

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



Evaluación de dos métodos (manejo y químico) para el control de nemátodos gastrointestinales en ovinos y caprinos en pastoreo extensivo

Por:

JUAN CARLOS ZAPATA GARZA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Evaluación de dos métodos (manejo y químico) para el control de nemátodos gastrointestinales en ovinos y caprinos en pastoreo extensivo

Por:

JUAN CARLOS ZAPATA GARZA

Que somete a consideración del H. jurado examinador como
Requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA



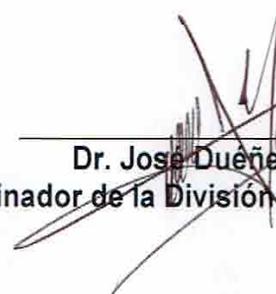
Dr. Fernando Ruiz Zárate
Asesor Principal



M.C. Raquel Olivas Salazar
Asesor



Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Asesor



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



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por darme una vida plena hasta estos momentos, y darme tantas bendiciones, por regalarme el día a día y así poder culminar una de las metas que yo nunca pensé lograr, por ser mi consuelo y fortaleza en todo momento y lugar, por darme una familia extraordinaria en todo sentido.

A mis padres:

Por su apoyo incondicional tanto en lo moral, económico, por tantos sacrificios que han hecho por mí y mis hermanos, por estar siempre a mi lado en todo momento tanto en las buenas como en las malas.

A mi Alma Terra Mater:

A la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por dejarme ser parte de una gran lista de sus estudiantes, en la cual adquirí conocimientos, experiencias, por haber echo de mí un hombre de provecho para la sociedad, siempre te tengo en mi mente y corazón.

Al Dr. Fernando Ruíz Zárate:

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

A la M.C. Raquel Olivas Salazar:

Por sus amplios conocimientos en tantas clases que tuvimos la dicha de compartir, reflejando así que además de ser una excelente maestra es una gran persona dentro y fuera de las aulas.

Al Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez:

Por su tiempo y conocimientos, los cuales fueron de mucha ayuda para realizar este trabajo.

A mis amigos y compañeros:

Idalia E. A. G., Haytiana A.L.J., Augusto V. J., Ángel de Jesús L.R., que en todas las buenas y malas estuvimos juntos hasta el final, siendo la mejor compañía para poder trascender juntos el camino recorrido en la universidad.

A mis coach de Foot ball Americano:

Ing. Juan Javier González (el brujo), M.C. Guillermo Galván Gallegos (el pollo), porque de no ser por ellos nunca hubiera decidido seguir mis estudios a nivel profesional, su paciencia y dedicación en el campo me ayudaron a forjar mi trascendencia tanto en el emparrillado como en la carrera.

A los maestros de Ciencia Animal que me dieron clases:

Por su amistad y sus conocimientos transmitidos a lo largo de los años en la universidad.

DEDICATORIA

A las personas de las cuales estoy orgulloso en este mundo, mis padres:

Juan Zapata Gómez y Norma Graciela Garza Santacruz

Por darme la vida, por sus consejos, sus regaños, sus preocupaciones, por hacer de mí una persona productiva en la sociedad, por enseñarme valores y principios, por apoyarme en todo y ante todos, este triunfo no es mío es de ustedes también, LOS AMO.

A mis hermanos:

Némesis y Emmanuel Zapata Garza, por todos los momentos buenos y malos, por su apoyo, por recordarme a diario que soy su ejemplo y hacerme sentir importante, gracias los quiero mucho.

A mis tíos:

Blanca, Felipe, Heyman, Héctor (+), Claudia, Manuel, por confiar en mí y darme su apoyo, algunos cercano, otros un poco más distante, pero siempre dándome ánimos, los quiero.

A mis abuelos:

A **Juan Zapata Gutiérrez (+)** y **Emma Gómez Armenta (+)**, **Delfina Santacruz Barrios (+)** por los pocos pero bellos momentos que vivimos juntos, sé que si aún estuvieran aquí conmigo estarían muy orgullosos de mí, de lo que pude llegar a ser, se dice que una persona no muere hasta que uno deja de pensar en ellos, y ustedes siguen estando presentes aquí a diario, los quiero mucho y les mando un beso hasta el cielo, a **Rolando Garza Sarabia** por ser un buen ejemplo y un apoyo en todo, muchas gracias "güelito Rol".

A mis amigos:

A todos en general, si me pongo a escribir sus nombres no acabo en esta hoja, así que muchas gracias a todos por su amistad, apoyo, cariño, y sé que en cada uno de ustedes se llevan un pedazo de mí, dios los bendiga a todos.

A mis compadres de carrera:

Francisco Eduardo Ruiz Ramírez y José Alejandro Palacios Quiñones, por tantas buenas y malas experiencias que hemos pasado, y pasaremos en el transcurso de la vida, más que amigos casi hermanos los condenados.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivo general	2
1.2.	Objetivos específicos	2
1.3.	Hipótesis	3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1.	Nemátodos Gastrointestinales (NGI).....	4
2.2.	Ciclo biológico de los NGI	4
2.3.	Diagnóstico de NGI.....	5
2.4.	Carga parasitaria.....	6
2.5.	Epidemiología de los NGI	6
2.6.	Efectos de los NGI en la producción	7
2.7.	Qué es la resistencia a los NGI.....	7
2.8.	Qué es la resiliencia a los NGI.....	7
2.9.	Inmunidad de los caprinos contra los NGI	8
2.10.	Resistencia antihelmíntica	9
2.11.	Estrategias de manejo	9
2.12.	Los efectos directos de las plantas sobre la infestación de NGI	11
2.13.	El control biológico de parásitos en los animales de granja.....	11
2.14.	Movimientos hacia pastos limpios.....	16
2.15.	Discontinuidad de la infección por estaciones del año.....	17
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1.	Localización y descripción del área de estudio	18
3.2.	Manejo de animales y grupos.....	18
3.3.	Técnica McMaster	20
3.4.	Análisis estadístico	20
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1.	Condiciones climáticas.....	21

4.2. Conteo de huevos por gramo de heces (HPG)	22
4.3. Hematocrito (Hto.)	24
4.4. Condición corporal (CC) y FAMACHA®	27
V. CONCLUSIONES	29
VI. LITERATURA CITADA.....	30

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS ANIMALES Y FORMACIÓN DE LOS GRUPOS.	19
CUADRO 2. HUEVOS POR GRAMO DE HECES (HPG) TRANSFORMADOS POR LOG 10 (N+1) DE OVINOS Y CAPRINOS CON PASTOREO MATUTINO O VESPERTINO, Y CON O SIN TRATAMIENTO ANTIHELMÍNTICO.	22
CUADRO 3. MEDIA DE MÍNIMOS CUADRADOS, ERROR ESTÁNDAR Y PROBABILIDAD ESTADÍSTICA DEL HEMATOCRITO DE OVINOS Y CAPRINOS CON PASTOREO MATUTINO O VESPERTINO Y CON O SIN TRATAMIENTO ANTIHELMÍNTICO.	25
CUADRO 4. SUMA DE RANGOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS Y VALOR DE CHI CUADRADA (X ²) PARA CONDICIÓN CORPORAL (CC) Y FAMACHA® DE OVINOS Y CAPRINOS CON PASTOREO MATUTINO O VESPERTINO Y CON O SIN TRATAMIENTO ANTIHELMÍNTICO.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CICLO BIOLÓGICO DE LOS NGI. (JOHNSTONE ET AL., 1998).	5
FIGURA 2. TEMPERATURA MEDIA ANUAL Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL DURANTE LOS MESES DE AGOSTO A DICIEMBRE DE 2014. (CONAGUA, 2015).	21
FIGURA 3. CONTEO DE HPG (LOG 10; N+1) EN OVINOS Y CAPRINOS CON PASTOREO MATUTINO O VESPERTINO Y CON O SIN TRATAMIENTO ANTIHELMÍNTICO....	23
FIGURA 4. VALORES DE HEMATOCRITO DE OVINOS Y CAPRINOS CON PASTOREO MATUTINO O VESPERTINO Y CON O SIN TRATAMIENTO ANTIHELMÍNTICO....	26

RESUMEN

Para evaluar el efecto del horario de pastoreo y el de un antihelmíntico en la carga parasitaria gastrointestinal, en Saltillo, Coahuila, México (25° 21' LN y 101° 2'' LO) de cabras Murciano Granadinas y Boer (n=83) y Ovejas Dorper (n=20) no gestantes y que recién destetaron, regularmente desparasitadas con ivermectina, se formaron dos grupos: A) Pastoreo matutino, n=51 (9:00 a 13:00 h) y B) Pastoreo Vespertino, n=52 (13:00-17:00 h). Ambos grupos fueron sub divididos en dos; al inicio del estudio, uno recibió tratamiento antihelmíntico, levamisol al 10% inyectable 1.0 mL por cada 20 kg PV y el otro un placebo. Los efectos principales fueron: horario de pastoreo (matutino vs vespertino) y antihelmíntico (con vs sin); las variables de respuesta fueron: el número de huevos por gramo de heces fecales (HPG) transformados por log 10 (n+1), el hematocrito (Hto.), la condición corporal (CC) y la lectura FAMACHA®.

El horario de pastoreo afectó ($P < 0.0001$) a HPG con 316.4 y 215.9, número de huevos por gramo de heces transformados, para el horario matutino y vespertino, respectivamente. De igual manera fue afectado ($P = 0.02$) por el tratamiento antihelmíntico con 239.8 y 292.5, número de huevos por gramo de heces transformados para los animales con y sin antihelmíntico, respectivamente. El Hto no fue afectado ($P > 0.05$) por los efectos principales: se obtuvo 19.33 y 20.82 para el horario matutino y vespertino; 20.85 y 19.30

% con y sin antihelmíntico, respectivamente. La CC fue diferente ($\text{Chi}^2=0.04$) en el horario de pastoreo a favor del grupo con pastoreo vespertino, pero no por la dosis de antihelmíntico. Los valores de FAMACHA® no presentaron diferencia estadística con los efectos principales. El pastoreo vespertino y el uso de un antihelmíntico favorecieron en disminuir la carga de NGI. Se sugiere que no se utilice siempre el mismo principio activo en los antihelmínticos.

Palabras clave: cabras, ovejas, NGI, antihelmíntico, condición corporal.

I. INTRODUCCIÓN

El estado de Coahuila es el de mayor producción de carne y leche de cabra en México (INEGI, 2009); sin embargo, los ovinos no siguen la misma tendencia ya que no son contribuyentes importantes en la economía del estado por su baja población; esto pudiera ser debido a las condiciones semidesérticas de la región donde las cabras cuentan con mejores mecanismos para sobrevivir bajo débiles sistemas de producción (Aboul-Naga *et al.*, 2014). La mayoría de los pequeños rumiantes en México y en el mundo se manejan principalmente en pastoreo extensivo con encierro nocturno, en donde su dieta básicamente la integran plantas nativas (Iñiguez, 2004). Los nemátodos gastrointestinales (NGI) en los animales causan pérdidas económicas muy considerables (Bowman, 2006), pueden reducir la ganancia de peso 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 (Torres-Acosta *et al.*, 2012). Es plenamente conocido el hecho de que los NGI adquieren resistencia a los productos químicos (Waller y Thamsborg, 2004) cuando se exagera en su aplicación; por lo que han surgido propuestas para limitar el uso de estos compuestos y en su lugar utilizar métodos “verdes” u orgánicos como: la resistencia genética del hospedero, nutrición del hospedero (Aguilar-Caballero *et al.*, 2013; Datta *et al.*, 1998; Coop y Kyriazakis, 2001; Haile *et al.*, 2002; Arsenos *et al.*, 2007), compuestos no nutricionales (Githiori *et al.*, 2006; Rochfort *et al.*, 2008), hierbas antihelmínticas con poca

validación científica, control biológico y manejo del pastoreo (Barger, 1999; Waller y Thamsborg, 2004; Waller, 2006).

Los nemátodos gastrointestinales (NGI) son un problema universal para productores y una causa frecuente de la pobre eficiencia de las ganaderías a nivel mundial.

1.1. Objetivo general

- Evaluar la carga parasitaria gastrointestinal en ovinos y caprinos en pastoreo extensivo en diferentes horarios y utilizando un antihelmíntico.

1.2. Objetivos específicos

- Cuantificar mediante la técnica McMaster los huevos de nemátodos gastrointestinales (NGI) excretados por gramo de heces (HPG) como método indirecto para evaluar la carga parasitaria.
- Evaluar el grado de anemia por medio del método FAMACHA®.
- Estimar el estado nutricional por medio de la condición corporal (CC) de los animales.
- Evaluar el grado de anemia por medio del método de hematocrito (Hto.)

1.3. Hipótesis

- Puesto que las larvas de los nemátodos gastrointestinales buscan la humedad, los animales que pastorean temprano tendrán mayores posibilidades de consumir estas larvas y por lo tanto, tendrán mayor conteo de huevos de NGI en las heces fecales que los animales que son pastoreados más tarde cuando el sol y la temperatura ambiental están más altos (control de manejo).
- La administración de un antihelmíntico (control químico) bajará la carga parasitaria en animales que reciben este tratamiento comparados con los que no lo reciben.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Nemátodos Gastrointestinales (NGI)

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

2.2. Ciclo biológico de los NGI

Los NGI presentan un ciclo biológico simple, con una fase parasitaria sobre el huésped y otra no parasitaria que es en los forrajes. Los huevos salen mezclados con materia fecal y en condiciones óptimas de humedad alta y temperaturas medias, se convierten en el estado larvario (L3), capaces de infectar a los animales que las consuman y así se continua con un ciclo de infección que dura entre 20 a 25 días (Castells, 2004). El ciclo biológico de los NGI se muestra en la figura 1.

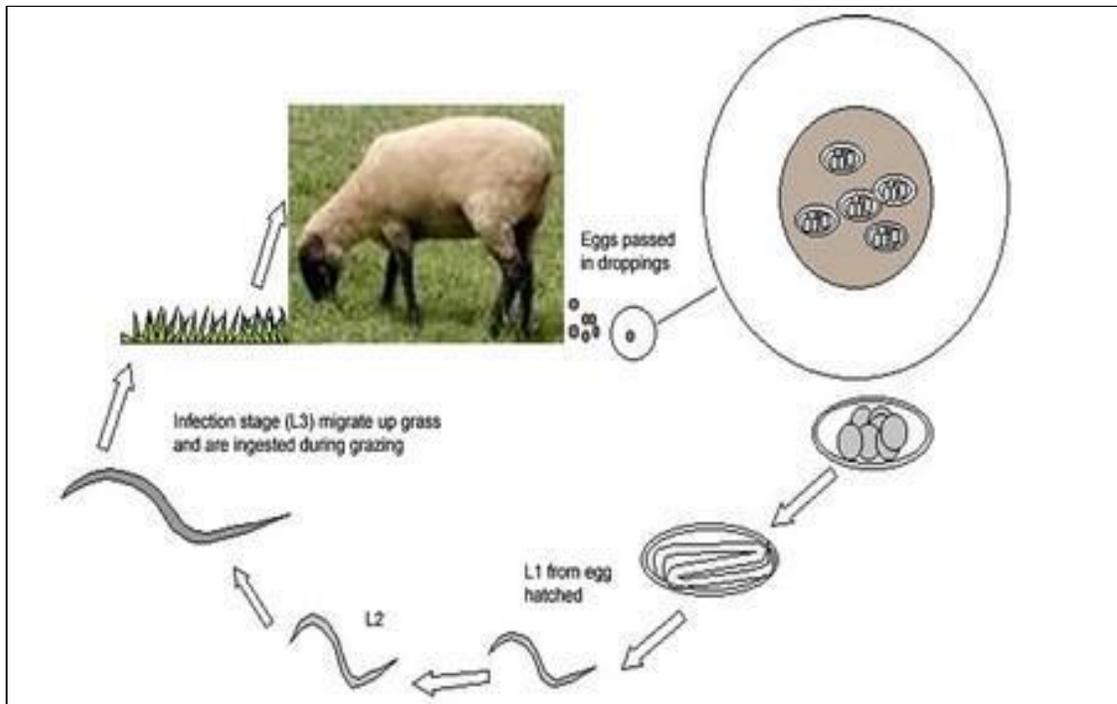


Figura 1. Ciclo biológico de los NGI. (Johnstone *et al.*, 1998).

El ciclo de vida de los NGI incluye dos fases, una dentro del hospedador (fase endógena), con duración de 21 días y una segunda fase en las pasturas (fase exógena), con duración de entre 10 y 21 días (Johnstone *et al.*, 1998).

2.3. Diagnóstico de NGI

El examen fecal es una herramienta importante para el diagnóstico de NGI en animales de granja y es un complemento importante para la implementación de tratamientos y programas de control eficaces contra estas parasitosis. Los exámenes cuantitativos se realizan por diferentes modificaciones del método de McMaster, que es la técnica cuantitativa más utilizada y su nivel de sensibilidad es de 10 a 100 huevos por gramo de heces (Pereckiene *et al.*, 2010).

2.4. Carga parasitaria

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

2.5. Epidemiología de los NGI

El conocimiento y la cuantificación de las relaciones entre el medio y el parásito son muy útiles para comprender la epidemiología de los nemátodos gastrointestinales 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 larvas infectantes (L3), de la supervivencia de la L3 en el forraje en espera de ser ingeridas por el huésped y de la accesibilidad de las L3 desde las pasturas a los animales (O'Connor *et al.*, 2007).

El contenido de agua y la temperatura de la materia fecal son dos de los factores claves que intervienen en el desarrollo de huevo a L3, sobre todo en el caso de los nematodos parásitos de los pequeños rumiantes donde las características de las heces, en forma de granos, las hace muy diferentes a la de los bovinos respecto al contenido de agua (O'Connor *et al.*, 2007).

2.6. Efectos de los NGI en la producción

Los nemátodos gastrointestinales reducen la producción de carne, leche y lana en un 10-40% (Knox et al., 2006) ya que afectan el consumo alimenticio y/o reducen la eficiencia de su utilización, disminuyendo el depósito de proteínas, grasa y minerales en los hospedadores (Cancino, 2005). Sutherland et al., (2010) mencionan que su control es costoso y no siempre es efectivo, pues cada vez son más resistentes a los fármacos antihelmínticos

2.7. Qué es la resistencia a los NGI

La resistencia es la habilidad del animal de resistir la infección parasitaria, lo que se logra a partir de un fuerte componente inmunológico, disminuyendo el establecimiento de la larva infectiva L3. Kemper *et al.*, (2009) encontraron que seleccionando ovejas resistentes a los nemátodos, usando el conteo de huevos de larvas, sería sustentable a mediano y a largo plazo.

2.8. Qué es la resiliencia a los NGI

La resiliencia se define como la habilidad del animal de mantener niveles productivos aceptables a pesar de la infección parasitaria (Aguilar-Caballero et al., 2008).

Hein et al., (2010) tomaron biopsias de órganos infectados y ganglios linfáticos (útil en la cinética de las respuestas inmunes en el sitio de la infección), en

animales de diferentes razas, con diferentes regímenes de sensibilización y diferentes etapas de desarrollo del parásito en el huésped, e indicaron que los dos antígenos principales identificados en la fase infecciosa L3 de NGI, pueden ser responsables de inducir protección y tener potencial como vacuna.

2.9. Inmunidad de los caprinos contra los NGI

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

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

2.10. Resistencia antihelmíntica

La resistencia adquirida a los NGI, es un mecanismo que ocurre a nivel molecular y se define como la capacidad que tiene el parásito para tolerar dosis tóxicas de sustancias químicas que son letales. La resistencia a los antihelmínticos nos lleva a otras alternativas para su control como puede ser el control biológico (Márquez, 2007; Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

2.11. Estrategias de manejo

La distribución y abundancia de parásitos gastrointestinales varía considerablemente dentro y entre especies, con el determinante principio que las condiciones meteorológicas más importantes son la cantidad de lluvia y temperatura.

Las estrategias en el manejo del pastoreo es una buena medida que se ha implementado para controlar las infecciones por parásitos en los rumiantes. Entre estas estrategias se pueden mencionar las siguientes:

- a) **Preventiva:** Estas son las estrategias que se basan en poner a los animales libres de NGI en un pasto limpio, o mediante la supresión de la producción de huevos de NGI mediante un tratamiento antihelmíntico en la primera parte de la temporada de pastoreo hasta que la población inicial de larvas infectantes en el pasto ha disminuido a niveles seguros.

- b) **Evasiva:** Estas estrategias no intentan limitar la contaminación de los pastos con huevos de NGI, sino que se basan en el movimiento del ganado a otros pastos, justo antes de que las larvas resultantes de esta contaminación sean propensas a aparecer en números significativos en el pasto original.

- c) **Dilución:** Las estrategias que manejan el pastoreo simultáneo de animales susceptibles con una mayor población de animales son las que han adquirido resistencia natural a los parásitos de la misma especie de ganado mayor (adulto generalmente seco de valores), o de diferentes especies de ganado, con el fin de reducir la infestación de plantas forrajeras que resulta de su producción fecal combinado de huevos de NGI.

Hasta hace relativamente poco tiempo, la combinación del tratamiento antihelmíntico con todas estas estrategias de manejo de pastoreo era muy recomendado. Esto se basa en la interpretación sensible de la eficacia del fármaco frente al parásito, según el cual "los animales limpios van a pastos limpios". Al hacerlo, las tasas de reinfección son extremadamente bajas y el efecto supresor del tratamiento antihelmíntico sobre la producción de huevos de nemátodos se prolonga durante varios meses, en lugar de por un par de semanas, como se ve en pastos contaminados (Waller *et al.*, 1995).

2.12. Los efectos directos de las plantas sobre la infestación de NGI

Los fármacos antihelmínticos tienen su origen en el uso de preparaciones de plantas. Estos incluyen diversos extractos de varias plantas. En general, éstos eran peligrosos brebajes con baja eficacia antihelmíntica, sobre todo en especies de rumiantes, y que desaparecieron rápidamente de uso veterinario con los compuestos sintéticos antihelmínticos (Waller *et al.*, 2001).

Aunque hay una gama amplia y diversa de hierbas antihelmínticas utilizadas en todo el mundo, particularmente en los países asiáticos y africanos, en general, hay una falta de validación científica de los supuestos efectos antihelmínticos de estos productos. Sin embargo, existe un creciente y considerable interés mundial en las prácticas tradicionales de salud en el mundo, tanto en los países industrializados como en desarrollo (Schillhorn van Veen, 1997), incluyendo los antihelmínticos a base de hierbas (Hammond *et al.*, 1997).

2.13. El control biológico de parásitos en los animales de granja

En contraste con prácticamente todos los demás métodos de control de parásitos en el ganado, que se dirigen en la etapa parasitaria dentro del huésped, el control biológico está dirigido a las etapas de vida libre en el pasto. (Grønvold *et al.*, 1996; Waller y Faedo, 1996; Waller y Larsen, 1993).

El control biológico para cualquier organismo parasitario está dirigido para explorar sus enemigos naturales a fin de reducir el número de las plagas en el ambiente para un nivel inferior a lo que habría ocurrido en ausencia del organismo de control biológico. (Grønvold *et al.*, 1996; Waller y Faedo, 1996; Waller y Larsen, 1993).

Lo mismo sucede con los parásitos helmínticos. Durante más de 50 años, se han conocido enemigos naturales a los parásitos en la literatura y el hombre ha hecho algunos intentos para controlar los parásitos en el ganado. (Grønvold *et al.*, 1996; Waller y Faedo, 1996; Waller y Larsen, 1993).

Sin embargo, en el sentido más amplio, cualquier medio por el cual los animales se alejan de donde depositen sus heces constituye una forma de control biológico. Por lo tanto, se puede argumentar que la manipulación del hombre del movimiento de ganado y sus resultados se podría clasificar como una forma de control biológico (Waller, 2006).

El control evasivo es provocado por el movimiento de los animales a fin de evitar los períodos pico de larvas recogidas desde los pastos, esto, de forma indirecta es un control biológico (Waller, 2006).

Del mismo modo la venta a menudo de ganado joven al sacrificio priva a los parásitos de un huésped susceptible en el que se pueden completar fácilmente

su ciclo de vida. Sin esa intervención del hombre, el número de parásitos sería mayor en los animales (Waller, 2006).

Por otro lado, se podría argumentar que la influencia del hombre en la domesticación e intensificación de ganado, ha inclinado la balanza a favor del parásito en la primera instancia (Waller, 2006).

Una de las actividades del hombre, que podría justificarse con más razón en el control biológico, es la práctica de la recogida de estiércol en gran parte del mundo para su uso como combustible, materiales y construcción, rompiendo así el ciclo vital de los parásitos. Sin embargo, en las regiones del mundo donde se practica esta costumbre, en general se limita a estiércol de bovino, las condiciones climáticas son a menudo caliente y seco, al igual que la malnutrición en los animales hacen que el parasitismo sea la principal causa de pérdida de la productividad del ganado (Waller, 2006).

Ciertos pájaros buscan artrópodos coprofílicos como una fuente de alimento (McCracken, 1993). Al hacer esto, se pueden romper y dispersar grandes depósitos de heces de ganado y caballos, permitiendo de este modo que la dispersión sea mucho más rápido que la cantidad de materia fecal que se registraría en las pastas intactas. Muestras de estiércol contaminadas con parásitos han demostrado proporcionar una importante capacidad de adaptarse contra los dos extremos en la temperatura, lo que mejora el desarrollo y la supervivencia de parásitos en la materia fecal (Barger *et al.*, 1984).

Las lombrices de tierra toman el papel de los escarabajos del estiércol en las regiones frías y húmedas del mundo, aunque las moscas coprofílicas y pequeños escarabajos de estiércol también contribuyen a la degradación del estiércol (Holter, 1979). En el norte de Europa, por ejemplo, las lombrices de tierra desempeñan un papel importante y a menudo dominante en la eliminación del estiércol bovino en los pastos y pueden ser responsables de la reducción significativa de las larvas infectantes en los pastos (Grønvold, 1987).

Sin embargo, la cuestión de la resistencia antihelmíntica en NGI, sobre todo en los pequeños rumiantes, se está convirtiendo en un problema cada vez más urgente. El uso de estrategias de pastoreo, combinada con el tratamiento antihelmíntico, bien puede resultar en mejor control de parásitos en menos costo, pero puede no reducir significativamente la presión de selección para el desarrollo de la resistencia. Se ha argumentado que la selección para la resistencia en cualquier estrategia de control, incluyendo antihelmínticos, estará relacionada con el grado de éxito del pastoreo y la frecuencia del mismo (Barger, 1995)

Esquemas de control de parásitos que integran todos los métodos de control son prácticamente, la financiera y la económica, las cuales son viables y son la única manera de garantizar la sostenibilidad a largo plazo. Dentro de este objetivo, las

estrategias de manejo del pastoreo y el control biológico son componentes importantes para los sistemas de control de parásitos en futuras empresas de pastoreo de ganado en todo el mundo (Waller, 2006).

La consistencia de las heces en el ganado ovino se ha atribuido a factores tales como patógenos bacterianos o virales, parásitos intestinales, hongos endófitos, composición de la dieta y la absorción de agua (Morley *et al.*, 1976; Mitchell y Linklater, 1983; Taylor *et al.*, 1993; Larsen *et al.*, 1994; Eerens *et al.*, 1998).

Sin embargo, estudios epidemiológicos a gran escala y los estudios experimentales en el Reino Unido y Australia han encontrado correlaciones débiles entre heces y marcadores para detectar la presencia de nemátodos gastrointestinales, tales como el número de huevos en las heces o en las concentraciones de plasma sanguíneo (Larsen *et al.*, 1994; French y Morgan, 1996; French *et al.*, 1998).

En un estudio realizado en Inglaterra, se investigó la relación entre NGI y las heces, de dos rebaños de ovejas. Se registraron recuentos fecales de huevos, la carga de helmintos en el pasto y tasas de crecimiento de forma individual en corderos durante el verano de 2003. La calidad de los pastos fueron diferentes entre sitios y el cambio de patrón de la composición de hierba también podría ser responsable de algunas de las diferencias de heces contaminadas (Broughan y

Wall, 2007). La nutrición es un componente vital de la interacción parásito-hospedador (Coop y Kyriazakis, 2001).

Estudios posteriores con respecto a la rotación de animales en pastoreo extensivo demostraron que el intervalo entre los movimientos de animales entre diferentes sitios de pastoreo se puede extender a un mes (Eysker *et al.*, 1998).

2.14. Movimientos hacia pastos limpios

El tratamiento de los animales jóvenes con un destete normal, en conjunción con un traspaso al pasto sano, es casi universal en pequeños sistemas de producción de rumiantes comerciales, a pesar de que el pasto puede proporcionar más beneficios de valor nutricional que perjuicios parasitológicos; es ahí que en un movimiento para limpiar el pasto después del destete se aprecian esfuerzos especiales que se pueden hacer para evitar la contaminación excesiva de éste antes del período de infestación.

El movimiento de los animales a un corral de engorda es un ejemplo extremo de esta estrategia, la re-infección de parásitos no se produce en corrales de engorda, un tratamiento estratégico de la toma de un medicamento de amplio espectro por lo general estaría justificada en estas circunstancias (Barger, 1999).

2.15. Discontinuidad de la infección por estaciones del año

Condiciones climáticas extremas de temperaturas muy altas o muy bajas o intensa sequía prácticamente se puede esterilizar un pasto en algunos entornos.

Cualquier tratamiento antiparasitario es tan lento que el efecto del tratamiento sobre una contaminación posterior es prolongado. Un ejemplo de una explotación exitosa de una discontinuidad estacional en la infección es el cambio estacional al verano para ovejas y cabras en las regiones de invierno del sur de Australia. Aquí, las condiciones secas calientes dan como resultado en verano muy baja disponibilidad de larvas. Por lo que el tratamiento antihelmíntico en éstos es seguido de muy bajas tasas de reinfección (Barger, 1999).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y descripción del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, México (25° 21´ LN y 101° 2´ LO) con un clima árido seco, con 280 mm y 20°C de precipitación pluvial y temperatura media anual respectivamente, donde las lluvias se intensifican en los meses de junio a septiembre y los meses más fríos son de diciembre a febrero. A una altura de 1770 msnm. (García, 1984). El estudio se realizó durante los meses de agosto a diciembre de 2014.

3.2. Manejo de animales y grupos

La unidad cuenta con un total de 123 caprinos y 80 ovinos en pastoreo extensivo con encierro nocturno. Para este estudio se seleccionaron hembras no gestantes y que recién habían destetado a sus crías. Se utilizaron un total de 103 hembras: 83 cabras mayores de ocho meses de edad de las razas Murciano Granadina y Boer y 20 ovejas mayores de seis meses de edad de la raza Dorper. Se distribuyeron en dos grupos: A) Pastoreo matutino en horario de 9:00 a 13:00 horas (n=51) y B) Pastoreo vespertino en horario de 13:00 a 17.00 horas (n=52). Ambos grupos fueron sub divididos en dos, de los cuales uno recibió tratamiento antihelmíntico (levamisol al 10% inyectable en dosis de 1.0 mL por cada 20 kg PV) y el otro sólo un placebo a base de solución salina fisiológica. Cabe

mencionar que estos animales sistemáticamente se desparasitaban con ivermectina, misma que ocasiona resistencia de los nemátodos gastrointestinales en bovinos cuando se utiliza continuamente (Alegría-López *et al.*, 2015).

En el cuadro 1, se muestra cómo se distribuyeron los animales en cada uno de los grupos.

Cuadro 1. Distribución de los animales y formación de los grupos.

Grupos							
PM +Antih		PM sin Antih		PV + Antih		PV sin Antih	
Ovinos	Caprinos	Ovinos	Caprinos	Ovinos	Caprinos	Ovinos	Caprinos
5	20	5	21	5	21	5	21

PM: pastoreo matutino, PV: pastoreo vespertino, Antih: antihelmíntico.

Cada 14 días se recolectaron muestras de heces directamente del recto de los animales en guantes de látex. Simultáneamente, se estimó la condición corporal de acuerdo con Honhold *et al.*, (1989), y la FAMACHA® de acuerdo con Jackson y Miller (2006) y Torres-Acosta *et al.*, (2014). También se tomaron muestras de sangre mediante punción yugular, mismas que fueron recolectadas en tubos con anticoagulante. Las muestras de heces y sangre se mantuvieron en refrigeración hasta su análisis en el laboratorio.

Se utilizó la técnica de McMaster modificada para el conteo de huevos de NGI por gramo de heces (HPG). Se determinó el porcentaje de hematocrito (Hto) de acuerdo a Aguilar-Caballero *et al.*, (2003).

3.3. Técnica McMaster

La técnica de McMaster es un método cuantitativo que se utiliza para determinar el número de huevos por grano de heces (HPG) de nematodos gastrointestinales. Esta técnica emplea cámaras de conteo que posibilitan el examen microscópico de un volumen conocido de suspensión de materia fecal (2 x 0.15 ml) (Pereckiene *et al.*, 2010).

3.4. Análisis estadístico

Para analizar HPG y Hto se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial 2 X 2, donde el factor A tiene dos horarios de pastoreo y el factor B consiste de dos dosis de antihelmíntico. Para evaluar las variables no paramétricas (CC y FAMACHA®) se utilizó la prueba de Kruskal Wallis (SAS, 2004). Los valores de HPG obtenidos en el laboratorio fueron transformados con $\log_{10}(n+1)$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Condiciones climáticas

Puesto que el clima afecta la carga parasitaria en los animales, es conveniente considerarlo como condicionante para tal efecto. En la figura 2 se muestra que la temperatura media anual y la precipitación pluvial tuvieron una tendencia a la baja durante el periodo experimental, lo que supone que la carga parasitaria tendrá la misma conducta; ambos indicadores climáticos son muy importantes para que se presenten cargas parasitarias; por ejemplo en las zonas tropicales, por tratarse de altas temperaturas y altas precipitaciones es donde el desarrollo de huevos de nemátodos a larvas infectivas es demasiado rápido (Jackson y Miller, 2006; Waller y Thamsborg, 2004).

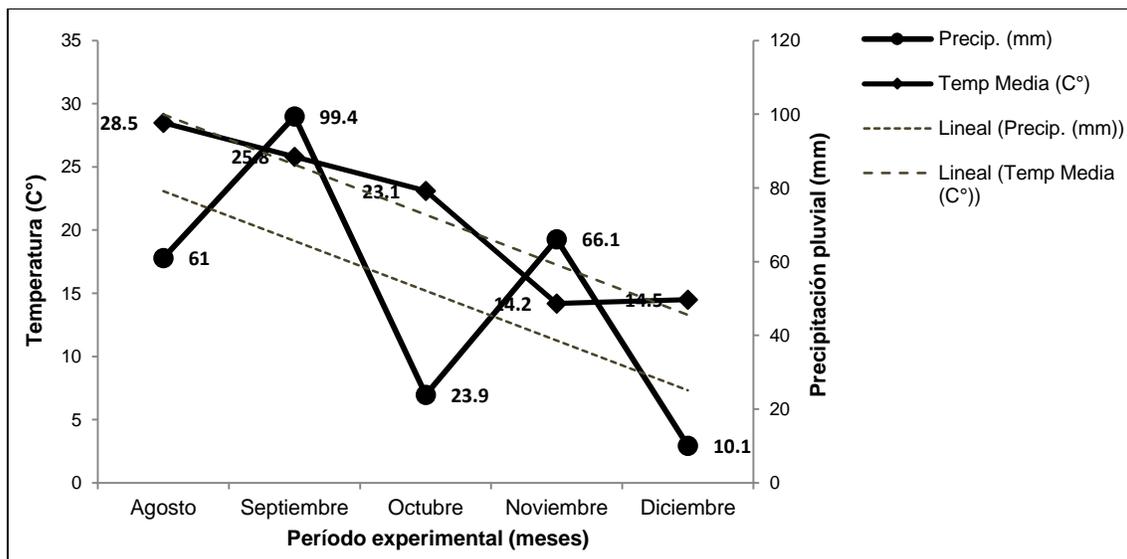


Figura 2. Temperatura media anual y precipitación pluvial durante los meses de agosto a diciembre de 2014. (CONAGUA, 2015).

4.2. Conteo de huevos por gramo de heces (HPG)

Los tratamientos, horario de pastoreo y antihelmíntico, tuvieron efecto en reducir la carga parasitaria (HPG) como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Huevos por gramo de heces (HPG) transformados por log 10 (n+1) de ovinos y caprinos con pastoreo matutino o vespertino, y con o sin tratamiento antihelmíntico.

Efecto principal	MMC*	EE*	P***
Pastoreo matutino	316.4 ^a	16.3	<0.0001
Pastoreo vespertino	215.9 ^b	16.1	<0.0001
Con antihelmíntico	239.8 ^a	17.1	0.02
Sin antihelmíntico	292.5 ^b	15.2	0.02

*Media de mínimos cuadrados, **Error estándar, ***Probabilidad estadística.

^{a,b} Columnas con el mismo efecto principal (pastoreo o antihelmíntico) y con literal diferente; son estadísticamente diferentes (P<0.05).

La figura 3 muestra la tendencia de la carga parasitaria (HPG) por tratamiento durante el periodo experimental.

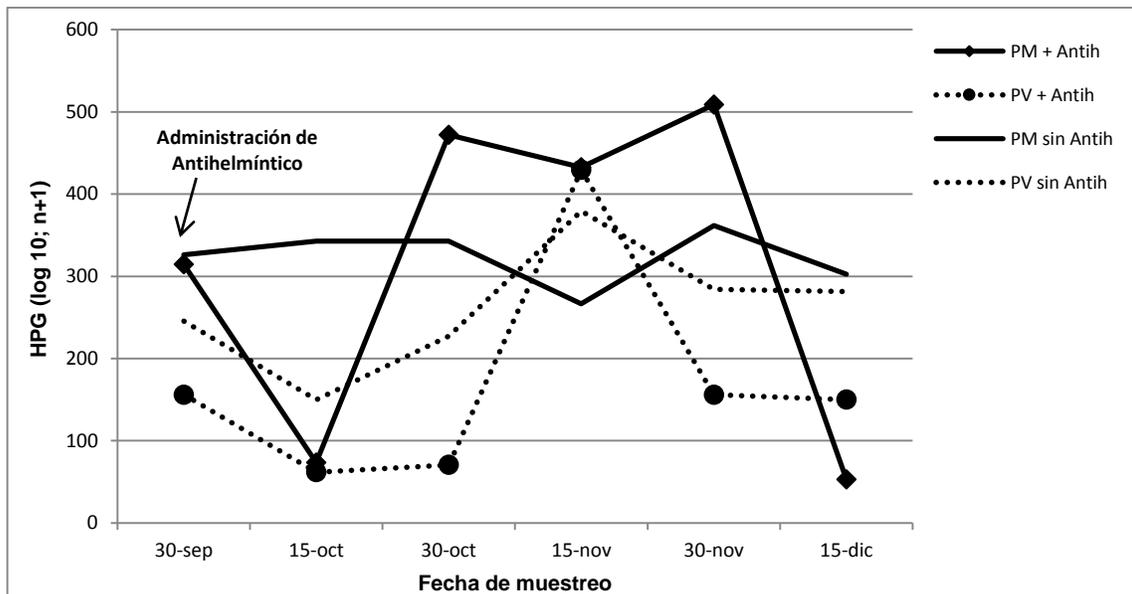


Figura 3. Conteo de HPG (log 10; n+1) en ovinos y caprinos con pastoreo matutino o vespertino y con o sin tratamiento antihelmítico.

Al comparar la carga parasitaria entre tratamientos, se observa que el grupo con pastoreo vespertino y con antihelmítico fue el que presentó la tendencia más baja, excepto en noviembre cuando se presentó un aumento en las precipitaciones pluviales durante las tardes.

Los resultados muestran que el pastoreo vespertino aunado con el uso de un antihelmítico favorecieron ($P < 0.05$) en disminuir la carga de NGI en los animales. El uso de los antihelmíticos sigue siendo eficiente en el control de NGI siempre y cuando no se abuse de su uso, ni se utilice siempre el mismo principio activo en los productos comerciales (Jackson y Miller, 2006).

En los últimos años ha habido una creciente demanda por los consumidores por lo productos agrícolas "limpios" y "verdes". El Impulso para los productos "limpios" ha sido por la publicidad negativa que rodea los efectos inducidos por agroquímicos en la salud humana y el desarrollo de microbios patógenos resistentes, causados por el uso de fármacos en sistemas de producción animal intensiva. La amenaza de efectos adversos en el medio ambiente por el uso de productos químicos en la producción agrícola también ha impulsado esta tendencia (Donald, 1994).

Por lo tanto hay cuestiones bastante contrastantes, es decir, la resistencia antihelmíntica en la práctica de la producción pecuaria convencional y la tendencia hacia una mayor producción ecológica, han llevado a mantener en primer plano el control de parásitos al igual que las empresas dedicadas al manejo del pastoreo de ganado en todo el mundo.

4.3. Hematocrito (Hto.)

El volumen del paquete celular (hematocrito) no fue afectado por los tratamientos, horario de pastoreo y la dosis del antihelmíntico (con y sin).

El cuadro 3 muestra los resultados de Hto., donde se observa que ninguno de los efectos principales alteraron esta variable ($P > 0.05$). El valor de hematocrito se

usa como indicador del nivel de anemia en los animales, sin embargo, esta anemia puede ser causada por varios factores y no necesariamente por NGI (Van Wyk y Bath, 2002); asimismo, Guzmán y Callacná (2013) mencionan que los valores hematológicos en las cabras varían de acuerdo a su estado fisiológico y alimenticio, además del estado de salud. Estos resultados reflejan que la disponibilidad y calidad del forraje en el campo fue disminuyendo conforme avanzó el periodo experimental al final de otoño lo cual pudo haber provocado una baja en hematocrito de los animales.

Cuadro 3. Media de mínimos cuadrados, error estándar y probabilidad estadística del hematocrito de ovinos y caprinos con pastoreo matutino o vespertino y con o sin tratamiento antihelmíntico.

Efecto principal	MMC*	EE**	P***
Pastoreo matutino	19.33 ^a	0.74	0.15
Pastoreo vespertino	20.82 ^a	0.74	0.15
Con antihelmíntico	20.85 ^a	0.78	0.13
Sin antihelmíntico	19.30 ^a	0.69	0.13

*Media de mínimos cuadrados, **Error estándar, ***Probabilidad estadística,

^{a, b} Columnas con el mismo efecto principal y con la misma literal son estadísticamente iguales (>0.5)

En la figura 4 se muestra el comportamiento del Hto. por tratamientos durante el periodo experimental. Todos los animales mostraron una baja en esta variable, sin embargo, el grupo con pastoreo vespertino sin antihelmíntico fue el que presentó valores más bajos del mismo.

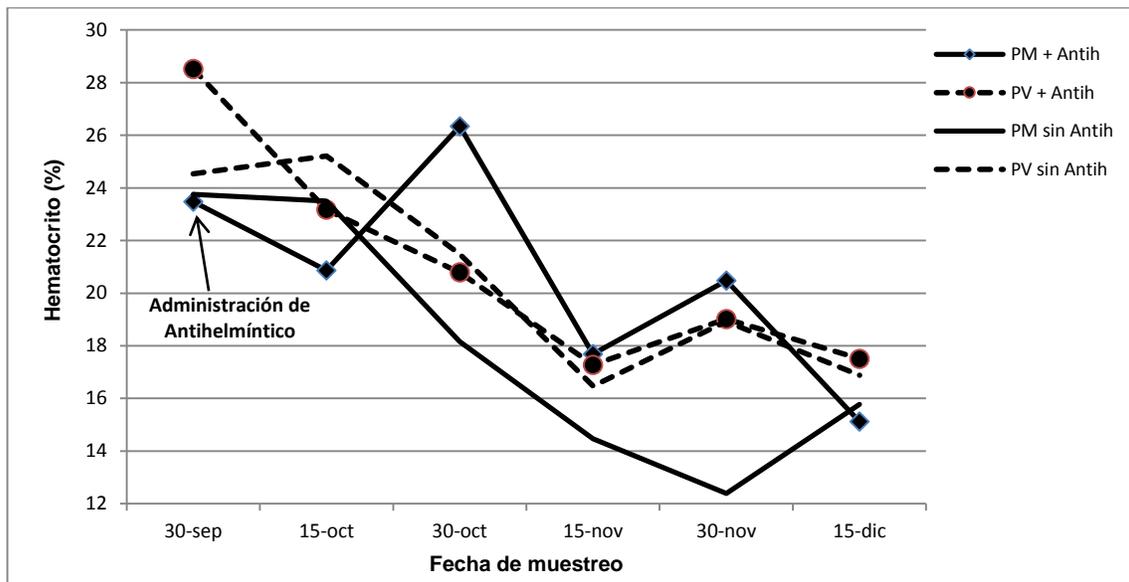


Figura 4. Valores de hematocrito de ovinos y caprinos con pastoreo matutino o vespertino y con o sin tratamiento antihelmíntico.

El valor de hematocrito se usa como indicador del nivel de anemia en los animales, sin embargo, esta anemia puede ser causada por varios factores y no necesariamente por NGI (Van Wyk y Bath, 2002); asimismo, Guzmán y Callacná (2013) mencionan que los valores hematológicos en las cabras varían de acuerdo a su estado fisiológico y alimenticio, además del estado de salud. Estos resultados reflejan que la disponibilidad y calidad del forraje en el campo fue disminuyendo conforme avanzó el periodo experimental al final de otoño lo cual provocó una baja en el hematocrito de los animales.

4.4. Condición corporal (CC) y FAMACHA®

La condición corporal fue mejor en los animales que eran pastoreados durante la tarde (vespertino). En el cuadro 4. Se presentan las sumas de rangos de la prueba de Kruskal-Walils donde se observa que solo la CC fue estadísticamente más alta en el pastoreo vespertino que el matutino; en las otras observaciones no hubo significancia.

Cuadro 4. Suma de rangos de la prueba de Kruskal Wallis y valor de Chi cuadrada (X^2) para Condición corporal (CC) y FAMACHA® de ovinos y caprinos con pastoreo matutino o vespertino y con o sin tratamiento antihelmíntico.

Variable	Pastoreo		X^2	Antihelmíntico		X^2
	Matutino	Vespertino		Con	Sin	
CC	34627.5	39677.5	0.04	31051.5	43253.5	0.08
FAMACHA®	37988.0	36317.0	0.20	33973.0	40332.0	0.30

La condición corporal promedio general fue de 3.5, lo cual ubica a los animales en una CC buena ya que esta variable se mide en escala de 1 a 5, donde el valor de 1 indica un animal emaciado y el valor de 5 es indicativo de un animal obeso. Sin embargo, fue mejor ($X^2 = 0.04$) en el grupo con horario de pastoreo vespertino que el grupo de animales con horario de pastoreo matutino; en el caso de los animales con y sin antihelmíntico no hubo diferencia estadística ($X^2 = 0.08$). En el caso de la FAMACHA®, ésta fue de 2.5 en promedio general, que indica que los animales estaban cercanos al límite de un estado anémico, ya que la escala para

esta variable es de 1 a 5, donde el valor de 1 es indicativo de un animal en estado óptimo (sin anemia) y el valor de 5 indica que el animal presenta un estado grave de anemia; sin embargo, no hubo diferencia ($X^2 > 0.05$) en los grupos de animales que salieron a pastorear en la mañana (matutino) o en la tarde (vespertino); tampoco hubo diferencia con los animales que recibieron o no tratamiento antihelmíntico. Los valores de ambas variables en este estudio reflejan que los animales en general estaban en buenas condiciones. La utilización de estos dos métodos se ha recomendado para seleccionar animales en riesgo de tener una alta carga parasitaria y poder establecer estrategias de una desparasitación selectiva (Van Wyk y Bath, 2002; Torres-Acosta *et al.*, 2014).

V. CONCLUSIONES

El pastoreo vespertino y el uso de un antihelmíntico favorecieron en disminuir la carga de NGI en los animales. El uso de los antihelmínticos sigue siendo eficiente en el control de NGI siempre y cuando no se abuse de su uso ni se utilice siempre el mismo principio activo en los productos comerciales.

VI. LITERATURA CITADA

Aboul-Naga, A., Osman, M. A., Alary, V. Hassan, F. and Daoud, I. 2014. Raising goats as adaptation process to long drought incidence at the coastal zone of western desert in Egypt. *Small Rum. Res.* 121:106-110.

Alegría-López, M.A., Rodríguez-Vivas, R.I., Torres-Acosta, J.F.J., Ojeda-Chi, M.M. and Rosado-Aguilar, J.A. 2015. Use of Ivermectin as endoparasiticide in tropical cattle herds generates resistance in gastrointestinal nematodes and tick *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *J. Med. Entomol.* 1-8 DOI: 10.1093/jme/tju025.

Aguilar-Caballero, A.J., Torres-Acosta, J.F., Sandoval-Castro, C., Vargas-Magaña, J. and May-Martinez, M. 2003. Efecto de la suplementación durante la época de lluvia sobre la tolerancia y resistencia de cabritos criollos infectados naturalmente con NGI en dos épocas (lluvia-seca) en Yucatán, México. XVIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. 8-10 de octubre, Puebla, México.

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

- Aguilar-Caballero, A.J., Torres-Acosta, J.F.J., Cámara-Sarmiento, R., Sandoval-Castro, C., Ortega-Pacheco, A. 2013. Suplementación alimenticia para el control de los nematodos gastrointestinales en ovinos bajo pastoreo en México. Chay-Canul, A., Casanova-Lugo, F. En: La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México. UJAT. ISBN: 978-607-606-120-6. Pp. 249-256.
- Arsenos, A., P. Fortomaris, E. Papadopoulos, D. Kufidis, C. Stamataris, D. Zygoiannis. 2007. Meat quality of lambs of indigenous dairy Greek breeds as influenced by dietary protein and gastrointestinal nematode challenge. *Meat Science* 76: 779-786.
- Barger, I. A. 1995. Control strategies minimising the use of anthelmintics. In: Petersen, G. (Ed.), Proceedings of the 25th sheep and beef cattle seminar, Publication No. 165. Veterinary Continuing Education, Massey University, Palmerston North, New Zealand, pp: 59-66.
- Barger, I.A. 1999. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. *Int. J. Parasitol.* 29: 41-47.
- Barger, I.A., Lewis, R.J. and Brown, G.F. 1984. Survival of ineffective larvae of nematode parasites of cattle during drought. *Vet. Parasitol.* 14: 143-152.
- Bowman, D.D. 2006. Successful and currently ongoing parasite eradication program. *Vet. Parasitol.* 139: 293-307.
- Broughan, J.M. and Wall, R. 2007. Faecal soiling and gastrointestinal helminth infection in lambs. *International journal for parasitology* 37: 1255-1268.

- Cancino, L. C. A. 2005. Efectos del parasitismo gastrointestinal subclínico sobre ganancias de peso y la concentración de metabolitos sanguíneos en corderos mellizos. Memoria de Título presentada como parte de los requisitos para optar al título de Médico Veterinario. Valdivia, Chile.
- Castells, D. 2004. Epidemiología y control de nematodos gastrointestinales de ovinos en el Uruguay. Instituto nacional de investigación agropecuaria Uruguay. Serie de actividades de difusión no. 359.pp 3-11.
- Coop, R. L. and Kyriasiakis, I. 2001. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. TRENDS in parasitology Vol. 17, No. 7: 325-330.
- Datta, F.U., J.V. Nolan, J.B. Rowe, G.D. Gray. 1998. Protein supplementation improves the performance of parasitised sheep fed a straw-based diet. Int. J. Parasitol. 28: 1269-1278.
- Donald, A.D. 1994. Parasites, production and sustainable development. Vet. Parasitol. 54: 27-47.
- Eerens, J.P.J., Lucas, R.J., Easton, H.S. and White, J.G.H. 1998. Influence of the rye grass endophyte (*Neotyphodium lolii*) in a cool moist environment II. Sheep production. N. Z. J. Agric. Res. 41:191-199.
- Eysker, M., Aar van der, W.M., Boersema, J.H., Githiori, J.B. and Kooyman, F.N.J. 1998. The effect of repeated moves to clean pasture on the build up of gastrointestinal nematode infections in calves. Vet. Parasitol. 76: 81-94.
- French, N.P. and Morgan, K.L. 1996. Role of neonatal and maternal risk factors in the faecal soiling of lambs. Vet. Rec. 139:460–465.

- French, N.P., Berriatua, E., Kaya, G. and Morgan, K.L. 1998. Case control study of diarrhoea and faecal soiling in two- to six-month-old lambs. *Vet. Rec.* 143:408–412.
- García, E. 1984. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 4ª. edición. Ed. Offset Larios, México, pág. 103.
- Githiori J. B., Athanasiadou S. and Thamsborg S. M. 2006. Use of plants in novel aproches for control of gastrointestinal helminths in livestock with emphasis on small ruminants. *Vet. Parasitol.* 139: 308-320.
- Grønvold, J. 1987. Field experiment on the ability of earthworms (Lumbricidae) to reduce the transmission of infective larvae of *Cooperia oncophora* (Trichostrongylidae) from cow pats to grass. *J. Parasitol.* 73: 1133-1137.
- Grønvold, J., Henriksen, S. Aa., Larsen, M., Nansen, P. and Wolstrup, J. 1996. Biological control. Aspects of biological control- with special refrence to arthropods, protozoans and helminths of domesticated animals. *Vet. Parasitol.* 64: 47-64.
- Guzmán, M. L.E. y Callacná, C.M.A. 2013. Valores hematológicos de cabras criollas en dos estados fisiológicos reproductivos. *Scientia Agropecuaria.* 4: 285-292.
- Hammond, J.A., Fielding, D. and Bishop, S.C. 1997. Prospects for plant anthelmintics in tropical veterinary medicine. *Vet. Res. Comm.* 21: 213-228

- Haile, A., Tembely, S., Anindo, D.O., Mukasa-Mugerwa, E., Rege, J.E.O., Yami, A., Baker, R.L., 2002a. Effects of breed and dietary protein supplementation on the responses to gastro-intestinal nematode infections in Ethiopian sheep. *Small Rumin. Res.* 44, 247–261.
- Hein, W.R., Pernthaner, A., Piedrafita, D. and Meeusen, E.N. 2010. Immune mechanisms of resistance to gastrointestinal nematode infections in sheep. *Parasite Immunology* 32:541-548.
- Holter, P. 1979. Effect of dung beetles (*Aphodius spp.*) and earthworms on the disappearance of cattle dung. *Oikos* 32: 393-402
- Honhold, N., Petit, H. and Halliwell, R.W. 1989. Condition scoring scheme for small east African goats in Zimbabwe. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 21: 121-127.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) 2009. Aguascalientes, Agsc. Cuadros 64, 68.
- Iñiguez, L. 2004. Goats in resource-poor systems in the dry environments of West Asia, Central Asia and Inter-Andean valleys. *Small Rum. Res.* 51: 137-144.
- Jackson, F. and Miller, J. 2006. Alternative approaches to control-Quo vadit?. *Vet. Parasitol.* 139: 371-384.
- Johnstone, C., Guerrero, J., Home, S. R., EisenBerg, A., Hobday, M. y Farias, L.O. 1998. *Parásitos y enfermedades parasíticas de los animales domésticos.* Universidad de Pennsylvania.

- Kemper, K. E., Elwin, R.L. Bishop, S.C., Goddard, M.E. and Woolaston, R.R. 2009. *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* did not adapt to long-term exposure to sheep that were genetically resistant or susceptible to nematode infections. *International Journal for Parasitology*. 39: 607-614.
- Knox, M.R., Torres-Acosta, J.F.J .and Aguilar-Caballero, A.J. 2006. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitol.* 139: 385-393.
- Larsen, J.W.A., Anderson, N., Vizard, A.L., Anderson, G.A. and Hoste, H. 1994. Diarrhoea in merino ewes during winter association with trichostrongylid larvae. *Aust. Vet. J.* 78: 365-372.
- Márquez, L.D. 2007. Resistencia a los Antihelmínticos en nemátodos de rumiantes y estrategias para su control. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y Colciencia. Bogotá, Colombia.
- Maya, A. y Quijije, J. 2011. Determinación de la carga parasitaria en tres especies zootécnicas (*Bos taurus*, *Ovis aries* y *Equus caballus*) y su relación con las condiciones climáticas. Tesis de grado. Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, Ecuador. pp 1
- McCracken, D.I. 1993. The potencial for avermectins to affect wildlife. *Vet. Parasitol.* 48: 273-280
- Meeusen, E.N., Balic, A. and Bowles, V. 2005. Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 108: 121–125.

- Mitchell, G. and Linklater, K. 1983. Differential diagnosis of scouring in lambs. In Pract. 5: 4–12.
- Morley, F.H.W., Donald, A.D., Donnelly, J.R., Axelsen, A. and Waller, P.J. 1976. Blowfly strike in the breech region of sheep in relation to helminth infection. Aust. Vet. J., 52.
- O'Connor, L.J., Kahn, L.P. and Walkden-Brown, S.W. 2007. The effects of amount, timing and distribution of simulated rainfall on the development of *Haemonchus contortus* to the infective larval stage. Vet. Parasitol. 146: 90-101
- Pereckiene, A., S. Petkevicius and A. Vysuiauskas. 2010. Comparative evaluation of efficiency of traditional McMaster chamber and new design chamber for the enumeration of nematode eggs. Hcfa. Vet. Scandinavica. 52(Supp1):520.
- Rochfort, S., A.J. Parker, F.R. Dunshea. 2008. Plant bioactives for ruminant health and productivity. Phytochemistry 69: 299-322.
- SAS (Statistical Analysis System) SAS Institute Inc. 2004. SAS/ACCESS® 9.1 for windows. Cary, N. C. SAS Institute, Inc.]
- Schillhorn van Veen, T.W. 1997. Sense or nonsense? Traditional methods of animal parasitic disease control. Vet. Parasitol. 71: 177-194.
- Sutherland, I.A., Shaw, J. and Shaw, R.J. 2010. The production costs of anthelmintic resistance in sheep managed within a monthly preventive drench program. Veterinary Parasitology. 171:300-304.

- Taylor, M.A., Catchpole, J., Marshall, R.N. and Green, J. 1993. Giardiasis in lambs at pasture. *Vet. Rec.* 133: 131-133.
- Torres-Acosta, J.F. and Aguilar-Caballero, A.J. 2005. Control, Prevención y erradicación de la nematodiasis gastrointestinal en rumiantes. In: Rodríguez, V.I., Cob, G.L. *Enfermedades de importancia económica en mamíferos domésticos*. McGraw-Hill. Pp. 161-176.
- Torres-Acosta, J.F.J., Mendoza-de-Gives, P., Aguilar-Caballero, A.J. and Cuéllar-Ordaz, J.A. 2012. Anthelmintic resistance in sheep farms: Update of the situation in the American continent. *Vet. Parasitol.* 189: 89-96.
- 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. and Le-Bigot, C. 2014. Building a combined target selective treatment scheme against gastrointestinal nematodes in tropical goats. *Small Rum. Res.* 121: 27-35.
- Van Wyk, J.A. and Bath, G.F. 2002. The FAMACHA© system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Vet. Res.* 33: 509–529.
- Waller, P.J. and Larsen, M. 1993. The role of nematophagous fungi in the biological control of nematode parasites of livestock. *Int. J. Parasitol.* 23: 539-546.

- Waller, P.J., Dash, K.M., Barger, I.A., Le Jambre, L.F. and Plant J. 1995. Anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep: learning from the Australian experience. *Vet. Rec.* 136: 411-413.
- Waller, P.J. and Faedo, M. 1996. The prospects for biological control of the free-living stages of nematode parasites of livestock. *Int. J. Parasitol.* 26: 915-925.
- Waller, P. J., Faedo, M. and Ellis, K. 2001. The potencial of nematophagous fungi to control the free living stages of nematode parasites of sheep: towards the development of a fungal controlled release device. *Vet. Parasitol.* 102: 321-330.
- Waller, P.J. and Thamsborg, S.M. 2004. Nematode control in 'green' ruminant production systems. *TRENDS in Parasitol. Review.* 20: 493-497.
- Waller, P.J. 2006. Sustainable nematode parasite control strategies for ruminant livestock by grazing management and biological control. *An. Feed Sci. and Technol.* 126: 277-289.

Páginas WEB

- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2015.
<http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>. Consulta realizada el 30 de enero de 2015.