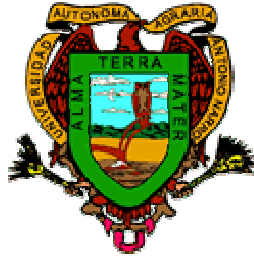


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Evaluación de dos antihelmínticos sobre variables productivas y fisiológicas en cabras Boer y Murciano Granadina en zonas áridas

POR:

Alfredo Aquino Ozuna

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Junio del 2012

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICION ANIMAL

Evaluación de dos antihelmínticos sobre variables productivas y fisiológicas en cabras Boer y Murciano Granadina en zonas áridas

POR:

Alfredo Aquino Ozuna

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

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Aprobada por:

M.C. Raquel Olivas Salazar

Asesor Principal

Dr. Fernando Ruíz Zárate

Asesor

Dr. Armando J. Aguilar Caballero

Asesor Externo

Coordinador de la División de Ciencia Animal:

Dr. Ramiro López Trujillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Junio del 2012



AGRADECIMIENTOS

A Díos, por haberme permitido llegar a cumplir con este objetivo dándome licencia, por soñar y llegar a una altura que no me imagine.

A mís Padres, por haberme acompañado y apoyado en todo momento, por que siempre estuvieron conmigo incondicionalmente sin escatimar sacrificio alguno, pues sacrificaron parte de su vida para educarme.

A mí familia en general, pues todos de una u otra forma me apoyaron.

A mí ALMA TERRA MATER, por haberme dado el pan del saber, hacerme un hombre de provecho y dejar que sea uno mas de sus hijos, siempre te llevaré en mí corazón y pondré muy en alto tu nombre.

A la MVZ. Raquel Olivas Salazar, por la confianza depositada en mí para la realización de este trabajo. Por sus consejos, orientación y constante apoyo durante la realización del mismo.

Al Dr. Fernando Ruíz Zárate, por su colaboración, asesoría, valioso tiempo y sobre todo su gran paciencia para realizar este trabajo de tesis.

Al Dr. Armando J. Aguilar Caballero, por su valiosa colaboración en la revisión y sugerencias en la revisión de este trabajo.

A mís amigos Jorge Cordova Guillen y Luis Enrique Sánchez López, por su amistad incondicional y que siempre estuvieron conmigo en la realización de esta tesis.

En general, quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que intervinieron en la realización de este sueño hecho realidad, que estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, muchísimas gracias de todo corazón por el apoyo, cariño, colaboración y amistad brindada.

DEDICATORIA

A mis padres:

Salvador y Gloria

Por haberme dado la vida, por compartirla en los buenos y malos momentos, dándome todo el amor y cariño. Quienes con mucho sacrificio hicieron que yo lograra cumplir este sueño en mi vida.

A mi hermana:

Gloria

Por ser uno de los motivos, una de mis inspiraciones para que yo luchara y saliera adelante en mi vida cotidiana y estudiantil.

A mis abuelos:

Ramiro y Caridad

Quienes siempre estuvieron conmigo apoyándome incondicionalmente, por sus consejos, sus enseñanzas y sobre todo por el amor que me brindaron durante toda mi etapa universitaria.

Gilberto y Eloina

Aunque los perdí hace tiempo yo sé que siempre estuvieron conmigo desde el cielo, y sé que están contentos con mi objetivo alcanzado, ellos fueron parte importantísima en mi vida y siempre lo serán, son una de mis mayores motivaciones a seguir adelante.

A mis tíos:

Pues con sus consejos y apoyos hicieron de mí una persona capaz de conseguir lo que se propone.

A mis primos:

Por todo el apoyo y cariño que me dieron, por estar conmigo en las buenas y malas; son muchos para nombrarlos pero saben que esto fue también gracias a ustedes.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
OBJETIVO GENERAL	10
Objetivos específicos	10
HIPÓTESIS	11
REVISIÓN DE LITERATURA	12
Antecedentes	12
El Parasitismo Gastrointestinal	12
Etiología	12
Géneros y especies de Parásitos gastrointestinales que afectan a los caprinos	13
Ciclo biológico	14
Efectos ambientales sobre el parasitismo gastrointestinal en ovinos.....	15
Métodos alternativos de control de Nematodos gastrointestinales	16
Acción patógena de los parásitos	19
Tipos de resistencia antihelmíntica	20
Factores que predisponen la resistencia a antihelmínticos.....	21
Estrategias para retardar la resistencia.....	22
Productos Antihelmínticos.....	23
<i>Ivermectina inyectable</i>	23
<i>Closantel</i>	25
FAMACHA (niveles de anemia)	26
Niveles normales de Hematocrito	27
MATERIALES Y METODOS	28
Ubicación	28

Animales	28
Tratamientos antihelmínticos	29
Alimentación de los animales.....	29
Mediciones coproparasitológicas	29
Mediciones hematológicas.....	30
Cambios de peso vivo	30
Condición corporal	30
FAMACHA	30
Análisis estadístico.....	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
Conteo de huevos por gramo de heces	31
Identificación de larvas.....	33
Condición Corporal	33
FAMACHA	35
Peso.....	36
Hematocrito.....	37
CONCLUSIONES	39
RESUMEN	40
LITERATURA CITADA	41
PÁGINAS WEB.....	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ovoposición de los géneros de Nematodos gastrointestinales que se encuentran en el Estado de Yucatán	13
Cuadro 2. Géneros y especies de nematodos gastrointestinales que afectan a los caprinos.....	14
Cuadro 3. Niveles de hematocrito de algunas especies de animales.....	27
Cuadro 4. Grupos, No. de animales utilizados, razas y antihelmínticos aplicados	28
Cuadro 5. Media Ajustada y \pm Error Estándar de la Media de la Condición Corporal	34
Cuadro 6. Media Ajustada y \pm Error Estándar de la Media de Famacha.....	35
Cuadro 7. Media Ajustada y \pm Error Estándar de la Media de Peso (kg)	36
Cuadro 8. Media ajustada y \pm Error Estándar de la Media de Hematocrito (%) ...	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Conteo de huevos por gramo de heces..... 32

Figura 2. Representación porcentual de los nematodos gastrointestinales..... 33

INTRODUCCIÓN

Los parásitos gastrointestinales son una de las principales limitantes de la producción caprina bajo condiciones de pastoreo (Hoste et al., 2005). En los caprinos Los PGI reducen en un 20-60% la ganancia diaria de peso y un 20% la producción de leche. (Torres-Acosta et al., 2004).

Afortunadamente, la intensidad del parasitismo no es similar en todos los animales de un rebaño, ya que la agregación de los parásitos en el seno de la población de hospedadores es un hecho común que se traduce en que tan sólo una minoría de los individuos parasitados concentra las mayores cargas de PGI (Cabaret y Morales, 1983; Barger, 1985; Morales, 1989). Los factores de riesgo asociados a este problema son: edad, sexo, estado fisiológico, raza, sistema de producción y manejo en general (Kennedy, 1975; Wakelin, 1985; Morales et al., 1986). En los últimos 30 años el control de los NGI se basó en el uso de drogas antihelmínticas (Aguilar-caballero et al., 2010). Sin embargo su uso indiscriminado propició la aparición de cepas de NGI resistentes a dichas drogas (Torres y Hoste, 2005).

Los factores de riesgo asociados a este fenómeno tales como: Dosis empleada, eficacia de la droga, razón de uso, frecuencia de desparasitación y manejos zootécnicos han sido revisados en varios foros (Jabbar et al., 2006, Silvestre et al., 2006, Aguilar-Caballero et al., 2010). En México existen evidencias de este fenómeno en el sur y centro de la república, pero no en las zonas áridas (Aguilar-caballero et al., 2010). Además, los NGI y su control no han sido abordados en estas zonas del país. Ante esta problemática se han estudiado diferentes métodos alternativos de control (Torres-Acosta et al., 2012). Las diferencias raciales en caprinos sobre la resistencia a los NGI se ha probado en caprinos (Hoste et al., 2005). Las razas lecheras son menos resistentes que las de carne y las que habitan en los trópicos húmedos y subhúmedos son más resistentes que las de otros climas.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la prevalencia de Nemátodos gastrointestinales y la eficacia de la Ivermectina y el Closantel para su control en cabras Murciano Granadinas y Boer en un sistema de producción mixto (pastoreo y corral) en zonas áridas.

Objetivos específicos:

1. Cuantificar la carga de NGI a través de la cuenta de huevos por gramo de heces en cabras Murciano Granadina y Boer en dos sistema de producción mixto (pastoreo y corral) en zonas áridas.
2. Identificar género y especie de NGI en cabras Murciano Granadinas y Boer en dos sistemas de producción mixta en zonas áridas.
3. Evaluar la efectividad de dos antihelmínticos (Ivermectina vs Closantel) sobre la cuenta de HPG de NGI en cabras Murciano Granadina y Boer.
4. Evaluar la eficacia de FAMACHA, Condición Corporal, Peso y Hematocrito en dos razas caprinas infectadas con NGI en un sistema de producción mixta en zonas áridas.

HIPÓTESIS

Las cabras Murciano Granadina por ser un grupo genético de alta rusticidad presentarán menor carga parasitaria que las cabras Boer. La ivermectina es un producto sistémico que ataca endo y exo parásitos a la vez, por lo tanto tendrá mayor efectividad en el control de PGI's en cabras bajo sistema de producción mixto.

REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes

Según las últimas estimaciones del Sistema de Información Agrícola y Pesquera de SAGARPA (SIAP, 2008), en México hay una población de 8, 870,312 animales; de ellos el 87% de los semovientes de esta especie se ubica en el área rural, en las regiones áridas y semiáridas, sitios donde se han localizado el mayor número de cabras. Cinco son los estados de principal importancia por la cantidad de caprinos: Oaxaca, Coahuila, San Luis Potosí, Puebla y Nuevo León que en conjunto contribuyen con el 47% del inventario nacional. Sumando, en diez estados se contabilizan las tres cuartas partes de la población caprina, como se resume en el cuadro 6 (INEGI, 1991). Por otro lado, la región norte-centro aporta aproximadamente el 45% de la producción nacional de leche de cabra (DGEA, 1989). Más del 80% de los sistemas de producción de caprinos en México se alimenta bajo pastoreo de agostaderos nativos y praderas establecidas. Bajo estas condiciones las nematodiasis gastrointestinales son uno de los factores más importantes que influyen sobre los niveles de producción de carne y leche en el país.

El Parasitismo Gastrointestinal

El parasitismo gastrointestinal es uno de los mecanismos naturales que regulan las poblaciones animales en los diferentes ecosistemas para mantenerlos en equilibrio. Sin embargo, las necesidades de proteína de origen animal orillaron al hombre a cercar espacios donde se mantiene un mayor número de animales. Con esto, el riesgo parasitario se ha incrementado y los efectos negativos de los NGI en los rebaños están a la vista (Aguilar-Caballero *et al.*, 2009).

Etiología

Los nematodos más importantes en México pertenecen a diversas familias y géneros entre los que destacan los siguientes: *Trichostrongylidae*, (*Haemonchus*

contortus, *Ostertagia*, *Teladorsagia*, *Mecistocirrus*, *Cooperia* y *Trichostrongylus*), *Strongyloididae* (*Strongyloides papillosus*), *Strongylidae* (*Chabertia* y *Oesophagostomum*) y *Ancylostomatidae* (*Bunostomum*). Por lo general las infecciones son mixtas participan dos o más géneros y varias especies (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005). Por su característica reproductiva *H. contortus* es uno de los nematodos de mayor diseminación en los potreros ya que una hembra adulta y madura sexualmente llega a ovopositor de 5000 a 10000 huevos por día (cuadro 1).

Cuadro 1. Ovoposición de los géneros de Nematodos gastrointestinales que se encuentran en el Estado de Yucatán

Género parasitario	Postura de huevos diaria por hembra
<i>Haemonchus contortus</i>	5,000 -10,000
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	3,000
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	100-200
<i>Strongyloides papillosus</i>	3,000

Manual para Diagnostico de Helmintos en rumiantes (Ueno y GonÇalves, 1998).

Géneros y especies de Parásitos gastrointestinales que afectan a los caprinos

Los principales parásitos que afectan las diferentes partes del tracto gastrointestinal de los ovinos se presentan en el cuadro 2. Existe una especificidad entre los parásitos y sus sitios de acción en el tracto gastrointestinal (Hoste, 2001). Unos son hematófagos y otros compiten por el alimento del hospedero (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005). Sin embargo ambos causan daños estructurales en el tracto gastrointestinal del animal para poder completar su ciclo biológico (Nikolau y Gasser, 2006).

En la literatura se reporta que *H. contortus* es el NGI mas importante en los trópicos, debido a sus hábitos hematófagos, ya que un parasito adulto es capaz de producir una pérdida de 0.05 ml diarios de sangre en los animales, produciendo

anemia y en casos de infección aguda la muerte (Vázquez-Prats, 2000). Sin embargo, las infecciones en condiciones naturales siempre son mixtas.

Cuadro 2. Géneros y especies de nematodos gastrointestinales que afectan a los caprinos.

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

(Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005)

Ciclo biológico

La transmisión de los nematodos gastrointestinales es por vía oral. Las cabras se infectan al ingerir larvas L₃ (infectantes). El ciclo evolutivo es directo, con dos fases; una exógena y una endógena. En la fase exógena, los huevos de los nematodos salen junto con las heces del animal al ambiente y dependiendo de una óptima temperatura (28°C) y humedad relativa (80%), eclosiona la larva uno (L₁) entre 24 y 30 horas, para posteriormente evolucionar a larva 2 (L₂) en aproximadamente 2 o 3 días; estas, sufren una segunda muda para transformarse

en larva 3 (L₃) o estadio infectante en 4 a 7 días, según las condiciones ambientales (Vázquez-Prats, 2000).

Las larvas infectantes se desarrollan óptimamente a temperaturas de alrededor de 22 a 26°C, suspendiendo su evolución a menos de 9°C. La larva L₃ es activa y sube a los tallos y hojas de los pastos que sirven como alimento a los rumiantes, para de ese modo infectarlos (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005). En la fase endógena, la larva infectante muda en el rumen, al haber un incremento del pH ruminal, causado por la secreción de la enzima leucinoaminopeptidasa a través de las células neurosecretoras de la larva, la larva penetra al abomaso en los 10 y 20 minutos después de haber sido ingerida en donde se transforma en larva cuatro (L₄) en uno o dos días y penetra a las criptas de las glándulas gástricas permaneciendo por un periodo de 10 a 14 días. Durante este proceso puede inhibir temporalmente su desarrollo debido a condiciones fisiológicas adversas permaneciendo como larva hipobiótica siendo capaz de persistir en el abomaso del huésped durante periodos de adversidad climática como frío excesivo o secas. Posteriormente las L₄ dejan la mucosa y se alojan en el lumen abomasal para transformarse en larva 5 (L₅) y después en parásitos adultos, machos y hembras. Las hembras parásitas comienzan a depositar huevos entre los 18 y 21 días post infección (Aguilar-Caballero et al., 2008).

Efectos ambientales sobre el parasitismo gastrointestinal en ovinos

Los NGI desarrollan varias estrategias de adaptación para sobrevivir al estrés ambiental intenso (temperaturas muy altas o muy bajas y desecación). Estas incluyen la capacidad de las larvas para enterrarse dentro del suelo durante estaciones adversas, el retraso de la eclosión de los huevos que se encuentran en las heces de los animales hasta que existan condiciones óptimas de temperatura y humedad y la fecundidad alta (potencial biótico) de parásitos como *H. contortus*. (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005).

La temperatura ambiental puede limitar la supervivencia y emergencia de los huevos de nematodos. Bajo condiciones controladas, pocos huevos de NGI

sobreviven más de seis días a 40 °C en las heces. Los parámetros óptimos de supervivencia y emergencia de NGI se dan de 30 a 35 °C por siete días, la temperatura ideal para el desarrollo larvario de muchas especies de NGI en el microclima del pasto es de 22 a 26 °C, algunos parásitos continúan su desarrollo a temperaturas tan bajas como 5 °C y aunque en algunos nematodos el desarrollo larvario puede ocurrir a temperaturas superiores a 30 °C, la mortalidad es alta. La humedad mínima para el desarrollo larvario es cercana a 85% (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005).

Métodos alternativos de control de Nematodos gastrointestinales

Debido a los problemas productivos y económicos que implica la parasitosis gastrointestinal en los animales, la resistencia antihelmíntica causada por el uso irracional de los AH, actualmente se están buscando métodos alternativos de control de NGI, diferentes al uso de compuestos químicos. Existen diversos métodos de control de los NGI capaces de reducir de manera eficaz las cargas parasitarias a niveles aceptables. Sin embargo, los resultados obtenidos a nivel de campo son muy variados y a veces contradictorios (Nari, 2001).

Coop et al. (1994), mencionan que el primer trabajo de resistencia de nematodos a productos antihelmínticos fue en ovejas, cabras y caballos en el año de 1974. Desde entonces se han realizado varios estudios y se ha comprobado la resistencia de diferentes especies de nematodos gastrointestinales a productos antihelmínticos, la mayoría de estos estudios se han realizado en los países Europeos en donde los parásitos que siempre ha presentado la mayor resistencia han sido *Haemonchus contortus* y *Trichostrongilus*. Se menciona que la resistencia más alta se registró en 1991 en cabras con el 70% y en 1992 con el 65% y esta misma resistencia fue transmitida a las ovejas de igual forma y el efecto de los antihelmínticos fue reducido.

Dorchies et al. (1993), Mencionan que se han identificado nematodos resistentes en ovejas y cabras usando productos como Febendazol y Benzimidazol durante el

año; esta resistencia alcanzó un 40% para el grupo de Febendazol y para el grupo de Benzimidazoles presentó una resistencia del 45%; para este estudio se aplicó la fórmula de reducción de huevecillos por gramo de materia fecal (FECRTs) para los dos casos como cabras y ovejas. En el caso de las cabras se encontró una resistencia del 41% para el grupo de Febendazol y para el grupo de Benzimidazol se encontró un 20% de resistencia.

Mwamachi et al. (1995), experimentaron con cabras al sur de Kenya con antihelmínticos ivermectina, febendazol, levamizol, closantil. Este estudio se realizó mediante conteos de reducción de huevecillos en el contenido fecal para determinar la resistencia en los primeros experimentos con ivermectin inyectable, febendazol oral y también se evaluó el levamizol y closantil en corderos de 6 meses de edad, los cuales presentaron porcentajes de infestación altos: 77%, 13%, 42% y 92% respectivamente. En el segundo experimento con ovejas adultas el porcentaje de resistencia fue de 35% con Ivermectin inyectable, 32% con Febendazol, 99% Levamizol y 48% Closantil. En el estudio con cabras de 18 meses de edad en las mismas condiciones que los ovinos fueron proporcionados las dosis como eran recomendadas para ovejas, los porcentajes de reducción eran del 73% por ivermectina inyectable, 25% por Febendazol y 78% por Levamizol. Se trató otro grupo de cabras adultas donde los porcentajes de reducción eran del 93% Levamizol y 92% por Ivermectin inyectable.

El hecho de que los animales sean pastoreados en el mismo sitio, los induce a adquirir infecciones similares, ya que las larvas infectantes son más resistentes a los factores ambientales que los huevecillos y estas pueden sobrevivir por varios meses en los pastos donde se alimentan los animales (Ramírez 1983).

Las larvas infectantes de los nematodos gastroentéricos por su naturaleza presentan varios tropismos que permiten su sobrevivencia en el medio ambiente positivo a la luz tenue y negativa a la luz intensa, higrotropismo y termotropismo positivo, la combinación de estos fenómenos hacen que la larva infectante suba a

la punta del pasto y se deslice sobre la superficie del rocío, para que después de que la luz sea más intensa y el pasto se seque descienda a la base del mismo (Quiroz, 1997).

El *Haemonchus contortus* presenta un incremento de infestación cuando la media de precipitación pluvial es de 25 mm o más, pero si esta cantidad disminuye hay una merma total en su desarrollo. En México se ha estudiado el fenómeno alza postparto, que consiste en el incremento en la cuenta de huevos en heces entre la sexta y la octava semana después del parto. En un estudio hecho en ovinos Pellibuey de Tamuin, San Luis Potosí, el incremento se presentó en la octava semana postparto, siendo los géneros involucrados *Haemonchus contortus* y *Trichostrongilus spp.* (Vázquez, 1989).

Todos los nematodos resistentes a los antihelmínticos notificados en México provienen de explotaciones donde los medicamentos son el único método de control parasitario haciéndose necesario recurrir a los antihelmínticos para controlar las poblaciones de parásitos sobre todo si se trata de rumiantes altamente susceptibles como los son los ovinos y caprinos (Sáenz et al, 1991)

Las parasitosis son uno de los principales factores que causan pérdidas en la explotación animal, aunque muchas de ellas, no ocasionan gran número de muertes, sin embargo, provocan atraso en el desarrollo de los animales jóvenes y alteraciones en la cantidad y calidad de los productos (Smith, 1987).

Además, hay que tener en cuenta que si bien algunos parásitos no producen muerte, al debilitar a los animales favorecen a la aparición de otras enfermedades (Merck, 1993). Los parásitos se reproducen con una facilidad asombrosa y no debe esperarse que los animales estén enfermos para empezar a administrar medicamentos, es mucho mas beneficioso hacer profilaxis, es decir combatir los parásitos, antes de que existan en gran número y empiecen a provocar pérdidas en los animales.

Para que se tenga éxito en la profilaxis, es necesario conocer el ciclo evolutivo de cada parásito, de las distintas etapas por las cuales pasa, desde el estado de huevo al adulto y de las condiciones que requieren estas etapas, para así buscar el punto más débil, el cual permitirá interrumpir este círculo. Una adecuada profilaxis no se debe basar en el tratamiento con medicamentos a los animales si no mas bien en una buena alimentación, ya que así los animales resisten mejor muchas enfermedades y en adoptar adecuadas medidas de manejo que impiden la re infección (Smith, 1987)

Según Gruner et al (1986) existen 4 fases evolutivas del parásito, las cuales son:

- Estado adulto
- Estado larvario
- Estado infestante
- Estado prepatente

Acción patógena de los parásitos

Los parásitos ejercen en los animales una variable en cada caso, y depende de la especie del parásito, del número de ellos, de su virulencia, de las asociaciones parasitarias, etc., pero también de la constitución individual del huésped, de las condiciones de resistencia y receptividad, edad, etc.

Cuando estos organismos encuentran un medio propicio para su desarrollo, se origina un parasitismo, que puede variar, desde una simple tolerancia al parásito, como portadores sanos hasta los casos que se producen verdaderas lesiones. La parasitosis instaurada puede manifestarse a través de múltiples formas: agudas o crónicas, graves y mortales, antes de pasar a considerar la acción patógena de los parásitos, sería diferenciar a los mismos parásitos si son internos o externos (Thomas, 1982).

Tipos de resistencia antihelmíntica

La resistencia antihelmíntica es una modificación genética, mediada por un incremento en la frecuencia de expresión de un carácter hereditario que le confiere a ciertos parásitos de una población la capacidad de sobrevivir al efecto farmacológico de dosis terapéuticas recomendadas de una droga antihelmíntica, en relación a la población normal (susceptible) de una misma especie (Prichard et al., 1980).

La **resistencia lateral** ocurre cuando una cepa resistente seleccionada por una droga se vuelve resistente a otras drogas con similar mecanismo de acción; en este caso la resistencia a un compuesto es el resultado de la selección por otro; tal es el caso de los agonistas colinérgicos levamisoles/morantel-pirantel que aunque químicamente diferentes comparten un mismo mecanismo de acción antihelmíntico (Le Jambre, 1997).

La **resistencia cruzada** ocurre cuando la población es capaz de resistir el efecto de antihelmínticos con diferente mecanismo de acción de aquellos a los cuales la resistencia ya está manifiesta (Le Jambre, 1997).

La **resistencia múltiple** ó **resistencia cruzada inespecífica** ocurre cuando existen individuos resistentes a dos o más grupos de antihelmínticos químicamente diferentes y con diferente mecanismo de acción, ya sea como resultado de selección por cada uno de los grupos independientemente o como resultado de resistencia cruzada (Prichard et al., 1980).

La secuencia de eventos por la cual se alcanza el desarrollo de resistencia antihelmíntica podría resumirse como sigue: 1) el material genético que confiere resistencia existe en una muy baja frecuencia en una población parasitaria (estado de pre-existencia), siendo la población mayoritariamente susceptible a la dosis

recomendada de un fármaco antihelmíntico determinado; 2) tratamientos sucesivos con la misma droga ó grupo de drogas con un mismo mecanismo de acción, matan los genotipos susceptibles, sobreviviendo al tratamiento los nematodos resistentes que poseen genotipos homocigota (RR) y heterocigoto (RS); 3) los pocos helmintos que sobreviven tras la sucesión de tratamientos, están molecularmente capacitados para resistir el efecto de ese tipo de fármacos, lo cual es heredado de generación en generación; 4) la selectiva desaparición de los genotipos susceptibles lleva a que las próximas generaciones sean descendencia de la minoritaria población resistente, lo cual origina el desarrollo de resistencia a ese tipo de fármacos. Las drogas ejercen una fuerte presión de selección a favor de los organismos resistentes por inhibir el desarrollo de los individuos susceptibles al fármaco (Pratt, 1990).

Factores que predisponen la resistencia a antihelmínticos

La evolución de resistencia antihelmíntica está determinada por la extensión con que los individuos sobrevivientes del tratamiento antihelmíntico contribuyen con sus genes a las generaciones futuras, puesto que ningún tratamiento antiparasitario tiene una eficacia del 100%. Esta contribución está influenciada por la frecuencia y el tiempo de tratamiento, la eficacia de la droga, la fecundidad de los parásitos adultos, la tasa de larvas consumidas, la deposición de huevos, el manejo de las pasturas y de los animales y el clima (Barnes et al., 1995).

La selección para resistencia se ve aumentada por el alto potencial biótico de estos nematodos gastrointestinales que les permite cambiarsucesivamente la composición genética de la descendencia, especialmente *H. contortus* (Craig, 1993).

Se ha postulado que cuando la frecuencia de genes para resistencia es baja, si la misma es heredada como un carácter dominante y/o determinada por un único gen, responderá a la selección mucho más eficientemente y la resistencia se

desarrollará más rápido que aquella que es heredada como un carácter dominante/recesivo incompleto (donde el heterocigoto tiene mayor similitud a su progenitor susceptible) y/o determinada por dos o más genes (Barnes et al., 1995; Le Jambre, 1997; Sangster, 2001).

Lo ideal sería que dentro de la población parasitaria prevalezcan las homocigotas susceptibles y los heterocigotos, lo cual ayudaría a diluir los genes para resistencia, retardando el desarrollo de resistencia (Le Jambre, 1997).

Es crucial que los parásitos estén expuestos a concentraciones que sean mantenidas con una duración suficiente para remover todos los genotipos y que la población parasitaria no esté expuesta, o que sufra la menor exposición posible, a concentraciones subterapéuticas de droga (o sea, la "cola" de la fase de eliminación), que sólo son activas sobre homocigotas susceptibles e individuos no resistentes (Le Jambre, 1997).

Estrategias para retardar la resistencia

Conservar la susceptibilidad antihelmíntica en algunas poblaciones parasitarias es de fundamental importancia. Se deben admitir algunas pérdidas de producción debidas a parásitos para lograr el mantenimiento de dicha susceptibilidad. Una opción práctica sugerida es no tratar una parte de los animales, o sea, permitir el refugio o el escape de susceptibles al tratamiento antihelmíntico. Cuando el 20% de los animales no son tratados, se retarda la evolución de resistencia y hay un adicional ahorro en costos de antihelmíntico (Barnes et al., 1995). Esta estrategia permite que los helmintos susceptibles continúen produciendo descendencia y diluyan los efectos de los descendientes de helmintos resistentes del 80% tratado (Le Jambre, 1997), aunque esta estrategia es aún muy discutida y no ha logrado imponerse en el contexto práctico.

Aumentar la biodisponibilidad de droga activa es una estrategia farmacológica que coopera en la optimización del tratamiento y en retardar el desarrollo de resistencia. Toda herramienta farmacológica que permita aumentar la

biodisponibilidad sistémica del fármaco antihelmíntico, posibilitará que mayores concentraciones de droga con una duración suficiente alcancen los sitios de localización parasitaria y puedan entrar en contacto con los helmintos blanco (Lifschitz et al., 1997; Sánchez et al., 1997; Sánchez et al., 2000).

La rotación anual o combinación de compuestos con diferente modo de acción y el uso de tan pocos tratamientos anuales como sea posible, parecen ser las recomendaciones prácticas más viables en la actualidad, para disminuir el desarrollo de resistencia. A pesar de los intentos por introducir un control antiparasitario integrado, las medidas de control continúan siendo basadas, casi exclusivamente, en el tratamiento químico. Los tratamientos antihelmínticos supresivos frecuentes, las sub-dosificaciones y la falta de utilización intercalada de drogas de distinta clase, son las causas principales que aumentan la presión de selección favoreciendo el desarrollo y diseminación de la resistencia antiparasitaria. La falta de integración entre medidas de manejo animal y tratamientos es un factor de alto riesgo en el desarrollo de resistencia (Sánchez et al., 2000).

Productos Antihelmínticos

Ivermectina inyectable

La ivermectina inyectable se utiliza para el control de parásitos internos y externos en bovinos, ovinos y porcinos. Es efectiva para el tratamiento y control de los estados adultos y larvarios de los parásitos internos, así como los parásitos externos en el ganado bovino y ovino con una sola aplicación.

Ivermectina inyectable para bovinos y ovinos es administrada a la dosis recomendada de 0.2 mg/kg de peso vivo tiene una acción prolongada de eficacia contra parásitos gastrointestinales y pulmonares.

En ovinos y caprinos, las ivermectinas son efectivas contra:

Gusanos redondos gastrointestinales:

- *Chabertia ovina* (adultos y L₃, L₄)
- *Cooperiacurticei* (adultos e inmaduros)
- *Gaigeriapachyscelis* (adultos e inmaduros)
- *Haemonchus contortus*(adultos e inmaduros)
- *N. spathiger* (inmaduros)
- *Oesphagostomum columbianum* (adultos e inmaduros)
- *O. venulosum* (adultos)
- *Ostertagia circumcincta* (adultos e inmaduros)
- *O. trifurcata* (adultos y L₄)
- *Strongyloides* (adultos)
- *T. colubriformis* (adultos e inmaduros)
- *T. vitrinus* (adultos)
- *Trichuris ovis* (adultos)

Parásitos pulmonares:

- *Dictyocaulus filaria* (adultos e inmaduros)
- *Protostrongylus rufescens*(adultos)

Larvas nasales (todos los estadios):

- *Oestrus ovis*

Ácaros productores de sarna:

- *Psoroptes communisvar ovis*
- *Sarcoptes scabiei*
- *Psorergates ovis*

Estudios realizados en animales gestantes han demostrado que los productos comerciales a bases de ivermectinas se pueden usar en cualquier etapa de la

gestación. En sementales no afecta la libido, concentración de espermatozoides, motilidad o desempeño de los animales.

Closantel

Es un antihelmíntico derivado de la familia de las salicilanilidas. Es un producto de síntesis que se caracteriza por su acción sistémica de efecto prolongado y residual. Una vez introducido en el organismo, entra en el torrente sanguíneo y se adosa a las proteínas plasmáticas.

La propiedad de closantel de adherirse a las proteínas plasmáticas le confiere una gran residualidad, que desde las 24 h en que adquiere su máxima concentración, se extiende mas allá de las 7 semanas, evitando las reinfestaciones.

Closantel es eficaz contra parásitos internos como:

Tremátodos:

- *Fasciola hepática*
- *Fasciola gigantica* (tanto en sus formas maduras como inmaduras).

Nemátodos :

- *Haemonchus contortus*
- *Oesophagostomum columbianum*
- *Chabertia ovina*
- *Gaigerian pachyscelis*
- *Trichostrongylus columbriformis*
- *Trichostrongylus axei*
- *Ostertagia spp.*
- *Cooperia spp*

Artrópodos:

- *Oestrus ovis.*

FAMACHA (niveles de anemia)

El método Famacha consiste en la evaluación del estado anémico de un animal para poder tomar la decisión correcta de desparasitar o no al individuo. Entre los parásitos más comunes de las ovejas y las cabras encontramos varias especies de *Haemonchus*, que son unos vermes succionadores 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.

En el manejo diario la tendencia es solucionar el problema tratando al rebaño entero con un antiparasitario, pero esta práctica cada día se está volviendo contra el propio ganadero, debido al costo del tratamiento en sí, por un lado y por otro apareciendo resistencias de difícil solución.

Partiendo de la base que los animales en general y los que pastan en particular deben verse obligados a "convivir" con los parásitos que la naturaleza les tiene asignados; el objetivo no debe ser nunca la eliminación de la colonia parasitaria, sino la búsqueda del punto de equilibrio entre el número de parásitos y la salud (y por lo tanto la productividad) de cada animal. Lo más normal es realizar un análisis de heces para ver la carga parasitaria y la identificación de los mismos, pero se puede recurrir a una exploración sin costo alguno que nos ayude a nivel de campo a identificar no cuáles son los animales parasitados (que suponemos que son todos) sino los que toleran bien la carga parasitaria que tienen, identificarlos y por lo tanto no tratarlos. Este sistema ahorra mucho dinero además de ser muy importante para no crear resistencia innecesaria.

El nombre de FAMACHA viene de las siglas de su primer ideólogo Francois (Faffa) Malan Chart (tabla de referencia en inglés): FAffaMAIanCHArt y los estudios llevados a cabo para llegar hasta la conclusión del método se realizaron pruebas de hematocrito, análisis de heces y valoraciones clínicas y a partir de ahí se estandarizaron los niveles de anemia según los colores de la conjuntiva. Este paso ha sido de extrema importancia porque se constató que con niveles de

hematocrito peligrosos, la conjuntiva todavía tenía cierta coloración rosada y es precisamente cuando el animal está más en peligro debido a que con su debilidad la carga parasitaria aumentará rápidamente pudiendo llevar al animal a la muerte.

La escala utilizada para medir esta técnica es de 1 a 5, con la ayuda de la tarjeta FAMACHA (Burke, 2005).

Se puede combinar en forma diferida con cualquier estrategia de manejo de pasturas, como por ejemplo a la salida de un pastoreo rotativo o luego de utilización estratégica de pastoreo diferido (Burke, 2005).

Niveles normales de Hematocrito

De acuerdo con la Universidad de Zaragoza, España, los niveles normales de Hematocrito se ven en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Niveles de hematocrito de algunas especies de animales

ESPECIE	BOVINO	OVINO	CAPRINO	PORCINO	AVES
% HEMATOCRITO	24-46	29-38	30-38	30-50	23-55

En el cuadro 3 se puede observar el rango de los niveles normales de Hematocrito de diferentes especies animales. Hay que tener en cuenta que existe influencia considerable de raza, sexo y edad en estas cifras (página web 1).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Unidad de Producción Caprina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (altitud: 25° 21' 14.19"N – 101° 01' 57.75"O, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, con una altitud de 1770 msnm; con un régimen de lluvias entre el verano e invierno, una precipitación anual media de 303.9 mm y temperatura anual de 18 °C, (García, 1984). El estudio se llevo a cabo durante los mese de Agosto-Diciembre del año 2010.

Animales

Se utilizaron 60 cabras adultas, 30 de raza Boer (peso promedio de 41.16 kg) y 30 de raza Murciano Granadina (peso promedio de 33.7 kg). Los animales fueron seleccionados de un rebaño con 148 cabras. El criterio de inclusión fue que las cabras presentarán cuentas al menos de 200 huevos por gramo de heces de NGI

Bajo un diseño experimental 2 X 3 (dos razas, Boer y Murcia granadina y tres tratamientos antihelmínticos, no tratado, Ivermectina y closantel) los animales fueron distribuidos en 6 grupos (n=10). Ver cuadro siguiente.

Cuadro 4. Grupos, No. de animales utilizados, razas y antihelmínticos aplicados

GRUPO	No. de animales	Raza	Antihelmíntico aplicado
GI	10	Granadina	Ivermectina
GC	10	Granadina	Closantel
GS	10	Granadina	Solución salina
BI	10	Boer	Ivermectina
BC	10	Boer	Closantel
BS	10	Boer	Solución salina

Tratamientos antihelmínticos

Los grupos GI y BI fueron desparasitados con Ivermectina a razón de 200µg/kg PVsc, Ivomec® (*Laboratorio merial*). Los grupos GC y BC fueron desparasitados con Closantel a razón de 10 mg/kg de PV sc, Closantil® 5% Sol. Iny. (*Laboratorio chinoin*). Los grupos GS y BS fueron tratados con solución salina fisiológica a razón de 0.2 ml/kg de PV.

Alimentación de los animales

Los animales se alimentaron bajo pastoreo de praderas de *Kochia scoparia*, *Salsola ibérica* durante el verano, vegetación arbustiva, agavaceas y cactáceas; gramíneas como *Chloris gayana*, *Cynodon dactylon*, *Hilaria berlanderi* y *Boutelouas* (Rivera, 2000). El tamaño de la superficie de pastoreo fue de 12 has. El pastoreo de los animales fue de 4 horas (10:00 a 14:00).

Mediciones coproparasitológicas

Determinación de la cuenta de huevos por gramo de heces de NGI. El día cero previo a la desparasitación, cada siete días en los primeros dos muestreos y cada 14 días en los siguientes siete muestreos durante 112 días. Por la mañana previa al pastoreo se tomaron muestras de heces directamente del recto en una bolsa de polietileno nueva de cada cabra. Las muestras fueron identificadas con el número del arete del animal y refrigeradas hasta su procesamiento en el laboratorio de Producción Animal de la UAANN. Las muestras fueron procesadas a través de la técnica de McMaster modificado para determinar la cuenta de huevos por gramo de heces de NGI.

Identificación de géneros en larvas. Para identificar especies de NGI prevalentes se realizó un coprocultivo con heces frescas de los cinco animales que presentaron mayor conteo de HPG (Corticelly and lai, 1963). Los géneros se identificaron de acuerdo a su morfología (Corticelli y Lay, 1964).

Mediciones hematológicas

El día cero (21-ago-2010), el día 16-ago-2010 y el día 11-dic-2010 se tomaron muestras de sangre por venopunción de la yugular en tubos con anticoagulante. Los tubos fueron marcados de acuerdo a la identificación de cada animal. . Se determino el hematocrito de cada animal a través de la técnica de microhematocrito (Benjamín, 1991)

Cambios de peso vivo

En las mismas fechas de toma de muestras sanguíneas los animales fueron pesados en una báscula de plataforma con capacidad de 100 kg.

Condición corporal

En las mismas fechas se determino la condición corporal de las cabras a través de la palpación de las costillas y el lomo del animal bajo una escala de 1 a 5 donde el valor de 1 es un animal muy flaco y 5 es un animal obeso (Honhold et al., 1991).

FAMACHA

La medición de la famacha fue para evaluar la condición anémica del animal mediante la observación del color de la conjuntiva en una escala de 1 a 5, donde 1 es el nivel optimo y 5 es el fatal. Entre mas roja estuviera la conjuntiva menor es la presencia de anemia en los animales (Burke, 2005).

Análisis estadístico

Las variables respuesta se analizaron por ANOVA bajo un diseño factorial 3x2 (3 tratamientos con antihelmínticos, 2 razas). Utilizando el paquete SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La falta de evidencias sobre el grado de sensibilidad de las razas caprinas Boer y Murciano Granadina a los NGI y la situación de la resistencia de los NGI a la Ivermectina y Closantel en caprinos de Zonas áridas como Saltillo Coahuila, México dieron pasó a este estudio.

Conteo de huevos por gramo de heces

La figura 1, muestra la dinámica de excreción de HPG en los caprinos de dos razas y tres tratamientos antihelmínticos. Se puede notar que los grupo GC y BC presentaron las menores cuentas de HPG a partir del segundo muestreo (04-sep-2010) post-desparasitación ($P < 0.05$), manteniéndose una esta condición hasta el quinto muestreo.

A partir del sexto muestreo (30-oct-2010) solo se observo diferencia numérica ($P > 0.05$) Los efectos principales como la raza no mostraron diferencias en la cuenta de HPG ($P > 0.05$). Para las drogas utilizadas se observó un efecto del closantel superior a la ivermectina y al grupo control ($P < 0.05$) sobre la reducción de la cuenta de HPG. No se observo diferencias entre el grupo control y el tratado con ivermectina.

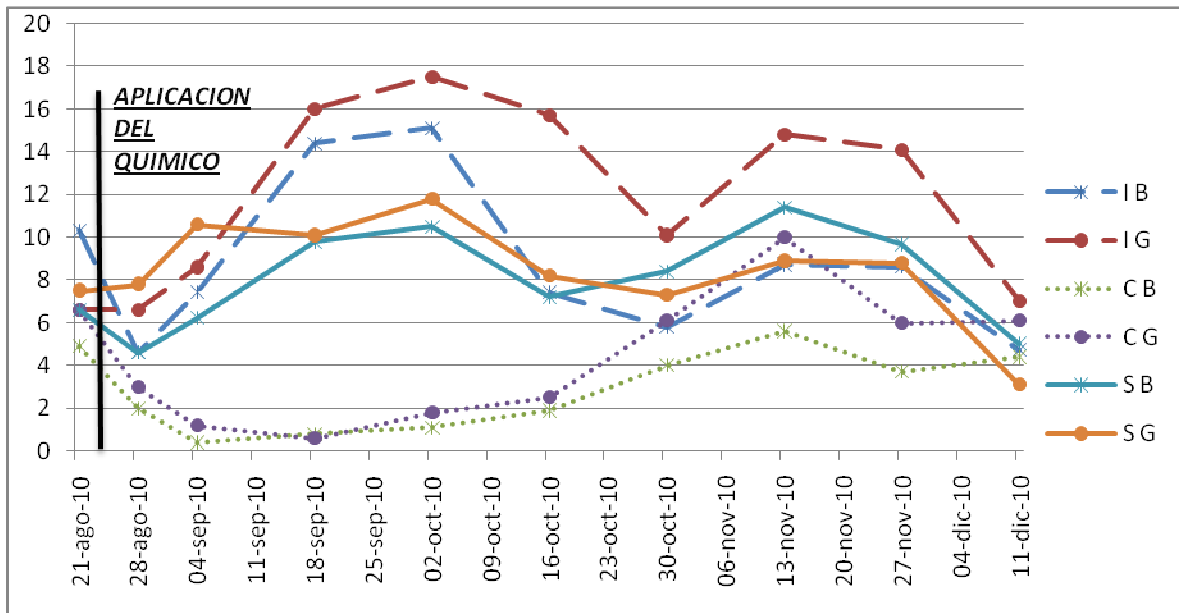


Figura 1. Conteo de huevos por gramo de heces en cabras de las razas Boer (B) y Murciano Granadina (G) con la aplicación de tres tratamientos (I) desparasitación con ivermectina, (C) desparasitación con closantel y (S) aplicación de solución salina como placebo.

La ivermectina como parte de la familia de las lactonas macrocíclicas se había propuesto como una buena alternativa química para el control de los NGI. Sin embargo, su uso indiscriminado ha propiciado la aparición de cepas de NGI resistentes a esta droga y a las tres familias en conjunto en el Mundo (Jabbar et al., 2006). En México, también existen reportes de este fenómeno en el sur del país (Torres-Acosta et al., 2003, Torres-Acosta et al., 2010, Aguilar_Caballero et al., 2011). Al respecto Silvestre et al. (2006), comentan que la sobredosis y la subdosificación, por los cálculos inadecuados por la falta de pesaje de los animales, la falta de rotación de familias y la frecuencia de desparasitaciones son las causas mas comunes de este fenómeno. En el rebaño del presente estudio los animales eran desparasitados con mucha frecuencia (1 o 2 veces al año). Esto podría explicar la aparición de la RA a la ivermectina.

Identificación de larvas

Los géneros de NGI recuperados en los coprocultivos fueron: *Haemonchus* con un 57%, *Cooperia* con un 39% y *Ostertagia* con un 4% (figura 2). Resultados similares han sido reportados en México (Torres-Acosta et al., 2004, 2006, Torres y Aguilar, 2005).

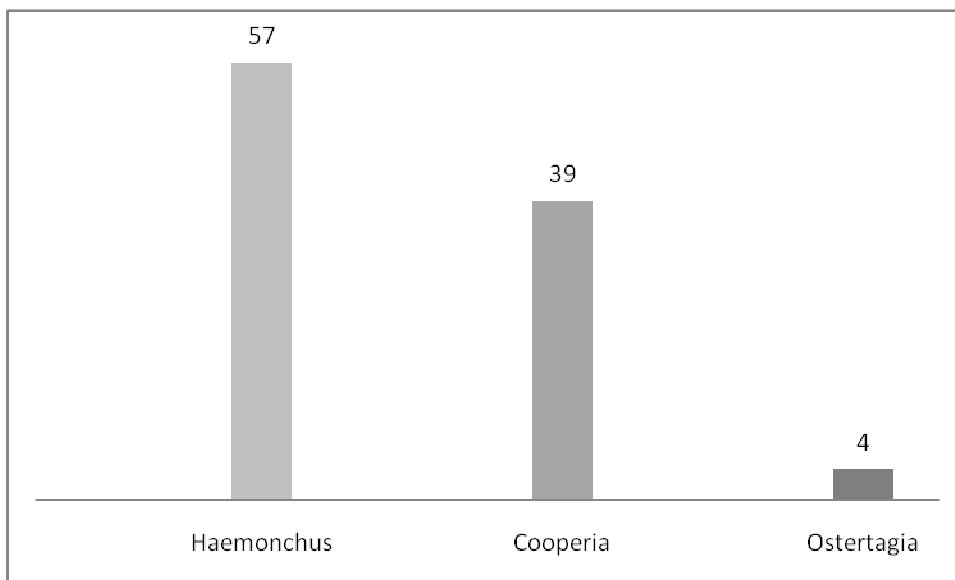


Figura 2. Representación porcentual de los nematodos gastrointestinales en cabras de las razas Boer y Murciano Granadina.

Condición Corporal

Los datos recopilados sobre la condición corporal de las cabras de la investigación se tomaron en 3 diferentes fechas; la primera (mencionada como CC1; 21 de agosto de 2010) fue al principio del periodo experimental; la segunda (mencionada como CC2; 16-oct-2010) se tomó a mediados del periodo experimental y la tercera (mencionada como CC3; 11 de Diciembre de 2010) fue tomada en la ultima toma de datos del mismo, donde la escala utilizada fue de 1 a 5 mediante la palpación del lomo del animal. Esta variable se ve afectada por la presencia de PGI (Angulo et al., 2007).

Como se observa en el cuadro 5 la condición corporal 1 (CC1) fue igual para todos los animales, pues no existió diferencia ($P>0.05$).

Cuadro 5. Media Ajustada y \pm Error Estándar de la Media de la Condición Corporal de cabras Bóer (B) y Murciano Granadina (MG) con tres tratamientos, 1. Desparasitación con ivermectina, 2. Desparasitación con closantel y 3. Solución salina (placebo).

TRATAMIENTO	1		2		3		
RAZA	B	MG	B	MG	B	MG	
	MA	MA	MA	MA	MA	MA	\pm EE
CC 1	2.70 ^a	3.10 ^a	3.10 ^a	3.00 ^a	3.10 ^a	3.00 ^a	0.11
CC 2	2.90 ^a	2.70 ^a	3.40 ^a	2.60 ^b	3.20 ^a	2.90 ^a	0.16
CC 3	2.60 ^a	2.40 ^a	2.90 ^a	2.60 ^a	3.10 ^a	2.20 ^b	0.14

a, b Hileras con diferente literal, los grupos son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

Podemos observar como en el cuadro 3 para la variable CC1 (condición corporal de las cabras al principio del experimento) tomando en cuenta 2 razas y 3 tratamientos no existió diferencia significativa ($P>0.05$). El motivo de esos resultados fue que en esas instancias aun no habían sido aplicados los tratamientos y estos datos se tomaron como referencia para la investigación.

Para el caso de CC2 (condición corporal de las cabras a mitad de la investigación) la cabras de raza Boer que recibieron closantel registraron mayor condición corporal que las cabras de raza Murcia Granadina ($P<0.05$). En cuanto a el tratamiento ($P=0.2752$) y la interacción tratamiento*raza ($P=0.1520$) no existió diferencia significativa.

En la condición corporal al final del experimento (CC3) el tratamiento BS mostró mejores resultados que el tratamiento GS ($P<0.05$).

Numéricamente la mayoría de los tratamientos presentaron una tendencia a la baja en cuanto a la condición corporal de los animales de CC2 a CC3. Esto probablemente se debió a la escasez de alimento por la época de invierno.

En este caso la diferencia también la marco la raza ($P=0.0001$) y la interacción tratamiento*raza ($P=0.0326$), no así en el caso de tratamiento (0.2087). Aunque en este caso la mayoría de las medias de los tres tratamientos y las dos razas tienden a bajar a comparación de CC2.

Por lo tanto la mejor condición corporal se vio marcada en CC2 (a mitad del periodo experimental) donde la diferencia fue marcada por las razas y la raza Boer (B) fue la que mejor influyo para esta variable.

Lo anterior coincide parcialmente con Angulo et al., (2007) ya que menciona que esta variable se ve afectada por la presencia de PGI.

FAMACHA

Moors y Gaulty (2009) mencionan que existe una correlación positiva entre Famacha y conteo de HPG.

Cuadro 6. Media Ajustada y \pm Error Estándar de la Media de Famacha de cabras Boer (B) y Murciano Granadina (MG) con la aplicación de tres tratamientos, 1. Desparasitación con ivermectina, 2. Desparasitación con closantel y 3. Solución salina (placebo).

TRATAMIENTO	1		2		3		
RAZA	B	MG	B	MG	B	MG	
	MA	MA	MA	MA	MA	MA	\pm EE
FAM 1	2.70 ^a	2.60 ^a	2.60 ^a	2.70 ^a	2.40 ^a	2.70 ^a	0.17
FAM 2	3.00 ^a	3.10 ^a	2.90 ^a	3.20 ^b	2.50 ^a	3.00 ^b	0.12
FAM 3	2.80 ^a	3.10 ^a	2.80 ^a	3.30 ^b	2.70 ^a	3.10 ^a	0.13

^{a, b} Hileras con diferente literal, los grupos son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

En el Cuadro 6 se muestra que en los tratamientos no hubo diferencia en los valores de FAMACHA al inicio del experimento; sin embargo, a mediados del experimento (FAM2) las cabras Boer con closantel y solución salina presentaron mejores niveles de FAMACHA al compararlas con las cabras Murciano Granadina con closantel y solución salina, respectivamente. Y al finalizar el experimento las

cabras de la raza Boer que se les administró closantel tuvieron mejor nivel de FAMACHA que las cabras Murciano Granadina ($P < 0.05$).

En este caso la diferencia se marca en cuanto al tratamiento ($P = 0.0220$) y a la raza ($P = 0.0037$). Donde en el tratamiento 1 (ivermectina) es donde los animales suben en mayor cantidad su nivel de famacha y siendo la raza Murciano Granadina la que mayor marca su ascenso.

Esta diferencia se basa en cuanto a la raza ($P = .0004$), donde la Murciano Granadina en unos casos se mantiene y en otros sube el nivel de FAMACHA y en la Boer tiende a disminuir; no así con el tratamiento ($P = 0.5085$).

Entonces la raza Bóer tiene mejor condición de Famacha a comparación de la Murciano Granadina y siendo el tratamiento dos mejor que el uno, pues con ese tratamiento (2) existe menor carga parasitaria y coincide con lo que menciona Moors y Gaulty (2009), pues dicen que existe relación entre HPG y FAMACHA.

Peso

En el cuadro 7 se presentan los resultados del efecto de los antihelmínticos en las cabras de ambas razas.

Cuadro 7. Media Ajustada y \pm Error Estándar de la Media de Peso (kg) de cabras de Boer (B) y Murciano Granadina (MG) con tres tratamientos, 1. Desparasitación con ivermectina, 2. Desparasitación con closantel y 3. Solución salina (placebo).

TRATAMIENTO	1		2		3		
RAZA	B	MG	B	MG	B	MG	
	MA	MA	MA	MA	MA	MA	\pm EE
PESO 1 ^{ab}	39.0 ^a	36.8 ^b	43.1 ^a	41.0 ^b	41.4 ^a	23.4 ^b	2.29
PESO 2 ^{ab}	39.6 ^a	36.4 ^b	43.8 ^a	40.1 ^b	42.9 ^a	23.4 ^b	2.30
PESO 3 ^{ab}	45.2 ^a	41.8 ^b	49.6 ^a	42.7 ^b	48.1 ^a	28.0 ^b	2.45

a, b Hileras con diferente literal, los grupos son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

Se puede observar que la raza Boer obtiene mayores pesos que la cabras de raza Murciano Granadina que existió diferencia significativa ($P < 0.05$) en los tres tiempos que se tomaron estos datos. Tanto la raza, como el tratamiento y la interacción que existe entre ellos influyen para que exista diferencia significativa, aunque la raza es la que mas sobresale. PESO 1 (al inicio del periodo experimental) la probabilidad en cuanto a raza es ($P = 0.0002$), en PESO 2 (a mitad del periodo experimental) la probabilidad fue de ($P = 0.0001$) y en PESO 3 (al final del periodo experimental) fue de ($P = 0.0001$).

Numéricamente, todos los tratamientos mostraron tendencia positiva en cuanto a la ganancia de peso durante el experimento.

La variable peso tiene una gran relación con la carga parasitaria de los animales (Santamaría-Colonia *et al.*, 1995), pues entre mas susceptibles a parasitares sean menor es la ganancia de peso.

Hematocrito

En el cuadro 8 se puede observar el resultado del efecto de los antihelmínticos en las cabras de ambas razas.

Cuadro 8. Media ajustada y \pm Error Estándar de la Media de Hematocrito (%) de cabras de las razas Boer (B) y Murciano Granadina (MG) con tres diferentes tratamientos, 1. Desparasitación con ivermectina, 2. Desparasitación con closantel y 3. Solución salina (placebo).

TRATAMIENTO	1		2		3		
RAZA	B	MG	B	MG	B	MG	
	MA	MA	MA	MA	MA	MA	\pm EE
HEMATO 1	21.2 ^a	25.6 ^a	26.4 ^a	27.5 ^a	25.8 ^a	25.5 ^a	1.75
HEMATO 2	24.4 ^a	23.9 ^a	28.1 ^b	30.3 ^a	27.2 ^a	27.9 ^a	1.72
HEMATO 3	28.3 ^a	23.4 ^b	28.8 ^a	23.8 ^b	30.2 ^a	28.0 ^b	1.65

^{a, b} Hileras con diferente literal, los grupos son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

En el cuadro anterior se puede ver los resultados estadísticos de esta variable, donde para HEMATO1 (datos obtenidos a principio del periodo experimental) no hubo diferencia significativa, y para HEMATO2 (a mitad del periodo experimental) existe diferencia significativa en cuanto al tratamiento ($P=0.0180$) y al final del periodo experimental existió esta diferencia significativa y esta diferencia se ve marcada por la raza ($P=0.0044$), siendo la raza Boer la mejor y no así por el tratamiento ($P=0.1071$).

Se establece que los niveles normales de hematocrito en cabras se encuentra en un rango de 29-38%, y como podemos observar (Cuadro 8) las medias de esta variable de las cabras de este experimento están en un nivel bajo de Hematocrito.

Malan et al. (2001), Van Wyk y Bath, (2002), Vatta et al. (2002), Kaplan et al. (2004), mencionan que una infección alta con PGI se correlaciona negativamente con parámetros hematológicos, siendo un buen indicador de presencia de parásitos.

Los animales con un elevado número de huevos en heces presentan niveles bajos de hematocrito (Morales et al., 2002).

Por lo tanto, los mejores niveles de hematocrito se encuentran en el tratamiento 2 (aplicación de closantel), donde existió menos incidencia de huevecillos por gramo de heces.

CONCLUSIONES

1. El Closantel presentó mayor eficacia antihelmíntica que la Ivermectina.
2. Puesto que la Ivermectina no tuvo efecto en el conteo de huevos, es posible que las cabras hayan adquirido resistencia a este antihelmíntico
3. La especie larvaria con mayor presencia en esta explotación caprina fue la Haemonchus.
4. Las variables productivas y fisiológicas evaluadas, se vieron afectadas por la carga parasitaria encontrada en los animales.
5. La raza Bóer presento menor carga parasitaria, mayor peso, mejor nivel de FAMACHA, mejor Condición Corporal y parcialmente mejor nivel de Hematocrito que la Murciano Granadina.

RESUMEN

Para evaluar las variables productivas y fisiológicas sobre la efectividad de dos antihelmínticos en cabras adultas (n=60) de Raza Boer y Murciano Granadina, en la unidad de producción caprina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, fueron agrupadas al azar en: GI (n=10) raza Granadina desparasitadas con Ivermectina, GC (n=10) raza Granadina desparasitadas con Closantel, GS (n=10) raza Granadina a las cuales se les aplicó Solución Salina (placebo), BI (n=10) raza Boer desparasitadas con Ivermectina, BC (n=10) raza Boer desparasitadas con Closantel y BS (n=10) raza Boer con Solución Salina (placebo). Se evaluó conteo de Huevos por Gramo de Heces (HPG), Condición Corporal (CC), FAMACHA, Peso y Hematocrito por ANOVA bajo un diseño factorial 3x2 (3 tratamientos con antihelmínticos, 2 razas). Se identificó el género de los PGI (coprocultivo), donde los géneros presentes fueron *Haemonchus*, *Cooperia* y *Ostertagia*. Se observó un efecto del closantel superior a la ivermectina y al grupo control ($P<0.05$) en el conteo de HPG (Closantel 3.62 HPG, Ivermectina 10.20 HPG y grupo control 8.17 HPG). No se observó diferencias entre el grupo control y el tratado con Ivermectina. En cuanto a la Condición Corporal y el Peso, la diferencia ($P<0.05$) se reflejó en la Raza, siendo la raza Boer la que tuviera mejores resultados para esta variable (CC Boer 3.0, Granadina 2.7 y Peso Boer 43.63 kg y Granadina 33.60 kg. Para Hematocrito, la raza y el tratamiento con antihelmíntico tuvo efecto siendo favorable para la Boer y el grupo que recibió Closantel (27.76%); lo mismo sucedió para FAMACHA (2.76). La ivermectina no redujo el número de huevos en las heces. El closantel presentó mejores resultados que la ivermectina y el grupo control en las variables analizadas. La especie larvaria con mayor presencia en esta explotación caprina fue *Haemonchus*.

PALABRAS CLAVE: Cabras, Parásitos Gastrointestinales, Antihelmínticos, FAMACHA, Hematocrito, Condición Corporal, Huevos por Gramo de Heces.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Caballero, A.J.**, Torres-Acosta, J.F.J., Cámara-Sarmiento, R., Hoste, H., Sandoval-Castro, C. 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 de parasitismo gastrointestinal en ovinos y situación actual de la resistencia antihelmíntica en México. In: *Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico*. Compilado por: Gonzalez Garduño R. y Berumen Alaforte A.C. Editado por: Universidad Autónoma de Chapingo, U.R.U.S.E. Tabasco, México. pp. 1-11. ISBN: 978-607-12-0089-1.
- Angulo, C.F., Garcia, C.L., Cuquerella, M., Fuente, C., Alunda, J.M. 2007. *Haemonchus contortus*-sheep Relationship: A Review. *Rev. Cientif.* 6: 577-587.
- Bager, I. The statistical distribution of Trichostrongylids nematodes in grazing lambs. *International Journal for Parasitology* 1965; 15: 645-9.
- Barnes, E. H.; Dobson, R. J.; Barger, I. A., 1995, Worm control and anthelmintic resistance: adventures with a model. *Parasitol. Today*, 11: 56-63.
- Benjamin, MM. 1991. *Manual de patología clínica veterinaria*. Noriega Editores. Limusa S.A. de C.V., México, 9-128.
- Burke, J. M., Kaplan, R. M., Miller, J. E., Terrill, T. H., Getz, W.R., Mobini, S., Valencia, E., Williams, M.J., Williamson, L., Vatta, A.F. 2007. Accuracy of de FAMACHA system for on-farm use by sheep and goat producers in the southeastern U.S. *Vet. Parasitol.* 147, 89-95.

- Cabaret, J. Morales, G. Stratégie comparée des infestations naturelles par *Teladorsagia circumcincta* et *T.trifurcata* chez les ovins. Parasitología 1983; 25: 171-7.
- Coop, R. L., Jackson F., Coles G. C., Hong C., Borgsteede H. M., Geerts S. 1994. Antihelmínticos Resistentes en Nematodos en Animales de la Granja en Bruselas, Bélgica. Ref. 47:79-89.
- CORTICELLI, B. y LAI, M. (1963). Ricerche sulla tecnica di coltura delle larve infestive degli strongili gastro-intestinali del bovino. Acta Medica Veterinaria, año 9, fás. V/VI.
- Corticelli, B. y Lay, M. 1964. La Diagnosi di tipo d'infestione nella strongilosi gastrointestinale del Bovino. Extr. De Bassegna Veterinaria, año XLI, fás. 3.
- Craig, T., 1993, Anthelmintic resistance. Vet. Parasitol. 46: 121-131.
- Dorchies P., Coles G. C., Borgsteede F. M., Geerts S. G., 1994. Nematodos resistentes a Antihelmínticos en Animales de la Granja en Francia. Chemin, Capelles, Tolouse Francia. Veterinary Natyonality. 19: 53-61.
- Flores, R.H. Relación de la Edad y Parasitismo Gastroentérico en Cabras Angora en el Estado de México, (Tesis de Licenciatura), México, DF, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1984.
- García, E., 1984. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 4ª edición. Ed. Offset Larios, México, pág. 103.

Gelormini, N. Enfermedades parasitarias en Veterinaria, El ateneo, Buenos Aires, 1976.

Geoffrey, L. Parasitología Veterinaria, CECOSA, 4^a edición, México, DF. 1976.

Gruner L., Kerboeuf D., Huber J., 1986. Resistance to Benzimidazole of *Haemonchus contortus* Utkalensis in Sheep on Martinique. Vet. Rec., 118.

Hansen, J., Perry, B. 1994. The Epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. International Laboratory for Research on Animal Disease, Nairobi, Kenya. Pp 171.

Hetherington, L. Cabras, Aedos, España, 1980.

Hoste, H, Torres-Acosta, JF., Paolini, V., **Aguilar-Caballero, AJ**, Etter, E., Lefrileux, Y., Chartier, C., Broqua, C. 2005. Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. Small Ruminant Research. 60: 141-151.

Hoste H, Torres-Acosta JFJ, **Aguilar-Caballero AJ**. 2008. Nutrition-parasite interactions in goats: is immunoregulation involved in the control of gastrointestinal nematodes?. Parasite Immunology. 30: 79-88.

Honhold N, Petit H, Halliwell RW. A condition scoring scheme for the Small East African Goats in Zimbabwe. Trop Anim Health Prod 1991; 21:121-127.

JABBAR A, IQBAL Z, KERBOEUF D, MUHAMMAD G, KHAN MN, AFAQ M 2006: Anthelmintic Resistance: The State of Play Revisited. Life Sci 79: 2413-2431

Kaplan, R.M., Burke, J.M., Terrill, T.H., Miller, J.E., Getz, W.R., Mobini, S., Valencia, E., Williams, M.J., Williamson, L.H., Larsen, M., Vatta, A.F., 2004. Validation of the FAMACHA eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. *Vet. Parasitol.* 123, 105-120

Kennedy, C. *Ecological animal parasitology*. Blackwell Scientific Publications Gran Bretaña, 1975 p 163.

Lapage, G. *Parasitología veterinaria*, Continental, México, 1984.

Le Jambre, L. F., 1997, Genetics of anthelmintic resistance in parasitic nematodes. *Brazilian J. Vet. Parasitol.*, 6 (2):379-392.

Lifschitz, A.; Virkel, G.; Mastromarino, M.; Lanusse, C. E., 1997, Enhanced plasma availability of the metabolites of albendazole in fasted adult sheep. *Vet. Res. Comm.*, 21: 201211.

López, M.P. *Prevalencia de Parásitos Gastroentericos en Rumiantes (Bovinos, Ovinos y Caprinos) en San Pedro la Joya Tepeacapa, Puebla*. (Tesis de Licenciatura) Puebla, México, BUAP, 1998.

Malan, F.S., Van Wyk, J.A., Wessels, C.D., 2001. Clinical evaluation of anemia in sheep: early trials. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 68, 165-174.

Merck, 1993. *Manual de Medicina Veterinaria*. 4ª edición, Ed. Merck y Co., Inc.

- Moors, E., Gauly, M. 2009. Is the FAMACHA_ chart suitable for every breed? Correlations between FAMACHA_ scores and different traits of mucosa colour in naturally parasite infected sheep breeds. *Veterinary Parasitology*, 166. 108-111.
- Morales, G., Pinto, L.A., León, E., Rondón, Z., Guillen, A., Balestrini, C., Silva, M, 2002. Relación entre los parámetros hematológicos y el nivel de infestación parasitaria en ovinos de reemplazo. *Veterinaria Trop.* 27: 87-98.
- Morales, G. Epidemiología y sinecología de helmintos parásitos de ovinos y caprinos de zonas áridas del Estado Lara (Venezuela). *Rev Fac Ciens Vets UCV* 1989; 36: 9-52.
- Morales, G., González, L., Pino, L.A., Domínguez, J.; Parra, M. Caracterización eco-epidemiológica de los helmintos gastrointestinales presentes en bovinos de cuatro regiones de Venezuela. *Rev. Facs Ciens Vets UCV*, 1986; 35: 77-91.
- Mwamachi, D. M., Audo J. O., Thorpe W., Baker R. L. 1995. Evidencia de Resistencia de Antihelmínticos en Ovejas y Cabras en Kikambala, Kenya. *Veterinary Parasitology.* 60: 303-313.
- Nari, A. 2001. Diagnóstico y control de resistencia antihelmíntica en pequeños rumiantes. En: *Memorias. II. Congreso Latinoamericano de Especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos y XI Congreso Nacional de Producción Ovina.* Mérida, Yúc.
- Nikolaou, S., Gasser, R.B. 2006. Prospects for exploring molecular developmental processes in *Haemonchus contortus*. *Int. J. Parasitol.* 36, 859–868

- Pratt, W. Drug resistance. En: Principles of Drug Action. Third edition. pág. 565-637. 1990.
- Portolano, N. 1990. Explotación de Ganado Ovino y Caprino, Mundi prensa, México.
- Prichard, R. K., Hall, C. A., Kelly, J. D., Martin, C. A., Donald, D. A., 1980, The problem of anthelmintic resistance in nematodes. Aust. Vet. J., 56: 239-251.
- Quiroz, R.H. Parasitología y Enfermedades Parasitarias de los Animales Domésticos. Primera edición, Edit. Limusa, México, 1997, Pág. 319-370.
- Ramírez, G. A., 1983. Valoración de un Calendario de Desparasitación Contra Nematodos Gastrointestinales en Ovinos de la región del Ajusco, Tlalpan, DF. Tesis de Lic. De MVZ. UNAM, México, DF. Pp.
- Rivera, J.F. Evaluación de tres Antihelmínticos Contra Parásitos Gastrointestinales en Borregas de la Raza Rambouillet y Pelibuey, (Tesis de Licenciatura), Saltillo, Coahuila, Producción Animal, UAAAN, 2000.
- Rodríguez, R.I., Cob, L.A., Domínguez, J.L. Frecuencia de parásitos gastrointestinales en animales domésticos diagnosticados en Yucatán, México. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Parasitología. Mérida, Yucatán, México. Rev. Biomed 2001; 12:19-25.
- Sáenz H., Costa U., Benbenega A., 1991. Determinación y Abundancia Estacional de Nematodos Gastroentericos en Ovinos. ITEA. MVZ. UNAM.

- Sánchez, S.; Alvarez, L.; Lanusse, C., 1997, Fasting induced changes on the pharmacokinetic behaviour of albendazole and its metabolites in cattle. *J. Vet. Pharmacol. Therap.*, 20: 38-47.
- Sánchez, S.; Alvarez, L.; Lanusse, C., 2000, enhanced plasma and target tissue availabilities of albendazole and albendazole sulphoxide in fasted calves: evaluation of different fasting intervals. *J. Vet. Pharmacol. Therap.*, 23: 193 -201.
- Sangster, N. C., 2001, Managing parasiticide resistance. *Vet. Parasitol.*, 98: 89-109.
- Santamaría-Colonia, N., Torres Acosta, J.F., Rodriguez-Vivas, R.L. 1995. Efecto del peso al destete sobre el parasitismo gastrointestinal de cabritos en clima tropical. *Rev. Bioméd.* 6: 143–150
- SAS Institute. 1999. *The SAS System for Windows*. V. 8. SAS Institute. Inc. Cary, N. C. USA.
- Smith, H. A., 1987. *Parasitología Veterinaria*, Primera Edición, Ed. Unión Tipográfica S.A. impreso en México.
- Soulsby, E. J. *Parasitología y Enfermedades de los Animales Domésticos*, 7^a edición. Latinoamericana, México, 1987.
- Thomas R., 1982. The Ecology of Parasite Control Nematodes. *Vet. Parasit.* 11: 9-24.

- Torres A.J.F.; Azul-Canche, U.; **Aguilar-Caballero, A. J.**; Rodríguez-Vivas, R.I. 2003. Prevalence of benzimidazole resistant nematodes in sheep flocks in Yucatán, Mexico. *Veterinary Parasitology*. 114: 33-42.
- Torres-Acosta J.F.; Jacobs D.; **Aguilar-Caballero A. J.**; Sandoval-Castro C.; May-Martínez M.; Cob-Galera, L.A. 2004. The effect of supplementary feeding on the resilience and resistance of browsing Criollo kids against natural gastrointestinal nematode infections during the rainy season in tropical Mexico. *Veterinary Parasitology*. 123, 1-22.
- Torres, A.J.F.J., Aguilar, C.A.J., 2005. Control Prevención y Erradicación de la Nematodiasis Gastrointestinal en Rumiantes. En: Rodríguez, V.I. Cob, G.L. Enfermedades de Importancia económica en mamíferos domesticos. McGraw-Hill. Pp 161-176.
- 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-Acostaa, J.F.J., Sandoval-Castroa, 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
- Van Wyk, J.A., Bath, G.F. 2002. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual. *Animals for treatment. Vet. Res.* 33: 509-529.

Vatta, A.F., Krecek, R.C., Letty, B.A., Van Linde, M.J., Motswatswe, P.W. y Hansen, J. Effect of nematode burden as assessed by means of fecal egg counts on body condition in goats farmed under resource-poor conditions in South Africa. *Veterinary Parasitology*. 108: 247-254.

Vázquez, P. V., 1989. Enfermedades Parasitarias Causadas por Nematodos y Protozoarios, Memorias de la Tecnología para la Producción de Ovejas Tropicales. Mérida, México y Santiago de Chile. Pp. 125-138.

Vázquez P., V. M. 2000. Agentes Etiológicos y ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales. En: 1er. Curso Internacional "Nuevas perspectivas en el diagnóstico y control de nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes". Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Mérida, Yuc. Pp. 1-5.

Wakelin, D. Genetic control of immunity to helminth infections. *Parasitology Today* 1985. 1: 7-23.

PÁGINAS WEB

1. http://cea.unizar.es/Disenos_experimentales/Sangre/VALORES%20HEMATOLOGICOS.pdf