

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**

**COMPORTAMIENTO DE LOS NEMÁTODOS
GASTROINTESTINALES EN CABRAS LECHERAS SOMETIDAS A
TRATAMIENTOS ANTIPARASITARIOS SELECTIVOS**

**Tesis en opción al título académico de Master
en Medicina Veterinaria Preventiva.
Mención Salud Animal**

**Autor: M.V. Z Noelvys Aróstica Jiménez
Tutor: M.V. Javier Arece García, Dr.C**

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”
Matanzas, 2010**

DEDICATORIA

A mis padres, por permitir con su amor, su comprensión, su sabiduría y su ejemplo, estar aquí hoy. Esta tesis es resultado de mi esfuerzo por hacer realidad todos los sueños que la vida algún día les negó.

A mi hermanito, por constituir la razón principal de mi existir. Por incitarme a que cada día trate de ser mejor ejemplo.

A Karen, por toda la comprensión y amor cuando más lo necesité.

A mi familia. Por su constante preocupación.

A la memoria de mi tío Leonardo Jiménez (tati) †.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mis más sinceros agradecimientos a todos los que de una forma u otra tuvieron que ver con la realización de esta tesis, en especial a:

Ezequiel, Luisito y familia, por acogerme como un pariente más y confiarme de manera incondicional su rebaño caprino para la realización de los experimentos.

Mi tutor, Javier Arece García, por su paciencia y su dedicación. Por su absoluta colaboración en mi formación técnica-profesional y por confiar en mí cuando muchos pensaron que no sería posible la ejecución de dicho documento.

Mis queridos compañeros de trabajo Lorenzo, Yaima, Marisol, Yoel y Maykelín. Por la impecable ejecución de los experimentos y su constante preocupación. Sin ustedes la realización de esta tesis no hubiera sido posible.

Dairom y su esposa Leidis, por su ayuda incondicional y su apoyo en todo lo que necesité.

Jan, por su colaboración y aliento a continuar en todo momento

Félix, por sus sabios consejos en momentos de crisis.

Nayda, Alicia, Tania y Eliel, por su exquisita revisión de estilo y redacción y sus aportes al documento.

Mis compañeros de trabajo Yoansy, Katherine, Yuseika, Onel, Iván, Osmel, Milagros, Mirita, Dailys, Lamela, Yolai, Amaury, por su preocupación y ayuda ofrecida. En especial a Maykelis, por tantos sabios consejos.

Mildrey, por la revisión de los trabajos que dieron cuerpo a esta tesis y su ayuda incondicional en mi formación profesional y social.

ÍNDICE GENERAL

Introducción, hipótesis y objetivos.....	2
Capítulo 1. Revisión Bibliográfica.....	5
1.1. Parasitosis en ovejas y cabras.....	5
1.2. Parasitismo gastrointestinal en cabras. Los estrongílicos gastrointestinales.....	5
1.2.1. Taxonomía de los nemátodos gastrointestinales de las cabras.....	5
1.2.2 Etiología.....	6
1.2.3 Ciclos biológicos.....	8
1.3 Epidemiología.....	10
1.3.1 Distribución geográfica y estacional.....	10
1.3.2 Larvas en pasto.....	11
1.4. Métodos de diagnóstico de los estrongílicos gastrointestinales en rumiantes.....	12
1.4.1 Diagnóstico clínico.....	13
1.4.2 Examen macroscópico de las heces.....	13
1.4.3 Examen coproscópico de las heces.....	14
1.5 Control de estrongílicos gastrointestinales en pequeños rumiantes.....	16
1.5.1 Control químico.....	17
1.5.1.1 Clases de antihelmínticos.....	17
1.5.1.2 Antihelmínticos de mayor uso en pequeños rumiantes.....	18
1.5.1.3 Frecuencia de desparasitación.....	19
1.5.1.4 Rotación de antihelmínticos.....	20
1.5.1.5 Dosificación en pequeños rumiantes.....	20
1.5.1.6 Resistencia antihelmíntica (RA).....	21
1.5.2 Control no farmacológico.....	22
1.5.2.1 Manejo del pastoreo.....	23
1.5.2.1.1 Descanso de los potreros.....	23
1.5.2.1.2 Pastoreo rotacional.....	24
1.5.2.1.3 Pastoreo mixto.....	24
1.5.2.2 Plantas con actividad antihelmíntica.....	25
1.5.2.3 Selección de animales resistentes.....	26
1.5.2.4 Agujas de cobre.....	27
1.5.2.5 Uso de vacunas.....	28
1.5.2.6 Control biológico.....	28
1.5.2.7 Suplementación alimentaria.....	29
1.5.2.8 Desparasitación selectiva.....	30
1.5.2.8.1 Consecuencias epidemiológicas.....	34
1.5.2.8.2 Posible combinación con otras estrategias.....	34
Capítulo 2. Parte Experimental.....	35
2.1. Materiales y métodos generales.....	35
2.1.1. Localización.....	35
2.1.2. Características del clima y el suelo.....	35
2.1.3. Animales.....	35
2.1.4. Descripción del sistema productivo.....	36
2.1.5. Exámenes coproparasitológicos.....	37
2.2. Experimento 1.....	39
2.2.1. Introducción.....	39
2.2.2. Materiales y métodos.....	39
2.2.3. Resultados.....	41
2.2.4. Discusión.....	44
2.3. Experimento 2.....	48
2.3.1. Introducción.....	48
2.3.2. Materiales y métodos.....	49
2.3.3. Resultados.....	50
2.3.5. Discusión.....	55
2.4. Experimento 3.....	61

Comportamiento de los nemátodos gastrointestinales en cabras lecheras...

2.4.1. Introducción.....	61
2.4.2. Materiales y métodos.....	62
2.4.3 Resultados.....	63
2.4.5. Discusión.....	68
Capítulo 3. Discusión General.....	74
Conclusiones.....	77
Recomendaciones.....	78
Referencias Bibliográficas.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carta de colores FAMACHA®.....	31
Figura 2. Distribución de la FD para <i>Haemonchus</i>	40
Figura 3. Bolsa copulatriz de un macho de <i>H. contortus</i>	41
Figura 4. Morfología de la aleta vulvar de las hembras de <i>Haemonchus</i> spp.....	42
Figura 5. Bolsa copulatriz de <i>T. colubriformis</i>	43
Figura 6. Macho de <i>O. columbianum</i>	43
Figura 7. Distribución del VCA en función de la clasificación en la carta de colores durante el año.....	52
Figura 8. Distribución de la CC en función a la clasificación en la carta de colores durante el año.....	52
Figura 9. Prevalencia de los diferentes géneros de NGI en el rebaño durante todo el año.....	63
Figura 10. Comportamiento de los géneros de strongílidos gastrointestinales encontrados en los coprocultivos.....	64
Figura 11. Comportamiento de la dinámica mensual del CFH del rebaño.....	65
Figura 12. Comportamiento del CFH en los fenotipos.....	65
Figura 13. Comportamiento del CFH por época del año.....	66
Figura 14. Efecto del estado reproductivo en el nivel de infestación parasitaria de las reproductoras.....	66
Figura 15. Comportamiento de la condición corporal del rebaño durante todo el año.....	67
Figura 16. Comportamiento de la condición corporal del rebaño por épocas.....	67
Figura 17. Comportamiento de la condición corporal de los dos fenotipos.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación actual del orden <i>Strongylida</i>	6
Tabla 2. Producción de huevos/día en hembras de algunos nemátodos que infestan los rumiantes.....	8
Tabla 3. Dosificación de los principales antiparasitarios en ovejas y cabras.....	20
Tabla 4. Promedio (μm) y desviación estándar de las espículas de los machos de <i>H. contortus</i>	40
Tabla 5. Volumen celular aglomerado (%) en las diferentes categorías de FAMACHA®.....	50
Tabla 6. Parámetros de fiabilidad de la metodología FAMACHA®.....	52
Tabla 7. Animales clasificados entre los valores 4-5 FAMACHA® y cortes de anemia 17, 19 y 21%.....	53
Tabla 8. Animales clasificados entre los valores 3-4-5 FAMACHA® y cortes de anemia 17, 19 y 21%.....	53

RESUMEN

Durante el año 2008 se realizó un estudio de los principales indicadores epizootiológicos de los estrongílicos gastrointestinales en un rebaño lechero sometido a un sistema de tratamientos selectivos mediante el método FAMACHA®, en el municipio Martí, provincia Matanzas. Para ello se seleccionaron al azar, de un rebaño de 312 cabezas, 70 cabras de dos fenotipos (35 Saanen x criolla; 35 Anglo Nubian); todos los animales se mantuvieron en las mismas condiciones de tenencia. Se colectaron especímenes adultos (parásitos) para su identificación a través de claves morfométricas. También se determinaron los indicadores de fiabilidad (especificidad, sensibilidad, valores predictivos positivo y negativo) de la carta de colores FAMACHA®, en la detección de anemia. Con una frecuencia mensual, se determinó el conteo fecal de huevos como indicador de infestación parasitaria, el hematocrito y la condición corporal de las cabras seleccionadas. La identificación de los parásitos adultos permitió encontrar tres especies de estrongílicos: *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis* y *Oesophagostomum columbianum*. Por otra parte, se pudo apreciar que durante todo el año, los animales expulsaron huevos de nemátodos, con predominio de *Haemonchus* spp sin estacionalidad manifiesta. Basados en los indicadores de fiabilidad de la metodología FAMACHA®, se pudo constatar que es posible su empleo en la detección de cabras anémicas y en la reducción del uso de antiparasitarios. Con el método de tratamientos selectivos los niveles de infestación parasitaria mostraron variaciones durante todo el año, con las mayores tasas de expulsión de huevos en el período poco lluvioso ($P \leq 0,05$). Se encontró que las cabras paridas presentaron las mayores infestaciones parasitarias ($P \leq 0,05$). La condición corporal de las reproductoras no se vio afectada por la época del año; sin embargo, se registró un marcado efecto del fenotipo en la condición corporal de las reproductoras a favor de la Anglo Nubian ($P \leq 0,0001$).

Palabras clave: cabras lecheras, NGL, comportamiento

INTRODUCCIÓN

Los caprinos constituyen uno de los animales domésticos más antiguos de la naturaleza, a tal punto que han estado asociados con el hombre desde hace aproximadamente 8 000 años (Boyazoglu *et al.*, 2005).

La ganadería caprina resulta de suma importancia social y económica para las localidades rurales, ya que es más desarrollada por lo pequeños productores, para quienes constituye una fuente de ingreso familiar.

Una muestra, lo constituye el creciente aumento de la población caprina en los últimos veinte años alrededor del mundo, que alcanza valores del 58 por ciento, condicionado por las continuas crisis económicas globales y sus efectos más directos sobre los países en vías de desarrollo, quienes han visto en la producción caprina una solución viable al déficit proteínico que sufren sus pueblos, sobre todo por los bajos costos de producción, eficiencia y no competencia con la alimentación humana (Morand-Fehr *et al.*, 2004).

En Cuba, la falsa concepción de que la cabra es un “depredador” y la marcada influencia de algunos factores como la situación económica reinante en el país, ha limitado de forma considerable la producción y/o investigación acerca de la especie, lo que ha provocado una dependencia total en esta materia de países con mayor desarrollo; fundamentalmente en aspectos que requieran de trabajo a nivel de laboratorio por su complejidad como es el caso del control parasitario.

Por otra parte, la traspolación e implementación de resultados de investigación de la especie ovina a la caprina contribuye a estar aún más lejos de un verdadero desarrollo de esta última en el país. Esto obliga a la toma inmediata de decisiones encaminadas a intensificar la producción caprina cubana, basado en las ventajas de sus producciones reportadas en varias latitudes del mundo.

Con regularidad los sistemas de producción de cabras, fundamentalmente en el trópico, por las condiciones edafoclimáticas imperantes de elevadas temperaturas y humedad relativa, se enfrentan a determinadas situaciones que disminuyen la eficiencia productiva del rebaño (Hernández y Porteles, 2000).

Las enfermedades parasitarias, sobre todo las gastrointestinales, se encuentran entre las causas más frecuentes que producen esta disminución de la productividad de los sistemas caprinos. Tales problemas disminuyen sutil o de manera apreciable la producción de los animales y traen como consecuencia bajas utilidades a los productores, lo cual contribuye al desaliento y abandono de esta actividad pecuaria (Cuellar, 2007).

Debido a los daños ocasionados por los nemátodos gastrointestinales (NGI), los productores se ven obligados a realizar cuantiosas inversiones con el objetivo de minimizar el efecto negativo al que están sometidos sus rebaños, sobre todo en asistencia técnica y medicamentos (Machen *et al.*, 1994; Schoenian, 2003).

El control parasitario en cabras, como en otros rumiantes, ha recaído en el uso indiscriminado de los productos químicos disponibles en el mercado, lo cual ha conllevado la aparición de resistencia a los antiparasitarios (Arece *et al.*, 2004; Amarante *et al.*, 2010). Este fenómeno ha potenciado el desaliento entre los productores en la producción caprina, ya que, a pesar del uso frecuente de medicamentos no se resuelve el problema parasitario.

Esta situación debe ser enfrentada bajo el concepto del control integrado de parásitos; en este sentido, la combinación de las diferentes estrategias de control es de gran importancia en el éxito de las explotaciones caprinas.

Entre las herramientas de mayor trascendencia se encuentra la selección de animales resistentes al parasitismo (Camps *et al.*, 2007), la utilización de la metodología FAMACHA© (Mahieu *et al.*, 2005), el uso de plantas con propiedades antiparasitarias (Rochfort *et al.*, 2008; Landau *et al.*, 2010), entre otras.

A pesar de la eficacia de los diferentes métodos o alternativas del control integrado, el conocimiento de la epizootiología de los nemátodos gastrointestinales es la base para cualquier acción encaminada hacia este objetivo.

En la provincia de Matanzas se ha estudiado la epizootiología como herramienta para el diseño y evaluación de estrategias para el control parasitario, específicamente en ovinos, en el cual se interrelacionaron diferentes aspectos que intervienen en el comportamiento parasitario (Arece, 2005). Este estudio ha permitido, en estas condiciones, el establecimiento y escalado a condiciones de producción de métodos de control parasitario.

En el caso de las cabras, los estudios sobre el parasitismo gastrointestinal han sido realizado fundamentalmente en la región oriental del país (La O, 2001; Rojas, 2009). En ellos se identificaron las principales especies de NGI que afectan los caprinos en esa zona; siendo representada la mayor prevalencia en estas condiciones por *Haemonchus* spp; sin embargo, no se particularizó en ningún factor que pudiera haber influido sobre esto. En este sentido en el presente estudio se esbozó la siguiente hipótesis: *Haemonchus contortus* es la principal especie de nemátodos gastrointestinales en cabras en producción; su mayor prevalencia permite utilizar la metodología de tratamientos antiparasitarios selectivos como una herramienta para su control.

Para cumplimentar esta hipótesis se trazó el siguiente objetivo general:

- Identificar y evaluar el comportamiento de los nemátodos gastrointestinales (NGI) en cabras sometidas a un sistema de control de tratamientos antiparasitarios selectivos.

Objetivos específicos:

- Identificar las especies de NGI del rebaño por sus características morfológicas.
- Validar la capacidad de detección de anemia mediante la coloración de la mucosa ocular por el método FAMACHA®, a través del cálculo de los indicadores de fiabilidad (sensibilidad, especificidad, valor predictivo de animal negativo y positivo).
- Determinar el comportamiento epizootiológico de los NGI en un grupo de cabras sometidas a un régimen de desparasitación selectiva.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Parasitosis en ovejas y cabras

El poliparasitismo, y por tanto las infecciones mixtas, habitualmente se encuentran en explotaciones de pequeños rumiantes en todo el mundo. Estas están representadas por nemátodos, céstodos, tremátodos y protozoarios fundamentalmente, así como algunos parásitos externos que esporádicamente y dependientes de varios factores, afectan los animales (Cordero del Campillo *et al.*, 1994). Sin embargo, son los nemátodos gastrointestinales los parásitos más frecuentes en rumiantes y el problema más serio a escala mundial en ovejas y cabras en pastoreo, especialmente en zonas templadas y húmedas (Pérez y Rodríguez-Diego, 2005).

1.2 Parasitismo gastrointestinal en cabras. Los estrongílicos gastrointestinales

Varios factores como el clima, los sistemas de explotación a base de pastos, el ciclo biológico de los nemátodos gastrointestinales, los hábitos de consumo de ovejas y cabras, entre otros, al conjugarse hacen que la infestación por nemátodos gastrointestinales constituya uno de los problemas sanitarios más serios en las explotaciones de ovejas y cabras en países de clima tropical y subtropical. Dentro de los órdenes que componen esta clase, los estrongílicos gastrointestinales son los de mayor importancia económica ya que, independientemente de que en la mayoría de los casos las infestaciones pasen de forma inadvertida, son los responsables de los bajos comportamientos productivos y reproductivos, constituyendo en muchas ocasiones una de las causas principales de muerte (Arece, 2005).

1.2.1 Taxonomía de los nemátodos gastrointestinales de las cabras

La taxonomía parasitaria está basada en la Nomenclatura Zoológica, es jerárquica y se rige, actualmente, por las normas del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (1985). El orden jerárquico establecido incluye: reino, filo, clase, orden, familia, género y especie. Todo organismo que sea clasificado debe estar en los siete taxones; estos siete rangos son obligados, aunque los taxónomos pueden dividir los rangos en subrangos o superrangos (superclase, infraclass.) para aquellos organismos que formen parte de grupos muy grandes y complejos, como son los peces e insectos.

Según Soulsby (1968), la taxonomía de la clase *Nematoda* fue realizada por Chitwood y Chitwood en la década de 1930. Esta clase se divide en dos grandes grupos o subclases: *Phasmodia* y *Aphasmodia*, y fue aceptado como la clasificación zoológica de mayor importancia por los parasitólogos de la antigua Unión Soviética, país donde probablemente se ha realizado el trabajo más consecuente de sistemática en parásitos en el mundo. En la tabla 1 se muestra la clasificación que corresponde al sistema taxonómico por el cual se rige la comunidad científica internacional para clasificar nemátodos (Arece, 2005).

1.2.2 Etiología

Dentro de las nematodosis gastrointestinales que afectan a los rumiantes, los géneros más importantes son: *Haemonchus*, *Mecistocirrus*, *Ostertagia* y *Trichostrongylus*, en el abomaso; *Cooperia*, *Trichostrongylus*, *Nematodirus*, *Bunostomum* y *Strongyloides*, en el intestino delgado, y *Oesophagostomum*, *Chabertia*, *Trichuris* y *Agriostomum*, en el intestino grueso (Villar, 1997; Vázquez, 2000). De éstos nemátodos los géneros *Haemonchus*, *Cooperia*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum* son considerados como los más importantes desde el punto de vista patológico y epidemiológico, por encontrarse distribuidos en las más diversas zonas geoeológicas del planeta, tanto templadas como cálidas, variando en algunas regiones las especies predominantes de estos parásitos (Vázquez, 2000).

Estudios realizados en nuestro país (La O, 2001; Arece, 2005, Pérez y Rodríguez-Diego, 2005) mostraron resultados similares, destacándose como los géneros más importantes *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Oesophagostomum* y *Bunostomum*.

Entre los nemátodos de mayor significación que interfieren en las explotaciones caprinas se destacan *Trichostrongylus colubriformis*, *T. axei*, *Teladorsagia (Ostertagia) circumcincta*, *Cooperia ssp.*, *Oesophagostomum columbianum*, *Trichuris ovis*, *Strongyloides papillosus*, *Bunostomum sp* y con mayor presencia negativa se encuentra *Haemonchus spp* que se posiciona en las paredes del abomaso y presenta una alta tasa de reproducción, motivo que dificulta considerablemente su manejo y control (Schoenian, 2003; Kaplan y Miller, 2004; Kaplan *et al.*, 2004). Una hembra de *Haemonchus* adulta y madura sexualmente puede llegar a ovopositar de 5 000 a 10 000 huevos por día, factor que limita considerablemente su control (Dakkak y Dorchies, 1984).

Comportamiento de los nemátodos gastrointestinales en cabras lecheras...

Es importante señalar que a pesar de las diferencia en los hábitos de consumo entre bovinos, ovejas y cabras, existen géneros de nemátodos gastrointestinales comunes, fenómeno frecuente dada las características filogenéticas de las tres especies de rumiantes, según Cabaret, Gruner y Uriarte (citado por Soca, 2005).

Tabla 1. Clasificación actual del orden *Strongylida*.

Orden	Superfamilia	Familia	Género	Especie
Strongylida	Trichostrongyloidea	Trichostrongylidae	<i>Trichostrongylus</i>	<i>T. axei</i> , <i>T. Colubriformis</i> , <i>T. vitrinus</i>
			<i>Haemonchus</i>	<i>H. contortus</i> , <i>H. placei</i> , <i>H. similis</i> <i>H. longistipes</i>
			<i>Ostertagia</i>	<i>O. ostertagi</i> , <i>O. Circumcincta</i> , <i>O. trifurcata</i>
			<i>Nematodirus</i>	<i>N. battus</i> , <i>N. spathiger</i> , <i>N. fillicollis</i> , <i>N. helvetianus</i>
			<i>Cooperia</i>	<i>C. curticei</i> , <i>C. oncophora</i> , <i>C. punctata</i> , <i>C. pectinata</i> , <i>C. mcmasteri</i>
			<i>Hyostrongylus</i>	<i>H. rubidus</i>
	Strongyloidea	Dictyocaulidae	<i>Dictyocaulus</i>	<i>D. viviparus</i> , <i>D. filari</i> , <i>D. arnfeldi</i>
		Strongylidae	<i>Strongylus</i>	<i>S. vulgaris</i> , <i>S. equinus</i> , <i>S. edentatus</i>
			<i>Triodontophorus</i>	<i>T. tenuicollis</i>
			<i>Cyathostomum</i> <i>Cylicocyclus</i> <i>Cylicodontophorus</i> <i>Cylicostephanus</i>	“Pequeños estromgilos” Quince especies comunes
			<i>Chabertia</i>	<i>C. ovina</i>
		Chabertiidae	<i>Oesophagostomum</i>	<i>O. radiatum</i> , <i>O. dentatum</i> , <i>O. columbianum</i> , <i>O. venulosum</i>
			<i>Syngamus</i> <i>Stephanurus</i>	<i>S. trachea</i> <i>S. dentatus</i>
	Ancylostomatoidea	Ancylostomatidae	<i>Ancylostoma</i>	<i>A. caninum</i> , <i>A. Tubaeform</i> , <i>A. braziliense</i>
			<i>Bunostomum</i>	<i>B. phlebotomum</i> , <i>B. trigonocephalum</i>
			<i>Uncinaria</i>	<i>U. stenocephala</i>
	Metastrongyloidea	Metastrongylidae	<i>Metastrongylus</i>	<i>M. apri</i>
		Protostrongylidae	<i>Protostrongylus</i>	<i>P. rufescens</i>
			<i>Muellerius</i>	<i>M. capillaris</i>
			<i>Parelaphostrongylus</i>	<i>P. tenuis</i>
		Filaroididae	<i>Filaroides</i>	<i>F. hirthi</i>
			<i>Oslerus</i>	<i>O. osleri</i>
		Angiostrongylidae	<i>Aelurostrongylus</i>	<i>A. abstrusus</i>

Fuente: Arece (2005)

1.2.3 Ciclos biológicos

La transmisión de los strongílidos gastrointestinales es por vía oral y los animales se infestan al ingerir las larvas del tercer estadio. El ciclo de vida es directo, es decir, no necesita de hospederos intermediarios para su desarrollo. Posee dos fases: una exógena y una endógena.

En la fase exógena, los huevos de los nemátodos son expulsados al ambiente junto con las heces del animal y, dependiendo de una temperatura óptima (20°C) y humedad relativa (80%), eclosiona la larva uno (L₁) entre 24 y 30 horas, para posteriormente evolucionar a la larva dos (L₂) en aproximadamente dos o tres días; éstas sufren una segunda ecdisis (muda) para transformarse en larva tres (L₃) o estadio infestante en cuatro a siete días, según las condiciones ambientales (Vázquez, 2000). A temperaturas más bajas dichos procesos tienden a retrasarse (Hansen y Perry, 1994). La (L₃) infestante suele ser activa y migra de las excretas (horizontal y verticalmente) hacia los tallos y las hojas de los pastos que sirven de alimento a los animales, para de ese modo infestarlos. Dicha migración suele ser de mayor intensidad durante la noche y de menor intensidad durante el día (Borchert, 1968).

La fase endógena comienza con la ingestión de la larva de tercer estadio (L₃) y culmina con el desarrollo de los parásitos, la cópula y la producción de huevos (Soca, 2005). En esta fase, con el incremento del pH ruminal las larvas infestantes (L₃), mudan como resultado de la secreción de la enzima leusinoaminopeptidasa producida por sus células neurosecretoras (Soca, 2002). Entre 10 y 20 minutos después de ser ingeridas, las larvas penetran en la mucosa y sobmucosa abomasal donde se transforman en (L₄), las cuales penetran las criptas de las glándulas gástricas; durante este período puede inhibir su desarrollo por condiciones fisiológicas adversas (Vázquez, 2000; Arece, 2005). Luego de transcurrir de 10 a 14 días emergen para convertirse en L₅ y después en parásitos adultos hembras y machos (Cordero *et al.*, 1998).

En el caso particular de *Oesophagostomum*, su ciclo de vida se completa aproximadamente en seis semanas. La L₃ penetra en la lámina propia de la pared intestinal y, en función de la respuesta del hospedero, se forma un nódulo fibroso que la rodea. Las larvas emergen hacia el lumen del intestino y alcanzan la madurez en las cuatro semanas siguientes. En los animales infestados, las larvas pueden pasar un período de tiempo prolongado (tres a cinco

meses) en los nódulos y otras eventualmente pueden morir debido a la calcificación de estas (Hansen y Perry, 1994).

Las L₃ de *Bunostomum* infestan los rumiantes cuando son ingeridas o penetran por su piel. Después las larvas pasan al torrente sanguíneo venoso y llegan a los pulmones, donde penetran a los alvéolos. Allí desencadenan el mecanismo de la tos, son ingeridas y llegan al intestino delgado, completándose el ciclo de mudas y maduración en ocho a nueve semanas, aproximadamente, después del contacto con el estadio infestante.

Una vez establecidos los parásitos adultos maduros, comienza el proceso de copulación y la hembra inicia la puesta de huevos. Al período de tiempo transcurrido desde la ingestión de las L₃ hasta la expulsión de los primeros huevos se le denomina período prepatente, que difiere según la especie de parásito. En un estudio desarrollado en Cuba (Méndez y Cabo, 1980) se encontró que el período prepatente de *H. contortus* fue de 17 días. En sentido general, este varía de tres a cuatro semanas en todas las especies de nemátodos.

Un elemento importante a tener en cuenta, por la influencia que ejerce en los mecanismos evolutivos de los strongílidos, lo constituye la capacidad para producir huevos. Esta varía (tabla 2) entre los diferentes géneros y se encuentra estrechamente relacionada con la inmunidad de los hospederos, además de otros factores fisiológicos y reproductivos (Arece, 2005).

Tabla 2. Producción de huevos/día en hembras de algunos nemátodos que infestan los rumiantes.

Nemátodo	Producción de huevo por día
<i>Haemonchus</i> spp.	5 000-15 000
<i>Trichostrongylus/ Ostertagia</i>	100-200
<i>Cooperia</i>	1 000-3 000
<i>Nematodirus</i>	50-100
<i>Oesophagostomum/ Chabertia</i>	5 000-10 000

Fuente: Hansen y Perry (1994)

Dentro del ciclo evolutivo de los nemátodos gastrointestinales, se encuentra un proceso que puede alterar el ciclo normal de los vermes, a lo cual se le denomina larvas en hipobiosis (Johnstone *et al.*, 1998). Dentro del hospedero, las larvas cuatro (L₄) pueden tomar dos rutas: 1) completar el ciclo evolutivo, desarrollándose hasta parásitos adultos; 2)

permanecer de forma aletargada en la mucosa del compartimento de su localización, de dicho proceso se formulan varias hipótesis: las condiciones ambientales, las condiciones de salud del hospedero y la nutrición, entre otras (Vázquez, 2000). Esto ocurre, preferentemente, con los géneros *Haemonchus* y *Ostertagia*. Según Vázquez (citado por Soca, 2002) aún son poco claros los mecanismos que favorecen el desenquistamiento de las larvas para continuar el desarrollo de su ciclo biológico; la única evidencia que se tiene es el cambio en los niveles hormonales.

Quiroz (2002) planteó que el período de hipobiosis o desarrollo larvario tisular en letargo temporal, tiene un papel muy importante en la epidemiología de las estrongilosis gastrointestinales, ya que permite que la cuarta larva se conserve en la pared intestinal durante el período o estación en que las condiciones climáticas y ambientales generalmente no son favorables para el desarrollo de los estados evolutivos fuera del huésped; ello favorece que el parásito no envejezca y que cuando las condiciones se vuelvan favorables, los huevos que salen tengan más posibilidades de sobrevivir y, por tanto, establecer un nuevo ciclo biológico.

1.3 Epidemiología

1.3.1 Distribución geográfica y estacional

Según Vázquez (2000) la presentación de los géneros de nemátodos gastrointestinales varía de acuerdo con la localidad geográfica y las condiciones climáticas; *Ostertagia* y *Nematodirus* dominan en regiones templadas nórdicas y subpolares; *Haemonchus*, *Strongyloides* y *Oesophagostomum* dominan en el Cinturón Ecuatorial entre los paralelos 30° al Norte y al Sur. Por su parte los *Trichostrongylus*, al igual que la *Cooperia*, son cosmopolitas, aunque este último en menor proporción.

En estudios realizados en Argentina por Rossanigo y Silva Colomer (1993) y Aguirre *et al.* (2000) se observó que la mayor frecuencia y las mayores infestaciones correspondieron a los géneros *Haemonchus*, *Trichostrongylus* y *Teladorsagia* en orden de importancia durante todo el año; sin embargo, el género *Trichostrongylus* tuvo una marcada tendencia estacional, con una mayor persistencia en primavera. Por su parte *Haemonchus* y *Trichostrongylus* predominan en Francia (Paolini *et al.*, 2005), Indonesia (Bariajaya y Copeman, 2006), Sudáfrica (Burke *et al.*, 2007), Australia (Besier, 2008), Estados Unidos (Burke y Miller, 2004) Centro y Suramérica (Vázquez, 2000) y el Caribe (Mahieu *et al.*,

2007). Sin embargo, en varias zonas de México se han realizado varios estudios para detectar nemátodos gastrointestinales en pequeños rumiantes y se demostró que el género de mayor prevalencia durante todo el año fue *Haemonchus* (Figueroa y Vega, 1993; González, 2006; Rojas *et al.*, 2007).

1.3.2 Larvas en pasto

En la gran mayoría de los estudios epizootiológicos de los nemátodos gastrointestinales en rumiantes en condiciones de producción, en animales en pastoreo/ramoneo, se determina el comportamiento de dichos entes en su fase endógena; sin embargo, la dinámica de las larvas en el pasto reviste gran significación, debido a la forma de transmisión de la mayoría de los estrongídeos gastrointestinales.

En el desarrollo de los ciclos exógenos de estos parásitos las heces fecales desempeñan un papel preponderante, debido a que a través de estas los huevos salen fuera del huésped (Soca, 2005). Las heces constituyen verdaderas “incubadoras” sobre las praderas pastoreadas, en las que se desarrollan las larvas hasta alcanzar el estadio infestivo. Las particulares condiciones microclimáticas de las bostas hacen de ellas un reservorio para las larvas infestantes, del cual van migrando a la hierba a medida que las condiciones externas son favorables (Almería y Uriarte, 1999).

La información concerniente a la estacionalidad de la infectividad de la vegetación, permite entender la dinámica de la transmisión de las enfermedades parasitarias y es la base para el establecimiento de estrategias de control de nemátodos gastrointestinales (Barger, 1999). Según Torres-Acosta *et al.* (2000), la tasa de infestación es el número de larvas infestantes de nemátodos gastrointestinales ingeridas en la vegetación por día de alimentación de un rumiante; esta variable es de gran importancia y determina la cantidad de nemátodos gastrointestinales presentes en los rumiantes en pastoreo.

La información referente a la prevalencia estacional de nemátodos gastrointestinales en pequeños rumiantes en el trópico es escasa; solo se han realizado algunos estudios del monitoreo de huevos por gramo de heces (hpg) (Torres-Acosta y Domínguez, 2001; Arece, 2005) y la posterior identificación de las larvas infestantes.

La mejor manera de cuantificar la variación estacional de la infectividad del pasto es colectando muestras de vegetación que sean representativas y estimando posteriormente el número de larvas de diferentes especies por kilogramo de vegetación; no obstante, en los

ecosistemas donde la vegetación es variada, incluyendo árboles y arbustos, no es posible obtener muestras representativas (Torres-Acosta *et al.*, 2000). Esto es mucho más evidente en las cabras por sus hábitos de consumo, que seleccionan diferentes proporciones de plantas que varían durante todo el año.

En países tropicales y subtropicales se encuentran creadas las condiciones edafoclimáticas para el desarrollo de las larvas de tercer estadio (infestantes). Variables climatológicas como la temperatura y la humedad relativa fluctúan alrededor de 20°C y 80%, las cuales se consideran óptimas para el desarrollo de dichos estadios (Vázquez, 2000).

En estas zonas, la dinámica poblacional de las L₃ de nemátodos gastrointestinales en pasturas ha sido estudiada en Nigeria, Ghana, Kenya, Australia, Cuba, México y Costa Rica (Delgado, 1983; Chiejina y Fakae, 1984; Fabiyi y Copeman, 1986; Delgado, 1989; Domínguez *et al.*, 1993; Waruiru *et al.*, 1998; Liébano *et al.*, 1998; Soca, 2005; Guerrero *et al.*, 2007). Además, se ha encontrado una alta correlación entre la cantidad de L₃ en pasturas y precipitación pluvial (Rossanigo y Gruner, 1994).

Altaif y Jacobs (1987), Aumont *et al.* (1996) y Fonseca *et al.* (2004) en Iraq, Guadalupe y Cuba, respectivamente, encontraron la mayor densidad de larvas en período lluvioso. Este comportamiento se atribuye a los efectos positivos de las precipitaciones, la temperatura y la radiación solar en el proceso de desarrollo y sobrevivencia de las larvas en el pasto (Arece, 2005). No obstante, existen ligeras variaciones en la supervivencia de las larvas de tercer estadio por géneros, en función a las condiciones edafoclimáticas (Guerrero *et al.*, 2007).

1.4 Métodos de diagnóstico de los estrongílicos gastrointestinales en rumiantes

Las parasitosis gastrointestinales en los rumiantes se caracterizan por lo general por un cuadro clínico peculiar, que es muy útil en el diagnóstico de estas enfermedades. Sin embargo, algunas enfermedades etiológicamente distintas pueden llegar a presentar cuadros similares y fácilmente confundir tal diagnóstico. Por su parte, los estudios epidemiológicos así como de los factores predisponentes, constituyen útiles herramientas en el apoyo diagnóstico; no obstante, estas herramientas deben ser complementadas con diagnóstico clínico, coprológico, post mortem y diferencial (Mendoza de Gives, 2000).

1.4.1 Diagnóstico clínico

Una forma de presentación común de la gastroenteritis parasitaria en los rebaños de pequeños rumiantes es la forma subclínica, en la cual los signos clínicos son muy poco manifiestos; sin embargo, esta presentación es muy importante pues influye directamente en la disminución de la ganancia de peso, la cual muchas veces no es percibida por el productor (Kaplan *et al.*, 2004). Para poder detectar esta forma de presentarse la enfermedad y atacarla en el momento preciso que aparece, es necesario establecer un mecanismo rutinario de diagnóstico.

A diferencia de la forma subclínica, cuando se sospecha de un problema de parasitosis gastrointestinal en un rebaño, algunos signos clínicos son una valiosa ayuda en el diagnóstico de estas enfermedades. Por lo general se presenta debilidad y decaimiento, aislamiento de los animales, pelo hirsuto y pérdida de peso, que puede variar en función de la resistencia de cada animal, llegando a observar enflaquecimiento progresivo, hasta hacerse patente un estado caquético. También se observa la presencia de diarrea acuosa, profusa y fétida; además de anemia, que se manifiesta en diversos grados de palidez de las mucosas, principalmente ocular y gingival, y la presencia de edemas subglosianos. En casos extremos puede ocurrir la muerte de algunos animales, que en la necropsia presentan en el tracto gastrointestinal una gran cantidad de parásitos (Mendoza de Gives, 2000).

1.4.2 Examen macroscópico de las heces

La investigación de las heces no solo complementa la exploración clínica, sino que, con frecuencia, por sí sola proporciona conclusiones diagnósticas decisivas. No debe prescindirse de ellas sobre todo en presencia de heces de consistencia más fluida, suelta y pastosa que lo normal; esto permite suponer la existencia de un cuadro parasitario (Marek y Mocsy, 1973).

El cambio de color que sufren las heces, sobre todo en los pequeños rumiantes, constituye igualmente un signo diagnóstico preliminar (en el caso de los estrongílicos) (Chamizo, 1997). Esta anomalía puede estar condicionada por hemorragias intestinales y dependiendo de la zona afectada resultará el color. Cuando es producida en la última porción intestinal, los excrementos son de color rojo brillante; mientras que, el aspecto de heces producidas

por hemorragias en los primeros segmentos del tubo intestinal sugiere una coloración más oscura y son fétidas (Quiroz, 2002).

Según Marek y Mocsy (1973) en las heces de rumiantes pudieran aparecer diferentes estructuras que no son de naturaleza parasitaria, fácilmente identificables, como los restos de tejidos vegetales, entre otras. Esto pudiera representar una dificultad a la hora de emitir un diagnóstico si el que lo realiza no tiene la suficiente especialización.

1.4.3 Examen coproscópico de las heces

Cuando existen afecciones gastrointestinales, con adelgazamiento, retardo del crecimiento, pelo hirsuto, heces coloreadas, edemas subglosianos en algunos casos, mucosas pálidas y anorexia, es preciso realizar un estudio microscópico de las heces para asegurar el diagnóstico sobre todo si microscópicamente no se hayan estructuras que den algún indicio de infestación parasitaria (Chamizo, 1997). Esto reviste mayor importancia en los pequeños rumiantes de regiones tropicales y subtropicales, en pastoreo (Mahieu *et al.*, 2005).

Los exámenes microscópicos de las heces normalmente se realizan para la identificación de estadios inmaduros y huevos de parásitos.

Los métodos más utilizados en el diagnóstico de nemátodos son los de enriquecimiento, que tienen como principio la diferencia de peso específico entre los huevos y las diferentes soluciones que son utilizadas tales como: silicato sódico, glicerina, yodomercurato potásico, cloruro de sodio y azúcar (Vadja *et al.*, citados por Marek y Mochis, 1973). El mayor o menor peso específico de los huevos determina la denominación de la técnica y puede ser flotación o sedimentación, según corresponda.

Existen diferentes técnicas: cualitativas (sedimentación, extensión directa, flotación) y cuantitativas (McMaster) (Rodríguez *et al.*, 1987; Rodríguez *et al.*, 2003). En las primeras solamente se determina la presencia o no de huevos de parásitos que sugieren infestación, y en la segunda la cantidad de huevos por gramos de heces (Molento *et al.*, 2004a). En el diagnóstico de los strongílidos las más importantes son la flotación y la técnica de McMaster (Arece, 2005); ambas poseen el mismo principio de menor peso específico de los huevos y mayor peso de la solución (1 200-1 230 g/L).

La técnica de flotación propiamente dicha se utiliza para determinar niveles de infestación (Soca, 2005) y se interpreta mediante cruces (+); sin embargo, según Rodríguez *et al.* (2003), la presencia de huevos en las heces proporciona una evidencia de que el animal está parasitado; pero si grandes cantidades de huevos confirman un diagnóstico, la ausencia de ellos no significa que el animal no padezca una helmintiasis, por ser un método cualitativo.

Por otra parte, la técnica cuantitativa McMaster es un método de diagnóstico práctico y barato que normalmente se realiza *in vivo* (Molento *et al.*, 2004a); sin embargo, tiene el inconveniente de que la eliminación de formas parásitas en las heces no siempre se corresponde con el nivel de infestación del animal y, por tanto, no indica un 100% de fiabilidad en cuanto a la intensidad de infestación, aunque constituye el método más utilizado a nivel internacional (Wood *et al.*, 1995; Schoenian, (2003); Molento *et al.*, (2004b); Viola- Resconi *et al.*, (2005). Su principio físico es el mismo que el de la anteriormente descrita, con la diferencia que se cuentan los huevos que aparecen en las áreas rayadas de la cámara de McMaster y se estima el número de huevos contenidos en un gramo de heces, mediante un algoritmo matemático que se basa en la cantidad de heces utilizadas, el volumen de solución salina y las características de la cámara (Arece *et al.*, 2002). Estos autores emplearon 3 g de heces y 42 mL de solución salina ($d = 1\ 200\text{ g/L}$); en estas condiciones cada huevo encontrado equivale a 50 huevos por gramo de heces como nivel de infestación parasitaria.

Los nemátodos no presentan una distribución aleatoria en el tracto gastrointestinal de sus hospederos, sino una tendencia a estar agregados, con varianza superior a la media (Cabaret *et al.*, 1998); por lo tanto, es necesario estimar con precaución la enfermedad clínica a partir del conteo fecal de huevos.

La clasificación genérica a través de la identificación de los huevecillos de estrongílicos de rumiantes (con excepción de *Nematodirus* y *Marshallagia*) resulta muy difícil de realizar, debido a la similitud de estos. La presencia de huevos de los miembros del orden *Strongylida* no garantiza que se ofrezca un diagnóstico genérico exacto (Arece, 2005). Según Valle (1978) para una mayor precisión y rigor científico debe utilizarse el método larvoscópico, donde se puede diagnosticar el género del nemátodo mediante la identificación de las L₃. Este estadio se puede obtener en el laboratorio al realizar

coprocultivos, para lo cual es necesario propiciarles a las heces condiciones de humedad, temperatura y oxigenación (Viola -Resconi *et al.*, 2005).

En Cuba, por su aplicabilidad y capacidad de modificación, se destacan: el cultivo en placa Petri (Rodríguez *et al.*, 2003), el cultivo en tubo de ensayo (Rodríguez-Diego *et al.*, 1980) y el método de los frascos de Roberts y O'Sullivan (1952).

Luego de esperar un tiempo prudente de incubación (10-14 días) para el desarrollo de las larvas de tercer estadio previas condiciones de oxigenación, temperatura y humedad, se procede a identificarlas. Posteriormente se identifica una cantidad representativa de larvas del tercer estadio y, basado en sus características morfológicas mediante claves descritas (Valle, 1978; Gruner y Raynaud, 1980), se expresan como el porcentaje que ocupa cada género en el conteo fecal de huevos.

Existen diferentes vías para la identificación específica, las cuales se basan en sus características morfológicas y/o moleculares. Dentro de ellas se puede mencionar la utilización de las características morfométricas de los parásitos, caracterizada por su baja exigencia tecnológica y elevada fiabilidad, por lo que se puede considerar que es una práctica de mucha utilidad (Arece, 2005).

Estos métodos de identificación, tanto de larvas como de parásitos adultos en la necropsia así como la determinación del conteo fecal de huevos, permiten determinar la prevalencia genérico-específica de estrongídeos gastrointestinales en una zona determinada y esto, a su vez, representa una información epizootiológica importante a la hora de establecer una estrategia de control parasitario.

1.5 Control de estrongídeos gastrointestinales en pequeños rumiantes

El control de los estrongídeos gastrointestinales en pequeños rumiantes en los últimos años, se ha convertido en reto para científicos, farmacólogos, empresarios, extensionistas y productores en sentido general, debido al incremento de la resistencia antihelmíntica (Sangster, 2001). Se ha descrito resistencia a la gran mayoría de las drogas comúnmente utilizadas (Sangster, 1999; Jackson y Coop, 2000; Silvestre *et al.*, 2002) así como a los compuestos de última generación (Artho *et al.*, 2007, Papadopoulos; 2008), lo que ha representado una alarma por la incidencia negativa que producen las infestaciones de

nemátodos gastrointestinales en los rebaños de pequeños rumiantes, sobre todo en zonas tropicales y templadas.

A partir de los años 60's, cuando aparece el primer antihelmíntico de amplio espectro (Tiabendazol), surge una nueva era en el control de los NGI, caracterizada por el uso exclusivo de antihelmínticos y la ausencia de un método de diagnóstico adecuado, lo que origina el uso indiscriminado de los antihelmínticos (Cuellar, 2007).

1.5.1 Control químico

El uso de compuestos químicos antiparasitarios, desde hace muchos años constituye la principal forma de control de los parásitos de los animales domésticos. Con el descubrimiento de la fenotiazina en los años 40, y posteriormente otros compuestos que a medida que fueron surgiendo poseían menor toxicidad y dosificaciones, el control de parásitos de los animales domésticos experimentó un exponencial desarrollo (Mac Kellar y Jackson, 2004). Poco tiempo después de haber descubierto el antiparasitario de mayor espectro y eficacia conocido, como lo fue la ivermectina, se reportó resistencia antihelmíntica (RA) ante esta droga (Carmichael *et al.*, 1987), lo que motivó a la comunidad científica a intensificar la investigación al respecto.

La dependencia total a un solo método de control de NGI, particularmente cuando existe RA, ha demostrado ser muy poco sustentable y eficiente a largo plazo, sobre todo en aquellos lugares donde el sustento de los animales se lleva a cabo únicamente mediante el pastoreo (Barger, 1996; Waller, 1997a); sin embargo, la tecnología no-química disponible no es capaz de sustituir completamente a las drogas, por lo que extender su “vida útil” es una necesidad impostergable para el productor, los gobiernos y la industria farmacéutica (Nari y Eddi, 2002).

1.5.1.1 Clases de antihelmínticos

Las drogas antihelmínticas se dividen en cinco clases, en función de su modo de acción (Roepstorff y Nansen, 1998):

- *Clase I. Benzimidazoles y pro- benzimidazoles.* Dentro de esta clase se incluyen, en los *benzimidazoles*: tiabendazole, cambendazole (BZD tiazólicos); parabendazole, mebenbendazole, flubendazole, ciclobendazole, oxibendazole, luxabendazole, albenbendazole, ricobendazole, fenbendazole, oxfendazole (BZD metilcarbamatos);

triclabendazole (BZD halogenados); en tanto los *pro-benzimidazoles* contemplan: netobimin, febantel, tiophanato.

- *Clase II. Imidazotiazoles y tetrahidropirimidinas.* Dentro de los *imidazotiazoles* está incluido el levamisol, tetramisol y butamisol, mientras las *tetrahidropirimidinas* están representadas, fundamentalmente, por el pirantel y el morantel.
- *Clase III. Avermectinas (AVM), milbimicinas y piperazina.* Esta clase de antihelmínticos está compuesta por dos tipos de drogas: las *milbimicinas* (moxidectin, nemadectin, entre otras) y las *avermectinas* (abamectina, doramectina e ivermectina).
- *Clase IV. Salicilanilidas y nitrofenoles sustitutos.* Dentro de las *salicilanilidas* se destaca el closantel además de clioxanida, oxiclosanida y rafxanida que tradicionalmente se utilizan más por sus efectos trematocidas que nematicidas.
- *Clase V. Antagonistas de la acetilcolina-esterasa.* Las drogas de esta clase son compuestos organosfosforados y su uso tiene cierta restricción, dentro de ellas se mencionan al dichlorvos, el haloxon y el neguvon.

1.5.1.2 Antihelmínticos de mayor uso en pequeños rumiantes

A pesar de clasificarse en cinco clases y ser representados por variados antihelmínticos, solo un reducido número de estos pueden ser utilizados legalmente según la FDA (del inglés, Food and Drug Administration) en el control químico de los helmintos de pequeños rumiantes (Schoenian, 2005). Entre los compuestos avalados por la FDA para desparasitar ovejas y cabras se encuentran antihelmínticos cuyos principios activos responden a: albendazol, levamisol, fenbendazol, morantel, ivermectina, moxidectina y doramectina.

Por su parte, varios investigadores de países como Alemania, Argentina, Australia, Bélgica, Brazil, Grecia, India, Kenya y Malasia, (Bauer *et al.*, 1988; Eddi *et al.*, 1996; Love *et al.*, 1992; Dorny *et al.*, 1993; Amarante *et al.*, 1997; Papadopoulos *et al.*, 1994; Gill, 1996; Waruiru *et al.*, 1998; Sivaraj *et al.*, 1994) coinciden en que los antihelmínticos más utilizados en pequeños rumiantes son los benzimidazoles, el levamisol y las avermectinas.

A pesar del vertiginoso desarrollo de compuestos antihelmínticos ocurrido en las décadas de 1960 a 1980 y el posterior surgimiento de otros antihelmínticos de mayor espectro y persistencia, en Cuba; como consecuencia de las limitaciones económicas por factores

externos y la dificultad consecuente para obtener las materias primas para la elaboración de antihelmínticos, se utilizan frecuentemente el Levamisol® (10%), Labiomec® (Ivermectina 1%) y Labiozol® (Albendazol sulfóxido). Esto constituye una limitante en la realización de un correcto esquema de desparasitación si se tienen en cuenta varios principios que a continuación serán expuestos.

1.5.1.3 Frecuencia de desparasitación

El incremento en la frecuencia de desparasitación para el control de la nematodiasis gastroentérica realizada por el productor o por el técnico parece estar fuera de control, sobre todo en las explotaciones de climas tropicales. Es común que las autoridades sanitarias, e incluso los investigadores sugieran en sus programas de extensionismo que los pequeños rumiantes deben ser desparasitados con frecuencia mensuales o bimestrales (Cuellar, 2007). Esta tendencia es particularmente riesgosa cuando el intervalo entre dosificaciones se acerque al período prepatente del géneros o especie a controlar (Fiel *et al*, 2001); de ahí que la tendencia actual deba ser la aplicación de antihelmínticos, solo cuando sea necesario y el parasitismo comprometa la producción.

En estas condiciones, el método de diagnóstico óptimo desempeña, cada vez más, una importancia medular. Es por esto que los intervalos de desparasitación de los animales deben estar sujetos al conocimiento previo del comportamiento epizootiológico de los strongílidos gastrointestinales y a factores como la persistencia de los antiparasitarios, el estado inmunológico del rebaño, la categoría animal, etc.

La frecuencia de desparasitación es uno de los elementos de mayor debate internacional en la aparición de resistencia a los fármacos antiparasitarios. En este sentido, en los Estados Unidos de Norteamérica Reinemeyer *et al.* (1992) encontraron varias explotaciones de pequeños rumiantes con población de parásitos resistentes al levamisol, debido a su uso reiterado.

El uso prolongado de levamisol desarrolla la resistencia antihelmíntica aun con una baja frecuencia de tratamientos anuales en vacunos y más fácilmente en pequeños rumiantes (Geerts *et al.*, 1987). Por su parte, Van Wyk *et al.* (1989) y Shoop (1993) reportaron RA de *Haemonchus contortus* en Sudáfrica y Nueva Zelanda, respectivamente, a ivermectina utilizada frecuentemente, incluso combinada con otras drogas.

Las cabras, al ser más susceptibles ante las infestaciones por NGI que los ovinos, son tratadas con drogas antiparasitarias con una mayor frecuencia, factor que supone una mayor presión de selección para ovinos que se crían junto con cabras, lo que multiplica la posibilidad de aparición de RA (Cuellar, 2007).

1.5.1.4 Rotación de antihelmínticos

Otro aspecto que afecta las estrategias de control químico de estrongílicos gastrointestinales en pequeños rumiantes, lo constituye la poca rotación de principios activos de los antihelmínticos (Fiel *et al*, 2001; Cuellar, 2007). Esto conlleva la selección de aquellos individuos que son genéticamente resistentes, los que transmitirán la característica a su descendencia. De esa manera, los siguientes tratamientos continuarán seleccionando, paulatinamente, el nivel de resistencia a la droga en cuestión, que no se hará evidente hasta que el antiparasitario se evidencie marcadamente ineficaz (Prichard, 1994). La evidencia sugiere que al menos después de la segunda desparasitación del rebaño se roten los antihelmínticos por otros de diferentes familias, para evitar la puesta en marcha de los mecanismos de resistencia de los parásitos y, consecuentemente, la resistencia cruzada.

1.5.1.5 Dosificación en pequeños rumiantes

La mayoría de los productores no pesan sus animales antes de desparasitar, sino que dosifican de acuerdo con el peso promedio del lote de animales calculado por ellos. Esto implica que se provoque una subdosificación a todos aquellos animales que estén por encima del peso promedio calculado (Torres, 2001).

En general la subdosificación es considerada un factor importante en la aparición de la RA (Edwards *et al.*, 1986); las dosis por debajo de lo requerido producen heterocigosis y NGI resistentes (Smith, 1990).

Este fenómeno de subdosificación ocurre con mayor frecuencia en rebaños caprinos, pues esta especie requiere una mayor cantidad de antihelmíntico que los ovinos, debido a que la farmacocinética y farmacodinámica de la mayoría de los antihelmínticos es diferente en las cabras (Reinemeyer *et al*, 1992). En la tabla 3 se muestran las dosis de los principales antihelmínticos utilizados en pequeños rumiantes (ovejas y cabras) (Hoste, 2000).

Tabla 3. Dosificación de los principales antiparasitarios en ovejas y cabras.

Molécula	Dosis en ovino mg/kg	Dosis en cabra mg/kg
<i>Benzimidazoles</i>		
Fenbendazol	55	10
Febantel	5	10
Oxfendazol	50	10
Tiabendazol	15	100
Mebendazol	3,8	30
Albendazol	7,5	7,6
Netobimin		15
<i>Imidazotiazoles</i>		
Levamisol	7,5	12
Pirantel	20	20
<i>Lactonas macrocíclicas</i>		
Ivermectina	0,2	0,3
Doramectina	0,2	0,2
Moxidectina	0,2	0,2
Espirinomectina	0,5	--

Fuente: Adaptado de Host (2000)

1.5.1.6 Resistencia antihelmíntica (RA)

La RA se define como el aumento significativo de los individuos de una población parásita, capaz de tolerar niveles de droga que ha probado ser letal para la mayoría de los individuos de la misma especie (Nari, 1987; Fiel *et al.*, 2001).

Es el resultado de la selección activa hecha por los propios antihelmínticos, de los genes que regulan los mecanismos fisiológicos y bioquímicos responsables de evadir el efecto letal de estos fármacos (Coles y Simkins, 1977).

La resistencia a compuestos con actividad antihelmíntica se produce más rápidamente en regiones como Australia, Nueva Zelanda, Gran Bretaña, Sudáfrica y Sudamérica, cuyas condiciones climáticas y sistemas pastoriles permiten la exposición a continuas reinfestaciones y la adquisición de altas cargas parasitarias, cuyos programas de control se basan en la utilización frecuente de antihelmínticos (Chandrawathani *et al.*, 2003).

Existen varios factores, algunos abordados anteriormente, que condicionan la aparición de RA. Entre estos se encuentran: el uso desmedido de antiparasitarios, las subdosificaciones, falta de rotación de las drogas, frecuencia incorrecta de desparasitación, diagnóstico lento, falta de comprensión del problema por parte de los productores, inadecuado diagnóstico,

desconocimiento epidemiológico, movimiento de animales con NGI resistentes y fases de los ciclos de vida de algunos parásitos (*H. contortus* y *Teladorsagia*).

Jabbar *et al.* (2006) encontraron hasta ese año un total de 70 reportes de NGI resistentes a antihelmínticos. Sin duda es una cifra alarmante, lo que sugiere una grave situación global si tenemos en cuenta que existen reportes de más del 50% de pérdidas en la producción de cabras lecheras en Estados Unidos de América como consecuencia de infestaciones por nemátodos gastrointestinales (Kaplan *et al.*, 2004).

Aun cuando el control químico es parte imprescindible en la lucha contra los NGI de los pequeños rumiantes, por sí solo no es la solución real por el fenómeno de RA. De ahí la importancia que revisten los métodos no-químicos de control y su integración con el método farmacológico.

1.5.2 Control no farmacológico

La dependencia total a un solo método de control de NGI, particularmente cuando existe RA, ha demostrado ser muy poco sustentable y eficiente a largo plazo, sobre todo en aquellos lugares donde el sustento de los animales se lleva a cabo únicamente mediante el pastoreo (Waller, 1997b).

Para poder llevar a cabo medidas adecuadas de control se requiere de un diagnóstico para determinar la presencia o ausencia de RA; esto se dificulta ante la falta de infraestructura necesaria para corroborar en el laboratorio los problemas sanitarios ocurridos a nivel de campo.

Por parte del productor se ha encontrado falta de comprensión o interés en el conocimiento y enfrentamiento del problema de la RA, aunado al escaso apoyo para la investigación del problema de RA en la salud animal, situación que se ha agravado en los últimos años y que cierra el círculo vicioso de la falta de opciones para disminuir la dependencia en drogas (Nari, 2003).

Recientemente se ha definido el término control integrado de parásitos (CIP), particularmente cuando existe RA y se pretende controlar.

Para el CIP se requiere de componentes importantes, como la disponibilidad de técnicas para el diagnóstico de RA, una verificación de la calidad de antihelmínticos, el conocimiento de la epidemiología parasitaria local y el cambio en la mentalidad al utilizar métodos menos dependientes de los antihelmínticos (Nari, 2003); entre éstos existen

diversos esfuerzos, con diverso grado de avance y algunos de ellos se describirán a continuación.

1.5.2.1 Manejo del pastoreo

Al ser el pastoreo el medio externo natural donde se desarrollan y sobreviven las larvas infestantes de los strongílidos gastrointestinales de mayor importancia en pequeños rumiantes, es posible su manipulación con el fin de reducir el riesgo de infestación.

Michel (1985) clasificó las estrategias de manejo del pastoreo para el control de nemátodos gastrointestinales en tres formas:

- *Preventivo*. Sugiere la permanencia de animales libres de NGI en pasturas limpias previamente y/o la desparasitación de los animales en lugares distantes del pastoreo, con la consiguiente cuarentena para evitar la eliminación fecal de huevos en el pastoreo.
- *Evasivo*. Esta se encuentra estrechamente relacionada con la evasión de las larvas en estadio infestante, por lo requiere de un conocimiento previo epizootiológico sobre el comportamiento de la población de NGI en el área en cuestión.
- *De dilución*. Refiere la eliminación fecal de huevos de NGI de animales con una resistencia natural adquirida.

1.5.2.1.1 Descanso de los potreros

Mediante este se pretende obtener pasturas seguras o eventualmente limpias de parásitos utilizando estrategias de manejo animal donde se busca minimizar la contaminación de praderas con larvas, se requiere de un conocimiento epidemiológico de la NGI. Ello exige conocer la supervivencia de los estadios libres en los diversos tipos de praderas y ecosistemas; al no haber contacto del hospedador con el parásito se produce una baja en la reserva de larvas infestantes por acción directa de los rayos solares y de la desecación en los potreros, por lo que se requiere desocupar el potrero por un tiempo suficiente para que ocurra mortalidad de las larvas (Barger, 1996).

La desventaja que presenta este tipo de manejo es que se requiere que los potreros permanezcan libres semanas o meses; por lo tanto, se produce una pérdida en la calidad del pasto por aumento del contenido fibroso y, en consecuencia, un menor consumo y digestibilidad en los animales. (Cáceres *et al.*, 2006).

1.5.2.1.2 Pastoreo rotacional

En este sistema los animales no ocupan siempre toda el área de pastoreo, sino que en momentos determinados existen áreas que se mantienen libres de animales. Los tiempos de pastoreo pueden variar en dependencia de la calidad, disponibilidad de forraje, la carga animal y la presión de pastoreo a la que esté sometida el área (Cuellar, 2007).

Si bien en estos sistemas las cargas parasitarias aumentan, los períodos de descanso pueden ser extremadamente largos para hacer declinar drásticamente los niveles de contaminación de la pastura; en países con clima templado la supervivencia de las larvas es relativamente larga, por lo que los períodos de descanso de los potreros pueden llegar hasta aproximadamente 90 días.

En climas tropicales, se ha obtenido un adecuado control de NGI con tiempos de pastoreo de 3,5 a 4 días y descansos de 31,5 días, debido a que existe una mortandad de larvas entre las cuatro y seis semanas luego de la contaminación (Barger, 1996).

Una de las ventajas que tiene este manejo es la continua reducción en la contaminación de las pasturas, con la consecuente disminución en la utilización de antihelmínticos.

1.5.2.1.3 Pastoreo mixto

Otra opción de interés es el pastoreo mixto entre distintos tipos de rumiantes, particularmente de bovinos y ovinos.

Además del mejor aprovechamiento de la cantidad de materia verde producida en el área de pastoreo debido a los distintos estratos en que consumen los animales, el pastoreo mixto favorece la disminución de la contaminación con larvas infestantes de NGI en la pradera, reduciendo el riesgo de infestación de los pequeños rumiantes (Cuellar, 2007).

Al introducir primero en el pastoreo a los bovinos, que mayores de un año presentan determinado nivel de resistencia/tolerancia a las infestaciones por NGI, estos actúan como limpiadores al consumir una gran cantidad de larvas en el pasto en estadio infestante; luego el riesgo de infestación de los ovinos disminuye considerablemente (Waller, 1997a). A esto se agrega la disminución considerable en la utilización de compuestos antihelmínticos para el control de los nemátodos.

1.5.2.2 Plantas con actividad antihelmíntica

La fitomedicina es una actividad humana milenaria; desde hace mucho tiempo algunos productores marginados, en su mayoría indígenas, han identificado plantas que mejoran la

condición y estado de salud de sus animales (Alejandre *et al.*, 2006). Además de esto, el origen o los principios activos de una gran parte de los fármacos utilizados hoy en la medicina, tanto humana como veterinaria, lo constituyen las plantas.

No obstante lo anterior, ante la situación de emergencia que representa la resistencia antihelmíntica, el aumento de los precios de los antihelmínticos, así como la insostenibilidad que sugiere para la industria farmacéutica la producción de nuevos compuestos antiparasitarios (muchas veces, meses después de salir al mercado ya se reporta resistencia) (Van Wyk y Malan, 1988; Jackson *et al.*, 1992); la utilización de plantas bioactivas en el control de los NGI constituye junto a otros aspectos una salida a los problemas que enfrenta la producción de pequeños rumiantes, sobre todo en países de clima tropical o templado (Hoste *et al.*, 2008a), que además de tener creadas las condiciones edafoclimáticas para el desarrollo de los estadios de vida libres de los parásitos (Mahieu *et al.*, 2005), es donde más se concentra la producción de pequeños rumiantes en el mundo (Dubeuf *et al.*, 2004).

En los últimos 15 años ha habido un crecimiento exponencial en la utilización de plantas bioactivas en el control de los NGI; sin embargo, no siempre se conoce el componente activo natural de las plantas utilizadas (Hoste *et al.*, 2008a).

La mayoría de los datos disponibles se refieren a trabajos *in vitro* (Marie-Magdeleine *et al.*, 2010), pero no se conoce la biodisponibilidad en animales parasitados. En general, en los trabajos *in vivo*, los compuestos vegetales han mostrado una baja eficacia y difícilmente igualan a los antihelmínticos sintéticos disponibles (Githiori, 2006).

En algunos de esos compuestos se han encontrado factores antinutricionales, lo que limita el consumo de los animales y, por lo tanto, la actividad antihelmíntica (Githiori, 2006).

En el trópico mexicano se han evaluado diferentes plantas con potencialidades para ser utilizadas en programas de control integrado de parásitos. Entre ellas se destacan la *Leucaena leucocephala* (Alonso-Díaz *et al.*, 2007), *Lysiloma latisiliquum*, *Acacia pennatula*, *Piscidia piscipula* y *Brosimum alicastrum* (Alonso-Díaz *et al.*, 2008).

En el caso particular de las cabras, no excluyen plantas con metabolitos secundarios (polifenoles) en su composición a la hora de seleccionar el alimento, lo que permite aprovechar dichos compuestos químicos en el control no convencional de NGI (Alonso-Díaz *et al.*, 2008).

En este sentido, Bevilaqua *et al.* (2010) demostraron el efecto del aceite esencial de *Eucalyptus staigeriana* en el control de NGI en cabras, tanto *in vitro*, como en condiciones de producción.

1.5.2.3 Selección de animales resistentes

Se ha descrito que, en condiciones normales, la minoría de los animales de un rebaño alberga la mayor cantidad de parásitos. La identificación de estos animales contribuiría a disminuir la cantidad de tratamientos antiparasitarios que se aplican en el rebaño y, por consiguiente, la disminución de la presión de selección a que están sometidas las drogas antiparasitarias en la actualidad.

La selección de animales resistentes constituye una opción muy atractiva (Matika *et al.*, 2003), ya que la utilización de dichos animales optimiza la eficacia del antihelmíntico y alarga su vida de utilización (González *et al.*, 2008).

El término *resistencia a nemátodos* ha sido definido como la habilidad de un hospedador para iniciar y mantener una respuesta que evite o reduzca el establecimiento de los parásitos o bien, elimine la carga parasitaria (Cuellar, 2007).

Los animales resistentes no son completamente refractarios a la enfermedad, solo albergan menos parásitos que los animales susceptibles y, por lo tanto, eliminan menos huevos en las heces.

Se ha demostrado que algunas razas de ovinos son más resistentes que otras a los nemátodos gastrointestinales. Algunas de las razas en las que se reportado esta resistencia son: Blackbelly (Yazwinski *et al.*, 1980), Florida (Torres *et al.*, 1994), St. Croix, Katahdin (Parker *et al.*, 1993), Red Maasai (Mugambi *et al.*, 1996), Nali (Singh *et al.*, 1997), Polaca de lana larga (Bouix *et al.*, 1998), Nativa de Louisiana (Miller *et al.*, 1998), Florida y sus cruza (Amarante *et al.*, 1999) y Castellana (Gómez *et al.*, 1999).

Por otro lado, se han realizado evaluaciones dentro de razas, y se encontró que existe una variabilidad genética individual, lo que ha obligado a la selección de aquellos animales con una reducida eliminación de huevos en las heces (Gauly *et al.*, 2004).

Dicha variabilidad probablemente esté basada en la capacidad individual de un animal para responder inmunológicamente contra los parásitos (Hoste *et al.*, 2008b) y es una característica altamente heredable (Sreter *et al.*, 1994a).

Parker *et al.* (1993) consideran que la ventaja de los animales resistentes es que en ellos se da un aumento en su producción y una reducción en la utilización de antihelmínticos, sin embargo, una desventaja es que requiere de un lento proceso de selección de animales resistentes.

1.5.2.4 Agujas de cobre

El sulfato de cobre (CuSO_4) en algún momento se empleó para el control de los NGI en los rumiantes; sin embargo, para su correcto funcionamiento el sulfato necesita llegar directamente al abomaso para encontrarse en un medio ácido donde los compuestos letales del cobre puedan ser liberados (Cuellar, 2007). Además, el Cobre (Cu) en forma de sulfato es más soluble y posee una mayor absorción en el tracto digestivo a diferencia del Cu en forma de óxido lo que justifica la actividad antihelmíntica de este último, pero no es conocido su mecanismo sobre los NGI (Ledoux *et al.*, 1995).

Burke y Miller (2007) determinaron la ineficacia del Cu en forma de sulfato en el control de NGI en cabras Boer, además de una disminución de la ganancia en peso alrededor de los 28 días de tratamiento. Sin embargo, las partículas o agujas de óxido de Cu, al ser colocadas en cápsulas de gelatina y administradas por vía oral, pasan a través del rumen y se alojan en los pliegues del abomaso donde liberan los iones de Cu, los cuales poseen efecto antiparasitario (Knox, 2002; Buerke *et al.*, 2004).

Las agujas de óxido de Cu pueden representar una opción estratégica para el control de los NGI que permite reducir las pérdidas en los pequeños rumiantes, sobre todo en cabras por la menor susceptibilidad al Cu (Burke y Miller, 2007), especialmente cuando se asocia a otro tipo de control.

En este sentido, Torres - Acosta *et al.* (2010) corroboraron en estudios, el efecto positivo de la aplicación de agujas de Cu en forma de óxido en el control de NGI en ovinos; no reportaron signos de toxicidad por el metal en los animales tratados y encontraron una alta correlación ($r = -0,42$; $P < 0,05$) entre el número de parásitos muertos y las concentraciones de Cu en los fluidos gástricos.

1.5.2.5 Uso de vacunas

Otro de los aspectos a tomar en consideración relacionados con el control de NGI sin duda lo constituye la vacunación. Es la opción más atractiva para reducir el uso de antihelmínticos aun cuando no se ha establecido la RA (Smith, 2008).

El avance más importante en las vacunas para los NGI ha sido la caracterización de antígenos protectores y antígenos ocultos; sin embargo, experimentalmente no se han logrado reducciones rápidas de la intensidad de NGI (Smith, 2008).

El antígeno oculto H11 de *H. contortus* (que es la designación abreviada para H110D, una glicoproteína integrante de la membrana obtenida de las microvellosidades intestinales de *H. contortus*) ha mostrado ser eficaz, probablemente por la relación específica del anticuerpo que inhibe la actividad enzimática del antígeno (Smith y Zarlenga, 2006). Este antígeno, junto al H-gal-GP, han sido definidos como los de mayor respuesta en el control de NGI en ovinos; sin embargo, en pruebas de campo realizadas con cada uno de forma separada no se obtuvo igual respuesta que con los dos actuando sinérgicamente (Smith, 2008).

A pesar de todos los esfuerzos realizados para el control de los NGI mediante la vacunación todavía existen contradicciones en los resultados y sus mecanismos.

La gran incógnita al respecto lo constituye el no reconocimiento de los antígenos por los hospederos durante la infestación (Smith, 2007).

Claramente el control de los NGI mediante la vacunación de los hospederos es un aspecto relativamente nuevo y que requiere de mayor investigación (Smith, 2008).

1.5.2.6 Control biológico

El control biológico utilizando enemigos naturales no es un concepto nuevo y actualmente, dado el desarrollo de la resistencia a los pesticidas, ha vuelto a adquirir importancia (Hogsette, 1999). La utilización de este tipo de control biológico se basa en una idea simple, aunque a veces de difícil implementación en países en vías de desarrollo. Esta consiste en establecer las especies de parásitos que se quiere controlar, para luego identificar las especies nativas o exóticas de artrópodos que sean sus enemigos naturales.

En el caso de los NGI, dentro de la gran variedad de enemigos naturales que aparecen los hongos nematófagos parecen ser los de mayor importancia (Chandrawathani *et al.*, 2004).

Existen más de 200 especies de hongos denominados nematófagos por ser capaces de utilizar nemátodos como fuente de nutrientes (Barron, 1997). Dentro de estos tienen especial importancia los hongos predadores, los cuales han desarrollado órganos especializados para atrapar larvas en movimiento. En términos prácticos, para que una especie de hongo nematófago pueda ser utilizada como un agente biológico de control,

tiene que ser capaz de pasar el tracto gastrointestinal del rumiante sin ser destruido y luego en el ambiente germinar, crecer, atrapar y destruir nemátodos en las heces. Últimamente los mayores esfuerzos de investigación han sido puestos en *Duddingtonia flagrans*, una especie de amplia distribución mundial, cuyas esporas han demostrado tener una capacidad superior para atravesar el tracto gastrointestinal (Larsen *et al.*, 1992).

En los estudios en que se ha evaluado *D. flagrans* en coprocultivos contra algunas especies de NGI de ovinos (*Ostertagia circumcincta*, *H. contortus* y *Trichostrongylus colubriformis*) se han encontrado porcentajes de captura de larvas con rangos entre 40 a 93% (González, 2006).

En climas cálidos (Malasia) se han indicado reducciones entre 80 y 90 % de las poblaciones larvarias en pasto, lo que implicó un menor empleo de antihelmínticos y ha permitido su integración en estrategias para reducir los niveles de infestación de los pastizales (Chandrawathani *et al.*, 2004). Por su parte, Peña *et al.* (2002) encontraron una reducción entre 82,8 y 99,7 % de larvas infestantes de *H. contortus* en ovejas en Estados Unidos de América.

Sin dudas el control biológico, sobre todo con el uso de hongos nematófagos, constituye una herramienta útil en el control integrado de NGI en pequeños rumiantes; sin embargo, existen algunas desventajas en la utilización de hongos nematófagos, pues González (2006) demostró que *D. flagrans* no impidió la reinfestación de corderos en pastoreo en clima cálido húmedo mexicano.

1.5.2.7 Suplementación alimentaria

Con el surgimiento de los antihelmínticos modernos cambió la concepción de productores, veterinarios e investigadores; sin embargo, el control químico solamente ha demostrado ser insostenible máxime con la aparición de resistencia creada por los NGI a la mayoría de los compuestos.

Como resultado surge el nuevo interés por métodos de control como la suplementación alimentaria, cuyo principio se basa en mantener la cantidad de nutrientes que se absorben y llegan a los tejidos productivos (músculo, hueso, etc.), así como proveer simultáneamente los nutrientes necesarios para la reparación de los tejidos dañados por los parásitos, la secreción de moco del intestino, el reemplazo de plasma y sangre, así como la respuesta inmune del hospedero (Coop y Colmes, 1996).

Existe abundante evidencia que indica que la suplementación de proteína dietética y/o aminoácidos permite mejorar la resiliencia y la resistencia contra los NGI en los pequeños rumiantes (Coop y Kyriazakis, 1999). Sin embargo, es un error estudiar el metabolismo proteico como un proceso independiente de la energía. Este último concepto de considerar la proporción proteína – energía de la dieta ha sido estudiado en los últimos años y todavía no existen muchos trabajos que consideren tal relación (Torres-Acosta, 2000).

Trabajos realizados con corderos infestados con *Trichostrongylus colubriformis* mostraron que la administración intraruminal de proteína reduce la cuenta de parásitos internos así como la eliminación fecal de huevos (Torres-Acosta, 2000).

Se ha demostrado además que altos niveles de suplementación en ovejas y cabras alrededor del parto permiten contener la relajación peripartal de la inmunidad y reducir la población de NGI (Torres-Acosta, 2000; Hoste *et al.*, 2008b).

Cada vez hay más evidencias de que la suplementación proteica puede ser utilizada como complemento en el control estratégico de los NGI; sin embargo, es necesario tener en cuenta aspectos relacionados con la respuesta en cada una de las especies de pequeños rumiantes y no extrapolar resultados de una a otra. Esto queda claramente fundamentado en la menor respuesta ante la suplementación con fuentes de NNP en cabras, a diferencia de los ovinos en los cuales es mucho más efectivo dicho efecto. Para la adopción de esta estrategia en el control de NGI en pequeños rumiantes se deben investigar fuentes de proteína de fácil disponibilidad para los productores (Torres-Acosta, 2000).

1.5.2.8 Desparasitación selectiva

Ante el surgimiento de la emergencia que representa el fenómeno de la resistencia que adquirieron los parásitos gastrointestinales a los antihelmínticos utilizados para su control, surgió la necesidad de establecer nuevas opciones de manejo, que aparte de solucionar el problema citado también se puedan aplicar fácilmente, de manera tal que los costos de implementación sean poco significativos para las explotaciones involucradas.

De esta manera se desarrolla el método FAMACHA© como una alternativa a nivel de campo, diseñada con la intención de aportar a los productores una forma fácil y práctica de identificar animales severamente afectados por *H. contortus* (Van Wyk y Bath, 2002) cuyo principio se basa en la desparasitación selectiva de los animales en función a la coloración de la mucosa ocular mediante el uso de una carta de colores (Figura 1) (Kaplan *et al.*, 2004).

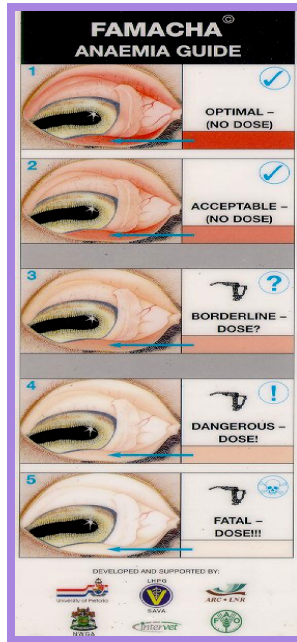


Figura 1. Carta de colores FAMACHA©

Se estima que cerca del 10% del volumen sanguíneo diario es consumido por *H. contortus* (Myers, 2004; Hutchens *et al.*, 2005), cuyas consecuencias inmediatas se manifiestan en una disminución de la condición corporal, pérdida del pelaje, decaimiento, anemia severa y bajos niveles de producción (Kaplan, 2004; Maurer, 2005).

La metodología FAMACHA© constituye una útil herramienta para el tratamiento selectivo de los animales clínicamente infestados, que inicialmente fue validado en un estudio realizado en el continente africano por la FAO (de su nombre en inglés, Food and Agriculture Organization) con la intención de uniformizar mejor este método de campo para su aplicación en cualquier explotación establecida (Bath *et al.*, 2001). Se ha evaluado con éxito en varios países localizados en las regiones tropicales y subtropicales del orbe; cabe destacar a nivel latinoamericano la incursión que han realizado en este método países como Brasil, Argentina, Uruguay y México (Miller y Waller, 2004).

Bath *et al.* (2001) y Van Wyk y Bath (2002) indicaron que la sensibilidad del método en cabras tiene valores entre 67-69%, por otro lado, Vatta *et al.* (2001) en un estudio realizado durante los veranos de 1998/1999 y 1999/2000 en granjas caprinas de bajos recursos económicos, indicaron que FAMACHA© demostró una sensibilidad de 76–85% respectivamente; esto se manifiesta en la aplicabilidad del método en explotaciones de cabras para identificar correctamente entre el 70-80% de los animales que necesitan tratamiento; además, aduce que la especificidad de FAMACHA© logró bajas proporciones (52-55%), por lo tanto una gran parte de los animales que no requieren tratamiento podrían ser tratados.

En los Estados Unidos fue validado en la región del sur por los miembros del Consorcio para el Control de Parásitos de Pequeños Rumiantes (SCSRCP) (Burke, 2005), y actualmente es considerado el componente más importante dentro de un programa diseñado para reducir el desarrollo de resistencia a los desparasitantes comerciales (Kaplan *et al.*, 2004).

Este método también promueve el desarrollo de la población en refugio, término que se incluye como un componente importante dentro de un adecuado programa de control de parásitos (Kaplan *et al.*, 2004; Silvestre *et al.*, 2010), debido a que permite dejar cierta población de animales sin ser sometida a tratamiento.

Esta proporción de animales sin desparasitar mantiene una carga parasitaria que no ha tenido contacto con el fármaco; de esta forma se reduce la posibilidad de que estos organismos incrementen la inmunidad contra el producto y que la transmitan a su descendencia a través de su ADN (Sangster, 1999). Los huevos producidos en esta condición son depositados en el forraje a través de las heces de los animales, desarrollan sus estadías larvares y el nuevo parásito con menor inmunidad se reproduce con parásitos inmunes, causando una dilución de esta característica; ello que aumenta la susceptibilidad a los productos y permite una mayor eficiencia de la práctica de desparasitación, prolongando a su vez la vida útil de las drogas, de esta manera se mantiene una población de parásitos sensibles y controlables (Burke y Miller, 2008).

Desde el punto de vista hereditario, este método se puede utilizar para realizar una selección de los animales que genéticamente son más capaces de resistir una infección con *H. contortus* (Bath *et al.*, 2001); según Burke (2005) y Kaplan *et al.* (2004) el 20% de los

animales de un hato presentan mayor susceptibilidad de infestarse con este parásito, llevar los adultos y, consecuentemente esparcirlos en las pasturas, lo que se traduce en la contaminación del resto de la camada; este grupo debe identificarse debidamente, ser tratado y, en la medida de lo posible, ser separado y retirado del hato.

A su vez, FAMACHA© también permite distinguir a aquellos animales que a pesar de estar contaminados con *Haemonchus*, logran reaccionar favorablemente a la infección y así mantienen su perfil productivo; sin embargo, esta propiedad es menos transferible genéticamente que la mencionada en el párrafo anterior (Schoenian, 2005).

La evaluación de los animales se debe hacer con regularidad, sobre todo en los grupos más propensos como es el caso de animales jóvenes, las hembras que están en las últimas dos semanas de gestación y hembras que acaban de iniciar su período de lactancia, debido a que el sistema inmunológico se ve deprimido durante estos períodos, lo que estimula que sean más susceptibles al ataque de este parásito (Burke, 2005). De acuerdo con Hutchens *et al.* (2005), las inspecciones con el método FAMACHA© deben efectuarse periódicamente para disminuir la carga sobre el desparasitante, anotación que se respalda con los resultados de esos autores en una prueba que realizaron durante el 2004 en diferentes hatos de cinco condados del estado de Kentucky, EE.UU., donde sorpresivamente solamente el 52% de los animales fueron desparasitados.

FAMACHA© es una técnica que, al complementarse con otras, logra aportar a los productores opciones más eficientes en el manejo de los problemas parasitarios en sus hatos (Molento *et al.*, 2004).

Las evidencias apuntan a la factibilidad de utilizar la metodología FAMACHA© en el control de NGI en pequeños rumiantes; sin embargo, no se debe usar de forma aislada, sino como un componente importante dentro de una estrategia. En este sentido, recientemente Kenyon *et al.* (2009) utilizaron la metodología FAMACHA© para desparasitar animales selectivamente, es decir, animales cuyos efectos en la producción se ven más marcados de forma negativa así como fisiopatológicamente; basados en el principio que el 80% de la población de NGI aproximadamente se concentra entre el 20 y el 30% de sus hospederos (Sreter *et al.*, 1994b). Esto permite mantener una población de NGI susceptibles (población refugio) a los antihelmínticos (Kenyon *et al.*, 2009), aspecto que debe ser considerado

como primordial en las desparasitaciones selectivas por la importancia que ello merita en el desarrollo de la resistencia antihelmíntica (Greer *et al.*, 2009)

1.5.2.8.1 Consecuencias epidemiológicas

La utilización de la metodología FAMACHA© como herramienta dentro de un programa de control parasitario en pequeños rumiantes, contribuye de manera considerable a la disminución de la presión antihelmíntica sobre la población total de parásitos, permitiendo aumentar gradualmente la proporción de animales resistentes/resilientes, si se incluye un plan de selección/refugio de los animales evaluados.

1.5.2.8.2 Posible combinación con otras estrategias

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 la utilización estratégica de un pastoreo diferido.

En nuestro país ha sido utilizada en ovinos Pelibuey, en diferentes categorías, como complemento de estrategias de control de strongílidos gastrointestinales, con resultados satisfactorios (Arece *et al.*, 2009); sin embargo, no se ha reportado ningún estudio en la especie caprina.

CAPÍTULO 2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Materiales y métodos generales

Las investigaciones se realizaron en un rebaño caprino lechero de la provincia de Matanzas, en el municipio Martí, durante el período comprendido de enero a diciembre de 2008. Se diseñaron tres experimentos como sigue:

Experimento 1. Identificación de las especies de strongílidos gastrointestinales que afectan el rebaño caprino.

Experimento 2. Aplicación de la metodología FAMACHA© en la detección de anemia y en la reducción de los niveles de infestación de NGI en cabras lecheras en condiciones de producción.

Experimento 3. Comportamiento de la población de NGI de cabras lecheras sometidas a tratamientos antiparasitarios selectivos.

2.1.1 Localización

El estudio se realizó en el establecimiento de un productor privado en Menéndez, municipio Martí, perteneciente a la provincia de Matanzas, Cuba. Ubicado en los 22° 57' 9" de latitud Norte y 80° 55' 0" de longitud Oeste.

2.1.2 Características del clima y el suelo

El clima se caracteriza por dos períodos bien definidos, uno lluvioso (PLL) de mayo a octubre, donde se registra aproximadamente el 70–80% de las precipitaciones, y otro poco lluvioso (PPLL), de noviembre a abril. La precipitación media anual fue de 737,1 mm; es considerado el municipio más seco de la provincia de Matanzas. La temperatura promedio es de 25°C, con una humedad relativa por encima del 80% (Herrera, 2009).

El relieve predominante es llano (llanuras carcásicas), con suelos del tipo Ferralítico Pardo sobre base de roca caliza, a lo que se debe su mal drenaje (Herrera, 2009).

2.1.3 Animales

Se utilizaron 70 cabras lecheras de dos fenotipos diferentes: 35 mestizas (Saanen × Criolla) y 35 Anglo–Nubian, en buen estado aparente de salud e identificadas de forma individual a través de tatuajes en una de sus orejas. Como promedio tenían 42,5 kg de peso corporal y edad aproximada de 5,5 años de edad, así como cuatro lactancias.

2.1.4 Descripción del sistema productivo

El estudio se desarrolló en un sistema de pastoreo que presentaba una vegetación arbustiva espontánea de *Dichrostachys cinerea*-*Acacia farnesiana* (90% del área) y el complejo pitilla-jiribilla (*Dichantium* spp.-*Brotriochloa* spp.) como pasto base, en un área de 58,3 ha. El rebaño estaba constituido por 312 caprinos (reproductoras, crías, animales en desarrollo-crecimiento y sementales) como rebaño único. Además de los caprinos existían 125 ovinos y 75 bovinos compartiendo la misma área de pastoreo.

La alimentación de los animales se basó, fundamentalmente, en el ramoneo de *D. cinerea* y *A. farnesiana*, así como el consumo de pastos naturales (*Dichantium* spp.-*Brotriochloa* spp.). Adicionalmente recibían 460 g/animal/ordeño (doble ordeño) con concentrado comercial (13,1% *PB*; 2,93 Mcal/kgMS *EM*; 5,8% *FB*; 85,6% *MS*).

Los animales se mantenían en pastoreo alrededor de nueve horas diarias, en dos sesiones, una en la mañana luego del primer ordeño y otra en la tarde posterior al segundo ordeño. En las noches eran trasladados a las naves de tenencia, las cuales poseían piso de tierra, donde permanecían hasta el siguiente día en un espacio vital de 0,7m²/animal, aproximadamente. Dichas naves se limpiaban diariamente de forma mecánica, lo que mantenía una buena higiene.

Los sementales se encontraban separados del resto del rebaño hasta el inicio de las campañas de reproducción, una entre los meses de julio y agosto (época en que se presentó la mayor cantidad de animales en celo) y otra más corta entre marzo y abril. En la primera campaña de reproducción se empleó un sistema de monta libre controlada; mientras que, en la segunda dirigió a los animales que no quedaron gestantes de la anterior.

El ordeño se realizó de forma manual dos veces al día, uno alrededor de las 5:00 am y el segundo a las 2:00 pm.

Las crías se separaron de la madre al quinto día de nacidos, luego de haber ingerido calostro suficiente, y posteriormente se asignaron a cabras nodrizas hasta su destete a los tres ó meses de edad.

Antes de la investigación se constató que las desparasitaciones se realizaban de forma arbitraria, sin la existencia de un plan de control parasitario y con el antihelmíntico de que se disponía. Los tratamientos antiparasitarios los realizaban los mismos productores sobre

la base de la estimación del peso vivo de los animales. Las reproductoras eran desparasitadas alrededor del parto, de acuerdo con experiencias previas obtenidas en la especie ovina.

2.1.5 Exámenes coproparasitológicos

Conteo fecal de huevos (CFH)

Con una frecuencia mensual y durante un año se extrajeron heces directamente del recto de los animales, de forma individual, para la determinación del CFH de estrongídeos gastrointestinales. Luego de extraídas, las heces se almacenaron en bolsas de nailon previamente etiquetadas y se transportaron en neveras refrigeradas al laboratorio de Parasitología de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. El CFH se determinó mediante la técnica McMaster modificada (Arece *et al.*, 2002). Para ello se utilizó una solución salina saturada con una densidad de 1 200g/L, donde cada huevo encontrado equivalía a 50 huevos de nemátodos por gramo de heces (hpg).

Coprocultivos e identificación de las L₃

Con el fin de obtener las larvas infestantes de los nemátodos presentes se realizaron coprocultivos con *pool* de heces, en cada muestreo. Para ello se emplearon aproximadamente 20 g de material y se incubaron por 11 días a temperatura ambiente a través de la técnica de Roberts y O’Sullivan (1952).

En cada muestreo se identificaron 100 larvas de tercer estadio basado en sus características morfológicas, mediante la clave descrita por Valle (1978), y se expresaron como el porcentaje que ocupa cada género en el CFH (Gruner y Raynaud, 1980).

2.2 EXPERIMENTO I. Identificación de las especies de estrongílidos gastrointestinales que afectan el rebaño caprino

2.2.1 Introducción

El conocimiento de la epizootiología de los nemátodos gastrointestinales es la base para cualquier acción encaminada hacia el control de dichos entes biológicos, a pesar de la probada eficacia de los diferentes métodos o alternativas del control integrado.

En la provincia de Matanzas se ha estudiado la epizootiología como herramienta para el diseño y evaluación de estrategias para el control parasitario, sobre todo en ovinos, en el cual se interrelacionaron diferentes aspectos que intervienen en el comportamiento parasitario (Arece, 2005). Este estudio ha permitido, en estas condiciones, el establecimiento y escalado a condiciones de producción de métodos de control parasitario; sin embargo, en el caso de las cabras los estudios sobre el parasitismo gastrointestinal se han realizado fundamentalmente en la región oriental del país (La O, 2001; Rojas, 2009).

La posibilidad de variaciones graduales en el comportamiento de los NGI como consecuencia de la influencia del cambio climático, producto de fluctuaciones de temperatura y humedad relativa a nivel global (van Dijk *et al.*, 2008) constituye la primicia para los estudios epizootiológicos más frecuentes con el objetivo de poder controlar eficazmente los NGI de los pequeños rumiantes sobre todo en los países de clima tropical.

Por lo antes expuesto en este experimento el objetivo fue: *identificar las especies de nemátodos gastrointestinales presentes en el rebaño caprino.*

2.2.2 Materiales y métodos

Obtención de los parásitos adultos

Para la obtención de los parásitos adultos se realizaron necropsias a diferentes animales durante todo el año, los cuales se sacrificaron mediante el método convencional. Después de eviscerados los animales, se separó el sistema digestivo en tres bloques: abomaso, intestino delgado e intestino grueso, y se introdujeron en bolsas de nailon, previamente identificadas, para su transportación al laboratorio en viales refrigerados, según la metodología propuesta por Valcárcel-Sancho *et al.* (2000).

En el laboratorio se realizó un tamizaje del contenido de cada uno de los compartimentos digestivos y se colectaron todos los especímenes presentes. Estos se conservaron en solución de formol al 3,5% y luego para lograr transparencia en las estructuras se le agregó lactofenol (Lukovich, 1981).

Identificación de especies

Para la identificación de las especies se tuvo en cuenta la morfología (tamaño, color, forma) y la localización, de acuerdo con los criterios de Soulsby (1988). Nos basamos además en las características morfométricas de las espículas de los machos (Soulsby, 1968; Archi *et al.*, 2003), la morfología de la aleta vulvar de las hembras del género *Haemonchus* (Soulsby, 1965; Soulsby, 1968; Giudici, 1999), la identificación estructural de la corona cervical y la vesícula cefálica del género *Oesophagostomum* (Soulsby, 1965; Kennedy *et al.*, 1998; Valcárcel-Sancho *et al.*, 2000).

Los ejemplares se sumergieron en lactofenol, con el objetivo de aclarar las estructuras externas. En el caso del género *Haemonchus*, por la similitud de las especies que lo conforman, se midieron tres estructuras: largo total de las espículas (LTE), distancia de la punta de la espícula derecha a su respectivo gancho (DGd) y distancia de la punta de la espícula izquierda a su respectivo gancho (DGi) (Arece, 2005). Las mediciones se realizaron con un micrómetro ocular Carl Zeiss®

Análisis y procedimientos estadísticos

Para el análisis de la información se empleó el programa Excel® de Microsoft® Office 2003®, mediante el cual se calcularon los estadígrafos de dispersión y de tendencia central (media y desviación estándar). En este mismo programa se empleó la función discriminante (FD) propuesta para la identificación de las especies del género *Haemonchus* (Jacquet *et al.*, 1997; Archi *et al.*, 2003), la cual se muestra a continuación:

$$FD = 0,0016 (LTE) + 0,128 (DGd) + 0,152 (DGi) - 9,97$$

Donde:

LTE- Largo total de la espícula

DGd- Distancia de la punta de la espícula derecha a la punta del gancho

DGi- Distancia de la punta de la espícula izquierda a la punta del gancho

Teniendo en cuenta el valor de la FD se determina la especie como sigue:

- $FD < 0,63$: *Haemonchus contortus*
- $0,63 < FD < 3$: *Haemonchus placei*
- $FD > 4$: *Haemonchus similis*

Debido a las diferencias evidentes entre la demás especies no se aplicó la función discriminante, sino que se observaron y cuantificaron las estructuras claves para su identificación y se aplicó solamente estadística descriptiva mediante el paquete estadístico SPSS® versión 15.0 para Windows®.

2.2.3 Resultados

Al analizar los resultados del estudio taxonómico, se identificaron tres géneros de estrongílicos gastrointestinales, *Haemonchus*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum*, en ese orden de importancia; y tres especies: *H. contortus*, *T. colubriformis* y *O. columbianum*, correspondientes a cada uno de los géneros identificados, respectivamente.

A continuación se realizará una descripción de los principales elementos taxonómicos para cada una de ellas.

Género *Haemonchus*

La identificación de forma individual de los machos adultos mostró la presencia de la especie *H. contortus* (figura 2) en la que hubo valores de la FD entre -3,6 y -2,2.

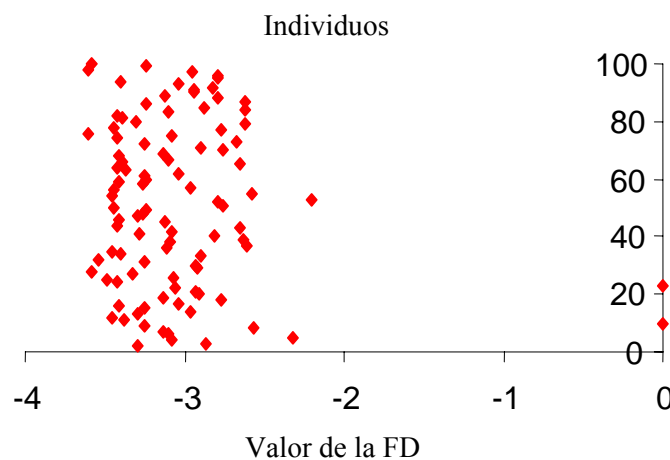
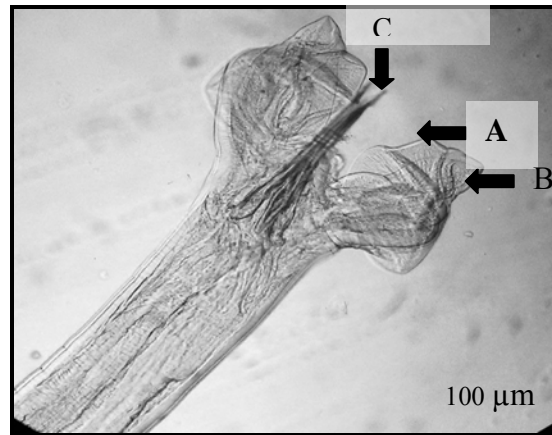


Figura 2. Distribución de la FD para *Haemonchus*

El género se caracterizó por presentar dos papilas cervicales bilaterales bien desarrolladas en forma de espigas, además de dos lóbulos laterales simétricos y uno dorsal asimétrico en la parte izquierda de la bolsa copulatriz en forma de “Y” (figura 3). En la figura 3 se muestra la simetría de las espículas de la bolsa copulatriz, así como las diferencias en tamaño de los ganchos en sus extremos distales (tabla 4)



.Figura 3. Bolsa copulatriz de un macho de *H. contortus*.

A) Lóbulo dorsal, B) Lóbulos laterales, C) Espículas

Tabla 4. Promedio (μm) y desviación estándar de las espículas de los machos de *H. contortus*.

Especie	Espícula (μm)		
	LTe	DGi	DGd
<i>H. contortus</i>	419,5 ($\pm 19,61$)	18,97 ($\pm 2,46$)	38,62 ($\pm 3,73$)

DGi Distancia de la punta de la espícula izquierda al respectivo gancho.

DGd Distancia de la punta de la espícula derecha al respectivo gancho.

LTe Largo total de la espícula

Los resultados del estudio de la aleta vulvar de las hembras de *Haemonchus*, mostraron un predominio de las aletas lisas (53,3%) (figura 4c) sobre las de forma de botón (40%) (figura 4a) y lingüiformes (6,7%) (figura 4b).

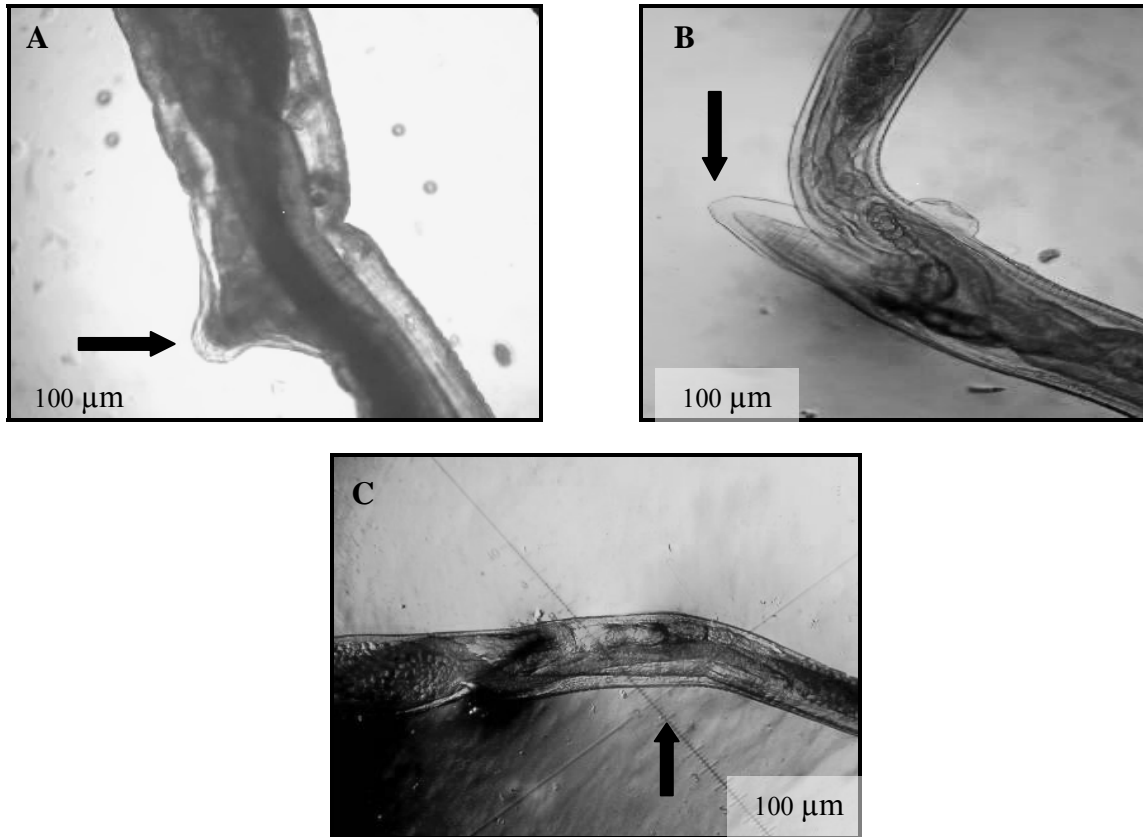


Figura 4. Morfología de la aleta vulvar de las hembras de *Haemonchus* spp
A) Bottonosa, B) Linguiforme, C) Lisa

Género Trichostrongylus

La especie identificada en el estudio fue *T. colubriformis*. Esta se caracterizó por presentar dos espículas simétricas en su bolsa copulatriz (figura 5); su lóbulo dorsal es reducido y posee una bifurcación del rayo dorsal cerca de la punta. Cada división de la bifurcación poseía una nueva subdivisión para formar una doble punta. El largo promedio de las espículas fue de 147,61 µm.

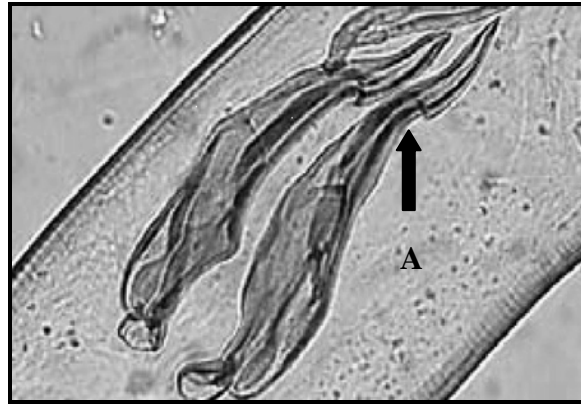


Figura 5. Bolsa copulatriz de *T. colubriformis*. A) Espículas
Género *Oesophagostomum*

La presencia de vesícula cefálica (figura 6) permitió identificar *Oesophagostomum columbianum*, además de las membranas laterales bien desarrolladas casi hasta el final del cuerpo del nemátodo. Son parásitos blanquecinos cuyo largo promedio es de 13,54mm. Poseen una bolsa copulatriz bien definida, el rayo dorsal se bifurca en dos ramas que siguen paralelas hasta el borde de la bolsa.

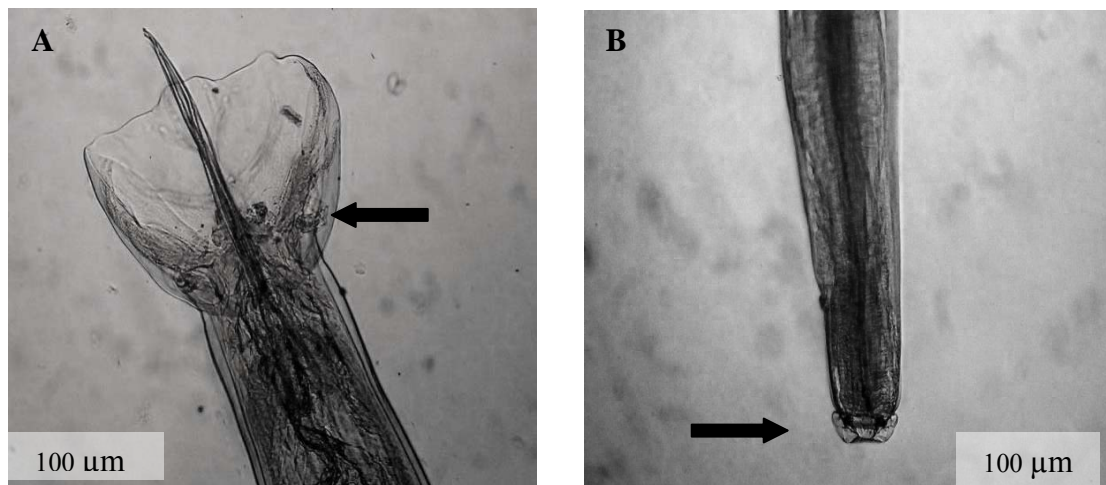


Figura 6. Macho de *O. columbianum*. A) Región caudal (espículas). B) Región anterior (vesícula cefálica)

2.2.4. Discusión

En el presente estudio se demostró que en las condiciones evaluadas, las nematodiasis gastrointestinales constituyen un problema sanitario relevante para los caprinos en condiciones de producción, representados por *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* ssp. *Oesophagostomum* spp.

La incidencia de estos géneros en el rebaño, parece ser el resultado de un largo proceso de adaptación de los parásitos a las diferentes zonas geo-ecológicas, debido al trasiego de animales en busca de mejoras productivas; a ello se suma el clima predominante en nuestro país, aspecto que favorece el desarrollo de los estadios larvarios de estos entes biológicos durante todo el año y a la susceptibilidad hospedera específica. En este sentido, Rossanigo y Silva-Colomer (1993) encontraron en un área subtropical de Argentina, que la mayor prevalencia de NGI en cabras criollas en sistemas extensivos correspondió a los géneros *Haemonchus*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum*.

Vázquez (2000), por su parte, consideró a *Haemonchus*, *Cooperia*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum* como los géneros de NGI más importantes desde el punto de vista epidemiológico, por encontrarse distribuidos en las más diversas zonas del planeta, tanto templadas como cálidas, variando en algunas regiones las especies predominantes de estos parásitos.

Este estudio confirma las investigaciones previas desarrolladas en Cuba, en las cuales se comprobó también el predominio de estas especies en rebaños de ovinos y caprinos (La O, 2001); Pérez y Rodríguez–Diego, (2005); Arece, 2005).

Dentro de las especies del género *Haemonchus* en Cuba se ha encontrado la concomitancia de dos de ellas (*H. contortus* y *H. placei*) en ovinos (Arece, 2005) y caprinos (Rojas, 2009), lo cual ha sido el resultado de un proceso de adaptación de la especie *H. placei* a los pequeños rumiantes. Los resultados del presente estudio demuestran la infestación monoespecífica por *H. contortus*.

Dentro de las hipótesis que se esbozan para la adaptación de la especie *Haemonchus* de los bovinos (*H. placei*) está el pastoreo mixto de bovinos y pequeños rumiantes; sin embargo, a pesar de que el rebaño compartía el área de pastoreo con los bovinos no se encontró ningún espécimen de *H. placei*.

Esta dominancia de *H. contortus* en los animales pudiera ser atribuida a una mayor adaptación a la respuesta inmune de su hospedero, como resultado de la constante exposición a los mecanismos de defensa desencadenados por este. En los caprinos, por poseer una menor respuesta inmunológica que los ovinos basada en su pobre habilidad para el establecimiento de las larvas infestivas de NGI (Hoste *et al.*, 2008b), esta adaptación de los parásitos se acentúa dando al traste con los resultados.

En este sentido, Le Jambre (1995) demostró la menor adaptación de larvas de *H. placei* a la respuesta inmunológica de ovinos cuando eran excluidas por larvas de *H. contortus* en ovinos bajo efecto de corticoides (Dexametazona). El hecho de que los NGI, sobre todo *Haemonchus spp.*, constituyan una limitante productiva durante toda la vida de los hatos de pequeños rumiantes y que en los bovinos solo tengan importancia en la primera etapa, permite a *H. contortus* desarrollar una mejor respuesta y, por consiguiente, poseer una mejor adaptación a sus hospederos.

La simpatría *H. contortus* - *H. placei* en rebaños caprinos ha sido reportada por diferentes autores. Achi *et al.* (2003) demostraron la concomitancia de estas dos especies del género *Haemonchus*, en caprinos en pastoreo mixto con ovinos y bovinos, en la zona de sabana de Costa de Marfil; mientras que, (Rojas, 2009) demostró dicho fenómeno igualmente en cabras del Valle del Cauto, en la provincia Granma. En ambos casos el predominio de *H. contortus* siempre fue por encima del 90%. En este mismo estudio realizado por Achi *et al.* (2003), quedó demostrada la especificidad hospedera del género *Haemonchus spp.*, pues a pesar de la simpatría encontrada entre *H. contortus* - *H. placei* en cabras y ovejas, *H. similis* - *H. placei* en *Bos taurus* y *Bos indicus*, la mayor prevalencia en el caso de los pequeños rumiantes fue de *H. contortus*; mientras que, en los bovinos predominó *H. similis*, aspecto que corrobora los hallazgos reportados en el presente estudio.

La conducta alimentaria de las cabras (ramoneo) y las condiciones del sistema en estudio, donde prevalecían las arbóreas (90%), dejaban entrever una mayor probabilidad de infestación de los bovinos con larvas provenientes de las heces de caprinos que de forma inversa. Así el estudio epizootiológico de ovinos y bovinos en el sistema al que se hace referencia, podría despejar muchas de las interrogantes a las que se hace referencia en este acápite.

La metodología para el estudio taxonómico (FD) ha sido utilizada con éxito para estudiar poblaciones naturales de *H. placei*, *H. contortus* y *H. similis* en países como Estados Unidos, Australia, Brasil, Argentina, Francia, entre otros. Aunque no ha sido validada por técnicas moleculares, está demostrado que la identificación por morfometría de las espículas está directamente correlacionada con la morfología de los cromosomas y brinda seguridad diagnóstica (Amarante *et al.*, 1997). Además es una técnica rápida y fácil de aplicar, así como muy económica.

Las mediciones realizadas a las espículas de los machos de *H. contortus* no mostraron diferencias en cuanto al tamaño entre los individuos de la misma especie. Los valores se encuentran dentro de los descritos por Espaine y Lines (1983) para *Haemonchus spp.*, quien reporta valores entre 300 y 500 μm . Sin embargo, las dimensiones tanto de las espículas como de los ganchos correspondientes a cada una de ellas, son mayores que las reportadas por Arece (2005) en ovinos Pelibuey en la provincia de Matanzas y Rojas (2009) en Granma en cabras criollas, quienes reportaron para *H. contortus* 395 y 398 μm , respectivamente. Por su parte, Borchert (1968) reportó valores entre 450 y 500 μm , resultando ser superiores a los encontrados en el presente estudio.

La forma lisa de la aleta vulvar dentro de las hembras de *H. contortus* predominó sobre la botonosa y lingüiforme. En Cuba Méndez y Cabo (citados por Arece, 2005) reportaron el predominio de este tipo de aleta vulvar en *H. contortus*. Por su parte Arece (2005) y Rojas (2009), en simpatrias de *H. contortus* y *H. placei* en ovinos Pelibuey y cabras criollas, encontraron igualmente como predominantes las hembras con aleta vulvar lisa sobre botonosa y lingüiforme.

Los reportes de *Trichostrongylus spp.* en Cuba hasta el momento, han sido de *T. colubriformis* en bovinos (Méndez y Cabo, 1980), *T. vitrinus* y *T. axei* (Méndez y Orta, 1981) en ovinos. El hallazgo de *T. colubriformis* en ovinos Pelibuey en la provincia de Matanzas fue el primer reporte de esta especie en este tipo de rumiante en nuestro país (Arece, 2005). Por su parte, Rojas (2009) identificó *T. colubriformis* igualmente, pero en cabras criollas en el Valle del Cauto, en la provincia Granma.

Los resultados de la necropsia helmintológica y posterior identificación en este estudio indicaron a *T. colubriformis* en el hato caprino evaluado. Estos resultados coinciden con los reportes Rojas (2009) para la misma especie de rumiante menor en el Oriente de Cuba. La identificación individual de las especies que componen este género se basa fundamentalmente en la morfología de las espículas de los machos y no resulta muy complicada su diferenciación, como en el caso del género *Haemonchus*. Las infestaciones severas por *T. colubriformis* son una causa frecuente de atrofia vesicular e hipertrofia de las criptas, según Roy *et al.*, (2004); no obstante los daños directos a sus hospederos por este NGI son mucho menores en comparación con los de *H. contortus* (Theodoropoulos *et al.*, 2001).

La sintomatología de *T. colubriformis* se reduce a diarrea de tipo crónica y se conjuga con una baja capacidad de ovoposición con la elevada capacidad de los rumiantes para establecer una inmunidad sólida contra ellas; mientras que en el género *Haemonchus* la inmunidad es lábil (Abbot y Maxwell, 2002), además de poseer un elevado ritmo de eliminación fecal de huevos, aspecto que dificulta su control (Kaplan *et al.*, 2004).

Respecto al género *Oesophagostomum* se encontró *O. columbianum*, que constituye dentro del género la especie más patógena de las dos reportadas para pequeños rumiantes (Ndao *et al.*, 1995; Waruiru *et al.*, 1995). En este sentido Arece (2005) y Rojas (2009) también reportaron la presencia de *O. columbianum*; el primero en ovinos Pelibuey en la provincia de Matanzas; mientras el otro reporte se realizó en cabras en el Oriente del país. También se halló que, especialmente en los pequeños rumiantes de otros países, la especie *O. columbianum* es la representante del género que más abunda (Rossanigo y Colomer, 1993; Olivares, 2001; Sissay *et al.*, 2007). La importancia de este strongílido radica en que constituye una de las principales causas de decomisos de los intestinos de pequeños rumiantes, por la presencia de nódulos caseosos en las paredes intestinales.

2.3 EXPERIMENTO 2. Evaluación de la metodología FAMACHA© en la detección de anemia y el nivel de infestación por NGI en cabras lecheras en condiciones de producción.

2.3.1 Introducción

La resistencia antihelmíntica (RA) de los nemátodos gastrointestinales en los últimos años se ha ido incrementando notablemente en los pequeños rumiantes (Kaplan *et al.*, 2004), especialmente en los trópicos húmedos, lugar donde los estadios de vida libre de nemátodos como *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis* encuentran las condiciones para su desarrollo durante todo el año (Mahieu *et al.*, 2005). Por su carácter hematófago *Haemonchus spp.* constituye uno de los principales enemigos de las producciones de pequeños rumiantes, en especial de las cabras, señalándose una disminución de la producción de hasta un 50% (Kaplan *et al.*, 2004). Sobre la base del concepto de control integrado de parásitos se ha enfrentado la situación de la RA de estos nemátodos, que incluye varios componentes entre los que se encuentran: el manejo del pastoreo (pastoreo mixto, rotación de potreros, descanso de potreros), el control biológico, la selección de animales resistentes (Camps *et al.*, 2007), la utilización de vacunas y plantas medicinales y la desparasitación selectiva de los animales en función de la coloración de la mucosa ocular (FAMACHA©) (Vatta *et al.*, 2001; Mahieu *et al.*, 2005).

La metodología FAMACHA© fue creada en Sudáfrica y se basa en el tratamiento selectivo de los animales en función de la coloración de la mucosa de la conjuntiva ocular para el control del *Haemonchus spp.* (Vatta *et al.*, 2001). Inicialmente fue evaluada en ovinos, aunque puede ser aplicada a todos los rebaños donde la haemonchosis constituya uno de los principales problemas. Ello ha permitido su evaluación en cabras con excelentes resultados (Kaplan *et al.*, 2004). Su estudio ha sido desarrollado en varios países tropicales y subtropicales del orbe; destacándose Estados Unidos, Cuba, Guadalupe, Marruecos, Brasil, Argentina Uruguay y México (Miller y Waller, 2004).

En estudios previos en Cuba se demostró la aplicabilidad de la metodología en la detección de anemia por haemonchosis en ovinos (Arece, 2007); sin embargo, se desconoce su aplicación en la especie caprina, por lo que el objetivo del presente estudio fue *validar la detección de anemia en los animales a través de la coloración de la mucosa ocular*

mediante la determinación de sus indicadores de fiabilidad y evaluar el efecto de la aplicación de la metodología en el CFH en condiciones de producción.

2.3.2 Materiales y métodos

Muestreo y mediciones

Conteo fecal de huevos (CFH) (Ver acápite 2.1.5)

Cultivos de larvas (Ver acápite 2.1.5)

Volumen celular aglomerado (VCA)

A cada animal de forma individual, se le extrajo sangre por punción de la vena yugular y se depositó en tubos de ensayo con EDTA como anticoagulante, para la determinación del hematocrito o volumen celular aglomerado (VCA). La sangre se depositó en capilares de microhematocrito heparinizados. Estos fueron centrifugados a 1 200 rpm durante cinco minutos. Posteriormente se determinó el porcentaje que representaba el paquete de células aglomeradas del total de la columna de sangre heparinizada previamente centrifugada.

Color de la mucosa ocular (CMO)

Con frecuencia mensual y durante todo el período en estudio (12 meses) a cada animal de forma individual, se le determinó la coloración de la mucosa ocular. Este valor se determinó según la carta FAMACHA© en la cual se presentan cinco valores que se corresponden con diferentes colores. El principio de este sistema consiste en evaluar la coloración de la conjuntiva ocular los animales, y compararlo con una tabla ilustrada que muestra las posibles tonalidades, estrictamente correlacionadas con la condición anémica del animal (Gaully *et al.*, 2004; Burke, 2005).

Condición corporal (CC)

Se determinó mediante la metodología propuesta por Russel *et al.* (1969) con frecuencia mensual a cada animal de manera individual. Se tomó en cuenta una escala de cinco puntos, en la cual el valor máximo corresponde con el animal obeso y el mínimo (1) al animal depauperado al punto de la muerte. El incremento es mediante la notificación de valores intermedios. Dicha condición se determinó mediante palpación de la región lumbar y/o esternal.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de correlación no paramétrica (Spearman) entre el CMO y el VCA y el CFH; todo valor de $p < 0,05$ fue considerado como estadísticamente significativo. Además

se determinó la sensibilidad y especificidad de la carta en la detección de animales anémicos, así como el valor predictivo de un animal anémico y de un animal sano; para la clasificación de animales anémicos se consideró todo aquel con VCA $\geq 19\%$ (Mahieu *et al.*, 2005).

Se tuvieron en cuenta diferentes variantes para la clasificación de los animales anémicos:

- Animales entre las categorías 4 y 5 de la carta de colores FAMACHA® y 17, 19 y 21% de VCA.
- Animales entre las categorías 3, 4 y 5 de la carta de colores FAMACHA® y 17, 19 y 21% de VCA.

La sensibilidad fue definida como: [verdaderos positivos/ (verdaderos positivos + falsos negativos)]; especificidad como [verdaderos negativos/ (verdaderos negativos + falsos positivos)]; valor predictivo negativo como [verdaderos negativos/ (verdaderos negativos + falsos negativos)]; valor predictivo positivo como [verdaderos positivos / (verdaderos positivos + falsos positivos)].

Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple entre el VCA y el CFH. Por la variabilidad de los datos del CFH y para lograr una aproximación a la distribución normal se transformaron a través de su logaritmo ($\log \text{CFH} + 1$). Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows®.

2.3.3 Resultados

Las disímiles causas que producen anemia en un rebaño caprino hacen indispensable validar la detección de animales anémicos mediante la carta de colores FAMACHA®, apoyados en los parámetros de fiabilidad que nos ofrece la prueba, antes de su aplicación en condiciones de producción.

Durante el año en estudio se pudo constatar a través de coprocultivos que *Haemonchus contortus* fue el estrongílido de mayor importancia, representando como promedio, el 95,1% del conteo fecal de huevos. También se encontró *Trichostrongylus colubriformis* (3,2%) y *Oesophagostomum columbianum* (1,7%).

En la tabla 5 se muestran los valores promedios del VCA y los rangos para cada categoría. El valor del hematocrito para la categoría 1 de la carta de colores mostró diferencias significativas del resto de las categorías ($p \leq 0,05$).

Durante el año en estudio fue necesario administrar drogas antiparasitarias al 39,5% del total de animales evaluados los cuales se correspondieron con las categorías 4 y 5 de la carta de colores FAMACHA®; mientras que el 15,8% no se desparasitó y el resto de los animales (44,6%) estaba sujeto a la habilidad en el manejo de la carta de clasificación, así como a la condición corporal y el estado general del animal como indicadores complementarios.

Tabla 5. Volumen celular aglomerado (%) en las diferentes categorías de FAMACHA®.

Valores FAMACHA	n (%)	Promedio	Rango
1	4 (0,6)	28,04 ^a	20,58 - 33,33
2	101(15,2)	24,83 ^b	14,92 - 33,84
3	296(44,6)	23,97 ^b	14,70 - 39,39
4	215(32,4)	23,85 ^b	11,76 - 33,88
5	47(7,1)	21,95 ^b	13,40 - 29,40

Medias con diferente superíndices difieren significativamente para $P < 0,05$. Duncan (1955)

Los rangos de variabilidad del VCA en función de la clasificación de la carta de colores durante todo el período evaluado, mostraron que en la medida que aumentaron los valores de la carta de colores (lo cual se corresponde con mucosas más pálidas) disminuyó el VCA (figura 7).

También se aprecia una imbricación manifiesta del VCA de las categorías 3, 4 y 5 y la mayor variabilidad y cantidad de casos en la categoría 3.

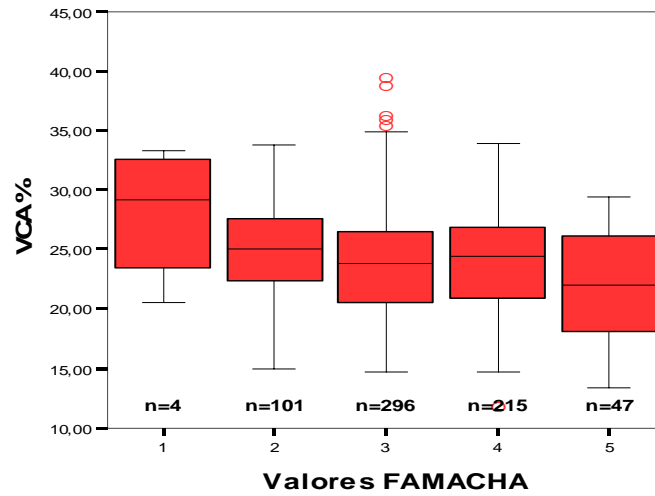


Figura 7. Distribución del VCA en función de la clasificación en la carta de colores durante el año.

El comportamiento de la condición corporal de los animales en función de la clasificación de la carta de colores, mostró que los animales con mucosas pálidas tenían la peor condición corporal (figura 8). La relación existente entre estos indicadores es inversa y posee un valor de $-0,537$ ($P \leq 0,05$).

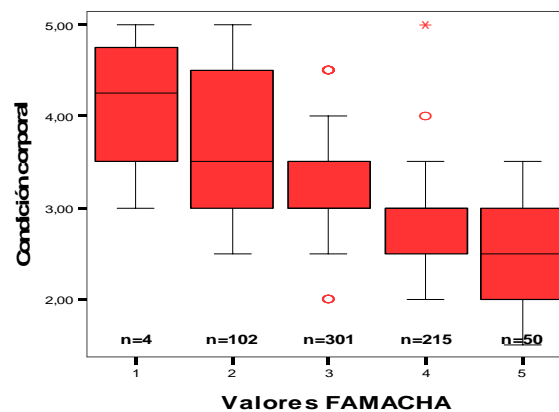


Figura 8. Distribución de la CC en función a la clasificación en la carta de colores durante el año

En la tabla 6 se muestran los parámetros de fiabilidad de la carta de colores FAMACHA® en la detección de animales anémicos. Como se puede apreciar, la proporción de animales clasificados como anémicos (categorías 4 y 5) y hematocrito inferior o igual a 17, 19 ó 21, no superó el 62% en ningún caso. Por otra parte, la especificidad (proporción de animales identificados como negativos por la carta y que no resultaron ser anémicos) con los mismos criterios de selección fue de 63,8; 62,3; 38,5 % para valores de VCA inferiores o iguales a 17; 19 y 21%, respectivamente.

Tabla 6. Parámetros de fiabilidad de la metodología FAMACHA®.

Criterios de selección			
Valores FAMACHA		Volumen celular aglomerado (%)	
4-5	≤17	≤19	≤21
Sensibilidad	60	61,9	40,9
Especificidad	63,8	62,3	38,5
VPP	9,9	29,5	27,2
VPN	95,9	86,5	74,6
Valores FAMACHA		Volumen celular aglomerado (%)	
3-4-5	≤17	≤19	≤21
Sensibilidad	93,6	93,8	90,9
Especificidad	16,1	17,2	18,8
VPP	7,5	18,5	29,5
VPN	97,1	93,3	83,3

La probabilidad de que un animal fuera identificado como anémico (valor predictivo positivo, VPP), con VCA inferiores o iguales a volumen 17, 19 y 21%, fue de 9,9; 29,5 y 27,2, respectivamente. Por su parte, la probabilidad para detectar un animal no anémico (valor predictivo negativo, VPN) para estos mismos valores de hematocrito fue de 95,9; 86,5 y 74,6%. Los valores de fiabilidad de la prueba cuando se incluyó la categoría “3” de la carta de colores como posible animal a tratar sufrieron modificaciones sustanciales. En este sentido se puede apreciar un incremento en la sensibilidad de la prueba. Para animales clasificados en las categorías 3-4-5 de la carta de colores FAMACHA® y VCA ≤17, ≤19 y ≤21%, la sensibilidad calculada fue de 93,6; 93,8 y 90,9% para cada valor de hematocrito,

respectivamente. Por su parte, la proporción de animales clasificados no anémicos por la carta y que resultaron negativos para los mismos valores de VCA estuvo alrededor de un 20% en todos los casos. La probabilidad de que un animal fuera anémico para estos valores de VCA fue de 7,5; 18,5 y 29,5%; mientras que, la probabilidad de que no fuera anémico fue de 97,1; 93,3 y 85,7%.

En las tablas 7 y 8 se muestra un análisis sobre el supuesto de considerar diferentes valores de hematocrito como indicador de anemia.

Considerando para la clasificación de animales anémicos los valores 4 y 5 de la carta de colores (tabla 7), existió una tendencia al aumento de los que supuestamente se debían tratar (VP) y aquellos supuestamente no tratados que estaban infestados por el NGI (FN), en la medida que los cortes de anemia realizados eran mayores (17, 19 y 21%).

Por otra parte, cuando se tuvieron en cuenta para la determinación de animales anémicos los clasificados como 3 en la carta de colores FAMACHA© (tabla 8), la tendencia fue al aumento de los que supuestamente debían ser tratados (VP) en la medida que los cortes de VCA fueron mayores, así como el aumento de aquellos que supuestamente no se debían tratar y fueron tratados (FP).

Tabla 7. Animales clasificados entre los valores 4-5 FAMACHA© y cortes de anemia 17, 19 y 21%.

VCA (%)	Animales tratados (%)		Animales no tratados (%)		Total (%)
	Correctamente (VP)	Incorrecto (FP)	Correctamente (VN)	Incorrecto (FN)	
17	28(4,2)	232(34,9)	383(57,6)	21(3,1)	664(100)
19	64(9,6)	199(29,9)	346(52,1)	55(8,2)	664(100)
21	77(11,5)	187(28,1)	298(44,8)	102(15,3)	664(100)
Total	169	618	1027	178	1992

Tabla 8. Animales clasificados entre los valores 3-4-5 FAMACHA© y cortes de anemia 17, 19 y 21%.

VCA (%)	Animales tratados (%)		Animales no tratados (%)		Total (%)
	Correctamente (VP)	Incorrecto (FP)	Correctamente (VN)	Incorrecto (FN)	
17	47(7,0)	513 (77,2)	101(15,2)	3(0,4)	664 (100)
19	110(16,5)	447 (67,3)	98(14,7)	9(1,3)	664 (100)
21	165(24,8)	396 (59,6)	87(13,1)	16(2,4)	664 (100)
Total	322	1356	286	28	1992

2.3.5 Discusión

Los NGI son considerados la principal causa de ineficiencia biológica de los sistemas de producción de ovino caprinos en todo el mundo (Pérez y Rodríguez-Diego, 2005), sobre todo en países de clima tropical. Dentro de estos, el género *Haemonchus* constituye el de mayor incidencia negativa sobre los rebaños, debido a que es un parásito hematófago y posee un alto potencial biótico, aspecto que limita considerablemente su control (Kaplan *et al.*, 2004).

En nuestro país la principal enfermedad parasitaria que afecta los rebaños de ovejas y cabras es la haemonchosis, según han reportado La O *et al.* (2001) en cabras del Oriente de Cuba en sistemas de crianza extensiva en la montaña; Pérez y Rodríguez-Diego (2005) y Arece (2005), en ovinos Pelibuey en las provincias de La Habana y Matanzas, respectivamente, y Rojas (2009) en cabras del Valle del Cauto en la provincia Granma, entre otros.

Diferentes autores han demostrado que cuando la mayor prevalencia de NGI dentro de rebaños de ovejas y cabras pertenece a *Haemonchus* spp. o cuando es este el único NGI existente, aunque la infestación sea baja (Koopmann *et al.*, 2006), es posible aplicar la metodología FAMACHA© para su control. En este sentido Vatta *et al.* (2001) en Sudáfrica, Kaplan *et al.* (2004) en el sudeste de Estados Unidos de América, Molento *et al.* (2004b) en Brazil, Mahieu *et al.* (2005) en Guadalupe, Di Loria *et al.* (2008) en Italia, entre otros, han demostrado la aplicabilidad de la metodología FAMACHA© en el control de NGI en rebaños de pequeños rumiantes donde la mayor prevalencia ha sido precisamente del género *Haemonchus*.

En el presente estudio, cuando se evaluó la prevalencia de los NGI se observó un claro predominio de *H. contortus* durante todo el año con una prevalencia superior al 95%.

El predominio de este género en el rebaño hace que posiblemente sea la haemonchosis la principal causa de anemia del hato, por el carácter hematófago que posee el género *Haemonchus*, máxime si se tienen en cuenta las principales causas de anemia desde el punto de vista etiológico, como la fasciolosis y la desnutrición (Chamizo, 1997).

El hecho de haber obtenido una alta prevalencia de *H. contortus* en el rebaño en estudio durante todo el año, hace posible la aplicación de la metodología FAMACHA© como herramienta en el control integrado de NGI.

A medida que aumentaron los valores de la carta de colores, lo cual correspondió con mucosas más pálidas, disminuyó el VCA, indicador del medio interno de los animales. Las correlaciones obtenidas entre el VCA y los valores FAMACHA© (-0,101) corroboran dicho comportamiento.

La correlación entre el VCA y los valores FAMACHA© resultaron ser inferiores a los reportes realizados por varios autores (Bisset *et al.* (2001) [-0,77]; Kaplan *et al.* (2004) [-0,52]; Sissay *et al.* (2007) [-0,72]) en ovejas y cabras en condiciones de campo y similar a los obtenidos por Gauly *et al.* (2004) y Di Loria *et al.* (2008) en ovejas sometidas a condiciones experimentales en Alemania e Italia, respectivamente.

En el presente estudio se apreció que a medida que los animales presentaron mucosas más pálidas la condición corporal fue menor. Uno de los aspectos que quizás hayan influido en este comportamiento está relacionado con el elevado nivel de infestación por *Haemonchus* del cual se estima que cerca del 10% del volumen sanguíneo diario es consumido por este strongílido (Myers, 2004; Hutchens *et al.*, 2005) cuyas consecuencias inmediatas se traducen en una disminución de la condición corporal, pérdida del pelaje, decaimiento y bajos niveles de producción, entre otros (Kaplan *et al.*, 2004).

La condición corporal ha sido utilizada como criterio complementario a la hora de decidir tratar o no tratar un animal que se encuentre en la categoría 3 de la carta de colores FAMACHA© (Vatta *et al.*, 2001; Mahieu *et al.*, 2007). No obstante, otros investigadores se han referido a que la CC no es un indicador fiable de infestación por *Haemonchus* basados en que un animal demora mucho más tiempo en deteriorar su condición corporal

respecto al que demoran en establecerse la infestación por este nemátodo (Burke *et al.*, 2007).

Cuando se utilizaron diferentes criterios de selección para determinar animales anémicos, la proporción de animales clasificados como anémicos por la carta y que presentaron anemia con las categorías 4y 5 de la carta de colores y volumen celular aglomerado de 17, 19 y 21%, respectivamente, no superó el 62% en ningún caso. Estos valores fueron superiores a los reportados por Burke *et al.* (2007) y Mahieu *et al.* (2007) e inferiores a los encontrados por varios autores (Bath *et al.*, 2001; Vatta *et al.*, 2001; Van Wyk y Bath, 2002; Arece, 2007; Di Loria *et al.*, 2008. Kaplan *et al.* (2004) reportaron valores similares a los mostrados en el presente estudio.

La proporción de animales identificados como negativos por la carta y que no resultaron ser anémicos (especificidad), considerando los mismos criterios de selección, fue de 63,8; 62,3 y 38,5% para $VCA \leq 17$; ≤ 19 ; $\leq 21\%$, respectivamente. Solamente fueron superiores a los reportados por Vatta *et al.* (2001).

Al utilizar los valores 3-4 y 5 de la carta de colores FAMACHA©, y el volumen celular aglomerado de 17, 19 y 21%, se obtuvieron valores de sensibilidad entre 90,9 y 93,8%, superiores a los reportes de la literatura (Bath *et al.*, 2001; Vatta *et al.*, 2001; Van Wyk y Bath, 2002; Kaplan *et al.*, 2004; Arece, 2007; Burke *et al.*, 2007; Mahieu *et al.*, 2007; Di Loria *et al.*, 2008). Los valores de especificidad para esta clasificación estuvieron por debajo 19%, siendo inferiores a los reportes realizados.

La sensibilidad de una prueba diagnóstica se define como la probabilidad de que el resultado de la prueba sea positivo en un organismo afectado por la enfermedad que determina dicho test; mientras que, la especificidad de la prueba diagnóstica se define como la probabilidad de que el resultado de la prueba sea negativo en un organismo sano, que no padece la enfermedad. Ambas son consideradas como pruebas de fiabilidad para los test diagnósticos (Segura-Egea, 2002).

El valor predictivo positivo de una prueba diagnóstica es definido como la probabilidad de que un organismo padezca la enfermedad si dió positivo en la prueba, y el valor predictivo negativo es la probabilidad de que el organismo esté sano si resultó negativo. Dichos parámetros son considerados pruebas de seguridad para un test diagnóstico.

Estas definiciones y sus comparaciones con resultados de evaluaciones previamente descritas y reportadas por varios autores en diferentes latitudes del planeta, fundamentan la factibilidad de aplicar la metodología FAMACHA© en el rebaño en estudio.

Desde el punto de vista económico resulta más factible, a corto plazo, desparasitar animales dentro del rebaño contemplados solamente en las categorías 4 y 5 que los que se encuentran entre las categorías 3 y 5; sin embargo, a mediano y largo plazo esos animales contemplados en la categoría 3 que se dejan de desparasitar constituyen una fuente de infestación para el resto del rebaño, lo que se manifiesta en una mayor contaminación de las áreas de pastoreo con el consiguiente aumento de las pérdidas productivas (Kaplan *et al.*, 2004). En este sentido, tanto el incremento de la revisión de los animales como el uso de la condición corporal y su estado general, pudieran contribuir a la selección adecuada de animales susceptibles.

La sensibilidad dentro de los indicadores de fiabilidad de la carta FAMACHA© posee mayor importancia que la especificidad, pues tratar animales que resultan positivos a anemia por la carta y negativos en función al VCA (falsos positivos), implicaría gastos innecesarios, sin embargo, dejar de tratar animales afectados y que fueron negativos en la lectura de la carta (falsos negativos) podría causar la muerte (Burke *et al.*, 2007).

La probabilidad de que un animal sea anémico (valor predictivo positivo), dado que el volumen celular aglomerado fuera ≤ 17 , ≤ 19 ó $\leq 21\%$ basados en la clasificación 4 y 5 de la carta de colores fue 9,9 ; 29,5 % y 27,2% respectivamente, y la probabilidad de que no sea anémico (valor predictivo negativo) para estos valores fue de 95,9; 86,5 y 74,6%. Los resultados del valor predictivo positivo coinciden con los obtenidos por Kaplan *et al.* (2004) y son inferiores varios reportes realizados (Bath *et al.*, 2001; Vatta *et al.*, 2001; Van Wyk y Bath, 2002; Arece, 2007; Burke *et al.*, 2007; Mahieu *et al.*, 2007; Di Loria *et al.*, 2008).

El valor de predicción de un animal negativo fue similar a los reportes realizados por los autores mencionados anteriormente, tanto para animales clasificados en las categorías 4–5 como 3-4 y 5 de la carta de colores. Solo los valores de predicción positiva en ambos fue menor que todos los reportes realizados (Bath *et al.*, 2001; Vatta *et al.*, 2001; Van Wyk y Bath, 2002; Kaplan *et al.*, 2004; Arece, 2007; Burke *et al.*, 2007; Mahieu *et al.*, 2007; Di Loria *et al.*, 2008).

Cuando se tomó en cuenta la categoría 3 para clasificar los animales como anémicos, se apreció un incremento de los casos verdaderos positivos (los que necesitaban ser desparasitados). No obstante, conjuntamente con estos aumentó la cantidad que supuestamente no llevaban tratamiento (FP) y; sin embargo, fueron tratados por resultar positivos en función de la coloración de la mucosa ocular. La gran cantidad de animales que se deberían desparasitar con la inclusión de este valor (3) como criterio de selección, traería consigo un aumento considerable de la presión de selección a que está sometida la droga empleada, máxime cuando se trata de un fármaco de larga persistencia (Labiomec® 1%). Por otra parte, posiblemente resulte en una disminución de la población parasitaria en "refugio" lo cual tendría implicaciones más serias relacionadas con la selección de poblaciones resistentes a estas drogas (Burke *et al.*, 2007) que el posible resultado derivado de los costos de producción por concepto de uso de los antiparasitarios.

Por lo anteriormente expuesto, en función de los resultados obtenidos en el rebaño en estudio, pudiera ser factible utilizar como criterio de desparasitación durante todo el año los valores 4 y 5 de la carta de colores FAMACHA®. En este sentido se difiere de lo planteado por Vatta *et al.* (2001), quienes propusieron desparasitar los caprinos incluidos dentro de la categoría 3 de la carta de colores FAMACHA®.

Esto garantizaría, por una parte, el mantenimiento de la población en refugio y, por otra, una disminución en la cantidad de animales a desparasitar durante todo el año reduciendo los costos de producción por este concepto. Paradójicamente, el período de noviembre a abril en el país coincide con el poco lluvioso y, consecuentemente, con una menor disponibilidad de materia verde (Sánchez *et al.*, 2003); coincide además con la época en que se presenta la mayor cantidad de partos en los rebaños caprinos y el fenómeno de "elevación periparto" asociado a la lactancia y último período de la gestación, por lo que se ve afectada la respuesta inmunológica de estas (Courtney *et al.*, 1984; Rahman y Collins, 1992; Miller *et al.*, 1998).

En este sentido, con la desparasitación de animales clasificados dentro de las categorías 4 y 5 de la carta se incurriría en el riesgo de dejar animales clasificados como 3 que generalmente poseen altos conteos fecales de huevos (Kaplan *et al.*, 2004) en el PPLL, lo que podría desencadenar graves problemas relacionados con la menor respuesta inmune condicionada por el plano nutricional bajo durante este periodo (Chartier *et al.* (2000) y

Hoste *et al.* (2005). Sin embargo, esta situación puede ser controlada desparasitando estratégicamente las reproductoras alrededor del parto y, de esta manera, aprovechar las ventajas de la desparasitación de los animales incluidos en las categorías 4 y 5 de la carta de colores que fueron mencionadas con anterioridad.

En términos de utilidad práctica si se hubiesen desparasitado todos los animales que se encontraban entre las categorías 3 y 5 de la carta, se habrían aplicado 0,84/dosis /animal/año; mientras que utilizando 4 y 5 como criterio solo se aplicarían 0,58 dosis/animal/año.

Los CFH moderados permiten formular algunas hipótesis que dan respuesta a dicho comportamiento durante el período evaluado: 1) los bajos conteos fecales de huevos estuvieron influidos por la suplementación a base de concentrados a que fueron sometidos los animales durante el muestreo, y en este sentido Chartier *et al.* (2000) y Hoste *et al.* (2005) demostraron la influencia de la nutrición en los niveles de infestación parasitaria en cabras; 2) el sistema de pastoreo libre en grandes áreas, sobre la base de especies arbustivas (*D. cinerea-Acacia spp.*) en el sistema, unido al hábito de consumo de estos animales (ramoneo), modifica la dinámica de los nemátodos gastrointestinales. También se destaca la posibilidad de la elevada ingestión de follaje de estas especies, de las cuales se ha descrito elevados niveles de taninos condensados (Yayneshet *et al.*, 2008), a los que se atribuyen propiedades antiparasitarias (Lange *et al.*, 2005; Alonso-Díaz *et al.*, 2007; Alonso-Díaz *et al.*, 2008; Grade *et al.*, 2008) y 3) la baja carga global del sistema, de la cual se conoce su relación con los niveles de infestación parasitaria debido a la escasa concentración de los estadios de infestación por unidad de superficie (Thamsborg *et al.*, 1988).

2.4 EXPERIMENTO 3. Comportamiento del parasitismo gastrointestinal de cabras lecheras sometidas a tratamientos antiparasitarios selectivos.

2.4.1 Introducción

La infestación por nemátodos gastrointestinales representa uno de los problemas sanitarios relevantes de los caprinos mantenidos en pastoreo directo, que adquiere mayor magnitud en las áreas tropicales y subtropicales del mundo (Banks *et al.*, 1990; Waller, 1997a), a tal punto que las producciones pueden verse afectadas hasta en un 50% como consecuencia de la acción directa de estos entes en el rebaño (Kaplan *et al.*, 2004).

Conjugado con la insostenibilidad de las transnacionales farmacéuticas para producir nuevas drogas antihelmínticas; la aparición de la RA en los pequeños rumiantes ha desencadenado un sinnúmero de respuestas de la comunidad científica internacional acerca del tema, llegando a un consenso de que la forma de control de los NGI debe ser enfrentándolos de manera integrada (Nari, 2003). No obstante a la probada eficacia en el control de nemátodos gastrointestinales de los diferentes métodos o alternativas de control integrados, el conocimiento de la epizootiología de los nemátodos gastrointestinales es la base para cualquier acción encaminada hacia este objetivo (Mendoza de Gives, 2000).

En Cuba se han realizado algunos estudios del comportamiento de los NGI fundamentalmente en ovinos, en provincias como La Habana (Méndez *et al.*, 1981; Pérez y Rodríguez-Diego, 2005), Pinar del Río (León y Delgado, 1986), Villa Clara (García *et al.*, 1994), en la región oriental del país (La O, 2004) y en Matanzas (Arece, 2005). Sin embargo, en la especie caprina solamente se han reportado algunos estudios realizados en el Valle del Cauto (Rojas, 2009) en la región oriental del país.

Por lo antes expuesto, el objetivo de este experimento fue *determinar el comportamiento de los nemátodos gastrointestinales de cabras lecheras sometidas a tratamiento antiparasitario selectivo.*

2.4.2 Materiales y métodos

Exámenes fecales (Ver acápite 2.1.5)

Coprocultivos e identificación de L₃ (Ver acápite 2.1.5)

Condición corporal (Ver acápite 2.3.2)

Análisis estadísticos

El análisis estadístico de los resultados se realizó con el paquete estadístico SPSS® versión 15.0 para Windows®.

Como producto de la gran variabilidad de los CFH, se realizaron transformaciones logarítmicas [$\log_{10} (X+1)$] para lograr homogeneidad de varianza y aproximación a la distribución normal de los datos, las cuales se comprobaron mediante la prueba de Bartlett y la no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov ($P \leq 0,05$), respectivamente. Las retransformaciones (media geométrica) se realizaron mediante el procedimiento siguiente: (media geométrica = $(10^x) - 1$) (Smothers *et al.*, 1999).

Para los análisis se utilizó la información promedio de los doce meses del año. Se empleó el procedimiento GLM (del inglés, *General Lineal Models*) y se consideraron como factores en estudio la raza, el estado reproductivo y la época del año. Para la comparación de las medias se empleó la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan (1955) y se consideró significativo cualquier valor de $P \leq 0,05$.

El modelo matemático empleado se describe a continuación:

$$Y_{ijklm} = \mu + E_i + R_j + Z_k + e_{ijklm}$$

Y_{ijklm} = Observación del conteo de huevos en las heces, HPG

μ = Media de la población

E_i = Efecto de la $i^{\text{ésima}}$ época ($i=2$; 1= lluvia; 2= seca)

R_j = Efecto del $j^{\text{ésimo}}$ estado reproductivo ($j=3$; 1= gestada; 2= parida; 3= vacía)

Z_k = Efecto de la $k^{\text{ésima}}$ raza ($k=2$; 1= Saanen x Criolla; 2= Anglo Nubian)

e_{ijk} = Efecto aleatorio del error asociado con cada observación

2.4.3 Resultados

Prevalencia de las infestaciones

En la figura 9 se muestra el resultado de los cultivos de larvas de los estrongídeos gastrointestinales que afectaron el rebaño durante todo el período que abarcó la investigación. Los valores indican que la mayor prevalencia correspondió a *Haemonchus contortus*, y en menor cuantía aparecieron *Trichostrongylus colubriformis* y *Oesophagostomum columbianum*, en ese orden de importancia.

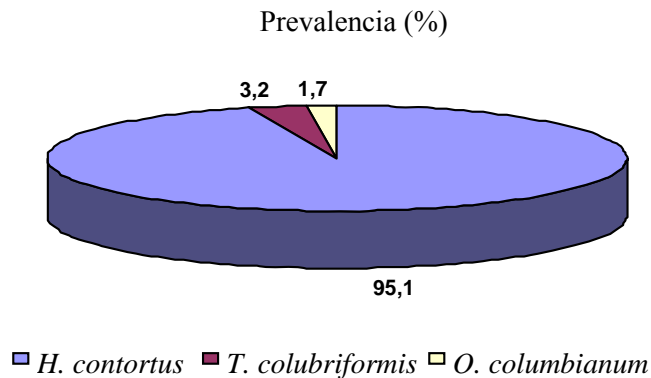


Figura 9. Prevalencia de los diferentes géneros de NGI en el rebaño durante todo el año.

La frecuencia de aparición de los nemátodos gastrointestinales identificados mediante las características morfológicas de las larvas de tercer estadio (L₃) en los coprocultivos, resultó en un predominio durante todo el año de *Haemonchus contortus* y en menor cuantía *Trichostrongylus colubriformis* y *Oesophagostomum columbianum*. No obstante la cantidad de larvas de *Haemonchus contortus* identificadas entre los meses de mayo a octubre (95,9%) fue superior a las encontradas entre noviembre y abril (58%). En la figura 10 se evidencia su dinámica mensual.

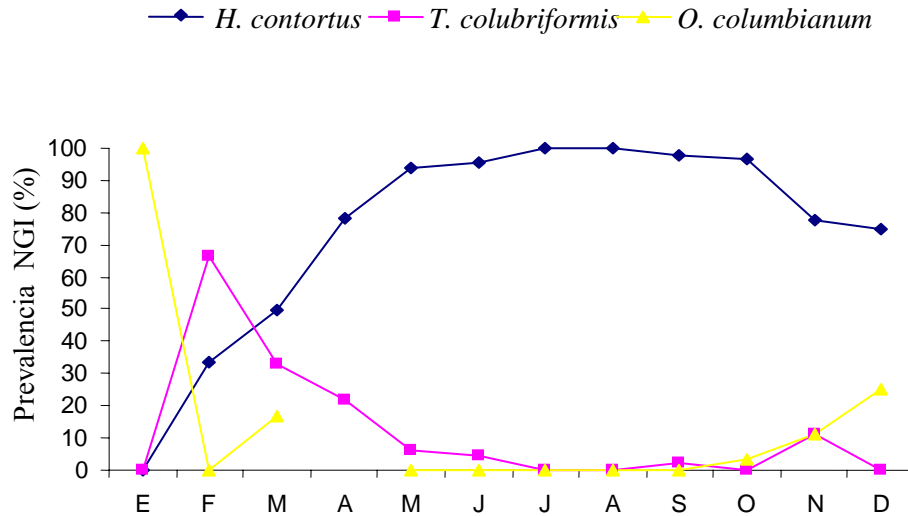


Figura 10. Comportamiento de los géneros de estrongílidos gastrointestinales encontrados en los coprocultivos.

Dinámica mensual del CFH

La figura 11 muestra la dinámica del CFH durante todo el período en estudio, esta presentó diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en los meses evaluados. El pico mayor del CFH obtenido en el rebaño correspondió al mes de marzo, coincidiendo con el período poco lluvioso en nuestra área geográfica. En contraste, los meses donde se registraron los menores valores en el CFH, fueron en octubre y noviembre, que se corresponden con el final de la temporada lluviosa y el inicio de la época de mínimas precipitaciones en el país. Igualmente, durante los meses de febrero y agosto la cantidad de huevos de NGI expulsados por los animales en las heces fue baja.

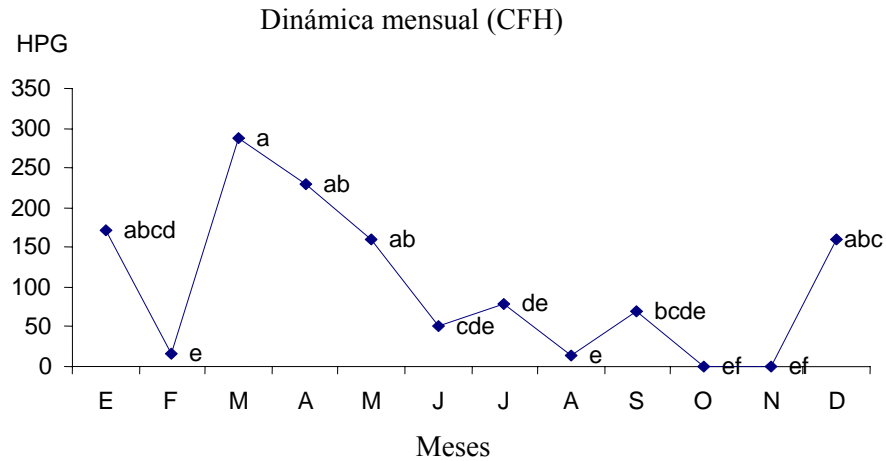


Figura 11. Comportamiento de la dinámica mensual del CFH del rebaño (Media geométrica de HPG).
Medias con diferente letra en la misma figura difieren significativamente para $P \leq 0,05$. Duncan (1955)

Comportamiento de los fenotipos

La dinámica del CFH se comportó de manera similar tanto en los animales mestizos (Saanen x Criolla) como en la Anglo Nubian, con excepción del mes de septiembre, en el cual en la primera hubo un aumento considerable en la excreción fecal de huevos. (figura 12). Para dicho mes se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) entre los dos fenotipos.

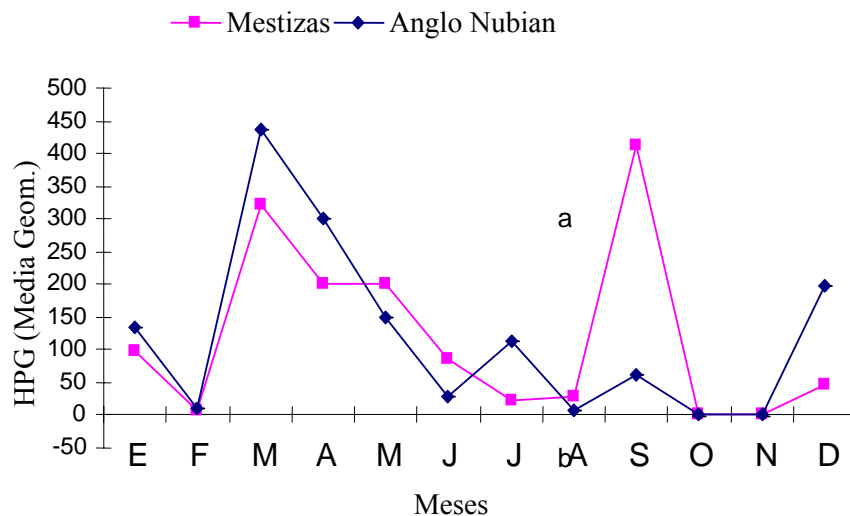


Figura 12. Comportamiento del CFH en los fenotipos.

Medias con diferente letra en la misma figura difieren significativamente para $P \leq 0,05$. Duncan (1955)

Época del año

En la figura 13 se muestra el efecto de la época del año en el comportamiento de la eliminación fecal de huevos de NGI de las cabras estudiadas. En ella se aprecia que las cabras presentaron las mayores infestaciones ($P \leq 0,01$) en el período poco lluvioso.

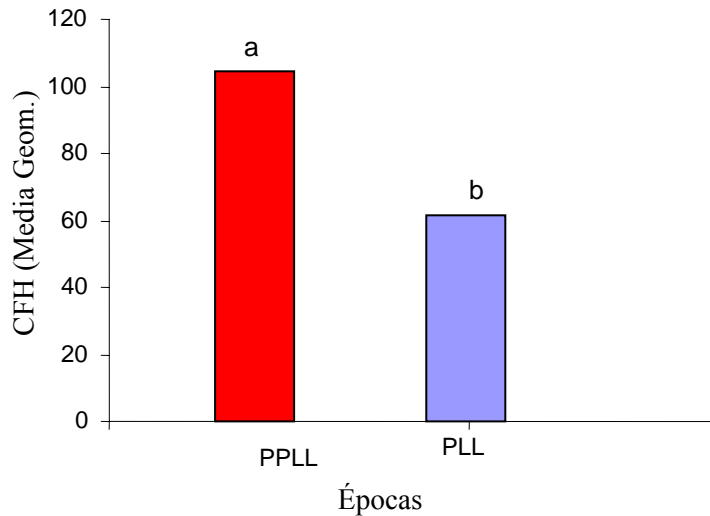


Figura 13. Comportamiento del CFH por época del año.

Estado reproductivo

Los niveles de infestación parasitaria en los estados reproductivos de las hembras se muestran en la figura 14. Se evidencia una clara influencia del estado reproductivo en la infestación parasitaria; las cabras paridas presentaron mayor CFH ($P \leq 0,05$) que las vacías, en tanto las gestantes mostraron las tasas de infestación más bajas.

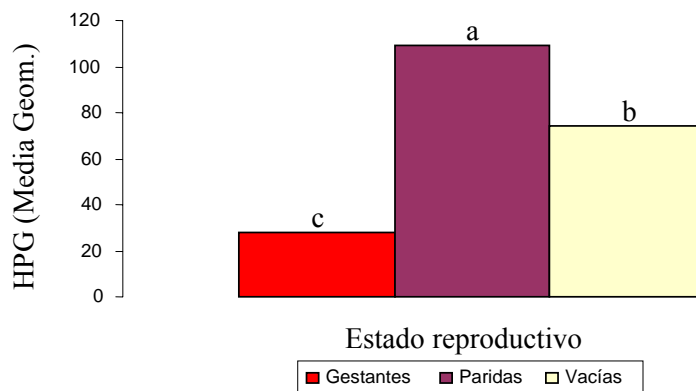


Figura 14. Efecto del estado reproductivo en el nivel de infestación parasitaria de las reproductoras.

Medias con diferente letra en la misma figura difieren significativamente para $P \leq 0,05$. Duncan (1955)

Condición corporal

En la figura 15 aparece el comportamiento de la CC del rebaño en estudio durante los 12 meses evaluados. En marzo se registró la mayor nota de la CC; mientras que en noviembre se determinó la CC más baja.

Al realizar el análisis de la influencia de la época en la CC de los animales del rebaño, no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) (figura 16); sin embargo, cuando se tuvo en cuenta el fenotipo, se constató un mejor comportamiento a favor de las cabras Anglo Nubian ($P \leq 0,0001$) (figura 17)

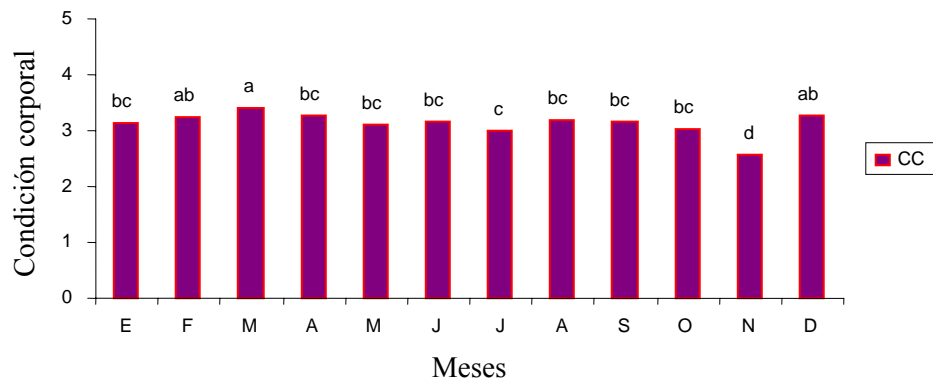


Figura 15. Comportamiento de la condición corporal del rebaño durante todo el año.
Medias con diferente letra en la misma figura difieren significativamente para $P \leq 0,05$. Duncan (1955)

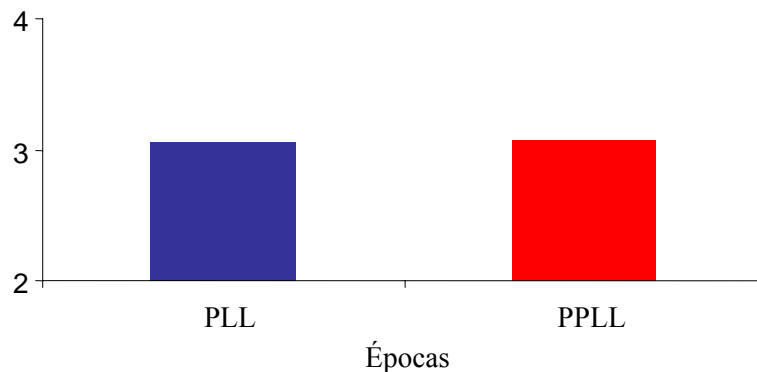


Figura 16. Comportamiento de la condición corporal del rebaño por épocas

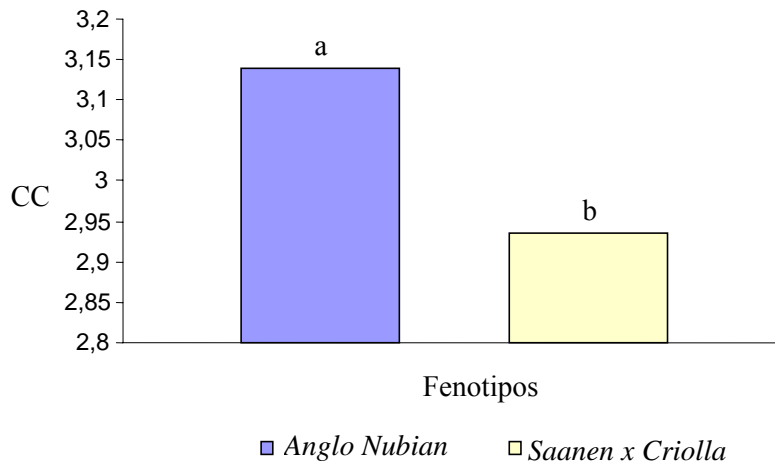


Figura 17. Comportamiento de la condición corporal de los dos fenotipos en estudio.

2.4.5 Discusión

Los cultivos de heces durante todo el período que duró el experimento, revelaron que *H. contortus* fue el estrongílido de mayor prevalencia y se demostró que la haemoncosis es el principal problema parasitario del hato caprino evaluado. Otro aspecto a considerar como fundamento a los resultados de este estudio, lo constituye el predominio en el país de altas temperaturas (alrededor de los 20°C) y humedad relativa cercana a 80%, condiciones idóneas para el desarrollo de los estadios de vida libre de este nemátodo (Vázquez, 2000).

Se demostró, que no existe estacionalidad en la presentación de *H. contortus* en el rebaño caprino evaluado. Aunque la mayor prevalencia correspondió al período que comprende los meses de mayo a octubre, como anteriormente se expuso en los resultados; durante todo el período en estudio *H. contortus* fue el NGI que prevaleció.

Los reportes de diferentes autores en varias zonas geográficas, como los de Rossanigo y Silva Colomer (1993) en Argentina; Fritsche *et al.* (1993) en Gambia; Pandey *et al.* (1994) Zimbabwe; Burke y Miller, (2004) en el sudeste de Estados Unidos y DiLoria *et al.* (2008) en Italia, demostraron el predominio del *H. contortus* en pequeños rumiantes durante todo el año, al igual que Figueroa y Vega (1993); González (2006) y Rojas *et al.* (2007) en México, teniendo en cuenta disímiles condiciones climáticas. El tipo de sistema de explotación a base de pastoreo y el ciclo biológico de *Haemonchus* spp. también desempeñan un importante papel en el desarrollo de estas infestaciones.

Los resultados ratifican que este nemátodo es el de mayor importancia epizootiológica que afecta los pequeños rumiantes en el país, y coinciden con investigaciones previas realizadas por Méndez *et al.* (1981) en La Habana, por León y Delgado (1986) en Pinar del Río y Villa Clara, por Arece (2005) en Matanzas, y por García *et al.* (1994), La O (2004) y Rojas (2009) en la región oriental del país.

El análisis de la dinámica del comportamiento del CFH mostró estacionalidad, y se halló una mayor eliminación fecal de huevos de strongílidos gastrointestinales en el período que comprende entre los meses del PPLL. Esto pudiera ser la consecuencia de la interacción de varios factores, entre los que se destacan los relacionados con el estado nutricional del rebaño, asociados con la disminución de la disponibilidad y calidad de los pastizales que se hace crítica en este período (Sánchez *et al.*, 2003). Durante el PPLL, la menor disponibilidad de MS en los pastizales reduce la posibilidad de establecer una respuesta inmunológica efectiva de los animales a la infestación por (Hoste *et al.*, 2008).

Un factor que pudo intervenir en este comportamiento es la elevada concentración de partos ocurrida en este período y, en este sentido, existe un fenómeno, denominado “elevación periparto”, el cual se caracteriza porque aparece en las reproductoras un incremento considerable en la expulsión de huevos de NGI por las heces. Este hecho está asociado con el efecto de las hormonas lactogénicas como la prolactina Kelly y Dineen (1973); sin embargo, su naturaleza es considerada multifactorial

Durante la la elevación periparto se comprometen todas las manifestaciones parasitológicas de la inmunidad adquirida ante infestaciones por strongílidos gastrointestinales, como son: la expulsión de nemátodos adultos, cambios en la morfología de los nemátodos y la reducción de la fecundidad (Balic *et al.*, 2000).

Los resultados difieren de los obtenidos por Anene *et al.* (1994) en Nigeria; Aguirre *et al.* (2002) en Argentina; Papadopoulos *et al.* (2003) en Grecia y Sissay *et al.* (2007) en varias zonas del continente africano, quienes demostraron una mayor eliminación fecal de huevos de strongílidos gastrointestinales en ovejas y cabras en el período de máximas precipitaciones, asociado a las condiciones edafoclimáticas más favorables para el desarrollo de las larvas infestantes. Estas condiciones, en rebaños de pequeños rumiantes donde la mayor prevalencia de NGI corresponda a *Haemonchus* spp., causarían una

multiplicación exponencial en la población de nemátodos adultos, reflejada en las mayores cargas parasitarias en esta época (Bath *et al.*, 2001).

En Cuba; sin embargo, las mayores infestaciones se han encontrado en el período poco lluvioso. Los estudios desarrollados por La O *et al.* (2003), Fonseca (2004) y La O (2004) en la región oriental de nuestro país demostraron que los mayores niveles de infestación parasitaria en cabras se presentan durante el período de escasas precipitaciones y atribuyen este efecto a la disminución del estado general de la resistencia del rebaño al afectarse la disponibilidad del alimento. Por su parte, en la región occidental del país Arece (2005) encontró que los ovinos también se infestan más durante el período poco lluvioso.

La desparasitación alrededor del parto ha sido recomendada en ovejas y cabras, desde hace algunos años, debido fundamentalmente a los incrementos de la producción como consecuencia de tal práctica (Donald *et al.*, 1982), máxime si el NGI que más prevalece es *Haemonchus* spp, por las innumerables mermas en la producción de los hatos, sobre todo caprinos lecheros, cuya producción puede verse afectada hasta en un 50% (Kaplan, 2004).

En consecuencia, la drástica disminución del CFH registrada en el rebaño en estudio en febrero, fue el resultado del tratamiento antiparasitario realizado durante el mes anterior, período en que se agruparon la mayor cantidad de partos. Dicho tratamiento se realizó con Labiomec® (Ivermectina 1%, Labiofam, Cuba), de probada eficacia (99%) (Aróstica *et al.*, 2008b) y además por su persistencia que en cabras se considera de hasta alrededor de 60 días (Madsen *et al.*, 1990).

Igualmente los bajos CFH registrados en los meses de octubre y noviembre fueron consecuencia del mayor número de animales entre las categorías 4 y 5 de la carta de colores FAMACHA®, causa del aumento del número de animales a tratar. Esto fue el resultado de una gran inestabilidad en el concentrado comercial que se les ofrecía a los animales, el paso de los huracanes Gustav e Ike (asociado a que los animales no salían a pastorear) y, por consiguiente, la disminución del estado general de estos (Fonseca, 2004).

Del resto del rebaño, no sometidos a desparasitación selectiva en función de la coloración de la mucosa ocular, ocurrió el deceso de alrededor de 80 animales de todas las categorías.

Es bien conocido el efecto de la suplementación en ovejas cabras y su respuesta a las infestaciones por NGI, varios trabajos demuestran lo antes expuesto (Abbott *et al.*, 1986;

Blackburn *et al.*, 1992; Torres-Acosta, 2000). Sin embargo, teniendo en cuenta el hecho de que todas las cabras reproductoras del rebaño poseían las mismas condiciones de explotación de manejo, alimentación y condiciones de tenencia, y que la gran diferencia radicaba en la aplicación de la desparasitación selectiva en función de la coloración de la mucosa ocular, se puede inferir el efecto de esta metodología sin descartar otros factores que posiblemente hayan incidido también. El hecho de desparasitar solo los animales del rebaño que poseen anemia, asociada a la acción hematófaga de *Haemonchus spp* donde este prevalezca (Van Wyk y Bath, 2002), constituye una gran ventaja en el control parasitario, máxime, si se conoce que el 80% de la población parásita se encuentra en alrededor del 20% de los animales de todo el rebaño (Sreter *et al.*, 1994b). A ello se unen otras ventajas atribuidas al uso de la carta de colores FAMACHA© como la disminución en el uso de AH, el mantenimiento de la población refugio de larvas en el pasto y la evasión del fenómeno de resistencia en sí (Vatta *et al.*, 2001).

En sentido general, la dinámica de eliminación fecal de huevos de estrongídeos gastrointestinales de los dos fenotipos se comportó de la misma manera durante todo el año; sin embargo, en el mes de septiembre los mayores CFH se registraron en las cabras mestizas. Este fenómeno posiblemente esté asociado a la persistencia de los compuestos químicos utilizados durante el tratamiento antiparasitario realizado a finales de agosto de agosto, previo al muestreo correspondiente a este mes. Debido a la menor condición corporal encontrada en las cabras mestizas, que más adelante se discutirá; y que solamente se disponía de Labiozol® (albendazol sulfóxido), se utilizó dicho compuesto para tratar estos animales.

Por su parte, las cabras Anglo Nubian se desparasitaron con Labiomec®, compuesto de mayor persistencia, debido a la naturaleza lipofílica de su vehículo (propilenglicol), lo que resulta en una mayor distribución en tejido adiposo y por tanto se elimina de forma más lenta según plantearon González *et al.* (2007). Respecto al Albendazol sulfóxido, Sánchez *et al.* (1995) reportaron valores de concentración plasmática hasta 40 horas posteriores al tratamiento, incluso suministrando la droga directamente en el rumen evitando algún efecto de pérdida por el cierre de la gotera esofágica de los animales. La persistencia de la Ivermectina 1% fue descrita con anterioridad.

El estado reproductivo de las hembras de rebaños ovino-caprino desempeña un importante papel en el comportamiento de la dinámica de los CFH de estrongídeos, sobre todo por las diferencias desde el punto de vista fisiológico que existen entre una hembra gestante, parida (lactante) y vacía, asociadas sobre todo al sistema endocrino (Courtney *et al.*, 1984).

La mayor eliminación fecal de huevos de estrongídeos gastrointestinales mostrada por las cabras lactantes fue debatida con anterioridad y se encuentra estrechamente relacionada con la elevación periparto (Courtney *et al.*, 1984). Este fenómeno está mayormente asociado con la lactancia que con la gestación, aunque generalmente el incremento en el CFH se hace evidente en las últimas semanas de gestación. Su génesis ha sido atribuida a diferentes razones, sobre todo a hormonas lactogénicas como la prolactina, además de otras hormonas como progesterona/estrógeno, corticoides y catecolaminas asociadas con el parto (Coop y Kyriazakis, 1999).

El hecho de que la “elevación periparto” se encuentre asociada con la última etapa de la gestación, aunque en menor grado que con la lactación, constituye la respuesta a los resultados de Fonseca (2004) en cabras explotadas en condiciones de montaña en la región oriental del país, quien encontró que a partir de la tercera semana anterior al parto comenzó a producirse un incremento paulatino de la tasa de expulsión de huevos, y esta se mantiene hasta la cuarta semana de la lactancia.

Igualmente, Mandonnet *et al.* (2005) determinaron el efecto de la “elevación periparto” y su influencia en la productividad de cabras criollas en Guadalupe, y encontraron mayores CFH en cabras lactantes, gestadas y vacías, al igual que Arece (2005) en ovinos.

La condición corporal de los animales, asociada a la capacidad de estos para distribuir sus reservas en función del plano nutricional, que es menor durante el PPLL en el país, constituye un elemento a considerar en la evaluación del estado general de un rebaño (Chilliard *et al.*, 1998). Ello alerta acerca de cualquier demanda metabólica superior, como las que se presentan en el crecimiento, la gestación, la lactación, las infestaciones por *H. contortus*, etc. (Hoste y Chartier, 2005).

Teniendo en cuenta lo antes planteado, probablemente las causas de mayor significación en las variaciones de la CC del rebaño en estudio estén asociadas a las diferencias en la calidad y cantidad de pastos en las épocas del año, así como el estado nutricional y reproductivo de las reproductoras (Bocquier *et al.*, (1998).

CAPÍTULO 3. DISCUSIÓN GENERAL

Con la emergencia que representa el fenómeno de resistencia antihelmíntica en pequeños rumiantes en todo el mundo, gran parte de las investigaciones se han enfocado en este tema como eje central del control parasitario. En este sentido, han surgido varias formas de control, como la selección de animales resistentes, la suplementación estratégica, el uso de agujas de cobre, el pastoreo rotacional, el control biológico y la metodología FAMACHA®; las cuales deben verse de manera integrada y en función de la evasión a la resistencia, la residualidad y la sustentabilidad vean disminuido el uso de antiparasitarios de origen químico.

Para el control integrado de parásitos no existen reglas pero es crucial el conocimiento de la epidemiología parasitaria local, ya que ella representa la síntesis de todas las variables que intervienen para desacelerar o favorecer la escalada parasitaria (Waller, 1997b). En este contexto el objetivo de esta investigación fue determinar el comportamiento de los NGI en cabras lecheras en condiciones de producción, sometidas a un régimen de desparasitación selectiva sobre la base de la identificación de animales anémicos por *H. contortus*.

Dado que en los acápites anteriores se ha ido discutiendo cada uno de los resultados de los experimentos, el objetivo de este apartado es ayudar a la comprensión y/o integración de estos de manera general.

En el análisis del comportamiento de los estrongílicos gastrointestinales en el rebaño evaluado, se encontraron tres especies de importancia para la salud de los animales. Se demostró la infestación monoespecífica de *H. contortus*, principal parásito que afecta los rebaños caprinos en condiciones de producción, sobre todo en países de clima tropical y templado (Mahieu *et al.*, 2005). Sin embargo, el hecho de que los caprinos compartieran áreas de pastoreo con ovinos y bovinos no condujo a ningún hallazgo diferente en cuanto a especies en la necropsia helmintológica, como es el caso de los reportes realizados por Arece (2005) y Rojas (2009), aunque el primero fue en la especie ovina. Sin descartar otras posibles causas, esta dominancia de *H. contortus*, posiblemente haya sido el resultado de la menor habilidad de los caprinos para responder ante infestaciones de NGI (Hoste *et al.*, 2008b), pues en los rebaños de cabras donde se ha encontrado simpatrias entre especies del género *Haemonchus* (Archi *et al.*, 2003; Rojas, 2009), siempre la mayor presencia ha correspondido a *H. contortus* (>90%).

Se encontró además *T. colubriformis* en el intestino delgado y *O. columbianum* en el intestino grueso. Estas dos especies, reportadas en el país con anterioridad en rebaños caprinos (Rojas, 2009), mostraron bajos niveles de infestación en los coprocultivos durante todo el año. Sus efectos negativos en los animales pueden ser atenuados si se emplean correctamente las estrategias de control contra *Haemonchus*, ya que su patogenicidad y virulencia son de menor magnitud (Arece, 2005).

Tal y como se esperaba, la mayor prevalencia de estrongídeos gastrointestinales durante todo el año en el rebaño evaluado correspondió a *Haemonchus* spp. Este hecho, teniendo en cuenta el carácter hematófago del género, y las consecuencias derivadas de su efecto sobre los animales como pérdida de la condición corporal, y del pelaje, la reducción de la productividad y la muerte ocasional, con signos de anemia e hipoproteinemia (Kaplan *et al.*, 2004), permitieron la validación e implementación de la metodología de control FAMACHA© en el rebaño. Dicha metodología fue creada en Sudáfrica para el control de *Haemonchus* spp en los rebaños de ovejas y cabras donde este constituyera un problema sanitario y su principio está basado en la desparasitación selectiva de los animales en función de la coloración de la mucosa ocular (Vatta *et al.*, 2001).

Se ha aplicado con éxito en muchos países Latinoamericanos y en Cuba se viene aplicando como componente de una estrategia de control parasitario, con resultados satisfactorios en ovinos (Arece *et al.*, 2009); sin embargo, en la especie caprina este constituye el primer estudio en este tema.

Los indicadores de fiabilidad y seguridad de la carta de colores FAMACHA©, mostraron que es posible la detección de cabras anémicas a través de la metodología, lo cual nos permite continuar evaluando en condiciones de producción la implementación de esta técnica en el control de NGI.

Este método inicialmente se desarrolló para ovinos; sin embargo, ha sido evaluado en explotaciones caprinas, con excelentes resultados no solo en la reducción del conteo fecal de huevos de NGI como indicador de infestación parasitaria, sino que ha logrado reducir el uso de antihelmínticos e incrementar los indicadores productivos de los animales (Bath *et al.*, 2001; Van Wyk y Bath, 2002).

Se pudo constatar el efecto de la época en las infestaciones por estrongídeos gastrointestinales y los mayores CFH durante los meses correspondientes al PPLL. Estudios

previos realizados en el país (La O *et al.*, 2003; Fonseca, 2004; La O, 2004; Arece, 2005) mostraron resultados similares, basados en la disminución del estado general de la resistencia de los animales, como resultado de la menor disponibilidad de alimentos durante este período (Sánchez *et al.*, 2003).

La complejidad y amplia gama de factores que modulan la relación parásito- hospedero hacen que la respuesta de estos sea diferente ante determinadas situaciones. En este contexto, las cabras paridas resultaron ser las más afectadas por los strongílidos gastrointestinales por factores como la “elevación periparto”. Este elemento, es crucial a la hora de establecer planes de control integrado de parásitos en un rebaño caprino y permite, desde el punto de vista práctico, la identificación de animales más susceptibles a la infestación por NGI, los resistentes y los que no ven afectada su capacidad productiva aún con grandes infestaciones (resilientes), lo que puede ser utilizado en la selección de los animales aptos para cada uno de los sistemas productivos.

Los disímiles fenómenos que ocurren de manera aislada dentro de un rebaño de pequeños rumiantes hacen reflexionar e integrar cada una de las formas para establecer los planes de control integrado de NGI, por lo que la metodología FAMACHA© puede constituir una importante herramienta dentro de las medidas de control en nuestras condiciones.

CONCLUSIONES

- Se identificaron tres especies de estrongídeos gastrointestinales en el rebaño caprino evaluado: *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis* y *Oesophagostomum columbianum*. La mayor prevalencia fue para *H. contortus* durante todo el año.
- Se demostró la infestación monoespecífica de *H. contortus* en caprinos en pastoreo mixto con ovinos y bovinos.
- Los resultados indican, basados en los indicadores de fiabilidad, que es posible utilizar la carta de colores FAMACHA© en la detección de anemia en cabras en un sistema de silvopastoreo de vegetación espontánea de *D. cinerea*- *Acacia spp.*
- En las condiciones estudiadas resulta apropiado el tratamiento solamente de las categorías 4 y 5 de la carta de colores FAMACHA© por lograr una disminución del número de tratamientos con la consecuente disminución de la presión de selección para resistencia a las drogas empleadas.
- Se demostró el efecto del estado reproductivo en los niveles de infestación; los mayores niveles del CFH correspondieron a las cabras paridas. Se encontró un marcado efecto del fenotipo en la condición corporal de las reproductoras a favor de la Anglo Nubian.
- La condición corporal de las reproductoras no se vio afectada por la época del año; sin embargo, se encontró un marcado efecto del fenotipo en la condición corporal de las reproductoras a favor de la Anglo Nubian.

RECOMENDACIONES

- ✓ Identificar los estrongídeos gastrointestinales que afectan los ovinos y bovinos que comparten áreas de pastoreo con los caprinos evaluados
- ✓ Evaluar la metodología FAMACHA© por un mayor período en diferentes fenotipos caprinos, zonas geográficas y condiciones de producción e incorporarla en los planes de control de NGI en nuestros rebaños
- ✓ Profundizar en los aspectos relacionados con el comportamiento de la dinámica de infestación parasitaria encontrada en el rebaño caprino
- ✓ Continuar trabajando en la búsqueda de alternativas para control parasitario en los pequeños rumiantes, sobre todo en caprinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbot, K.A. & Maxwell, W.M.C. 2002. Sheep and health production. <http://vein.library.usyd.edu.au/sheephealth/index.html>. Consultado: 16 de junio de 2008.
- Aguirre, D.H. *et al.* 2000. Aspectos epidemiológicos y terapéuticos de la nematodiasis gastrointestinal caprina en un área subtropical de la Argentina. RIA. 31 (1):25
- Albers, G.A.A & Gray, G.D. 1987. Breeding for worm resistance: a perspective. Int. J. Parasitol. 17:559
- Alejandre, O.M.E. *et al.* 2006. Plantas de uso medicinal en ovinos en dos comunidades de Oaxaca. Memorias XIII Congreso Nacional de Producción Ovina (AMTEO). Toluca, México
- Almería, S. & Uriarte, J. 1999. Relación de las poblaciones de nemátodos gastrointestinales en heces y pasto en áreas del Pirineo. ITEA. VIII Jornada sobre Producción Animal. Vol. Extra 20. No. 1, p. 390
- Alonso-Díaz, M.A. *et al.* 2009. Sheep preference for different tanniniferous tree fodders [and its](#) relationship [with in](#) vitro gas production [and](#) digestibility. Animal Feed Science and Technology. 151(1-2):75
- Alonso-Díaz, M.A. *et al.* 2008. Is goats' preference of forage trees affected by their tannin or fibre content when offered in cafeteria experiments? Animal Feed Science and Technology. 141(1-2):36
- Altaif, K.I. & Jacobs, A.Y. 1987. Development and survival of *Haemonchus contortus* larvae on pasture in Iraq. Tropical Animal Production. 19:88
- Amarante, A.F.T. *et al.* 1997. Evaluation of a larval development assay for the detection of anthelmintic resistance in *Ostertagia circumcincta*. Int. J. Parasitol. 27(3):305
- Amarante, A.F.T. *et al.* 1999. Nematode burdens and cellular responses in the abomasal mucosa and blood of Florida Native, Rambouillet and crossbreed lambs. Vet. Parasitol. 80(4):311
- Amarante, A.F.T. *et al.* 2010. Multiple resistance to anthelmintics by *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in sheep in Brazil. [Parasitol. Inter. 59 \(4\): 622-625](#)
- Anene, B.M. *et al.* 1994. Gastrointestinal parasites in sheep and goats of southeastern Nigeria. Small Ruminant Research. 13:187

- Archi, Y.L. *et al.* 2003. Host specificity of *Haemonchus* spp. for domestic ruminants in the savanna in northern Ivory Coast. *Veterinary Parasitology*. 116:151-158
- Arece, J. *et al.* 2009. La experiencia cubana en el control parasitario en pequeños rumiantes. Necesidad de un enfoque integrador. Curso-Taller Alternativas para la integración de los sistemas de producción de la Finca “Santa Lucía”, Universidad Nacional, Costa Rica.
- Arece García, J. *et al.* 2007. The epizootiology of ovine gastrointestinal strongyles in the province of Matanzas, Cuba. *Small Ruminant Research*. 72(2-3):119-126
- Arece, J. 2005. Identificación y comportamiento de los estrongílicos gastrointestinales de los ovinos en Matanzas, Cuba. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. La Habana, Cuba. 108 p.
- Arece, J. *et al.* 2004. Comparative efficacy of six anthelmintics for the control of nematodes in sheep in Matanzas, Cuba. *Small Ruminant Research*. 5 (1-2):61-67
- Arece, J. *et al.* 2002. Eficacia de LABIOME[®] en el parasitismo en ovinos, terneros y equinos en condiciones de producción. *Pastos y Forrajes*. 25:223
- Aróstica, N. *et al.* 2009a. Evaluación de la carta de colores FAMACHA[®] en la detección de anemia en cabras en silvopastoreo. Estudios preliminares. *Rev. Salud Anim.* 31(3): 183
- Aróstica, N. *et al.* 2009b. Eficacia de tres antihelmínticos en cabras lecheras en condiciones de producción. [CD-ROM]. Memorias IV Conferencia de Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad. I Simposio de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Santa Clara, Cuba. ISBN: 978-959-250-424-0
- Artho, R. *et al.* 2007. Avermectin-resistance in gastrointestinal nematodes of Boer goats and Dorper sheep in Switzerland. *Vet. Parasitol.* 144(1-2):68
- Aumont, G. 1998. Ruminant production at grazing in the humid tropics. Primer Curso Internacional. EEPF "Indio Hatuey"-URZ-Guadalupe. Matanzas, Cuba
- Aumont, G. *et al.* 1996. The epidemiology of intestinal parasitism in creole goats in Guadeloupe (French West Indies). *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 791, 738–741.
- Balic, A. *et al.* 2000. The immunobiology of gastrointestinal nematode infections in ruminants. *Adv. Parasitol.* 45: 181–241.
- Barger, I.A. 1993. Influence of sex and reproductive status on susceptibility of ruminants to nematode parasitism. *Int. J. Parasitol.* 23(4):463

- Barger, I.A. 1996. Prospects for integration of novel parasite control options into grazing systems. *Int. J. Parasitol.* 26:1001
- Barger, I.A. 1999. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. *Int. J. Parasitol.* 29: 56
- Bath, G. *et al.* 2001. Sustainable approaches for managing Haemonchosis in sheep and goats, final report of FAO. Technical cooperation project N° TCP/SAF/882 (A). <http://cnia.inta.gov.ar/helminto/pdf%20alternativos/Sustastainable%20approaches%20for%20managing%20haemonchosis%20in%20sheep%20and%20goats.pdf> Consultado: 03-07-2007
- Bauer, C. *et al.* 1988. Field studies on anthelmintic resistance of trichostrongylidae in sheep flock in Hessen. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 101(6):185
- Beriajaya, A. & Copeman, D.B. 2006. *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in pen-trials with Javanese thin tail sheep and Kacang cross Etawah goats. *Vet. Parasitol.* 135(3-4):315
- Besier, R.B. 2008. Targeted treatment strategies for sustanaible worm control in small ruminants. *Tropical Biomedicine. Proceedings of 5th International Workshop: Novel Approaches to the control of helminth parasites of livestock.* Ipoh, Malaysia. 25(1):9. ISSN 01239-5720
- Bevilaqua, C.M.L. *et al.* 2010. Anthelmintic effect of *Eucalyptus staigeriana* essential oil against goat gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitol.* 173 (1-2): 93-98
- Bisset, S.A. *et al.* 2001. Phenotypic and genetic relationships amongst FAMACHA© score, faecal egg count and performance data in Merino sheep exposed to *Haemonchus contortus* infection in South Africa. *Proceedings of the 5th International Sheep Veterinary Congress.* Stellenbosch, South Africa
- Blackburn, H.D. *et al.* 1992. Interactions of parasitism and nutrition goats: effects on haematological parameters, correlations and other statistical association. *Vet. Parasitol.* 44(3-4):183
- Bocquier, F. *et al.* 1993. Effects of body composition variations on the duration of the postpartum anovulatory period of milked ewes submitted to two different photoperiods. *Reprod. Nutr. Dev.* 33:395
- Borchert, A. 1968. *Parasitología veterinaria. Edición Revolucionaria.* Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. p. 352

- Bouix, J. *et al.* 1998. Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Polish long-wool sheep. *Int. J. Parasitol.* 28(11):1797
- Burke, J. *et al.* 2004. Effect of copper oxide wire particles dosage and feed supplement level on *Haemonchus contortus* infection in lambs. *Vet. Parasitol.* 123: 235–243
- Boyazoglu, J. *et al.* 2005. The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future. *Small Ruminants Research.* 60:13
- Burke, J.M. & Miller, J.E. 2008. Use of FAMACHA system to evaluate gastrointestinal nematode resistance/resilience in offspring of stud rams. *Vet. Parasitol.* 153: 85–92
- Burke, J.M. *et al.* 2007. Accuracy of the FAMACHA system for on-farm use by sheep and goat producers in the southeastern United States. *Vet. Parasitol.* 147(1-2):89
- Burke, J.M. & Miller, J.E. 2007. Dietary copper sulfate for control of gastrointestinal nematodes in goats. *Vet. Parasitol.* 154(3-4):289
- Burke, J. 2005. Management of barber pole worm in sheep and goats in the Souther U.S. Small farms research. http://www.attra.org/downloads/goat_barber_pole.pdf. Consultado: 28-06-2007
- Burke, J.M. *et al.* 2004. Effect of copper oxide wire particles dosage and feed supplement level on *Haemonchus contortus* infection in lambs. *Vet. Parasitol.* 123(3-4):235
- Burke, J.M. & Miller, J.E. 2004. Relative resistance to gastrointestinal nematode parasites in Dorper, Katahdin, and St. Croix lambs under conditions encountered in the southeastern region of the United States. *Small Ruminant Research.* 54:43
- Cabaret, J. *et al.* 1998. Faecal egg counts are representative of digestive-tract strongyle worm burdens in sheep and goats. *Parasite.* 5:137-142
- Cáceres, O. *et al.* 2006. Valor nutritivo de los principales recursos forrajeros en el trópico. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. Universidad de San Carlos, Guatemala -EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 231
- Camps, Denisse *et al.* 2007. Differences in gastrointestinal parasites between two goats genotypes in the dry tropic of Mexico. Memorial First North American Parasitology Congress. Mérida. México
- Carmichael, I.H. *et al.* 1987. *Haemonchus contortus* resistance to ivermectin. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 58:93
- Chamizo, E.G. 1997. Patología orgánica y enfermedades de los animales domésticos. Editorial Félix Varela. La Habana, Cuba. p. 93

- Chandrawathani, P. *et al.* 2003. Evolution of high-level, multiple anthelmintic resistance on a sheep farm in Malaysia. [Tropical Animal Health and Production. 35\(1\):17](#)
- Chandrawathani, P. *et al.* 2004. Field studies on the biological control of nematode parasites of sheep in the tropics, using the microfungus *Duddingtonia flagrans*. *Vet. Parasitol.* 120(3):177
- Chartier, C. *et al.* 2000. Effects of the initial level of milk production and of the dietary protein intake on the course of natural nematode infection in dairy goats. *Vet Parasitol.* 92(1):1
- Chauveau, S. *et al.* 2005. Effects of extracts from 4 tanniferous plants on the vitro exsheathment of third stage larvae of parasitic nematodes. *Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control.* Mérida, Yucatán, México.
- Chiejina, S.N. & Fakae, B.B. 1984. Development and survival of infective larvae of gastrointestinal nematode parasites of cattle on pasture in Eastern Nigeria. *Res. Vet. Sci.* 7:148
- Chilliard, Y. *et al.* 1998. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. *Reprod. Nut. Dev. INRA.* 38:131
- Coles, G.C. & Simkins, K. 1977. Resistance of nematode eggs to the ovicidal activity of benzimidazoles. *Res. Vet. Sci.* 22:386
- Coles, G.C. *et al.* 1992. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 44: 35–44.
- Conder, G. & Campbell, W. 1995. Chemotherapy of nematode infections of veterinary importance, with special reference to drugs resistance. *Adv. Parasitol.* 35:2
- Coop, R.L. & Holmes, P.H. 1996. Nutrition and parasite interaction. *Int. J. Parasitol.* 26:951
- Coop, R.L. & Kyriazakis, I. 1999. Nutrition parasite interaction. *Vet. Parasitol.* 1616:1
- Cordero del Campillo, M. *et al.* 1994. Índice-Catálogo de Zooparásitos Ibéricos. Universidad de León. España. p. 231
- Cordero, M. *et al.* 1998. *Parasitología veterinaria.* McGraw-Hill Interamericana. México. 934 p.
- Courtney, C.H. *et al.* 1984. A comparison of the periparturient rise in fecal egg counts of exotic and domestic ewes. *Int. J. Parasitol.* 14:377
- Cuéllar, A. 2007. Control no farmacológico de parásitos en ovinos. Nematodos gastroentéricos. V Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mendoza, Argentina. <http://www.produccion-animal.com.ar>. Consultado: 21-02-2010

- Dakkak, A. & Dorchies, P. 1984. Population kinetics of the various developmental stages of *Haemonchus contortus* and their distribution in sheep after a single experimental infection. Ann. Rec. Vet. 15:475
- Delgado, A. 1983. Supervivencia de las larvas de *Haemonchus* spp. en el medio subtropical de Cuba. Rev. cub. Cienc. vet. 14:49
- Delgado, A. 1989. Comportamiento de las larvas de estrongilatos del bovino en el ambiente externo y su importancia en el control de estas helmintosis. Rev. cub. Cienc. vet. 20:127
- Di Loria, A. *et al.* 2008. Evaluation of the FAMACHA system for detecting the severity of anaemia in sheep from southern Italy. Vet. Parasitol. 161(1-2):53
- Domínguez, J.L. *et al.* 1993. Epizootiología de los parásitos gastrointestinales en bovinos del estado de Yucatán. Vet. Mex. 24:189
- Donald, A.D. *et al.* 1982. Effects of reproduction, genotype and anthelmintic treatment of ewes on *Ostertagia* spp. populations. Int. J. Parasitol. 12:403
- Dorny, P. *et al.* 1993. Monitoring of anthelmintic resistance in nematode of farm animals. A Seminar Organized for the European Commission. Brussels, Belgium. p. 133
- Dubeuf, J.P. *et al.* 2004. Situation, changes and future of goat industry around the world. Small Ruminant Research. 51:165
- Duncan, D.B. 1955. Multiple ranges and multiple F test. Biometrics. 11:1
- Eady, S.J. *et al.* 1996. Resistance to nematode parasites in Merino sheep: sources of genetic variation. Aust. J. Agr. Res. 47:895
- Eddi, C. *et al.* 1996. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasite of sheep in South Latin America: Argentina. Vet. Parasitol. 62(3-4):189
- Edwards, J.R. *et al.* 1986. Survey of anthelmintic resistance in Western Australian sheep flocks. 2. Relationship with sheep management and parasite control practices. Aust. Vet. J. 63(5):139
- Espaine, C. & Lines, R. 1983. Manual de parasitología y enfermedades parasitarias. Tomo II. ENPES-MES. Ciudad de La Habana, Cuba. p. 254
- Fabiyi, J.P. & Copeman, D.B 1986. The availability of strongylid larvae to grazing cattle in the wet tropical region of northern Queensland. Aust Vet. J. 63:266
- Fiel, C.A. *et al.* 2001. Resistencia antihelmíntica en bovinos: causas, diagnóstico y profilaxis. Prod. Animal. Anuario

- Figuerola, J. & Vega, N. 1993. Frecuencia de nemátodos gastroentéricos en ovinos rambouillet del centro de enseñanza, investigación y extensión en producción ovina. Memorias III Congreso de Parasitología Veterinaria. Mérida, Yucatán
- Fonseca, N. 2004. Alternativas alimentarias para ovinos y caprinos más usadas en las zonas orientales de Cuba. [cd-rom]. Memorias del Curso-Taller Iberoamericano “Sistemas de alimentación sostenible para ovinos y caprinos”. Ciego de Ávila. Cuba. ISBN-959-16-0296-5
- Fonseca, N.; La O, M. y Costa, P. 2004. Alternativas alimentarias para ovinos y caprinos más usadas en las zonas orientales de Cuba. [CD-ROM]. Memorias del Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados. IIA “Jorge Dimitrov”. Granma, Cuba.
- Fritsche, T. *et al.* 1993. Parasite spectrum and seasonal epidemiology of gastrointestinal nematodes of small ruminants in Gambia. *Vet. Parasitol.* 49(2-4):271
- García, Amelia. *et al.* 1994. Supervivencia larvaria de strongylata de ovinos en pasto natural. *Rev. Prod. Anim.* 8 (2):154-160
- Gauly, M. *et al.* 2004. Use of FAMACHA© eye colour chart in the context of breeding for parasite resistance in lambs exposed to an artificial *Haemonchus contortus* infection. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift.* Alfeld, Alemania. 111 (11):430
- Geerts, S. *et al.* 1987. Suspected resistance of *Ostertagia ostertagi* in cattle to levamisole. *Vet. Parasitol.* 23(2-4):77
- Gill, B.S. 1996. Anthelmintic resistance in India. *Vet. Parasitol.* 63(1-2):173
- Gill, H.S. *et al.* 1994. Antibody-containing cells in the abomasal mucosa of sheep with genetic resistance to *Haemonchus contortus*. *Res. Vet. Sci.* 56:41
- Githiori, J.B. *et al.* 2006. Use of plants in novel approaches for control of gastrointestinal helminthes in livestock with emphasis on small ruminants. *Vet. Parasitol.* 139: 308–320.
- Giudici, C. 1999. La identificación de los nematodos tricostrongylideos. Conferencia electrónica. RED Iberoamericana de Helmintología. FAO. Disponible en: http://cnia.inta.gov.ar/helminto/conf_giudici.htm. [Consulta: 16 de junio de 2009]
- Gómez-Muñoz, M.T. *et al.* 1999. Serum antibody response of Castellana sheep to *Haemonchus contortus* infection and challenge: relationship to abomasal worm burdens. *Vet. Parasitol.* 81(4):281
- González, A. *et al.* 2006. Pharmacokinetics of a novel formulation of ivermectin after administration to goats. *Ame. J. Vet. Res.* 67:323

- González, A. *et al.* 2007. The pharmacokinetics and metabolism of ivermectin in domestic animal species. *The Veterinary Journal*. 179:25
- González, J.F. *et al.* 2008. Comparative experimental *Haemonchus contortus* infection of two sheep breeds native to the Canary Islands. *Vet. Parasitol.* 153(3-4):374
- González, R. 2006. Estudios sobre el control biológico de nematodos gastrointestinales de ovinos de pelo con el hongo *Duddingtonia flagrans* en Teapa, Tabasco, México. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Montecillo, Texoco, Edo. de México. 85 p.
- Gradé, J.T. *et al.* 2008. Anthelmintic efficacy and dose determination of Albizia anthelmintica against gastrointestinal nematodes in naturally infected Ugandan sheep. *Vet. Parasitol.* 157(3-4):267
- Gray, G.D. *et al.* 1992. Parasitological and immunological responses of genetically resistant Merino sheep on pastures contaminated with parasitic nematodes. *Int. J. Parasitol.* 22:417
- Greer, A.W. *et al.* 2009. Development and field evaluation of a decision support model for anthelmintic treatments as part of a targeted selective treatment (TST) regime in lambs. *Vet. Parasitol.* 164(1):12
- Gruner, L. & Raynaud, J.P. 1980. Technique allégée de prélèvements d'herbe et de numération pour juger de l'infestation des pâturages de bovins par les larves de nématodes parasites. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 131:521
- Guerrero, Marjorie. *et al.* 2007. Dinámica poblacional de larvas infectantes de nemátodos gastrointestinales, en pasturas de fincas lecheras en Horquetas de Sarapiquí, Heredia. http://74.125.155.132/scholar?q=cache:dtQrKesmLloJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=2000. Consultado: 20-03-2009
- Hansen, J. & Perry, B. 1994. The epidemiology, diagnosis and control of helminthes parasites of ruminants. ILRAD. Nairobi, Kenya
- Hernández, I & Porteles, D. 2000. Evaluación de los parasitismos gastrointestinales en una explotación de caprinos lecheros. México. *Vet. Parasitol.* 6(2): 1-24.
- Herrera, A. 2009. Municipio Martí. Clima. Ecured. http://www.ecured.cu/index.php/Municipio_Mart%C3%AD#Clima. Consultado: 20-03-2010

- Hood, V. *et al.* 1999. Variation in resistance to haemonchosis: selection of female sheep resistant to *Haemonchus contortus*. *J. Helminthol.* 73(2): 137-142
- Hoste, H. 2000. Control of gastrointestinal nematodes through anthelmintics in dairy goats. Primer Curso Internacional “Nuevas perspectivas en el diagnóstico y control de nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes”. Mérida, Yucatán. México: p. 32
- Hoste, H. *et al.* 2005. Consequences of the regular distribution of sainfoin hay on gastrointestinal parasitism with nematodes and milk production in dairy goats. *Small Ruminant Research* 59: 265-271.
- Hoste, H. *et al.* 2008a. Identification and validation of bioactive plants for the control of gastrointestinal nematodes in small ruminants. *Tropical Biomedicine.* 25:56
- Hoste, H. *et al.* 2008b. Nutrition–parasite interactions in goats: is immunoregulation involved in the control of gastrointestinal nematodes. *Parasite Immunology.* 30:79
- Hutchens, T. & Harmon, R. 2005. County assessment of FAMACHA© chart. Goat producer’s newsletter. University of Kentucky. <http://www.ukg.edu/Ag/AnimalScience/goats/newsletter/fgoatproducersnewsletter019052.pdf>. Consultado: 24-06-2007
- Jabbar, A. *et al.* 2006. Anthelmintic resistance: The state of play revisited. *Life Sciences.* 79:2413
- Jackson, F. & Coop, R.L. 2000. The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Parasitology.* 120:95
- Jackson, F. *et al.* 1992. Evidence of multiple anthelmintic resistance nematodes in a strain of *Teladorsagia circumcincta* (*Ostertagia circumcincta*) from goats in Scotland. *Res. Vet. Sci.* 53:371
- Jacquiet, P.; Cabaret, J.; Cheikh, D. y Thiam, E. 1997. Identification of *Haemonchus* species in domestic ruminants based on morphometrics of spicules. *Parasitology Research.* 83:82-86
- Johnstone, C. *et al.* 1998. Parásitos y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Los nemátodos de los animales domésticos. Escuela de Medicina Veterinaria. Universidad de Pennsylvania. <http://cal.vet.upenn.edu/projects/merialsp/index.html>. Consultado: 21-01-2010
- Kaminsky, R. 2003. Drug resistance in nematodes: a paper tiger or a real problem? *Current Opinion in Infect. Dis.* 16(6):559

- Kaplan, R. *et al.* 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(1-2):105
- Kaplan, R. & Miller, J. 2004. FAMACHA© Information Guide. <http://www.scsrpc.org/FAMACHA/InfoGuide.shtml>. Consultado: 21-06-2007
- Kelly, J.D. & Dineen, J.K. 1973. The suppression of rejection of *Nippostrongylus brasiliensis* in Lewis strain rats treated with ovine prolactin. *Immunology.* 24:551
- Kennedy, M.J.; MacKinnon, J.D. y Higgs, G.W. 1998. Veterinary parasitology laboratory procedures. Alberta Agriculture, Food and Rural Development Publishing Branch. Canadá. 85 p.
- Kenyon, F. *et al.* 2009. The role of targeted selective treatments in the development of refugia-based approaches to the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. *Vet. Parasitol.* 164(1):3
- Knox, M.R. 2002. Effectiveness of copper oxide wire particles for *Haemonchus contortus* control in sheep. *Aust. Vet. J.* 80:224
- Koopmann, R. *et al.* 2006. Experiences with the FAMACHA (c)-eye-colour-chart for identifying sheep and goats for targeted anthelmintic treatment. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 119:436
- La O, M. 2001. Contaminación parasitaria del pasto en un sistema silvopastoril para la producción caprina en la montaña. [cd-rom] Memorias I Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. ICA. La Habana, Cuba
- La O, M. *et al.* 2003. Infestación por nematodos gastrointestinales en un sistema de explotación caprina silvopastoril en condiciones de montaña. *Pastos y Forrajes.* 26 (1):53-59
- La O, M. 2004. Producción de leche de cabras bajo condiciones sostenibles. Informe parcial de proyecto. Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”. Granma, Cuba. (Mimeo)
- Landau, S. *et al.* 2010. Anthelmintic activity of *Pistacia lentiscus* foliage in two Middle Eastern breeds of goats differing in their propensity to consume tannin-rich browse. *Vet. Parasitol.* [173 \(3-4\)](#): 280-286
- Lange, K.C. *et al.* 2005. Effect of the condensed tannin containing forage, sericea lespedeza, fed as hay, on natural and experimental challenge infection in lambs. *Proceedings Novel*

- Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control. Mérida, Yucatán, México
- Larsen, M. *et al.* 1998. The potential of nematophagous fungi to control the free stages of nematodes parasites of sheep: studies with *Duddingtonia flagrans*. Vet. Parasitol 76 : 121- 128
- Ledoux, D.R. *et al.* 1995. Estimation of the relative bioavailability of inorganic copper sources for sheep. Nutr. Res. 15:1803
- Le Jambre, L.F. 1995. Relationship of blood loss to worm numbers, biomass and egg production in *Haemonchus* infected sheep. International Journal for Parasitology. 25:269-273
- León, Yolanda & Delgado, A. 1986. Dinámica de extensión de invasión de *Haemonchus* spp. en distintas regiones del país. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Veterinaria. 8(1):27
- Liébano, E. *et al.* 1998. Sobrevivencia de las larvas infectantes de *Haemonchus contortus* en un clima subcálido subhúmedo en México. Vet. Méx. 29:245
- Louvandini, H. *et al.* 2006. Influence of protein supplementation on the resistance and resilience on young hair sheep naturally infected with gastrointestinal nematodes during rainy and dry seasons. Vet. Parasitol 137:103–111
- Love, S.C. *et al.* 1992. Anthelmintic resistance in sheep nematodes in New England region of New South Wales. Aust. Vet. J. 69:196
- Lukovich, R. 1981. Identificación de las formas adultas de los nemátodos gastrointestinales y pulmonares de los rumiantes en la República Argentina. Red de Helminología para la América Latina y el Caribe. INTA, Argentina. <http://cnia.inta.gov.ar/helminto/Lukovich/luko9.htm>. Consultado: 21-01-2009
- Machen, R. *et al.* 1994. A *Haemonchus contortus* management plan for sheep and goats in Texas. Texas Agriculture Extension Service. L-5095. <http://animalscience.tamu.edu/ansc/publications/sheeppubs/L5095haemonchus.pdf>. Consultado 26 jun. 2007.
- Madsen, M. *et al.* 1990. Treating cattle with ivermectin: Effects on the fauna and decomposition of dung pats. J. Appl. Ecol. 27:1
- Mahieu, M. *et al.* 2005. Haemonchosis control in creole goats by using FAMACHA method. Memorias IV Seminario Internacional sobre métodos alternativos para el control de

- parásitos helmintos en la ganadería “Manejo o control de parásitos: nuevos paradigmas en el control integrado”. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México
- Mahieu, M. *et al.* 2007. Evaluation of targeted drenching using Famacha© method in Creole goat: Reduction of anthelmintic use, and effects on kid production and pasture contamination. *Vet. Parasitol.* 146 :135
- Mandonnet, N. *et al.* 2005. Impact on productivity of peri-parturient rise in fecal egg counts in Creole goats in the humid tropics. *Vet. Parasitol.* 134(3-4):249
- Marek, J. & Mocsy, J. 1973. Tratado de diagnóstico clínico de las enfermedades internas de los animales domésticos. Editorial Pueblo y Educación. p. 346
- Marie-Magdeleine, C. *et al.* 2010. *In vitro* effects of Cassava (*Manihot esculenta*) leaf extracts on four development stages of *Haemonchus contortus*. [Vet. Parasitol.](#) 173 (1-2): 85-92
- Matika, O. *et al.* 2003. Resistance of Sabi and Dorper ewes to gastro-intestinal nematode infections in an African semi-arid environment. *Small Ruminant Research.* 47:95
- Maurer, T. 2005. Reducing parasite problems in small ruminants. *Attra News.* 13(1): 1-6. http://attra.ncat.org/attradigest/ATTRAnews_Jan05.pdf. Consultado 30-6-2007.
- McKellar, Q.A. & Jackson, F. 2004. Veterinary anthelmintics: old and new. *Trends in Parasitology.* 20(10):456
- Méndez, M. & Cabo, J.L. 1980. Determinación del período prepatente de *Haemonchus contortus* en ovinos. *Ciencia y Técnica en la Agricultura.* 2(1): 19-30
- Méndez, M. & Orta, Teresa. 1981. Presencia de *Cooperia curticei* y *Trichostrongylus axei* en ovinos de Cuba. *Ciencia y Técnica en la Agricultura.* 3(1):59
- Mendoza de Gives, P. 2000. Diagnóstico de las parasitosis gastrointestinales en pequeños rumiantes. En: Nuevas perspectivas en el diagnóstico y control de nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes. (Eds. J.P. Torres, A.J. Aguilar y A. Ortega). Primer Curso Internacional. FMVZ-Universidad Autónoma de Yucatán. México. p. 13
- Michel, J.F. 1985. Strategies for the use of anthelmintics in livestock and their implications for the development of drug resistance. *Parasitology.* 90:621
- Miller, J.E. *et al.* 1998. Epidemiology of gastrointestinal nematode parasitism in Suffolk and Gulf Coast Native Sheep with special emphasis on relative susceptibility to *Haemonchus contortus* infection. *Vet. Parasitol.* 74(1):55

- Miller, J. & Waller, P. 2004. Novel approaches to control of parasites – a workshop. *Veterinary Parasitology*. Amsterdam, Holanda. 125: 59-68.
- Molento, M.B. *et al.* 2004a. Influence of verapamil on the pharmacokinetics of the antiparasitic drugs ivermectin and moxidectin in sheep. *Parasitology Research*. 92:121
- Molento, M.B. *et al.* 2004b. Método FAMACHA® como parámetro clínico individual de infección por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. *Ciência Rural*. 34(4):1139
- Morand-Fehr, P. *et al.* 2004. Strategy for goat farming in the 21st century. *Small Ruminants Research*. 51:175
- Mugambi, J.M. *et al.* 1996. Response of Dorper and red Maasai lambs to trickle *Haemonchus contortus* infection. *Res. Vet. Sci*. 61:218
- Myers, G. 2004. Preliminary observations on the use of the FAMACHA® chart. Goat Producer's Newsletter. University of Kentucky. .
<http://www.ukg.edu/AnimalScience/goats/newsletter/faugustseptembernewsletter01704>.
 Consultado: 24-06-2007
- Nari, A. 1987. Enfoque epidemiológico sobre el diagnóstico y control de resistencia a antihelmínticos en ovinos. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 60 p.
- Nari, A. 2003. Resistencia a los antiparasitarios: estado actual con énfasis en América Latina. *Salud Animal*. FAO, Roma. 53 p.
- Nari, A. & Eddi, C. 2002. Control integrado de las parasitosis. Reunión de especialistas en Parasitología Veterinaria de Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. 11º Encuentro de Veterinarios endoparasitólogos rioplatenses. Facultad de Ciencias Veterinarias. Tandil, Argentina
- Ndao, M. *et al.* 1995. Epidemiology of gastrointestinal helminthiasis in small ruminants from a tree-cropping pasture system in Senegal. *Veterinary Research*. 26 (2):132-139
- Olivares, J. 2001. *Oesophagostomum columbianum*: Puesta en evidencia, caracterización y control en ovinos de la región de Huichapán. Estado de Hidalgo, México. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. CENSA. La Habana, Cuba. 137 p.
- Pandey, V.S. *et al.* 1994. Seasonal prevalence of gastrointestinal nematodes in communal lamb goats from highveld of Zimbabwe. *Vet. Parasitol.* 51(3-4):241
- Paolini, V. *et al.* 2005. Effects of the repeated distribution of sainfoin hay on the resistance and the resilience of goats naturally infected with gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitol.* 127(3-4):277

- Papadopoulos, E. *et al.* 1994. In: Anthelmintic resistance in nematodes of farm animals. (Eds. G.C. Coles and F.H.M. Borgsteedes). A Seminar Organized for the European Commission. Brussels. p. 99
- Papadopoulos, E. *et al.* 2003. The epizootiology of gastrointestinal nematode parasites in Greek dairy breeds of sheep and goats. *Small Ruminant Research*. 47:193
- Papadopoulos, E. 2008. Anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Small Ruminant Research*. 76: 99–103
- Parker, C.F. *et al.* 1993. Hair sheep potential for specific environmental conditions and production system in North America. *Memorias VI Congreso Nacional de Producción Ovina*. Valles, San Luis Potosí, México
- Peña, M.T. *et al.* 2002. Evaluation of *Duddingtonia flagrans* in reducing infective larvae of *Haemonchus contortus* in feces of sheep. *Vet. Parasitol.* 103(3):259
- Pérez, E. & Rodríguez Diego, J.G. 2005. Extensión de invasión de nemátodos gastrointestinales en un centro de la provincia de La Habana. *Rev. Salud Animal*. 27(5):62
- Permin, A. & Hansen, J.W. 1998: Epidemiology, diagnosis and control of poultry parasites. *FAO Animal Health Manual No. 4*. Rome
- Prichard, R. 1994. Anthelmintic resistance. *Vet. Parasitol.* 54(1-3):259
- Quiroz, H. 2002. *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*. Editorial LIMUSA. México. 876 p.
- Rahman, W.A. & Collins, G.H. 1992. An association of fecal egg counts and prolactin concentrations in sera of periparturient Angora goats. *Vet. Parasitol.* 43(1-2):85
- Reinemeyer, C.R. *et al.* 1992. A survey of ovine parasite control practices in Tennessee. *Vet. Parasitol.* 42(1-2):111
- Ride, W.D.L. *et al.* 1985. *International Code of Zoological Nomenclature* (3ra. ed.). Berkeley, University of California.
- Roberts, F.H.S. & O'Sullivan, J.P. 1952. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. *Aust. Agric. Res.* 1:99
- Rochfort, S. *et al.* 2008. Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytochemistry*. 69:299
- Rodríguez, J.G. *et al.* 1987. *Manual de técnicas parasitológicas*. Editorial ENPES. La Habana, Cuba. 103 p.
- Rodríguez, J.G. *et al.* 2003. *Métodos para el trabajo con los helmintos más importantes en Medicina Veterinaria*. CENSA. La Habana, Cuba. 64 p.

- Rodríguez-Diego, J.G. *et al.* 1980. Técnica de coprocultivo en tubo para el diagnóstico genérico de strongylata gastrointestinales del bovino. *Rev. cub. Cienc. Vet.* 11:170
- Roepstorff, A. & Nansen, P. 1998. Epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of swine. *FAO Animal Health Manual*, No.3. Rome
- Rojas, N. 2009. Identificación y caracterización morfológica de estrongídeos gastrointestinales en el ganado caprino del Valle el Cauto en la provincia Granma. Tesis en opción al grado de Master en Ciencias. Facultad de medicina Veterinaria, Universidad de Granma. Cuba. 99p.
- Rojas, S. *et al.* 2007. Prevalencia de nemátodos gastrointestinales en ovinos en pastoreo en la parte alta del municipio de Cuetzala del Progreso, Guerrero-México. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria.* 8(9). http://www.erevistas.csic.es/ficha_articulo.php?url=oai:www.veterinaria.org/revistas/redvet:10239&oai_iden=oai_revista68. Consultado: 19-12-2009
- Rossanigo, C.E. & Gruner, L. 1994. Relative effect of temperature and moisture on the development of strongyle eggs to infective larvae in bovine pats in Argentina. *Vet. Parasitol.* 55(4):317
- Rossanigo, C.R. & Silva Colomer, J. 1993. Nematodes gastrointestinales: Efecto sobre la producción en cabras criollas de San Luis (Argentina). *Estrategia de control. Rev. Arg. Prod. Anim.* 13:283
- Roy, E.A. *et al.* 2004. The effect of concurrent experimental infections of sheep with *Trichostrongylus colubriformis* and *T. vitrinus* on nematode distributions, numbers and pathological changes. *Parasite.* 11 (3):293-300
- Russel, A.J.F.*et al.* 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science.* 72:451-454
- Sánchez, S.F. *et al.* 1995. Estudio farmacocinético de Albendazole y sus metabolitos en plasma y fluido abomasal de bovinos. *Arch. Med. Vet.* 27(2):23
- Sánchez, Tania. *et al.* 2003. Efecto de una asociación de leucaena con gramíneas mejoradas en la producción de leche. *Pastos y Forrajes.* 26:137
- Sangster, N.C. 1999. Anthelmintic resistance: past, present and future. *Int. J. Parasitol.* 29:115
- Sangster, N.C. 2001. Managing parasiticide resistance. *Vet. Parasitol.* 98(1-3):89
- Schoenian, S. 2003. Integrated parasite management (IPM) in small ruminant. Maryland Cooperative Extension. University of Maryland, USA. <http://www.sheepandgoat.com/articles/IPM.html>. Consultado: 21-05-2007

- Schoenian, S. 2005. Drugs (anthelmintics) used to control internal parasites in livestock product labels and FDA approved animal drug products online database. <http://www.agnr.umd.edu/mce>. Consultado: 21-01-2010
- Segura-Egea, J.J. 2002. Sensibilidad y especificidad de los métodos diagnósticos convencionales de la caries oclusal según la evidencia científica disponible. **RCOE**, Madrid. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2002000600004&lng=es&nrm=iso>. Consultado: 21-01-2010.
- Shoop, W.L. 1993. Ivermectin resistance. *Parasitology Today*. 9(5):154
- Shrestha, J.N.B. & Fahmy, M.H. 2007. Breeding goats for meat production 3. Selection and breeding strategies. *Small Ruminant Research*. 67:113
- Silvestre A. *et al.* 2002. Sheep and goat nematode resistance to anthelmintics: pro and cons among breeding management factors. *Vet. Res.* 33:465
- Silvestre A. *et al.* 2010. Experimental and modeling approaches to evaluate different aspects of the efficacy of Targeted Selective Treatment of anthelmintics against sheep parasite nematodes. *Vet. Parasitol.* 171 (3-4): 254-262
- Singh, S. *et al.* 1997. Comparison of the post-parturient rise in faecal egg counts of indigenous and cross-bred ewes. *J. Helminthol.* 71(3):249
- Sivaraj, S. *et al.* 1994. Multiple and multigeneric anthelmintic resistance on a sheep farm in Malaysia. *Vet. Parasitol.* 55:159
- Smith, G. 1990. Chemotherapy: future problems. In: Hookworm Disease: Current Status and New Directions. Schad, G.A., Warren, K.S. (Eds.). Taylor & Francis. London, UK. p. 291
- Smith, W.D. 2007. Attempts to detect synergy between vaccination and Anthelmintic against a drug resistant isolate of *Haemonchus contortus*. *Vet. Parasitol.* 148(3-4):356
- Smith, W.D. 2008. Recent vaccine related studies with economically important gastrointestinal nematode parasites of ruminants. *Tropical Biomedicine. Proceedings of 5th International workshop: Novel Approaches to the control of helminth parasites of livestock*. Ipoh, Malaysia. 25(1):50. ISSN 01239-5720
- Smith, W.D. & Zarlenga, D.S. 2006. Developments and hurdles in generating vaccines for controlling helminth parasites of grazing ruminants. *Vet. Parasitol.* 139(4):347
- Smothers, C.D. *et al.* 1999. Comparison of arithmetic and geometric means as measures of central tendency in cattle nematode population. *Vet. Parasitol.* 81:211-224

- Soca, Mildrey. 2002. Comportamiento de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles. Tesis presentada en opción al título de Máster en Pastos y Forrajes. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 77 p.
- Soca, Mildrey. 2005 Los nematodos gastrointestinales de los bovinos jóvenes. Comportamiento en lo sistemas silvopastoriles cubanos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. 139 p.
- Soulsby, E.J.L. 1965. Textbook of veterinary clinical parasitology. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 1120 p.
- Soulsby, E.J.L. 1968. Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals. The William & Wilkins Company. Baltimore. 824 p.
- Soulsby, E.J.L. 1988. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V. México. 823 p.
- Sreter, T. *et al.* 1994a. The heritability and specificity of responsiveness to infection with *Haemonchus contortus* in sheep. *Int. J. Parasitol.* 24:871
- Sreter, T. *et al.* 1994b. The distribution of nematode egg counts and larval counts in grazing sheep and their implications for parasite control. *Int. J. Parasitol.* 24:103
- Tariq, K.A. *et al.* 2009. Anthelmintic activity of extracts of *Artemisia absinthium* against ovine nematodes. *Vet. Parasitol.* 160(1-2):83
- Thamsborg, S.M. *et al.* 1988. The performance of grazing sheep in relation to stocking rate and exposure to nematode infections. *Livestock Production Science.* 53:265-277
- Theodoropoulos, G. *et al.* 2001. The role of mucins in host–parasite interactions: Part II – helminth parasites. *TRENDS in Parasitology* 17 (3): 130- 135
- Todd, K.S. *et al.* 1978. *Haemonchus contortus* infections in Targhee and Targhee-Barbados Black-belly cross lamb. *Am. J. Vet. Res.* 39:865
- Torres-Acosta, J.F.J. *et al.* 2000. Infectividad larvaria en la vegetación nativa de Yucatán, México. En: Nuevas perspectivas en el diagnóstico y control de nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes. (Eds. F.J. Torres, A. Aguilar y A. Ortega). Primer Curso Internacional. FMVZ-Universidad Autónoma de Yucatán. p. 23
- Torres-Acosta, J.F.J. & Domínguez, J.L. 2001. Estudio epizootiológico de la parasitosis gastrointestinal de caprinos sometidos a un método de control estratégico en la FMVZ-UADY. Memorias VI Congreso Nacional de la Asociación de Técnicos Especialistas Caprinos. FMVZ- UDG. Jalisco, México. p. 46

- Torres, A.J.F. 2001. Diagnóstico y control de resistencia a antihelmínticos en pequeños rumiantes. Memorias Curso Ovinotecnia. Pachuca, Hidalgo
- Torres, A.J.F. *et al.* 2010. Persistence of the efficacy of copper oxide wire particles against *Haemonchus contortus* in sheep. [Vet. Parasitol.](#) Article in Press.
- Torres, H.G. *et al.* 1994. Resultados preliminares con ovinos Florida en el trópico mexicano. Memorias Séptimo Congreso Nacional de Producción Ovina. Toluca, México
- Valcárcel-Sancho, F.; García-Romero, C.; Olmeda, A.S.; Corchero, J. y Rojo-Vázquez, F.A. 2000. Análisis postmortem. Ovíes. 70:43-53
- Valle, María T. 1978. Contribución al estudio de los nematodos gastrointestinales del ganado bovino. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Ciudad de La Habana. Cuba. 150 p.
- van Dijk, J. *et al.* 2008. Back to the future: Developing hypotheses on the effects of climate change on ovine parasitic gastroenteritis from historical data. *Vet. Parasitol* 158: 73–84
- Van Wyk, J.A. & Malan, F.S. 1988. Resistance of field strains of *Haemonchus contortus* to ivermectin, closantel, rafoxanide and the benzimidazoles in South Africa. *Vet. Res.* 123:226
- Van Wyk, J.A. *et al.* 1989. The problem of escalating resistance to *H. contortus* to the modern anthelmintics in South Africa. *Onderstepoort. J. Vet. Res.* 56(1):41
- Van Wyk J.A. *et al.* 2001. How long before resistance makes it impossible to control some field strains of *Haemonchus contortus* in SouthAfrica with any of the modern anthelmintics? *Vet. Parasitol.* 70:111-122
- Van Wyk, J. & Bath, G. 2002. The FAMACHA© system for managing Heamonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Vet. Res.* 33(5):509
- Vatta, A.F. *et al.* 2001. Testing for clinical anaemia caused by *Haemonchus* spp. in goats farmed under resource-poor conditions in South Africa using an eye colour chart developed for sheep. *Vet. Parasitol.* 99: 1–14
- Vatta, A. *et al.* 2002. Incidence of *Haemonchus* spp. And effect on hematocrit and eye colour in goats farmed under resource- poor conditions in South Africa. *Vet. Parasitol* 103: 119-131.
- Vázquez, V.M. 2000. Agentes etiológicos y ciclos de vida de los nematodos gastrointestinales. En: Nuevas perspectivas en el diagnóstico y control de nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes. (Eds. F.J. Torres, A. Aguilar y A. Ortega) Primer Curso Internacional. FMVZ-Universidad Autónoma de Yucatán. p. 1

- Vieira, L.S. 2005. Endoparasitoses gastrintestinais em caprinos e ovinos. Documentos online 58. Serie Documentos. <http://www.cnpc.embrapa.br/doc58.pdf>. Consultado: 28-01-2009
- Villar, C.E. 1997. Aspectos básicos para el manejo integral del parasitismo en bovinos. Información Técnica. No. 4. CORPOICA, Regional 8. Villavicencio, Meta, Colombia. 8 p.
- Viola Resconi, J. *et al.* 2005. Prevalencia de las Endoparasitosis en caprinos, del departamento Maipú, provincia del Chaco (Argentina). Universidad Nacional de Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen: V-022. http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_caprinos/04-endoparasitosis.pdf. Consultado: 15-06-2007
- Waller P.J. 1997a. Sustainable helminth control of ruminants in developing countries. *Vet. Parasitol.* 71(2-3):195
- Waller, P.J. 1997b. Anthelmintic resistance. *Vet. Parasitol.* 72(3-4):391
- Wanyangu, S.W. *et al.* 1997. Response to artificial and subsequent natural infection with *Haemonchus contortus* in red Maasai and Dorper ewes. *Vet. Parasitol.* 69(3-4):275
- Waruiru, R.M. *et al.* 1995. Prevalence of gastrointestinal parasites and lungworms in wild and domestic ruminants in a game ranching farm in Kenya. *Bulletin of Animal Health and Production of Africa.* 43 (4):253-259
- Waruiru, R.M. *et al.* 1998. Development and survival of infective larvae of gastrointestinal nematodes of cattle on pasture in central Kenya. *Vet. Res. Commun.* 22:315
- Wood, I.B. *et al.* 1995. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Vet. Parasitol.* 58(3):181
- Yayneshet, T. *et al.* 2008. Feeding *Acacia etbaica* and *Dichrostachys cinerea* fruits to smallholder goats in northern Ethiopia improves their performance during the dry season. *Livestock Science.* 119(1):31
- Yazwinski, T.A. *et al.* 1980. *Haemonchus contortus* resistance in straight bred Barbados Blackbelly sheep. *J. Anim. Sci.* 51:279