido desparasitadas en los últimos seis meses y ser alimentadas bajo pastoreo extensivo. La mayoría de los rebaños caprinos tienen contacto con otras especies animales como el ganado bovino y las ovejas en las áreas de pastoreo comunal. Se evaluó el efecto de la nematodiasis gastrointestinal sobre la condición corporal, hematocrito y FAMACHA<sup>®</sup> de los caprinos así como la identificación de cada uno de los géneros de nematodos gastrointestinales (NGI) en cada uno de los hatos del municipio. Se obtuvo una prevalencia de NGI en los rebaños del 64% al 100 %. En los coprocultivos realizados solo se encontraron larvas de *Trichostrongylus spp.* Hubo diferencias en la susceptibilidad a las infecciones por NGI entre razas ( $p < 0.05$ ). Las cabras de tipo racial La Mancha tuvieron menores conteos de huevecillos por gramo de heces (HPG) que las cabras de tipo racial Toggenburg, la cual resultó ser la raza más susceptible con mayor conteo de HPG. No hubo efecto de la edad sobre el conteo de HPG y las cabras con mayores conteos de HPG presentaron peores valores ( $p < 0.05$ ) de hematocrito, condición corporal y FAMACHA<sup>®</sup>.

**Palabras clave:** NGI, Prevalencia, Cabras, HPG, Condición Corporal,  
FAMACHA

## I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades parasitarias se encuentran entre las causas más frecuentes e importantes que ocasionan una ineficiencia biológica y económica en los sistemas pecuarios de todo el mundo. Tales problemas disminuyen sutil o apreciablemente la producción de los animales; ello trae como consecuencia bajas utilidades a los productores, lo cual favorece el desaliento y abandono de la actividad pecuaria. Otra causa es la nematodosis gastrointestinal, enfermedad multiecológica ocasionada por varios géneros y especies de parásitos, afectando a ovinos y caprinos (Meek, 1979).

El endoparasitismo por nematodos es una de las causas más importantes de la baja productividad y merma económica de los sistemas pecuarios ovinocaprinos del mundo en general. Los parásitos pueden alterar el bienestar animal y, por tanto, la producción de los hatos, independientemente del sistema de producción (Herrera *et al.*, 2013).

Las infecciones de parásitos tienen efectos directos sobre la ganancia de peso, el desarrollo corporal, el comportamiento reproductivo y la producción de leche, así como efectos indirectos tales como la subutilización del recurso forrajero y la predisposición a enfermedades (Soca, 2005).

Además de los costos implicados en los tratamientos del animal que generan mayores gastos en la producción, reduciendo la rentabilidad (Márquez, 2007).

Otra causa o afectación para el desarrollo de los animales es la nematodosis debido a la presencia de nematodos en el aparato gastrointestinal de los rumiantes, lo que ocasiona la desnutrición e incluso la muerte del animal, debido a que se altera las funciones de digestión y absorción de nutrientes y ocurre principalmente en los animales jóvenes (Ordaz, 2010).

Las cabras son rumiantes, sus hábitos alimenticios son diferentes a los de las ovejas y bovinos. Las cabras ramonean en un 80% y pastorean en un 20% de su tiempo de alimentación. Este comportamiento se asocia a las diferencias en la habilidad de los caprinos para enfrentar a sus parásitos (Ordaz, 2010).

A nivel mundial, la resistencia antihelmíntica de los nematodos gastrointestinales (NGI) en los rebaños caprinos afecta negativamente su rentabilidad. Ante este fenómeno, la investigación sobre los métodos alternativos de control de NGI ha sido incesante, y recientemente se han desarrollado nuevas estrategias para responder a esta problemática (Aguilar-Caballero *et al.*, 2011).

El municipio de Galeana, Nuevo León es muy importante en cuanto a población caprina donde la mayor parte de la población rural depende económicamente de esta actividad, por lo tanto, en el presente estudio se plantean los siguientes objetivos.

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la prevalencia de infección por NGI así como la carga parasitaria de NGI en cabras pastoreadas en vegetación nativa en el municipio de Galeana, Nuevo León.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Evaluar el efecto de la edad y tipo racial sobre la prevalencia y el nivel de infección de NGI.
- Identificar los géneros de NGI prevaletentes en los hatos caprinos.
- Evaluar el efecto de la nematodiasis gastrointestinal sobre la condición corporal, hematocrito y FAMACHA<sup>®</sup> de los caprinos.

### **1.3. HIPÓTESIS**

La prevalencia de NGI en hatos caprinos del municipio de Galeana, Nuevo León es alta, y ésta se ve afectada con la edad y la raza de las cabras, y afecta negativamente los valores de condición corporal, hematocrito y FAMACHA<sup>®</sup>.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Prevalencia**

Es la proporción de individuos de un grupo o una población que presentan una característica o evento determinado en un momento o en un período determinado (Thrusfield, 2005).

### **2.2. Enfermedades parasitarias**

#### **2.2.1. Parásito**

Es todo ser vivo animal o vegetal que pasa una parte o la totalidad de su vida en el interior o exterior de otro ser vivo más potente el cual se nutre causándole daño aparente o inaparente (Suárez *et al.*, 2015).

Las enfermedades parasitarias son uno de los principales factores que causan pérdidas en la explotación animal, aunque muchas de ellas, no ocasionan gran número de muerte, sin embargo, provocan atrasos en el desarrollo de los animales jóvenes y alteraciones en la calidad y cantidad de sus productos, los parásitos se multiplican rápidamente (Meek, 1979).

Además, existe, entre otros, un par de factores, la raza y el estado nutricional son factores que influyen en la presentación de la nematodosis, generalmente

los animales criollos o nativos son más resistentes debido a la adaptación y al desarrollo de inmunidad a la infestación de nematodos (Ordaz, 2010).

Desde luego, algunos son susceptibles y mueren, sobreviviendo los más capacitados para soportar este tipo de enfermedades; en ellos ocurre una "selección natural", los de raza pura, muchas veces criados bajo otros ambientes menos contaminados, al no tener antecedentes de su presencia y no haber desarrollado mecanismos inmunes para un ataque, son más susceptibles a la parasitosis (Ordaz,2010).

Siendo una de las razones del fracaso de algunas razas introducidas en ambiente altamente contaminado con larvas de nematodos. Por otro lado, el estado nutricional puede determinar la aparición de cuadros de nematodiasis gastrointestinal al deprimirse las defensas del animal, la presencia de nematodos hace que el animal se desnutra, situación que es más grave si ya existe un pobre estado nutricional (Ordaz, 2010).

Durante la época de frío o sequía se hace más notoria la enfermedad, ya que la condición general del animal disminuye y si poseía cierta cantidad de parásitos que aparentemente no le ocasionaban problemas, bajo esas condiciones el efecto será notorio (Ordaz, 2010).

### **2.3. Nematodos gastrointestinales (NGI)**

Los nematodos gastrointestinales (NGI) son endoparásitos que pertenecen a la clase nematoda, palabra que proviene del griego “nemas”, es decir filiformes. Son de forma cilíndrica, cubierta por una cutícula quitinosa que están presentes en la mayoría de los rumiantes; su presencia se ve determinada por los factores propios de los parásitos y por los factores ambientales como son el clima, el manejo y edad de los huéspedes expuestos a praderas contaminadas (Torres-Acosta, 2005).

La producción de pequeños rumiantes enfrenta dos problemas importantes uno es la desnutrición y el otro son los nematodos gastrointestinales (NGI). Estos son importantes en el sistema de producción basada en pastoreo. Durante un ciclo anual los animales pastorean durante dos épocas: una época de seca y otra de lluvias. Durante la primera, la disponibilidad de nutrientes es escasa y predominan los alimentos lignificados, la ganancia diaria de peso se reduce y en casos extremos algunos animales mueren. En la época de lluvias existe mayor disponibilidad de forraje, pero en esta época las condiciones climáticas son más favorables para el desarrollo de las larvas de los parásitos. Los nematodos gastrointestinales pueden reducir las ganancias diarias de peso de 30 a 50 % en los cabritos y un 20% en la producción de leche y causan hasta

un 50% de muerte en cabritos en la etapa de crecimiento (Torres-Acosta *et al.*, 2012).

La producción de caprinos permite la oportunidad de producir proteína animal a bajo costo. La adaptación de las cabras a las regiones con climas extremos las pone en ventaja contra otros rumiantes. Sin embargo, los Nematodos Gastrointestinales (NGI) son los enemigos naturales por enfrentar. Es importante entender las relaciones entre estos parásitos, las cabras y el medio ambiente (Torres-Acosta *et al.*, 2012).

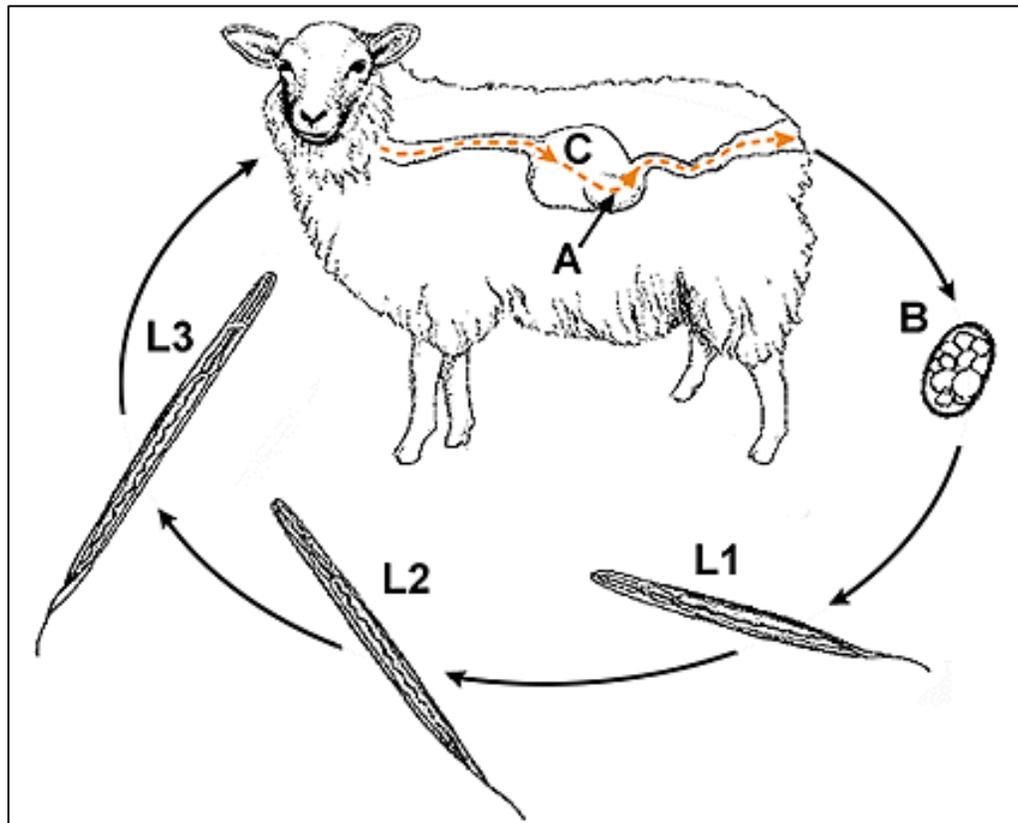
#### **2.4. Ciclo biológico de los nematodos gastrointestinales**

Los NGI también pasan por etapas fisiológicas desde huevos hasta adultos; cuando producen huevos e infectan a nuevos animales o desinfectan a su hospedador (Aguilar-Caballero *et al.*, 2009).

El ciclo de vida de la mayoría de los nematodos es directo, esto quiere decir que no necesita de otros animales para completarlo, y está dividido en dos fases: exógena y endógena (Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

La fase exógena comienza con la expulsión de los huevos en las heces fecales de los animales al exterior. En condiciones favorables de oxígeno, temperatura y humedad las larvas eclosionan y dan origen a larvas L<sub>1</sub>, a su vez están pasando a larvas de segundo estadio (L<sub>2</sub>) es esta etapa en donde se desprenden de su cutícula protectora. Las larvas L<sub>2</sub> sufren otra muda para transformarse en larvas tres (L<sub>3</sub>) o infectante (Soca, 2005).

La fase endógena se inicia con la ingestión de la L<sub>3</sub> y termina con el desarrollo de los parásitos, la copula y la producción de huevo (Soca, 2005).



**Figura 1.** Ciclo biológico de los nematodos gastrointestinales. El ciclo de vida incluye dos fases una endógena (dentro del hospedero) dura 21 días y una exógena (en el pasto) con una duración de entre 10 y 21 días.

Fuente: Ríos (2011)

## 2.5. Los nematodos gastrointestinales en los caprinos

Los NGI han sido considerados como los enemigos a vencer en la producción de rumiantes en pastoreo. Actualmente, se ha reflexionado sobre el papel real de los NGI. Estos forman parte de los mecanismos de la selección natural para regular las poblaciones animales en los ecosistemas. Los humanos, para

incrementar la producción animal, han concentrado a un gran número de animales en el menor espacio posible. Como consecuencia, los NGI tratan de regular este crecimiento anormal y propician los brotes mortales en el rebaño (Aguilar-Caballero *et al.*, 2009).

## **2.6. Géneros y especies de nematodos gastrointestinales**

Como se muestra en el Cuadro 1, existen diferentes especies y géneros de NGI, pudiendo ubicarse en los diversos segmentos del tracto digestivo de los rumiantes. Los principales nematodos que afectan a caprinos y ovinos son *Haemonchus contortus*, *Cooperia sp*, *Teladorsagia (Ostertagia) circumcincta*, *Trichostrongylus sp* y *Oesophagostomum sp* (Márquez, 2007; Arece *et al.*, 2005; Molento *et al.*, 2016; Herrera *et al.*, 2013).

**Cuadro 1.** Géneros y especies de nematodos gastrointestinales que afectan a los caprinos.

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

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

### 2.6.1. *Haemonchus*

El *Haemonchus* (o gusano en forma de “palo de barbería”) por mucho es el parásito más virulento de los pequeños rumiantes que por sus hábitos hematófagos (se alimenta de sangre) genera hemorragias en la mucosa del órgano que lo aloja. Este género se convierte en uno de los que tienen mayor grado de afectación. Este gusano se ubica en el abomaso de los animales (Merck, 2007).

Las infecciones siempre cursan con una fuerte presencia de anemia que se visualiza en las conjuntivas del ojo para finalizar en postración y muerte afectando principalmente a cabritos. Generalmente no hay diarrea; más bien la materia fecal se presenta un poco más seca que de costumbre y el apetito se mantiene hasta último momento. En los animales de mayor edad o en casos de infecciones crónicas por ingestión no masiva, pero continua de larvas, puede producir un edema sub-mandibular que consiste en una inflamación debajo de la mandíbula, como una bolsa de agua bajo la piel (Sánchez-López, 2012).

El *Haemonchus* es un parásito que en machos mide hasta dos centímetros y en hembras llega los tres centímetros. Dos mil de estos gusanos pueden extraer 30 ml de sangre diariamente, dejando sustancias anticoagulantes en las heridas de la mucosa y que llevan a que la hemorragia continúe. Ya que la cabra es

muy sensible a una disminución en el volumen de sangre lo que puede llevar a una muerte repentina (Merck, 2007).

### **2.6.2. *Teladorsagia (Ostertagia)***

Es un grupo de parásitos internos del ganado muy dañinos, la especie que afecta a los caprinos es la *Teladorsagia pinnata*. Se da en todo el mundo sobre todo en las regiones húmedas de clima templado.

Los adultos alcanzan hasta 12 mm de longitud y tienen forma de alambre. De color pardo rojizo debido a la sangre digerida del hospedador.

*Teladorsagia* tiene un típico ciclo vital directo. Los adultos ponen huevos que se excretan con las heces del hospedador y eclosionan una vez al exterior. Las larvas se desarrollan al estadio 3 infectivo en el entorno, migran a las hierbas y el hospedador las ingiere al pastar. La infestación en el interior de establos a través de heno fresco no es frecuente pero posible. Las larvas infecciosas del estadio 3 pueden sobrevivir hasta 14 meses en el entorno, y son capaces de sobrevivir el invierno en regiones frías.

Los signos clínicos principales de infecciones de *Teladorsagia* son diarrea mucosa o acuosa con olor pútrido, deshidratación, edema (submandibular = “mandíbula o quijada de botella”, también ascitis (acumulación de líquido en el abdomen), pérdida de apetito y de peso, debilitamiento progresivo, a veces fatal.

### **2.6.3. *Trichostrongylus***

Aparecen como vermes muy finos, de color pardo rojizo, estrechados en su parte anterior, de 5 a 8 mm de longitud, cuya cutícula está claramente anillada. *Trichostrongylus colubriformis* y *T. axei* son las especies de importancia para los caprinos (Mehlhorn *et al.*, 1994).

Las larvas en desarrollo se entierran superficialmente en las criptas de la mucosa intestinal (*T. colubriformis*) o del abomaso (*T. axei*), donde alcanzan el estado de adulto productor de huevos en 18-21 días (Cordero del Campillo, 1999).

Los principales signos en los animales son: anorexia, diarrea persistente y pérdida de peso. Se produce una atrofia de las vellosidades intestinales, que causa trastornos en la digestión y mala absorción; hay pérdida de proteínas a través de la mucosa lesionada (Merck, 2007).

### **2.6.4. *Cooperia***

*Cooperia* es un género de gusanos redondos (nematodos) que parasita principalmente a rumiantes domésticos. Se dan en todo el mundo pero son más abundantes en regiones tropicales y subtropicales (Merck, 2007).

Los parásitos adultos del género *Cooperia* se localizan en el intestino delgado, son de color rojo, su extremo anterior esta enrollado en forma de espiral; miden alrededor de 10 mm de longitud, tienen una cabeza típicamente “hinchada” debido a una prominente vesícula cefálica, la superficie corporal posee aristas longitudinales con estrías transversales. Estos vermes aparentemente no succionan sangre. La mayoría de ellos se alojan en los primeros 3-6 m del intestino delgado, su periodo de incubación es de 12-15 días. En las infestaciones masivas por *Cooperia* se produce diarrea profusa, anorexia y emaciación, pero no existe anemia (Cordero del Campillo, 1999).

#### **2.6.5. *Nematodirus***

Los nemátodos del género *Nematodirus* se localizan en el intestino delgado. Los gusanos adultos alcanzan entre 1.0 y 2.5 cm de longitud, los machos son más cortos que las hembras. El extremo posterior del cuerpo de las hembras es más grueso que el anterior, lo que hace que la cabeza parezca hinchada. Los huevos son especialmente grandes alcanzan un tamaño de 90 x 200 micras (Cordero del Campillo, 1999).

*Nematodirus* tiene un ciclo vital directo. Pero este ciclo se distingue del de la mayoría de los otros estrombilidos porque el desarrollo hasta el estadio de larva

3 (cuando las larvas se vuelven infecciosas). La eclosión de los huevos varía según las especies (Cordero del Campillo, 1999).

Las infestaciones clínicas por *Nematodirus* son de gran importancia en muchas regiones del mundo, se han reportado hasta un 20% de muertes en los rebaños por este tipo de parasitosis. Los gusanos no se alimentan de sangre pero dañan de modo considerable la mucosa intestinal y a veces la atraviesan. La afección se caracteriza por su aparición brusca, pérdida del aspecto saludable, bajo rendimiento, diarrea profusa y deshidratación marcada, y la muerte se produce a los 3 días de comenzado el brote (Merck, 2007).

#### **2.6.6. *Bunostomum***

Es un género de nematodos que parasitan el intestino delgado de los rumiantes. *Bunostomum* tiene un típico ciclo directo. Tras la eclosión en los excrementos, los huevos se vuelven infecciosos en más o menos 1 semana. Con tiempo favorable las larvas pueden sobrevivir hasta 50 días en los pastos. Las larvas infectivas penetran en el hospedador por ingestión directa de pasto contaminado, pero a menudo a través de la piel. El periodo de prepatencia dura de 30 a 60 días (Cordero del Campillo, 1999).

La principal especie que afecta a caprinos es *Bunostomum trigonocephalum*. Los machos adultos miden alrededor de 15 mm de longitud y las hembras 25 mm son uno de los nematodos más gruesos. Estos vermes tienen una cápsula bucal típica en forma de embudo con dos placas cortantes. Los adultos se prenden a la mucosa intestinal, sobre todo en el yeyuno, tan solo se necesitan 100 parásitos para producir signos clínicos, la fuerte cápsula bucal de los adultos produce lesiones de la pared intestinal, incluida la ruptura de vasos sanguíneos con la consiguiente pérdida de sangre. Los huevos poseen una envuelta fina, contienen de 4 a 8 blastómeros (células embrionales) y miden unas 95 x 55 micras. Los animales parasitados pueden cursar con anemias y pérdidas de peso, pudiéndose alternar con diarreas y estreñimiento (Merck, 2007).

#### **2.6.7. *Strongyloides***

Es un género de nemátodos que parasitan el intestino delgado de los animales. *Strongyloides papillosus* es la especie que más parasita a los caprinos. Los nemátodos adultos miden entre 3.5 y 6.0 mm de longitud y se introducen en la mucosa del intestino delgado proximal de los animales. *Strongyloides papillosus* tiene un ciclo vital especial; en el intestino del hospedador, las hembras partenogénicas (es decir, que producen huevos que se desarrollan sin necesidad de ser fecundados por un macho) producen huevos que empiezan a desarrollarse antes de alcanzar las heces (Cordero del Campillo, 1999).

Los huevos de *Strongyloides* miden unas 25 x 50 micras y, cuando abandonan el hospedador a través de las heces, cada uno contiene ya una larva completamente desarrollada que puede convertirse directamente en larva infectante o en adulto de vida libre. Las larvas infectivas penetran en el hospedador a través de la piel, o con la hierba o el agua. Las infecciones son más comunes en animales jóvenes. Aunque los signos son raros, puede aparecer diarrea intermitente, pérdida de apetito y de peso, algunas veces sangre y moco en las heces (Junquera, 2017).

Las larvas dañan también la pared intestinal. Esto provoca graves inflamaciones (enteritis) e incluso la muerte de animales fuertemente infectados. También pueden darse grave dermatitis debida a las larvas que atraviesan la piel, con fuerte picor, especialmente en las patas (Merck, 2007).

#### **2.6.8. *Oesophagostomum***

Este género de nematodo se encuentra en el intestino grueso (colon). *Oesophagostomum columbianum* es la especie de importancia en caprinos y ovinos. Los parásitos adultos tienen un tamaño aproximado de 15 a 20 mm de longitud, las hembras son más grandes que los machos; la cabeza dispone de una gran vesícula cefálica. Los huevos de *O. columbianum* alcanzan sólo las 40 x 80 micras y tienen una membrana exterior bastante delgada. Los vermes

adultos se encuentran en el colon anterior; no se alimentan de sangre (Cordero del Campillo, 1999).

Todas las especies poseen un ciclo vital directo. Una vez fuera del hospedador, los huevos eclosionan a larvas del estadio 1 en las heces. Una semana más tarde aparecen las larvas infectivas del estadio 3 (Junquera, 2017).

Una vez ingeridos con el pasto por el hospedador final penetran en la pared intestinal y forman nódulos en cualquier lugar entre el intestino delgado y el intestino grueso. Tras cerca de una semana abandonan los nódulos y emigran al colon donde completan el desarrollo a adultos y se reproducen (Merck, 2007).

El periodo de prepatencia es de 5 a 6 semanas. Los huevos son sensibles a la sequedad y a temperaturas bajas o altas, pero pueden sobrevivir hasta 2 o 3 meses en el pasto, y pueden resistir inviernos suaves (Merck, 2007).

Una vez que el animal las ingiere con el pasto, las larvas perforan la pared intestinal y el hospedador responde a esta herida produciendo nódulos del tamaño de un guisante que puede localizarse en cualquier lugar entre el intestino delgado y el intestino grueso. Tras cerca de una semana abandonan los nódulos y emigran al colon donde completan el desarrollo a adultos y se reproducen (Cordero del Campillo, 1999).

A la semana después de haber ocurrido la infección aparece la diarrea, las heces pueden contener exceso de moco, así como estrías de sangre, a medida que la diarrea progresa, los animales afectados se van debilitando. Cuando la infestación es crónica, los animales se debilitan, pierden peso a pesar de tener buen apetito y muestran periodos intermitentes de diarrea y estreñimiento (Merck, 2007).

### **2.6.9. *Trichuris***

Es un género de nematodos intestinales que parasitan a los caprinos y muchos otros mamíferos domésticos y salvajes. *Trichuris discolor*, *T. globulosa*, *T. ovis* son las especies que parasitan a ovinos y caprinos. Los adultos miden de 30 a 80 mm de longitud y son de color amarillento (Cordero del Campillo, 1999).

La trichuriasis o trichurosis es una enfermedad parasitaria causada por el denominado gusano látigo el cual tiene la parte posterior del cuerpo más gruesa, mientras la parte anterior es filiforme, En los machos, la parte posterior está enrollada y sólo tienen una espícula. Los huevos son pardo amarillentos, tienen una típica forma de tonel, con una membrana bastante gruesa y un "tapón" en ambos extremos, y miden unas 40 x 70 micras. Los huevos con las larvas infectivas son ingeridos por el animal al consumir pastos, aguas u otros alimentos contaminados. Tras alcanzar el término del intestino delgado, las

larvas salen del huevo y permanecen allí durante 2 a 10 días antes de trasladarse al ciego donde completan su desarrollo a adultos y se reproducen (Cordero del Campillo, 1999).

La infección por *trichuris* no es muy común, aunque en algunos casos puede aparecer en animales jóvenes o en condiciones de sequía. Los huevos de este género son muy resistentes. Los principales signos que se presentan son congestión y edema de la mucosa cecal, acompañados de diarrea y bajo rendimiento, pérdida progresiva de peso y anemia (Merck, 2007).

## **2.7. Epidemiología de la nematodiasis**

El conocimiento y la cuantificación de las relaciones entre el medio ambiente y el parásito son muy útiles para comprender la epidemiología de los NGI de los pequeños rumiantes. El riesgo parasitario está en función del grado de contaminación de la pastura (huevos expulsados al exterior), de la posibilidad de desarrollo de los huevos en las larvas infectantes (L3), de la supervivencia de estas larvas en el forraje en espera de ser ingeridos por el huésped y de la accesibilidad de las larvas desde la pastura a los animales (Rossanigo and Gruner, 1996).

Existen dos factores fundamentales que intervienen en el desarrollo de las larvas L<sub>3</sub> que es el contenido de agua y la temperatura de la materia fecal (Rossanigo, 2003).

La humedad es uno de los principales factores ya que dependiendo de ella puede existir mortalidad de los huevos, mientras que las temperaturas elevadas es el segundo factor de importancia con una acción letal sobre los estadios infectante (Rossanigo and Gruner, 1996).

## **2.8. Acción patógena de los nematodos gastrointestinales**

Los parásitos ejercen en los animales una variable en cada caso y depende de la especie del parásito, el número de ellos, de su virulencia, de las asociaciones parasitarias, pero también de la constitución individual del huésped, de las condiciones de resistencia y receptividad, edad entre otros factores. Cuando estos organismos encuentran un medio propio para su desarrollo, se origina el parasitismo, que puede variar, desde una simple tolerancia al parásito como portadores sanos, hasta casos en donde se provocan lesiones más fuertes. Según Silvestri (1987) los nematodos pueden ser clasificados por sus diferentes acciones como son;

- **Acción expoliadora**

Los parásitos se alimentan de sus huéspedes, sustrayéndoles materias nutritivas indispensables para su desarrollo. Un ejemplo son los áscaris.

- **Acción tóxica**

Es ejercida a través de sus toxinas y productos de desasimilación produciendo un efecto destructor sobre el huésped. Como ejemplo los coccidios.

- **Acción traumática**

Se manifiesta a través de las lesiones que los parásitos producen en el organismo, como las que aparecen en la mucosa intestinal, producidos por los ganchos de las tenias.

- **Acción mecánica**

Puede ser por obstrucción, como en el caso de las áscaris que se introducen en el intestino por movimientos y dan origen a cuadros de obstrucción biliar. Ejemplo *Strongylus*.

- **Acción irritativa e inflamatoria**

Es producida por la propia presencia de los parásitos o de sus toxinas y productos de secreción. Un ejemplo de ellos son los *Strongylus* en larva migrans que produce una erupción en la piel.

## **2.9. Signos clínicos**

De acuerdo con Angulo-Cubillán (2005), los signos clínicos de las infecciones mixtas por los NGI son muy comunes en los caprinos y dependen ciertos factores como el número de parásitos presentes, la especie de NGI involucrados, el estado nutricional y la edad del hospedero.

Los NGI son caracterizados por generar inapetencia, síndrome de mala digestión -adsorción, anemia, edemas, diarreas, disminución de la producción, mucosas y conjuntivas pálidas y en algunos casos severos la muerte del animal (Angulo-Cubillán, 2005).

La mayoría de las veces, los animales adultos presentan una enfermedad de tipo subclínico, trayendo como consecuencia grandes pérdidas económicas a largo plazo. En estos animales los casos son generalmente crónicos, donde hay una pérdida de condición corporal, los animales se encuentran letárgicos con

pérdidas de peso inadvertidas, descenso del Hematocrito (con valores de un 15 al 25%), el edema facial puede o no estar presente, se puede presentar diarrea intermitente, emaciación e inapetencia. En ocasiones, ocurre la muerte de los animales (Alberti, 2012).

## **2.10. Papel de los Factores Zootécnicos**

Los factores zootécnicos tienen un papel muy importante en la incidencia e intensidad de los parásitos. Las características de las instalaciones, el área de la explotación, el tipo y la forma del alimento, el sistema de producción, la sanidad, ejercen una influencia sobre los parásitos en el rebaño (Coop, 1999).

Uno de los principales factores es la alimentación, ya que la vía oral representa la principal entrada de los parásitos al animal. El tipo y la forma del alimento tienen importancia cuando los pastos son la principal fuente de alimento. Los forrajes de igual manera pueden ser una fuente de infección sobre todo si estos son fertilizados con excretas (Coop, 1999).

### **2.11. Efecto de los nematodos gastrointestinales sobre la producción**

El efecto más representativo es la disminución en la ganancia de peso o la mortalidad de los animales jóvenes, así como la pérdida de condición corporal en los adultos. Este retardo de la ganancia de peso provoca un alargamiento del período necesario para alcanzar el peso establecido por el mercado en el momento de la venta, incrementando el tiempo de permanencia del animal en la explotación y los costos de producción, traducidos en pérdidas para el productor. Al igual que en el caso anterior, la producción de leche se ve comprometida, ya que el animal parasitado debe utilizar sus reservas energéticas y proteicas para la reparación de los tejidos dañados o consumidos por los parásitos (Quiroz, 1997).

### **2.12. El efecto de los nematodos gastrointestinales sobre la reproducción**

Este efecto es indirecto y va relacionado a la obtención del peso necesario para llegar a la pubertad y a la edad del primer servicio. Mientras más afecten los nematodos gastrointestinales a los animales jóvenes, la ganancia de peso será menor y al ser este un factor fundamental para la aparición de la pubertad, la edad a la misma aumenta, al igual que la edad al primer servicio y al primer parto, retrasándose de esta manera el inicio de la vida productiva del animal. Por un lado, se hace necesaria la mayor permanencia del animal reproductivo

en la explotación y por otro se reduce la vida productiva del mismo. Adicionalmente, las hembras gestantes son vulnerables a la infestación por nematodos, cuyo efecto sobre el estado nutricional podría permitir una nutrición fetal deficiente, retardo en el crecimiento y menor peso al nacimiento (Quiroz, 1997).

### **2.13. Distribución de los nematodos gastrointestinales**

Los nematodos están distribuidos en las zonas tropicales, especialmente en aquellas regiones donde los pastos constituyen la base alimentaria de los rumiantes, y las condiciones climáticas, principalmente la temperatura y la humedad, favorecen la eclosión y el desarrollo de los huevos hasta larvas infectantes durante todo el año, lo que garantiza condiciones ambientales apropiadas a lo largo del año para el auge y supervivencia de los estadios externos, aumentando las probabilidades para su transmisión a nuevos hospedadores, especialmente animales jóvenes debido a su baja respuesta inmunitaria (Aguilar Caballero *et al*, 2008).

Algunos géneros de parásitos tienen preferencias climáticas, por lo que su localización varía de acuerdo con la región geográfica. Los cabritos en pastoreo son los más susceptibles a la infección por NGI, sobre todo los recién destetados (Torres-Acosta *et al.*, 2006).

Cuando los parásitos se presentan en mayor cantidad y no existe un conteo, generalmente pasan desapercibidos, causando grandes pérdidas económicas que se mantienen ocultas en la productividad disminuida del rebaño (Aguilar Caballero *et al*, 2008).

#### **2.14. Supervivencia de las larvas en el medio ambiente**

Los NGI presentan un comportamiento estacional bien definido, favorecido por las estaciones con abundante precipitación y temperaturas cálidas. El desarrollo del ciclo exógeno de los NGI son las heces fecales ya que desempeñan un papel muy importante, debido a que a través de éstas es por donde salen los huevos. Las heces son las incubadoras de los huevos en las praderas, ya que son en ellas donde se desarrollan las larvas hasta que alcanzan el estadio infectante. Las excretas son el principal reservorio de las larvas, del cual éstas van emigrando a las hierbas siempre y cuando las condiciones externas sean favorables (Almería y Llorente, 1999).

Las larvas son capaces de sobrevivir durante largos periodos de tiempo, aun en condiciones difíciles. La temperatura ideal es de 22 y 26° C, pero también se pueden desarrollar a temperaturas mayores de 30° C, aunque existe mayor probabilidad de muerte, sobre todo cuando la humedad es menor a 85 %. La

deseccación por la ausencia de lluvias provoca la muerte de los huevos y de las larvas (Hansen and Perry, 1994).

## **2.15. Control de nematodos gastrointestinales**

Los caprinos cuentan con dos mecanismos naturales para contrarrestar a los NGI uno es la resiliencia y el otro es la resistencia (Torres-Acosta *et al.*, 2006).

### **2.15.1. 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.*, 2008).

### **2.15.2. Resistencia**

La resistencia es la capacidad que tienen los caprinos para controlar o eliminar las larvas y parásitos adultos del tracto gastrointestinal (Torres-Acosta *et al.*, 2006).

La resistencia está basada en estrategias inmunológicas que el animal trae en su código genético o puede desarrollarse con el enfrentamiento que tiene a

diario con los NGI. Para el control de los NGI puede ser a través del uso de sustancias químicas (Aguilar-Caballero *et al.*, 2011).

## **2.16. Métodos alternativos de control de nematodos gastrointestinales**

Debido al problema derivado de NGI para el caprino y su resistencia por un mal manejo de los tratamientos con antihelmínticos, actualmente se están buscando métodos alternativos de control. El proceso de control o eliminación de los NGI en los caprinos se puede hacer a través de la participación de mecanismos celulares y humorales mediados por diferentes reguladores químicos. Existen diversos métodos de control, o medidas preventivas, de las parasitosis por NGI que pueden ser utilizadas para reducir eficazmente las cargas parasitarias a niveles aceptables para el potencial zotécnico de los animales (Balic, 2000).

### **2.16.1. Agujas de óxido de cobre (AOC)**

Las agujas de óxido de cobre (AOC) son administradas vía oral en cápsulas de gelatina y llegan hasta el abomaso, donde los filamentos de cobre son liberados y quedan atrapados en los pliegues de este órgano digestivo. Las AOC se oxidan liberando iones de cobre que provocan la muerte y expulsión de los parásitos del abomaso. Las AOC presentan una elevada eficacia contra *H. contortus* y una persistencia inferior al 46%, 35 días después de su dosificación.

A pesar de su utilidad en ovinos y caprinos, muestran el riesgo derivado del cobre acumulado en el hígado de los animales tratados. Por tal motivo, se sugiere tratar la *Hemoncosis* en el primer año de vida de las cabritas (con dos dosis cada 60 días). Las AOC reducen las cargas de *H. contortus* entre 75 y 90% y reducen la cantidad de parásitos, pero no mejoran la ganancia de peso de los animales (Galindo-Barboza *et al.*, 2011).

### **2.16.2. Hongos nematófagos**

Estos hongos son considerados como los enemigos naturales principales de los nematodos. Son organismos del suelo que poseen la capacidad de transformar sus micelios en trampas especializadas para capturar y destruir nematodos, ya sea en el suelo o en las heces de los animales (Torres-Acosta y Hoste, 2008).

Las clamidosporas de los hongos nematófagos son ofrecidas oralmente a los animales, como parte de su dieta, para llegar al tracto gastrointestinal sin ser dañadas. Una vez que las heces se depositan en el exterior se estimula la germinación y desarrollo del hongo por contacto con las fases larvianas de nematodos. En condiciones de campo se ha probado que reduce significativamente la infección de las praderas con NGI, donde se observa adicionalmente una mayor ganancia de peso en ovinos en pastoreo. Las dosis van de 1 a 100 millones de clamidosporas (Torres-Acosta y Hoste, 2008).

### **2.16.3. Manejo del pastoreo: pastoreo alterno y rotación de praderas**

El manejo del pastoreo puede ser usado para controlar la infección por NGI al reducir la cantidad de larvas disponibles para ser consumidas por los animales. Las técnicas de pastoreo se agrupan en técnicas preventivas, de evasión y de dilución. El pastoreo rotacional es una técnica de evasión donde los animales se mueven antes de que se enfrenten a altas cargas de larvas L<sub>3</sub> en la pastura. Un estudio realizado en Yucatán, en época de lluvias, demostró una reducción casi total del riesgo de infección en corderos de pelo en crecimiento bajo un esquema de 3 días de pastoreo por 30 de descanso con una carga animal de 40 animales por hectárea (Torres-Acosta y Hoste, 2008).

En regiones de clima templado, el desarrollo y la sobrevivencia de las larvas L<sub>3</sub> puede ser considerablemente mayor. En estas condiciones, es mejor utilizar el pastoreo alternado donde primero se introducen en la pradera animales de mayor resistencia capaces de consumir mayor cantidad de larvas infectantes y que no tengan signos de enfermedad y puedan eliminar bajas cantidades de huevos de nematodos en sus heces. Posteriormente, cuando la infección de la pradera es menor, se introducen animales más susceptibles (Torres-Acosta y Hoste, 2008).

#### **2.16.4. Uso de suplemento para el control de los nematodos gastrointestinales**

La suplementación con proteína dietética mejora la resistencia contra infecciones de NGI tanto en ovinos como en caprinos. Los animales suplementados reducen sus cargas de huevos por gramo de heces. 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 en el útero de las hembras de los NGI (Torres-Acosta *et al.*, 2012).

Las fuentes de energía, como el maíz y la melaza, han demostrado su eficacia para el control de los NGI. Recientemente, se demostró que la suplementación con maíz al 1 % del peso vivo de los animales en pastoreo presentó la mejor respuesta para el control de los NGI a través de la inmunidad celular, manteniendo valores de crecimiento de acuerdo con los nutrientes ofrecidos. La propuesta actual es ofrecer a los animales maíz (base fresca) al 1% de su peso vivo (Torres-Acosta *et al.*, 2012).

## **2.17. Diagnóstico de nematodos gastrointestinales**

El examen fecal es una herramienta importante para el control de infecciones parasitarias en animales de granja y un complemento importante para el mantenimiento de los programas de control nematodos (Pereckiene, 2010).

El diagnóstico se realiza a través de un examen físico y análisis de la sintomatología a través de un diagnóstico presuntivo de la cantidad de nematodos gastrointestinales, el cual debe realizarse en un laboratorio (Pereckiene, 2010).

Las muestras de las heces deben tomarse directamente del recto del animal, estas deben estar debidamente rotuladas y en refrigeración hasta el momento del análisis (Cuellar, 1986).

Las técnicas utilizadas son la flotación con soluciones saturadas de cloruro de sodio, zinc o azúcar, que hacen suspender los huevos y los concentran (Método cualitativo) o la cuantificación de estos en la cámara de McMaster (Pereckiene *et al.*, 2010).

Los huevos de los géneros *Toxocara*, *Trichuris*, *Nematodirus* y *Strongyloides* se diferencian bien, pero los huevos del resto de nematodos son muy similares y se reportan como huevos estrongilados. Para el diagnóstico de estos géneros se debe realizar un coprocultivo y diferenciar las larvas infectantes recuperadas en el procedimiento, lo que es importantes para planificar las medidas de control (Pereckiene *et al.*, 2010).

El conteo de huevos en heces debe ser tomado con precaución, debido a que los diferentes géneros presentan diferentes fertilidades, además de que la infestación puede estar en el período de latencia y no observarse huevos en las heces. En ese caso, la determinación del pepsinógeno sérico podría ser útil en el diagnóstico de NGI. Otra determinación como la del hematocrito puede permitir (al detectar anemia) la presunción de parasitosis, cuando los animales están en zonas y épocas de alta abundancia de parásitos (Rossanigo, 2003).

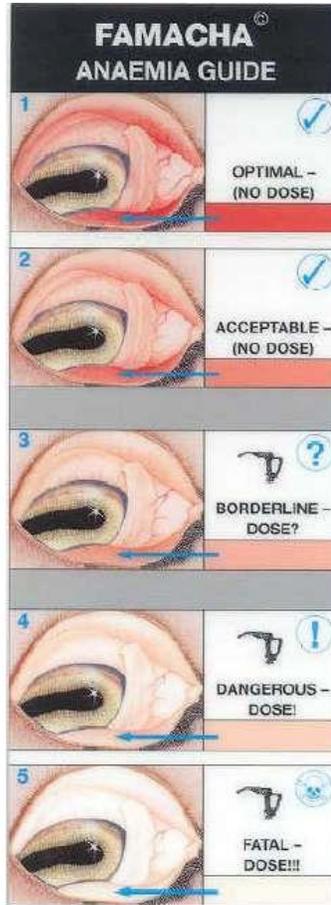
## **2.18. Uso de la FAMACHA®**

Ante la resistencia que adquieren los parásitos gastrointestinales a los antihelmínticos utilizados para su control, surgió la necesidad de establecer nuevas opciones de manejo, para solucionar el problema y se pueda aplicar fácilmente. Es así como a inicios de la década de los noventa y con apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

(FAO), se desarrolló en Sudáfrica un proyecto que permitió culminar con un método sencillo para decidir si un animal debe o no ser tratado, según su nivel de adaptación a la carga parasitaria. De esta forma, se desarrolló el método FAMACHA® (Vargas, 2006).

El término FAMACHA® es un acrónimo del autor Dr. **Faffa Malan Chart**. El método FAMACHA® consiste en evaluar clínicamente a los animales de un rebaño a través de la evaluación del estado anémico de un animal y conocer el efecto de la parasitosis para poder tomar la decisión correcta de desparasitar o no al individuo. Los parásitos son chupadores de sangre que producen una anemia severa causante de grandes pérdidas económicas tanto por falta de productividad como por bajas por enfermedad debido al desgaste que producen (Vargas, 2006).

En la Figura 2 se muestra la coloración de la conjuntiva del ojo, con los valores de FAMACHA® que éstos indican.



**Figura 2.** Carta FAMACHA<sup>®</sup>. Descripción grafica sobre las diferentes coloraciones de la conjuntiva del ojo de los caprinos

Fuente: Vargas, 2006.

El método FAMACHA<sup>®</sup> consiste en medir los niveles de anemia o pérdida de sangre, utilizada para el control de parásitos en cabras y ovejas. Consiste en evaluar la coloración de la conjuntiva del ojo de los animales y compararla con la carta FAMACHA<sup>®</sup> que muestra las posibles tonalidades estrictamente correlacionadas con la condición anémica del animal.

Existe una relación entre la coloración de la mucosa conjuntiva ocular, algunos valores de la composición de la sangre y la presencia de parásitos. Particularmente *Haemonchus contortus* ya que este parásito se alimenta de grandes cantidades de sangre por lo tanto ocasiona anemia (Vargas, 2006).

### **2.18.1. Cómo se realiza el método FAMACHA®**

La escala gráfica de FAMACHA® establece cinco categorías:

- Las categorías 1 y 2 corresponden a las tonalidades más oscuras, son animales más saludables que no requieren desparasitación.
- La Categoría 3 se califica como punto intermedio. Queda a criterio del productor hacer o no la aplicación de desparasitante.
- Las categorías 4 y 5 son animales en estado anémico riesgoso o severo. Debe aplicarse el desparasitante lo antes posible.

### **2.19. Medición de la condición corporal**

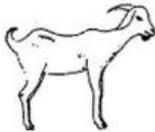
La evaluación de la condición corporal es una técnica que determina en forma indirecta el estado nutricional del animal y para estimar el grado de gordura.

La medición se realiza mediante una palpación a nivel lumbar, que permite estimar la cantidad de grasa bajo la piel, indicando los niveles de reservas energéticas que posee el animal. Está relacionado en forma positiva con el estado de engrasamiento (Romero, 2015).

De acuerdo con Frasinelli *et al.* (2004), la condición corporal se mide en escala del 1 al 5, cada valor con las siguientes características (Figura 3):

- Condición 1: Son animales muy flacos, a veces a punto de morir. La parte espinosa y transversa de las vértebras se siente con gran facilidad, porque la cantidad de músculo es muy poca y la de grasa es mínima o inexistente.
- Condición 2: Estos animales siguen siendo muy flacos las vértebras en sus proporciones espinosas y transversas se tocan con facilidad, aunque ya se siente una mayor cantidad de musculo y algo de grasa.
- Condición 3: Los animales en esta condición son intermedias o buenas, la cantidad de tejido muscular y graso que hay entre las apófisis espinosa y transversa es moderada. Las vértebras ya no se sienten tan fácilmente, sino que requieren una ligera presión debido a que ya hay grasa entre la piel y el músculo.
- Condición 4: Estos animales están ligeramente gordos, existe una capa de grasa sobre el músculo que está lleno. Las apófisis de las vértebras se pueden sentir al hacer presión sobre ellas.

- Condición 5: Estos animales están muy gordos; al momento de tocar el lomo no se sienten las vértebras, aun ejerciendo presión sobre ellas. El animal se encuentra totalmente cubierto de grasa.

Condición corporal	PECHO	ANCAS	COLUMNA
1			
2			
3			
4			
5			

**Figura 3.** Condición corporal. Escala de la condición corporal en la que se encuentran los animales.

Fuente: Romero (2015).

## **2.20. Medición del hematocrito**

Se define el hematocrito (Hto) como la fracción de volumen que los eritrocitos (glóbulos rojos) ocupan en un volumen de sangre (Coby, 2003). El hematocrito significa “dividir o separar la sangre” (Voigt, 2003).

El método de microhematocrito se utiliza para estimar la masa eritroide. El hematocrito se determina centrifugando la sangre anticoagulada en un tubo capilar para separar las células del plasma.

Los tubos se llenan hasta las dos terceras a tres cuartas partes de su volumen total, después de la centrifugación los glóbulos rojos (GR) se aglomeran en el fondo y los glóbulos blancos (GB) y las plaquetas aparece como una delgada línea blanca (placa flogística) entre los GR y el plasma. Los tubos se llenan se sellan y se deben ser centrifugados durante 5 minutos a 10,000 RPM en centrifuga de plato. Luego se realiza la lectura (Malan y Van Wyk, 1992).

En el cuadro 2 se puede observas el porcentaje de hematocrito en cabras

**Cuadro 2.** Valores normales de hematocrito para diferentes especies animales.

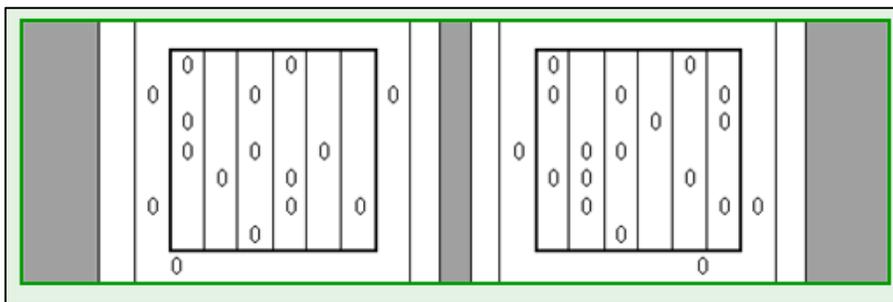
<b>ESPECIE</b>	<b>HEMATOCRITO (%)</b>
Esquinos	32 -48
Caninos	37-55
Felinos	24-45
Bivinos	24-46
Ovinos	27-45
Caprinos	24-48
Suinos	32-50

(Malan y Van Wyk, 1992).

### **2.21. Técnica McMaster**

La técnica de McMaster es usada para demostrar y contabilizar huevos de helmintos y ooquistes de protozoarios en muestras fecales. Esta técnica utiliza cámaras de conteo que posibilitan el examen microscópico de un volumen conocido de suspensión fecal (2 x 0.15 ml). Dicha técnica al ser cuantitativa busca determinar el número de huevecillos por gramo de heces (Pereckiene *et al.*, 2010).

Como se muestra en la Figura 4, las cámaras McMaster tienen dos compartimentos cada uno grabado en la superficie superior, el cual se llena con una suspensión de heces, la mayoría de los huevos de los nematodos flotan hacia la superficie y ahí es donde se puede observar o realizar el conteo más fácilmente, solo los huevos que se encuentran dentro de la rejilla.



**Figura 4.** Método de conteo de huevos en la cámara McMaster.

#### **2.21.1. Procedimiento de la técnica McMaster:**

- Pesar 2 g de heces y colocarlos dentro de un recipiente.
- Añadir 28 ml de fluido de flotación (solución salina).
- Moler la materia fecal con un mortero, se usa un colador de 0.5mm para la filtración de la suspensión
- Se deja reposar unos minutos para permitir que los huevos floten.
- Enseguida con la ayuda de una jeringa se llenan los dos compartimientos y se dejan reposar por 5 minutos, para permitir que los huevos floten hacia la

superficie de la cámara.

- Por último, se procede a colocar la cámara en el microscopio en la lente 10x, se cuentan los huevos que queden dentro de las rejillas de la cámara y se procede a hacer un cálculo sencillo para determinar el número de huevos por gramo de heces.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Localización del área de estudio**

El presente estudio se realizó en rebaños caprinos de zonas semi-áridas del noreste de México, en ejidos del municipio de Galeana perteneciente al estado de Nuevo León.

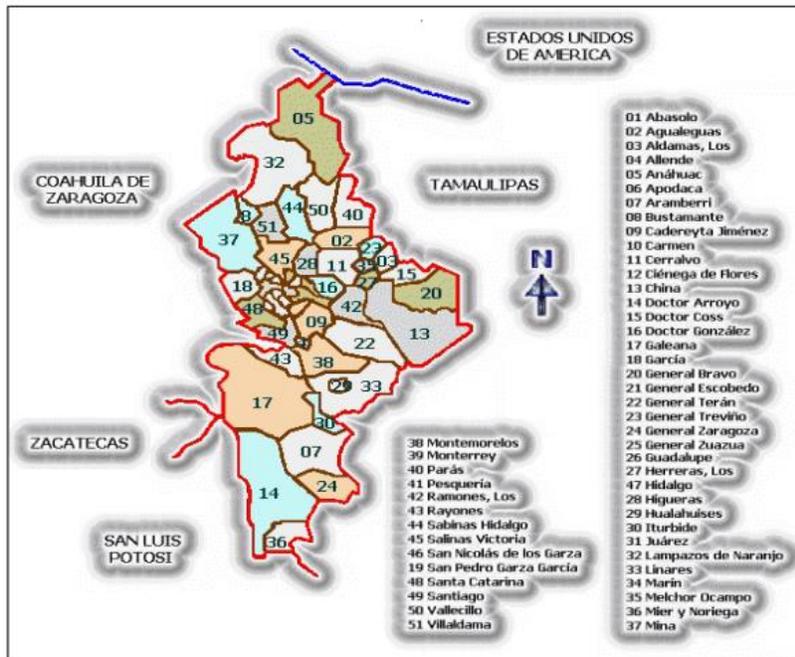
El municipio de Galeana, Nuevo León se encuentra ubicado en la parte central de Nuevo León, con coordenadas geográficas al norte  $25^{\circ} 16'$ , al sur  $24^{\circ} 14'$ , de latitud norte, al este  $99^{\circ} 49'$ , al oeste  $100^{\circ} 50'$ , de longitud oeste, a una altura de 1655 m sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con el estado de Coahuila y con el municipio de Rayones, al este con los municipios de Rayones, Montemorelos, Linares e Iturbide, al sur con el estado de San Luis Potosí y con el municipio de Aramberri y Doctor Arrollo, al oeste con el estado de Coahuila y Zacatecas.

Cuenta con una extensión territorial de 7154.6 km<sup>2</sup> que representa el 10.83 % de la superficie del estado, siendo este el municipio más grande de Nuevo León (INEGI, 2005).

De acuerdo con SAGARPA (2003), el municipio de Galeana, Nuevo León se ha caracterizado por ser uno de los principales municipios productores de cabras en el estado. La caprinocultura se desarrolla bajo sistemas de producción extensiva en agostaderos y semi-intensivo, en donde se combina el pastoreo con esquilmos agrícolas. El sistema semi-intensivo se desarrolla en áreas agrícolas bajo un sistema de riego. La producción caprina es una de las principales actividades en el municipio por la importancia económica y social que representan los grupos de caprinocultores. Los caprinocultores son en su mayoría ejidatarios de escasos recursos económicos y no están afiliados a una asociación u organización, por lo tanto, no cuentan con la tecnología adecuada para una buena producción de carne o leche (SAGARPA, 2003).

En la figura 5 se muestra la división municipal del estado de Nuevo Leon



**Figura 5.** División municipal del estado de Nuevo León.

Fuente: INEGI (2005)

### 3.1.1. Clima

Los climas predominantes en el municipio de Galeana, Nuevo León son seco estepario frío (BSK) y el templado con lluvias escasas y torrenciales principalmente en verano (CW) de mayo a septiembre, su temperatura media anual es de 19°C y su precipitación media es de 393 mm, los vientos dominantes son del norte a sur (INEGI, 2009).

### **3.1.2. Flora**

La vegetación predominante en el municipio es matorral desértico microfilo y rosetófilo, matorral submontano, bosque de pino, mezquital, chaparral, así como pastizal natural que suma el 80% del total de la superficie del estado. Existen otras especies como la gobernadora, hojaseñ, nopal, cedro, chaparro amargoso etc. Este tipo de vegetación es propia de los agostaderos en donde pastorean los hatos caprinos en sistemas extensivos (INEGI, 2009).

### **3.1.3. Fauna**

En este municipio podemos encontrar animales como conejos, armadillos, venados, coyotes, osos, zorros, águilas, gorriones, perrito de la pradera, etc. (INEGI, 2005).

### **3.1.4. Entorno pecuario**

El municipio de galeana cuenta con una superficie de agostadero de 1.36 millones de hectáreas, 93683 hectáreas de pradera de temporal y 25619 hectáreas de riego. Las principales especies pecuarias son caprinos y bovinos y en menor cantidad ovinos y porcinos, mientras que la producción de aves no es significativa (INEGI, 2009).

### 3.2. Diseño del experimento

Se muestrearon un total de 250 cabras con diferentes grados de encaste de las razas Alpina, Bóer, Granadina, La Mancha, Nubia, Saanen, y Toggenburg. Las visitas a los rebaños se realizaron en la mañana durante los meses de junio a noviembre de 2016 y como criterios de inclusión se consideraron: rebaños con al menos 100 cabras adultas, no haber sido desparasitadas en los últimos seis meses y ser alimentadas bajo pastoreo extensivo. Las cabras fueron pastoreadas de 10:00 a 17:00 horas diariamente y con encierro nocturno en instalaciones rústicas localizadas cerca de la vivienda de sus propietarios. La mayoría de los rebaños caprinos tienen contacto con otras especies animales como el ganado bovino y las ovejas en las áreas de pastoreo comunal.

Los tipos de vegetación donde pastorean las cabras son matorral parvifolio inerme, matorral con *izotal*, *agaves* y *opuntias* y matorral espinoso; la comunidad vegetal está compuesta predominantemente por pastizales con hojarasca, *Opuntia*, árboles como *Prosopis*, *Acacia* y algunos arbustos como *Fluorencia* y *Larrea*. En épocas de sequía extrema, además de los pastos, las cabras se alimentan con campo esquilmos agrícolas, como rastrojo de maíz, paja de avena o paja de frijol.

### **3.3. Muestreos de campo**

#### **3.3.1. Colección de heces**

Se recolectaron aproximadamente 10 g de heces en bolsas de polietileno directamente del recto de cada uno de los animales. Se registró la fecha de muestreo, edad y número de identificación del animal. Las muestras fueron transportadas el mismo día de cada recolección y mantenidas en refrigeración a una temperatura de 4°C y analizadas en un máximo de 48 horas.

#### **3.3.2. Peso vivo**

De manera individual se midió el peso vivo de las cabras con el uso de una báscula electrónica digital de plataforma con capacidad de 250 kg y con división mínima de 25 g.

#### **3.3.3. Condición corporal (CC)**

Se estimó la CC con la técnica propuesta por Honhold *et al.* (1989), mediante el examen visual y palpación de cada uno de los animales, donde el valor 1 correspondió a cabras emaciadas y valor 5 a cabras obesas.

#### **3.3.4. FAMACHA®**

Se estimó la FAMACHA® de acuerdo con Bath *et al.* (2001) mediante el examen visual de las membranas de la mucosa ocular de cada uno de los animales, comparando con una tabla de colores laminados con imágenes de cabras clasificadas en cinco categorías (de 1 al 5), donde el valor 1 es una mucosa ocular de color rojo normal y el valor 5 significa animales anémicos graves con una mucosa ocular prácticamente de color blanco.

#### **3.3.5. Hematocrito**

Se realizó la extracción de aproximadamente 3 ml de sangre mediante punción yugular en tubos con anticoagulante (EDTA) para determinar el porcentaje de hematocrito mediante la técnica de microhematocrito propuesta por Benjamín (1991).

#### **3.3.6. Cultivos fecales e identificación de larvas**

Para identificar los géneros de nematodos gastrointestinales (NGI) presentes en los rebaños se realizaron coprocultivos a través de la técnica de Corticelli Lai (Corticelli y Lai, 1963).

El coprocultivo consiste en colocar un grupo de heces de cabra en una placa de Petri y mantenerlas en incubación a 27°C durante 5 días para permitir que los huevos eclosionen y desarrollen la etapa larvaria. En el día 6, se recolectaron las larvas L3. La identificación de las larvas se realizó mediante la identificación de las larvas con las claves de Van Wyk and Mayhew (2013). Las claves consideran principalmente la forma de la cabeza de la larva y la longitud de la cola.

Los exámenes parasitológicos y la determinación del hematocrito se realizaron en el Laboratorio de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, México.

#### **3.4. Análisis de muestras de heces**

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

### **3.5. Materiales**

#### **3.5.1. Materiales utilizados para los muestreos de campo de heces y sangre**

- Tubos
- Agujas
- Bascula
- Bolsas para la recolección de heces
- Carta FAMACHA
- Libreta de campo
- Marcador para identificación de tubos y bolsas
- Hielera
- Regla

#### **3.5.2. Materiales para el análisis en laboratorio de HPG y hematocrito**

- Microscopio
- Centrifuga
- Tubos capilares

- Plastilina
- Cámara Mc Master
- Regla
- Mortero
- Jeringas
- Coladores
- Casitos
- Solución salina
- Balanza digital
- Espátula
- Vasos precipitados
- Servilletas
- Densímetro

### **3.6. Análisis estadístico**

La prevalencia de NGI se calculó como un porcentaje de  $d/n$  donde  $d$  es el número de animales con excreción de HPG y  $n$  es el número total de animales analizados (Thrusfield, 2005).

El tipo racial, condición corporal, y edad fueron los efectos principales. Las variables de respuesta fueron: la prevalencia de nematodos gastrointestinales,

hematocrito, HPG, condición corporal, FAMACHA® y peso corporal. Previo al análisis los valores de HPG se transformaron a través de un logaritmo de base 10 ( $\log_{10}+k$ ). El efecto de las variables independientes antes señaladas sobre los HPG y las variables sanguíneas se determinó con un modelo lineal (PROC GLM de SAS). En el modelo se incluyeron también las interacciones simples. El nivel de significancia fue de  $P<0.05$  (SAS, 2004).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los rebaños del presente estudio sólo se encontraron larvas de *Trichostrongylus spp.* Como lo señalan Besier *et al.* (2016) los nematodos gastrointestinales (NGI) involucrados en la mayoría de los rebaños son principalmente *Haemonchus* y *Trichostrongylus*. El ciclo biológico de NGI como *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis* está influenciado por las condiciones climáticas y la vegetación de la región, y la inmunidad del huésped contra los NGI (Molento *et al.* 2016). Los valores de precipitación pluvial que se tienen en las zonas sub-húmedas y húmedas no son las adecuadas para el desarrollo de los NGI (O'Connor *et al.* 2006). Sin embargo, en las zonas semi-áridas los NGI han desarrollado estrategias para sobrevivir a la sequía y aprovechar al máximo la pobre precipitación pluvial que ocurre en algunos momentos del año (Khadijah *et al.* 2013ab, Wang *et al.* 2014). Las larvas durante su desarrollo en fase tres son capaces de sobrevivir a la desecación por la radiación solar y falta de humedad ambiental por sus característica anatómica y de la estructura de su cutícula que las protege del medio ambiente (Lee 2012; Besier *et al.* 2016; Molento *et al.* 2016). Por esta razón, los huevos que son liberados al medio ambiente externo al animal van desarrollando y permanecen en hipobiosis hasta que mejoran las condiciones medioambientales que favorecen su desarrollo final y puedan ser ingeridas por los hospederos (Gibbs, 1986).

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de prevalencia de nematodos gastrointestinales en cada uno de los rebaños del presente estudio. La prevalencia de NGI fue de 64 a 100%. También se puede observar que hay diferencias entre los rebaños en el conteo de huevecillos por gramo de heces (HPG) de NGI, lo cual sugiere que el manejo entre productores es diferente. Ratanapob *et al.* (2012) indican que son varios los factores que participan en la aparición de infecciones por NGI, debido al huésped y el medio ambiente; entre los factores ambientales que juegan un papel importante en las infecciones por NGI incluyen: las condiciones agroecológicas, la práctica en la crianza de animales, los intervalos de desparasitación y el manejo de los pastos.

**Cuadro 3.** Prevalencia (%) de nematodos gastrointestinales y excreción de huevos por gramo de heces (HPG) de nematodos gastrointestinales (NGI) de los rebaños caprinos del municipio de Galeana, Nuevo León.

Reba- ño	Infección de NGI en Cabras					HPG de Nematodos Gastrointestinales			
	Pobla- ción	Mues- treadas	Posi- tivas	Preva- lencia	95% IC	Media±DE	Mediana	Rango	
1	120	30	29	96.7	82.8-99.9	378.3±279.0	a	450	0-1600
2	122	30	30	100.0	88.4-100	485.0±393.0	a	475	50-1250
3	159	42	37	88.1	74.4-96.0	364.2±369.7	a	200	0-1350
4	205	50	32	64.0	49.2-77.1	305.0±398.4	b	125	0-1350
5	190	48	44	91.7	80.0-97.7	908.3±831.7	a	725	0-3450
6	212	50	50	100.0	92.9-100	740.0±963.3	a	425	50-5400
<b>Total</b>	<b>1008</b>	<b>250</b>	<b>222</b>	<b>88.8</b>	<b>79.7-85.6</b>	<b>548.2±670.4</b>		<b>350</b>	<b>0-11600</b>

<sup>a,b</sup>Medias con la misma literal en la columna son iguales (P<0.05).

En el Cuadro 4 se muestran los resultados del efecto de la edad sobre hematocrito, HPG, peso y CC en cada uno de los rebaños del presente estudio. El efecto de la edad sobre los HPG y CC son estadísticamente semejantes lo que significa que no existe diferencia, en el caso de edad sobre hematocrito solo existe diferencia en animales menores a 3 años. El efecto de la edad sobre peso es en donde existe una mayor variación estadística.

Torres *et al.*,(2002) indican que se tiene una menor prevalencia de NGI en animales jóvenes menor a un año de edad ya que los animales jóvenes pasan menos tiempo pastoreando que los adultos de igual manera los animales criollos son más resistentes a las infecciones por NGI.

**Cuadro 4.** Efecto de la edad sobre el conteo de huevos por gramo de heces (HPG), el hematocrito (Ht), peso y condición corporal (CC) de cabras adultas del municipio de Galeana, Nuevo León.

Edad (años)	N	HPG	Ht (%)		Peso (kg)		CC		
		Media±DE	Media±DE		Media±DE		Media±DE		
< 3	25	834.0 ±790.6	a	21.604 ± 3.911	b	36.7±4.8	c	1.8±0.6	a
4	57	559.6 ±649.3	a	24.089 ± 4.854	a	42.3 ±7.3	b	2.10±0.7	a
5	131	513.74±695.8	a	23.580 ± 4.233	a	45.0±8.0	ab	2.0±0.7	a
> 5	37	459.4 ±467.0	a	24.059 ± 5.178	a	46.9±10.5	a	2.0 ±0.8	a

<sup>a,b</sup>Medias con diferente literal en la misma columna son estadísticamente diferentes (p<0.05).

En el Cuadro 5 se muestran los resultados del efecto de la raza sobre el conteo de HPG, hematocrito y CC en cada uno de los rebaños del presente estudio. Hubo diferencias en la susceptibilidad a las infecciones por NGI entre tipos raciales ( $p < 0.05$ ). Las cabras alpinas son reconocidas como altamente sensibles a las infecciones por NGI en comparación con las nativas italianas (Alberti *et al.*, 2012) o cabras Saanen (Alberti *et al.* 2014). Sin embargo, en el presente estudio, las cabras de tipo racial La Mancha tuvieron menores conteos que las cabras de la raza Toggenburg, la cual resultó ser la raza más susceptible con mayor conteo de HPG.

**Cuadro 5.** Efecto de la raza sobre el conteo de huevos por gramo de heces (HPG), hematocrito (Ht) y condición corporal (CC) de cabras adultas del municipio de Galeana, Nuevo León.

Raza	N	HPG		Ht (%)		CC	
		Media±DE		Media±DE		Media±DE	
Alpina	13	626.9±587.9	ab	22.1±3.9	a	1.8±0.5	ab
Boer	100	462.0±464.8	ab	23.8±4.5	a	2.1±0.7	ab
La Mancha	3	166.6±152.7	B	24.2±3.3	a	2.6±0.5	a
Nubia	57	582.4±727.6	ab	24.0±5.3	a	1.9±0.8	ab
Saanen	76	630.2±852.8	ab	23.1±3.9	a	2.0±0.7	ab
Toggenburg	1	1100.0±0.0	A	20.10±0.0	a	1.0±0	b

<sup>a,b</sup>Medias con diferente literal en la misma columna son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

En el efecto del HGP sobre el porcentaje de hematocrito, condición corporal y FAMACHA<sup>®</sup>, tanto en el Cuadro 6 como en la Figura 6 se muestra claramente que las cabras con mayores conteos de HPG presentaron peores valores de hematocrito, condición corporal y FAMACHA<sup>®</sup> ( $p < 0.05$ ).

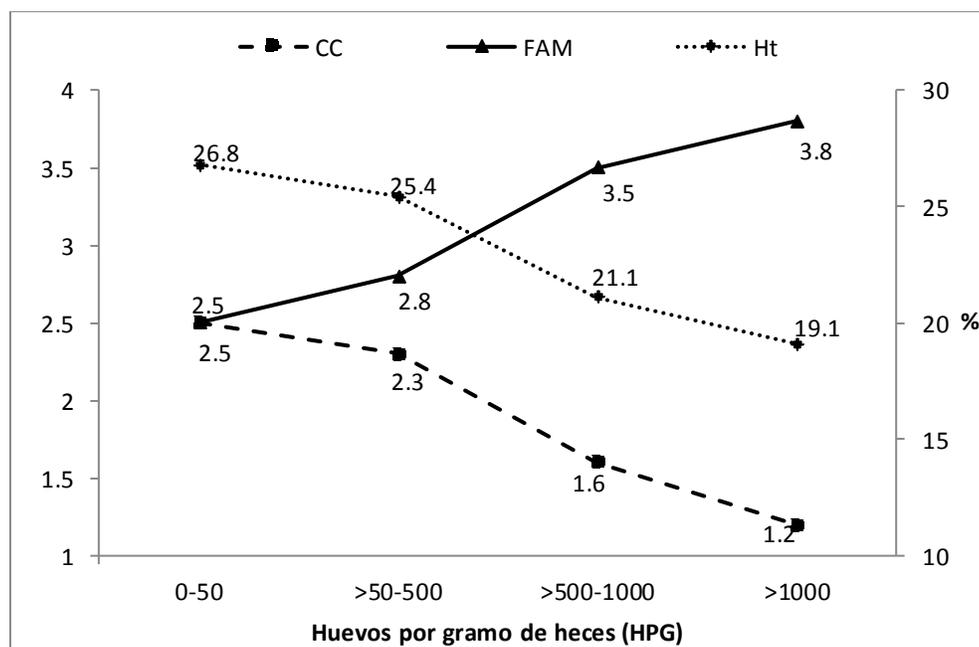
Malan y Van Wyk (1992) mencionan que hay correlación con el porcentaje de hematocrito y la presencia de *Haemonchus contortus*, que a medida que disminuye el número de huevos de NGI aumenta el porcentaje de hematocrito y se mejora la coloración de la conjuntiva ocular. Asimismo, Angulo *et al.* (2007) señalan que el porcentaje de hematocrito de los animales se ve afectado negativamente en presencia de los NGI. Torres-Acosta *et al.*, (2014) propusieron la utilización conjunta de la técnica FAMACHA<sup>®</sup> y la condición corporal, con el objetivo de mejorar el criterio de desparasitación y tener una estrategia integral; la utilización de dicha estrategia en el trópico de México se fundamenta en que los animales en producción en sistemas de pastoreo presentan anemia y baja condición corporal.

Malan y Van Wyk, (1992), concluyen que la disminución en la cuenta de HPG de NGI está muy relacionada con los niveles de hematocrito en la sangre.

**Cuadro 6.** Efecto de los huevos por gramo de heces (HPG) sobre el hematocrito (Ht), condición corporal (CC) y FAMACHA<sup>®</sup> de cabras adultas del municipio de Galeana, Nuevo León.

HPG	N	Ht		CC		FAMACHA <sup>®</sup>	
		Media±DE		Media±DE		Media±DE	
0-50	47	26.8±4.0	A	2.5±0.5	a	2.5±0.5	d
100-500	102	25.4±3.8	B	2.3±0.6	a	2.8±0.5	c
500-1000	54	21.1±3.5	C	1.6±0.6	b	3.5±0.5	b
>1000	47	19.1±1.4	D	1.2±0.4	c	3.8±0.3	a

<sup>a,b</sup>Medias con diferente literal en la misma columna son estadísticamente diferentes (p<0.05).



**Figura 6.** Efecto de los huevos por gramo de heces (HPG) sobre la condición corporal (CC), FAMACHA<sup>®</sup> (FAM) y hematocrito (Ht), de cabras adultas del municipio de Galeana, Nuevo León.

## V. CONCLUSIONES

El presente estudio mostró una alta prevalencia de rebaños caprinos infectados con nematodos gastrointestinales (NGI) en el municipio de Galeana, Nuevo León. Hubo diferencia en la prevalencia y nivel de infección por NGI de las cabras según el rebaño y la raza de las cabras.

En los rebaños estudiados sólo se encontraron larvas de *Trichostrongylus spp.* Es importante el conocimiento sobre los NGI, el o los géneros prevaletentes y la dinámica poblacional de los parásitos durante el año, para desarrollar estrategias que permitan el control adecuado de estos parásitos. Este control reduciría las pérdidas de productividad de las cabras y en consecuencia podrían mejorar las condiciones de vida de los campesinos en estas comunidades rurales.

Como se puede deducir, las enfermedades parasitarias son el resultado de la interacción de diversas circunstancias que hace que aquellas se presenten, por lo que es necesario el conocimiento profundo del problema para llegar primeramente a un diagnóstico preciso, enviando muestras adecuadas para su procesamiento con las técnicas específicas y su correcta evaluación, tomando en cuenta el efecto de esos problemas sobre la producción del rebaño.

## VI. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Caballero A.J., Torres-Acosta J.F., Cámara-Sarmiento R., Hoste H. y Sandoval-Castro C.A. 2008. Inmunidad contra los Nematodos Gastrointestinales: La historia caprina. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9:73-82.
- Aguilar-Caballero A.J., Torres-Acosta J.F.J., Cámara-Sarmiento R. 2009. Importancia del parasitismo gastrointestinal en ovinos y situación actual de la resistencia antihelmíntica en México. Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico. Universidad Autónoma Chapingo. México. 1-11.
- Aguilar-Caballero A.J., Cámara-Sarmiento R., Torres-Acosta J.F. y Sandoval-Castro C. 2011. El control de los nematodos gastrointestinales en caprinos: ¿dónde estamos? *Bioagrocencias*, Vol. 4 No. 2.
- Alberti, E.G. 2012. Effects of gastrointestinal nematodes on milk productivity in three dairy goat sheep. *Small Ruminant Research*, 12-17.
- Alberti E.G., Zanzani S.A., Ferrari N., Bruni G., Manfredi M.T. 2012. Effects of gastrointestinal nematodes on milk productivity in three dairy goat breeds, *Small Ruminant Research*, 106:S12-S17.

- Alberti E.G., Zanzani S.A., Gazzonis A.L., Zanatta G., Bruni G., Villa M., Manfredi M.T. 2014. Effects of gastrointestinal infections caused by nematodes on milk production in goats in a mountain ecosystem: Comparison between a cosmopolite and a local breed, *Small Ruminant Research*, 120:155–163.
- Almería S. y Llorente M.M. 1999. relacion de las poblaciones de nematodos gastrointestinales en heces y en pasto en areas de Pirineo. *Jornada sobre Produccion Animal*, 1-390.
- Angulo-Cubillán F.J. 2005. Nematodos gastrointestinales. *Manual de Ganadería Doble Propósito*, 376-383.
- Angulo, C.F., García, C. L., Cuquerella, M., Fuentes. C. y Alunda, J.m. 2007. *Haemonchus contortus*- Sheep Relationship: A Review. *Rev. Cientif.* 6: 577-587.
- Arece J, Rodríguez JG, Torres- Hernández G, Olivares JL. 2005. Especies de strongilidos gastrointestinales que afectan los ovinos en la provincia de Matanzas, Cuba. *Rev Salud Anim Sci* 27: 31-37.
- Balic A. B. 2000. The immunobiology of gastrointestinal nematode infections in ruminants. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 181-241.

- Bath G., Hansen J., Krecek R., Vanwyk J., Vatta A. 2001. Sustainable approaches for managing Haemonchosis in sheep and goats, the final report of FAO. Technical cooperation project N° TCP/SAF/882 (A).
- Benjamín M.M. 1991. Manual de patología clínica veterinaria. Noriega Editores. Limusa. México. 9-128.
- Besier R.B., Kahn L.P., Sargison N.D., Van Wyk J.A. 2016. The pathophysiology, ecology and epidemiology of *Haemonchus contortus* infection in small ruminants. In: *Haemonchus contortus* and haemonchosis-Past, present and future trends. Gasser, R.B. and Von Samson-Himmelstjerna G. (Eds). *Advances in parasitology*, 93:95-143.
- Coop R. 1999. Nutrition parasite interaction. *Veterinary parasitology*, 84-187.
- Cordero del Campillo M., Martinez F.A.R., Sanchez A.M.C., Hernandez R.S. Navarrete I.I., Diez B.P. Quiroz R.H., Carvalho V.M. 1999. *Parasitología Veterinaria*. Editorial McGraw Hill-Interamericana. Madrid, España. ISBN: 84-486-0236-6.
- Corticelli B. y Lai M. 1963. Ricerche sulla tecnica di coltura delle larve infestive degli strongili gastrointestinali del bovino,. *Acta Medica Veterinaria*, año 9, Fasc V/VI.
- Coby B. 2003. Centro de nutrición equina, análisis de sangre para el caballo de deporte, revista *Ecuestre*, España.

- Cuellar, J.A. 1986. Agentes etiológicos de la nematodiasis gastrointestinal en los diversos ecosistemas. En: Memorias. 2do. Curso internacional "Epidemiología y control integrado de nematodos gastrointestinales de importancia económica en pequeños rumiantes". Yucatán, México.
- Frasinelli CA, Casagrande HJ, Veneciano JH. 2004. La condición corporal como herramienta de manejo en cria caprina. INTA- Estación Experimental Agropecuaria San Luis, Información Técnica. Pp. 168.
- Galindo-Barboza, A..J., Aguilar – Caballero, A.J., Camara – Sarmiento, R., Sandoval Castro, C.A., Ojeda –Robertos, N. F., Reyes- Ramirez. 2011.Persistence of the efficacy of copper oxide wirw particles against. *Haemonchus contortus* in sheep.Veterinary Parasitology. 176: 261-267.
- Gibbs H.C. 1986. Hypobiosis in parasitic nematodes-an update. Advances in Parasitology. 25:129-174.
- INEGI. 2005. Instituto Nacional para el Federalismo y el desarrollo Municipal, Gobierno del Estado De Nuevo León. INEGI. Marco Geoestadístico 2005.
- INEGI. 2009. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Registro Nacional de Información Geográfica (RNIG). Aguascalientes, Agsc. México.

- Hansen J. and Perry B. 1994. The epidemiology, diagnosis and control of helminthes parasites of ruminants. International Laboratory for Research on Animal Diseases. Nairobi, Kenya. ISBN 92-9055-703-1.
- Herrera L, Rios L, Zapata R. 2013. Frecuencia de infeccion po nematodos gastrointestinales en ovinos y caprinos de cinco municipios de Antiquia. Rev MVZ Cordoba18: 3851-3860.
- Honhold N., Petit H., Halliwell R.W. 1989. Condition scoring scheme for small east African goats in Zimbabwe. Trop Anim Health Prod. 21(2):121-127.
- Junquera. 2017. *Haemonchus spp*, gusanos nematodos parásitos del estómago en el ganado bovino, ovino y caprino: biología, prevención y control. Parasitipedia. En: [https://parasitipedia.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=157&Itemid=237](https://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=157&Itemid=237). Fecha de consulta: 12 noviembre 2018.
- Khadijah S., Kahn L.P., Walkden-Brown S.W., Bailey J.N., Bowers S.F. 2013a. Effect of simulated rainfall timing on faecal moisture and development of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* eggs to infective larvae. Veterinary Parasitology, 192:199-210.
- Khadijah S., Kahn L.P., Walkden-Brown S.W., Bailey J.N., Bowers S.F. 2013b. Soil moisture influences the development of *Haemonchus contortus* and

- Trichostrongylus colubriformis to third stage larvae. *Veterinary Parasitology* 196:161-171.
- Lee D.L. 2012. Life cycle. In: Lee DL Editor. *The biology of nematodes*. Taylor and Francis, New York. 141-161. Lee D.L. 2012. Life cycle. In: Lee D.L. Editor. *The biology of nematodes*. Taylor and Francis, New York. 141-161.
- Malan, F. S. and Van-Wyk, J. A. 1992. The packed cell volume and colour of the conjunctivae as aids for monitoring *Haemonchus contortus* infestations in sheep. In: *Proceedings of the South Africa Veterinary Association Biennial National Veterinary Congress*. Grahamstown, FAO. 139.
- Márquez L.D. 2007. Resistencia a los Antihelmínticos en nematodos de rumiantes y estrategias para su control. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y Colciencia. Bogotá, Colombia.
- Meek A. 1979. *Parisitología de ovejas y cabras*. Editorial Limusa. México.
- Mehlhorn, H., Duwel, D. and Raether, W. 1994. *Manual de parasitología Veterinaria*. Edit. Grass- latros. Pp. 168-180.
- Merck. 1997. *El manual Merck de veterinaria*. Editorial Océano/Centrum. 4<sup>ta</sup> Edición Barcelona, España.

- Molento M.B., Buzatti A., Sprenger L.K. 2016. Pasture larval count as a supporting method for parasite epidemiology, population dynamic and control in ruminants. *Livestock Science*, 192:48-54.
- O'Connor L.J., Walkden-Brown S.W., Kahn L.P. 2006. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary parasitology*, 142:1-15.
- Ordaz, M. J. 2010. Parásitos del aparato gastrointestinal. Organismo de la unidad nacional de ovinocaprinocultores, Pp. 1-20.
- Pereckiene A., Petkevicius S., Vysniauskas A. 2010. Comparative evaluation of efficiency of traditional McMaster chamber and newly designed chamber for the enumeration of nematode eggs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 52.
- Quiroz R.H. 1997. Parasitología y Enfermedades Parasitarias de los Animales Domésticos. Primera edición. Ed. Limusa. México. Pp. 319-370.
- Ratanapob N., Arunvipas P., Kasemsuwan S., Phimpraphai W., Panneum S. 2012. Prevalence and risk factors for intestinal parasite infection in goats raised in Nakhon Pathom Province, Thailand. *Trop. Anim. Health Production*, 44:741-745.
- 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.

- Ríos D.A.L. 2011. Alternativas naturales para el control de parásitos gastrointestinales de ovinos y caprinos. Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía-Universidad Central de Venezuela, 8-16. En: <http://www.engormix.com/MA-ovinos/articulos/alternativas-naturales-control-parasitos-t3875/p0.htm>. Fecha de consulta: 12 Noviembre de 2018.
- Romero O. 2015. Evaluacion de la condiccion corporar de los ovinos y caprinos y su edad. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura, Temuco- Chile, 1-4.
- Rossanigo C. and Gruner L. 1996. Moisture and temperature requirements in faeces for the development of free-living stages of gastrointestinal nematodes of sheep, cattle and deer. *Journal of helminthology*, 69:357-362.
- Rossanigo C. 2003. Parasitosis del ganado caprino. *Veterinaria Argentina*, Pp.1-25.
- SAGARPA, 2003. Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentacion. Informe de evaluacion estatal. Prograna fomento ganadero. Nuevo Leon.
- Sánchez – López, L.E. 2012. Evaluation de la suplementación alimenticia y un antihelmintico sobre la endoparasitosis en crias Boer. Tesis de

Licenciatura. Ingeniero Agrónomo Zootecnista. U.A.A.A.N. Saltillo.  
Coahuila. Mexico.

SAS. 2004. Statistical Analysis System (SAS) Institute Inc. SAS/ACCESS® 9.1  
for windows. Cary, N. C. SAS Institute, Inc.

Silvestri T. 1987. Productos Farmacéuticos Veterinarios. Maracay, Venezuela,  
Editorial Universitaria.

Soca M. R. 2005. Epizootiología de los nemátodos gastrointestinales de los  
bovinos jóvenes. Cuba.

Suárez V.H., Olaechea, F.V., E., Rossanigo C., Romero J. R. 2015.  
Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el  
cono sur de América. Control parasitario en rumiantes menores, 4.

Torres A.F., Lozano. A. I., Aguilar, C.A. J. Canul, K.L. Gutiérrez. S.I. 2002.  
Patrón de eliminación de huevos de nemátodos gastrointestinales del  
orden *strongylida* en caprinos criollos. En: Memoria de la XVII reunión  
nacional sobre caprinocultura. Durango- México. Pp. 206-209.

Torres-Acosta y Hoste, H. 2008. Alternative or improved methods to limit  
gastro- intestinal parasitism in grazing sheep and goats. Small Rumin.  
Res. 77:159-173.

Torres-Acosta J.F.J., Jacobs D.E., Aguilar-Caballero A.J., Sandoval-Castro C.,  
Cob-Galera L., May-Martínez M. 2006. Improving resilience against natural

gastrointestinal nematode infections in browsing kids during the dry season in tropical Mexico. *Veterinary Parasitology*, 135:163–173.}

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, *Small Ruminant Research*, 103:28–40.

Torres-Acosta J.F.J., Pérez-Cruz M., Canul-Ku H.L., Soto-Barrientos N., Cámara-Sarmiento R., Aguilar-Caballero A.J., Lozano-Argáes I., Le-Bigot C., Hoste, H., 2014. Building a combined targeted selective treatment scheme against gastrointestinal nematodes in tropical goats, *Small Ruminant Research*, 121:27–35.

Torres-Acosta J.F.J. 2005. *Epidemiología, control y prevención de la nematodiasis gastrointestinal en rumiantes*. McGraw-Hill.

Thrusfield M. 2005. *Veterinary epidemiology*. 2nd ed. Blackwell Science Ltd, United Kingdom. ISBN: 063204036X.

Van Wyk J.A., Mayhew E. 2013. Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: a practical lab guide. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 80:1-14.

- Vargas C. 2006. FAMACHA control de Haemonchosis en caprinos. *Agronomía Mesoamericana*, 79-88.
- Voigt G.L. 2003. *Conceptos y técnicas hematológicas para veterinarios*, ed. Acribia S. A., Zaragoza, España.
- Wang T., Van Wyk J.A., Morrison A., Morgan, E.R. 2014. Moisture requirements for the migration of *Haemonchus contortus* third stage larvae out of faeces. *Veterinary Parasitology*, 204:258–264.