



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

COMPARACION DE LA CANTIDAD, TAMAÑO Y  
PROLIFICIDAD DE FASES ADULTAS DE  
*Haemonchus contortus* EN UNA INFECCION  
EXPERIMENTAL EN OVINOS COLUMBIA Y  
BLACKBELLY.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A N :  
CESAR CUENCA VERDE  
NESTOR MARTIN CUENCA VERDE

ASESOR: M. EN C. JORGE ALFREDO CUELLAR ORDAZ  
COASESOR: DR. FERNANDO ALBA HURTADO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2005

m344892



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**  
**UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR**  
**DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
**P R E S E N T E**

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Comparación de la cantidad, tamaño y prolificidad de fases adultas  
de Haemonchus contortus en una infección experimental en ovinos -  
Columbia y Blackbelly.

que presenta el pasante: Nestor Martín Cuenca Verde  
con número de cuenta: 09236738-2 para obtener el título de :  
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 29 de noviembre de 2004

PRESIDENTE	<u>M.C. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz</u>	
VOCAL	<u>Dr. Jorge Luis Tórtora Pérez</u>	
SECRETARIO	<u>MVZ. Glòria Josefina Ortiz Gasca</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Dr. Guillermo Valdivia Anda</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. Marco Antonio Muñoz Guzmán</u>	



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**  
**UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR**  
**DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Comparación de la cantidad, tamaño y prolificidad de fases adultas  
de Haemonchus contortus en una infección experimental en ovinos -  
Columbia y Blackbelly.

que presenta el pasante: Nestor Martín Cuenca Verde  
con número de cuenta: 09236738-2 para obtener el título de:  
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 29 de noviembre de 2004

PRESIDENTE	<u>M.C. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz</u>	
VOCAL	<u>Dr. Jorge Luis Tórtora Pérez</u>	
SECRETARIO	<u>MVZ. Gloria Josefina Ortiz Gasca</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Dr. Guillermo Valdivia Anda</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. Marco Antonio Muñoz Guzmán</u>	

## Dedicatorias

A Dios.

Por el simple hecho de permitirme llegar a este día  
Tan importante para mí y para mi familia.

A la máxima casa de estudios de México.

La UNAM por darme la oportunidad de pertenecer a ella  
Y porque la llevo en mi corazón.

A la FES Cuautitlán.

Por que eres lo máximo para mí  
Aquí encontré mi segunda familia  
Y por que me permitiste cumplir este sueño.

A los seres que mas amo en esta vida.  
Mis padres, el Señor Elias Cuenca y la Señora Maria del Pilar Verde.  
Ya que gracias a ustedes soy lo que soy.  
Por la educación que nos dieron a mí y a mis hermanos  
Porque nunca dejaron que me desviara de este camino y siempre me  
impulsaron para llegar a esta meta  
Se que al cumplir este sueño también les hago cumplir uno de los suyos.

A mi hermano Nestor.  
Porque sin ti el camino hubiera sido mucho más difícil  
Te admiro mucho por ser más que mi hermano mi amigo  
Has sido mi cómplice de toda la vida.

A mi hermanita Pily.  
A ti porque tu mas que nadie eres un ejemplo de lucha y entrega  
Tu ratita eres una parte muy importante en mi vida  
Espero que nunca nos separemos  
Te quiero mucho.

A mi Flaquita.  
Te amo  
Porque en ti encontré el apoyo que buscaba  
Eres la persona que esperaba  
Porque en ti llevas a una alma que siempre he deseado  
Chapulín solo espero que no te esfumes en el tiempo.  
Espero que este sea el primero de un sin fin de logros juntos.

A Tommy.  
Con cariño porque tú me diste un gran regalo  
El regalo más padre que he recibido hasta ahora a Ovin  
Y por ser la compañera de mí hermano.

A Ovin.  
Por traer alergia a la casa  
Te quiero.

A el M en C Jorge Alfredo Cuéllar.  
Con mucha admiración y respeto  
Por todas las enseñanzas y el tiempo que nos brindo, por ser un guía para mí  
Y por su amistad.

A todos los profesores que me dieron clase en la FES, de quienes aprendí  
mucho y son fueron parte importante en mi formación académica.

**CÉSAR**

A Días

Por ser creador de este mundo  
Donde nos ha tocado soñar  
Y realizar nuestros sueños.

A mi Alma Mater  
LA UNAM

Por ser mi segunda casa  
Donde he encontrado una segunda familia  
Por permitirme pertenecer al grupo más privilegiado de México  
Por darme el orgullo de ser universitario.

A la FES Cuautitlán

Por permitir mi formación profesional  
Y ver realizado este sueño.



Al Sr. Elías y la Sra. Pilar  
Mis padres

Por quienes tengo la fortuna de existir  
Los que han hecho de mí un hombre de provecho  
Por sus consejos y sus enseñanzas  
Por ser los mejores padres que pude haber tenido  
Por no perder nunca la fe en mí  
Este trabajo es de ustedes  
Gracias Papá, gracias Mamá.

A César

El mejor hermano del mundo  
Por la fortuna y el placer de caminar juntos este sendero de la vida  
Por ser el mejor compañero y amigo que tengo  
Lo logramos hermano

A Pily

Mi hermanita  
Quien nunca ha dejado de creer en mí  
Gracias por tu apoyo y consejos  
Te quiero.

A Tomy:

Por decidir compartir tu vida conmigo  
Por alentarme a seguir adelante cuando no puedo  
Por tu paciencia  
Y por todo el amor que me regalas día a día.  
Gracias mi amor.

A Elías Esau (Ovin)

Por bajar hasta este mundo a llenar de amor mi vida  
Por ser el ángel que inspira mis pasos para ser el mejor  
Por darme el orgullo y la responsabilidad de ser Padre  
Te amo Ovin.

A Elma

Por formar parte de esta gran familia  
Por querer compartir tu vida con mí hermano  
Y por todo el apoyo que le brindas.

Al M en C Alfredo Cuellar

Por su enseñanza  
Por permitirme colaborar en este proyecto  
Por impulsarnos y guiarnos a hacer bien las cosas.

A todos y cada uno de los profesores de la carrera  
Por haber aportado un granito de arena  
En mi formación académica y profesional.

NESTOR

A nuestros abuelitos  
Epigmenio, Isidra, Agustín (f) y Felix

Con mucho cariño y respeto  
Por ser quienes son.

A nuestros tíos  
Ma. Cristina, Bertha, Marcelo, Santiago, Mercedes,  
Aristarco, Rosa, Verónica, Camelia,  
Teodora, Rigoberto, Candelaria, Cuauhtemoc,  
Carmen, Sofía, Judith  
Paciano y Fortino.

Por su cariño y apoyo.

A todos nuestros primos  
Dulce, Rosario, Carlos, Nancy, José Pedro, Nickthel, Rosa, Alma, Alberto,  
Nestor, Mariela, Marisol, Gustavo, Ericka, Araceli, Horacio, Cristina, Carolina,  
Flavio, Jessenia, José Elías, Paulina, Gabriela, Andrea, Julio César, Perla,  
Giovanni, Hugo, Brian, Paola, Brian, Salvador, Esmeralda, Aldo, Julio, Ricardo,  
Martín, Hector, Jessica, Azul, Luis, Erick, Alejandro, Virginia, Oscar, Renata,  
Carolina, Enrique y Adriana.

Con cariño y con el deseo que este trabajo sea un  
estimulo para seguir adelante y luchan por conseguir sus metas.

A todos nuestros familiares y amigos de Metztlán Hidalgo.

En especial a dos profesores  
a quienes tenemos una gran admiración  
M en C Juan Pablo Martínez Labat y Dr. Guillermo Oviedo Fernández  
Por todo lo aprendido de ustedes.

A todos nuestros compañeros y amigos de la facultad

Ángeles Cuevas, Antonio "Gallitus", Antonio Reyes, Antonio Valdez, Claudia Hernández, Edgar Cabrera, Edgar Delgado, Efrén Galindo, Francisco Cruz, Gabriela Chaman, Gissel Colín, Guni Delgado, Hilario Haro, Jasive Santiago, Juan Carlos Ángeles, Juan Ramón Pérez, Luis A. Pérez, Lydia Reyes, Madaí Monroy, Ricardo Flores, Ricardo Pérez, Rogelio Macías, Santiago Fernández, Teresa Portugués, Víctor H. Márquez, Víctor M. Severiano.

Por su gran amistad y apoyo incondicional  
Por todos los momentos difíciles y agradables que hemos pasado juntos  
Por ser nuestra segunda familia.

A todas las personas que de alguna u otra forma hicieron posible la realización  
de este trabajo.

CÉSAR Y NESTOR

## ÍNDICE

Resumen .....	1
Introducción .....	2
Objetivos .....	21
Material y métodos .....	22
Resultados .....	27
Discusión .....	33
Conclusiones .....	37
Bibliografía .....	38

## Resumen.

El presente trabajo tuvo por objeto evaluar el efecto raza sobre los parámetros parasitológicos eliminación de huevos en heces, cantidad de parásitos adultos, el tamaño y prolificidad de los parásitos adultos en una infección experimental con *Haemonchus contortus*, en ovinos de las razas Blackbelly (BB) y Columbia (C). Se utilizaron 30 corderos libres de nematodos entre 6 y 8 meses de edad, de 38 kg promedio, 15 BB y 15 C, para cada raza se formó un grupo testigo (5 corderos) y un grupo experimental (10 corderos), que se mantuvieron en estabulación total. Los animales del grupo experimental fueron inoculados semanalmente con 1,000 larvas 3 durante seis semanas. Se realizó muestreo de heces en forma semanal a partir de la segunda semana posinoculación (PI) para monitorear la dinámica de eliminación de huevos durante las siguientes 18 semanas PI. Las muestras se tomaron directamente del recto de los animales con bolsas de polietileno, se identificaron y se les realizaron pruebas coproparasitoscópicas mediante la técnica modificada de Mc Master para determinar el número de huevos por gramo de heces (hgh). Un día antes del sacrificio se colocaron bolsas colectoras para recuperar el total de materia fecal de 24 horas y se determinó el hgh para conocer el total de huevos eliminados por día. La mitad de los corderos fueron sacrificados en la semana 14 y los restantes en la semana 18. Para obtener el total de los parásitos adultos se separó el abomaso del cuál se recuperó el contenido y se cuantificó el total de parásitos presentes. Los parásitos adultos fueron separados por sexo. Se tomaron 25 hembras y 25 machos de cada cordero y se midieron para conocer el tamaño promedio. Para determinar la prolificidad de las hembras el número de huevos eliminados en un día se dividió entre el total de hembras encontradas y así conocer el número de huevos por hembra por día. Los datos obtenidos se analizaron mediante la prueba estadística de varianza. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) en los resultados referentes a la eliminación de huevos y a la cantidad de fases adultas entre las dos razas, existiendo mayor eliminación de hgh y adultos de *H. contortus* en los animales C en comparación a la BB. Para las variables tamaño de parásitos adultos y prolificidad de hembras no se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) entre las dos razas evaluadas. Asimismo no se detectó un efecto racial sobre el tamaño de parásitos adultos y prolificidad de las hembras. Finalmente, se puede afirmar que existió un efecto racial entre los ovinos BB y C en lo referente a la eliminación de huevos y cantidad de parásitos adultos establecidos, concluyendo que, bajo las condiciones del presente trabajo, los animales de la raza BB son más resistentes a la infección artificial por *H. contortus*.

## Introducción.

Es de suma importancia para el desarrollo económico de la ganadería, el conocimiento de los problemas originados por las parasitosis gastrointestinales de los rumiantes, las cuales provocan trastornos digestivos que interfieren en la nutrición y desarrollo normal del individuo, además de favorecer a enfermedades secundarias y en consecuencia, pérdidas cuantiosas a la producción (Cuéllar, 2003).

Las enfermedades parasitarias se encuentran entre las causas más frecuentes e importantes que ocasionan una ineficiencia biológica y económica en los sistemas pecuarios del país. Tales problemas disminuyen sutil o apreciablemente la producción de los animales trayendo como consecuencia bajas utilidades al productor, favoreciendo el desaliento y abandono de la actividad pecuaria (Cuéllar, 2003).

La nematodiasis gastroentérica (NGE), es una enfermedad producida por la presencia y acción de varias especies de nematodos, que se localizan en el abomaso e intestino delgado de rumiantes. Aunque la mayoría de los nematodos gastroentéricos (NGE) de los rumiantes que tienen importancia económica pertenecen al Orden *Strongylida*; existen otros como los del Orden *Rhabditida*, *Spirurida*, *Ascaridida* y *Enoplida* que también están involucrados en la nematodiasis gastroentérica (Cuéllar, 2003).

Clínicamente la NGE se caracteriza por un síndrome de mala absorción y anemia. La enfermedad se presenta con mayor intensidad en animales jóvenes. La transmisión se realiza por la ingestión de pasturas contaminadas con larvas en tercer estadio de desarrollo (L<sub>3</sub>). La enfermedad tiene un curso agudo, subagudo y generalmente crónico y subclínico, y posee una gran importancia económica debido a que disminuyen la producción, y ocasionalmente produce la muerte (Borchert, 1975; Soulsby, 1988; Quiroz, 2003).

Los parásitos involucrados en la NGE tienen afinidad por ciertas partes del tracto digestivo, así hay especies que se localizan en abomaso (Cuadro 1), otras tienen afinidad por el intestino delgado (Cuadro 2) y hay especies que se localizan en ciego y colon (Cuadro 3), (Cuéllar, 2003).



**Cuadro 1. Nematodos gastroentéricos de rumiantes que se localizan en el abomaso.**

Orden	Superfamilia (Familia)	Género y especie	Hospedadores
Strongylida	Trichostrongyloidea (Trichostrongylidae)	<i>Haemonchus contortus</i>	Ovinos, caprinos
		<i>Mecistocirrus digitatus</i>	Rumiantes
		<i>Teladorsagia trifurcata</i>	Ovinos, caprinos
		<i>Teladorsagia circumcincta</i>	Ovinos, caprinos
		<i>Marshallagia marshalli</i>	Ovinos, caprinos
		<i>Trichostrongylus axei</i>	Rumiantes, cerdos, equinos

**Cuadro 2. Nematodos gastroentéricos de rumiantes que se localizan en intestino delgado.**

Orden	Superfamilia (Familia)	Género y especie	Hospedadores
Rhabdatida	Rabditoidea (Strongyloidea)	<i>Strongyloides papillosus</i>	Rumiantes, otros
Strongylida	Trichostrongyloidea	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	Ovinos, caprinos, bovinos
		<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	Ovinos, caprinos, otros
		<i>Trichostrongylus capricola</i>	Caprinos, ovinos
		<i>Nematodirus battus</i>	Ovinos
		<i>Nematodirus spathinger</i>	Ovinos
		<i>Nematodirus fillicolis</i>	Ovinos
		<i>Cooperia cuticei</i>	Ovinos, caprinos
Strongylida	Ancylostomatoidea	<i>Bunostomum trigonocephalum</i>	Ovinos
		<i>Gaigeria pachyscelis</i>	Ovinos, caprinos

**Cuadro 3. Nematodos gastroentéricos de rumiantes que se localizan en ciego y colon.**

Orden	Superfamilia (Familia)	Género y especies	Hospedadores	Localización
Strongylida	Strongyloidea (Trichosnemastidae)	<i>Oesophagostomum venulosum</i>	Ovinos, caprinos	Colon
		<i>Oesophagostomum columbianum</i>	Ovinos, caprinos	Colon
		<i>Chabertia ovina</i>	Rumiantes	Colon
Ascaridia	Oxiuroidea (Oxyuridae)	<i>Skrjabinema ovis</i>	Ovinos, caprinos	Ciego
Enoplida	Trichuroidea (Trichuridae)	<i>Trichuris ovis</i>	Rumiantes	Ciego

Por su alta incidencia en todo el mundo y por los efectos que produce, el *Haemonchus contortus* es considerado como el nematodo más importante de los rumiantes (Quiroz, 2003).

En México se han descrito prácticamente todos los géneros de nematodos gastroentéricos que afectan al abomaso, intestino delgado, ciego y colon de los rumiantes. No obstante eso, el género más frecuente y abundante casi en todos los ecosistemas del país es el *Haemonchus* (Cuéllar, 2003).

#### Género *Haemonchus*.

Sinonimias: Al *Haemonchus* también se le conoce como el *gran gusano del estómago*, *gusano del cuajar de los rumiantes* (Soulsby, 1987), *gusano en poste de barbero* (Lapage, 1976).

Se encuentra en el abomaso de diversos rumiantes, mide de 10 a 30 mm de longitud. El extremo cefálico es muy delgado, poseen una pequeña cápsula bucal, con un fino diente o lanceta que se origina en el lado dorsal de la base. Tiene papilas cervicales prominentes, en forma de espinas (Fig. 1). La bolsa copulatriz del macho es grande, tiene grandes rayos laterales y el dorsal es pequeño y asimétrico en forma de Y invertida (Fig. 2). Las papilas son relativamente cortas, hay papilas prebursales y posee un gubernáculo. La vulva está en la parte posterior del cuerpo y está cubierta por una protuberancia, solapa o proceso lingüiforme (Fig. 3). Hay nueve especies validas para este género (Soulsby, 1987; Quiroz, 2003). La especie más importante es *Haemonchus contortus* (Meana y Rojo, 1999).

El *H. contortus* se localiza en el abomaso de ovinos, bovinos y caprinos y numerosos rumiantes silvestres (Quiroz, 2003). El macho tiene un color rojizo uniforme mientras que la hembra, los ovarios blancos enrollados en espiral alrededor del intestino rojo, le dan un aspecto rallado. Las espículas miden de 0.46 a 0.506 mm de longitud y cada una lleva una pequeña lengüeta cerca del extremo (Soulsby, 1987). Los machos miden de 10 a 20 mm y las hembras de 18 a 30 mm (Lapage, 1976; Soulsby, 1987 y Quiroz, 2003). Los huevos (Fig.4) tienen una forma ovoide son incoloros miden de 70- 85 por 41-48  $\mu\text{m}$  (Soulsby, 1987).

### Morfología de *Haemonchus contortus*.

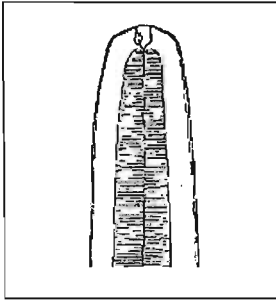


Fig. 1 Extremo anterior de *Haemonchus contortus*.

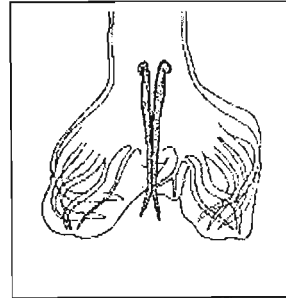


Fig. 2 Bolsa copultriz de *Haemonchus contortus*

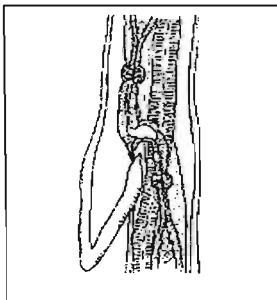


Fig. 3 Membrana vulvar de *Haemonchus contortus*.

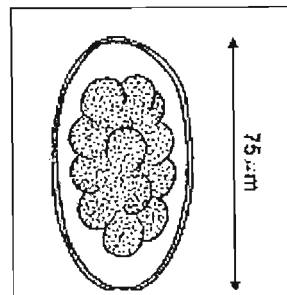


Fig. 4 Huevo de *Haemonchus contortus*

## Ciclo biológico.

El ciclo biológico es directo (Fig. 5). En el abomaso del hospedador se localizan los adultos, la hembra puede producir de 5,000 a 10,000 huevos al día (Lapage, 1976; Meana y Rojo, 1999).

Los huevos son eliminados con la materia fecal, contaminando los pastizales, en los cuales se desarrollarán tres fases larvarias no parásitas (Lapage, 1976).

Al ser eliminados los huevos se encuentran blastomerados y se requiere de humedad temperatura y oxígeno para el desarrollo de la larva en primer estadio (L<sub>1</sub>) dentro del huevo (Quiroz, 2003).

Una vez eliminados los huevos con las heces si las condiciones ambientales son adecuadas se desarrolla la L<sub>1</sub> que eclosionan en la materia fecal en 1 ó 2 días (Quiroz, 2003). Esta se alimenta de bacterias del medio donde se encuentra. Al completar su crecimiento muda de epidermis (primera ecdisis) y se transforma en larva 2 (L<sub>2</sub>) que también se alimenta de bacterias y crece hasta que madura, muda su epidermis (segunda ecdisis) pero esta no se desecha permanece como una envoltura suelta alrededor de la L<sub>3</sub> que se ve separada por ella de su alrededor, por lo tanto no puede alimentarse. Está se mantiene de los gránulos de material alimenticio que han sido almacenados dentro de las células que recubren su intestino (Lapage, 1976).

La L<sub>3</sub> es la fase infectante de *H. contortus*, ésta no resiste la desecación ni las bajas temperaturas (Soulsby, 1987). En condiciones adecuadas el desarrollo de la L<sub>3</sub> se alcanza de 4 a 7 días (Lapage, 1976).

La L<sub>3</sub> es muy activa y es capaz de desplazarse verticalmente sobre superficies húmedas de los vegetales presentando varios tropismos: hidrotropismo positivo esto es que buscan las zonas húmedas, fototropismo negativo que evitan la luz intensa, termotropismo positivo a la temperatura optima (15 a 37° C) y un geotropismo negativo se aleja del suelo buscando la parte alta de los pastos (Quiroz, 2003). La migración vertical les permite subir a las gotas de rocío que se encuentran en las puntas de los pastos en las mañanas o en los días nublados (Soulsby, 1987).

La dispersión horizontal de las larvas se ve favorecida por diferentes factores entre estos se encuentra la lluvia, la dispersión mecánica que ejerce el ganado al desplazar con sus patas la materia fecal, los insectos y ácaros coprófagos, se ha mencionado que esporas de hongos del genero *Pilobolus* son capaces de lanzar a las larvas de 1 a 1.5 m de distancia del bolo fecal; esto es importante

debido a que los animales no consumen el forraje que se encuentra cerca de la materia fecal (Lapage, 1976; Quiroz, 2003; Soulsby, 1987 y Meana y Rojo, 1999).

La infección de los animales se da por la ingestión de L<sub>3</sub> con las pasturas. Aproximadamente a 30 minutos después de la ingestión la L<sub>3</sub> pierde la cutícula que conserva de la anterior muda esto se da por diversos estímulos del hospedador (amortiguador, bicarbonato-CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> gaseoso, etc.). Estos factores activan a la L<sub>3</sub> que libera un fluido de muda que actúa sobre la cutícula provocando su ruptura, con esto la larva puede salir mediante sus movimientos (Lapage, 1976; Meana y Rojo, 1999).

Las larvas ya liberadas pasan al abomaso, éstas penetran la mucosa en las fosetas de las glándulas gástricas en lo que se denomina etapa histotrófica o tisular, (Lapage, 1976; Soulsby, 1987). El *H. contortus* tiene afinidad por la mucosa de región fúndica (Meana y Rojo, 1999).

En la mucosa se alimenta de sangre crece y muda a larva 4 (L<sub>4</sub>), ésta también crece e ingiere sangre sale de la mucosa y muda a larva 5 (L<sub>5</sub>) o preadulto (Meana y Rojo, 1999). Las L<sub>5</sub> se desarrollan directamente ya sin muda hasta transformarse en adulto, macho o hembra (Lapage, 1976), después de la cópula las hembras comienzan a producir huevos cerrando el ciclo (Meana y Rojo, 1999).

En algunas circunstancias el desarrollo larvario se detiene dentro del hospedador en L<sub>4</sub> durante 4 ó 5 meses (hipobiosis) (Meana y Rojo, 1999). La naturaleza del estímulo se desconoce aunque algunos trabajos mencionan que se debe factores genéticos, inmunológicos o ambientales, el fenómeno coincide cuando las condiciones ambientales son adversas (meses fríos y épocas secas) y parece ser que la capacidad de inhibición es una característica heredable y se considera una adaptación del parásito a la resistencia del hospedador a factores ambientales adversos o ambos a la vez (Quiroz, 2003; Meana y Rojo, 1999).

La reanudación del desarrollo de las larvas se produce simultáneamente cuando las condiciones ambientales son adecuadas para la supervivencia de las fases libres y está asociada probablemente con un estímulo estacional (Lapage, 1976). Desde el punto de vista patológico es muy importante, pues la desinhibición sincrónica de las larvas hipobióticas puede dar lugar a procesos graves. También es importante desde el punto de vista epidemiológico ya que al coincidir en el tiempo la madurez sexual de los adultos procedentes de larvas hipobióticas se eliminan cantidades elevadas de huevos que contribuyen en forma significativa a la contaminación ambiental, en una época del año favorable para el desarrollo de las L<sub>3</sub> siendo muy alto el riesgo de infección para los animales jóvenes (Meana y Rojo, 1999).

En ausencia de hipobiosis el periodo de prepatencia es de 15 a 20 días (Soulsby, 1987 y Meana y Rojo, 1999).

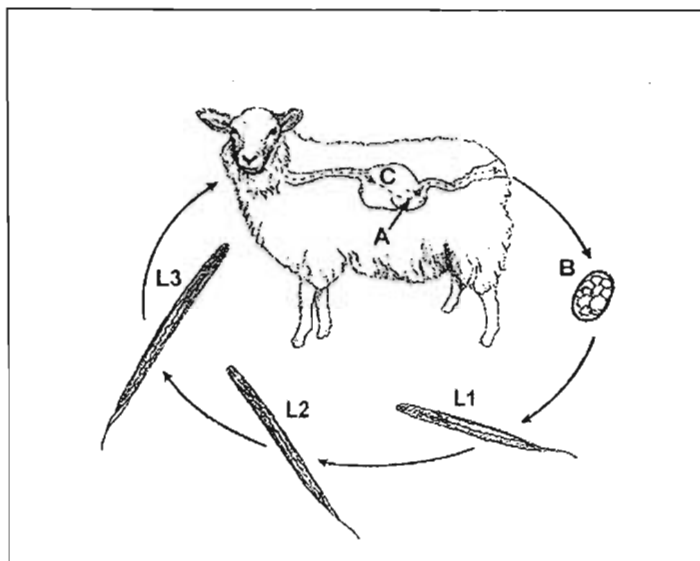


Fig. 5 Ciclo biológico de *Haemonchus contortus*.

A) Adultos en la mucosa abomasal. B) Huevo eliminado en heces. C) Larva 4 histotrófica. L1) Larva 1 libre en suelo. L2) Larva 2 primer muda. L3) Larva 3 segunda muda, fase infectante.

### Epidemiología.

En México esta parasitosis es muy común por el hecho de que la mayoría de los pequeños rumiantes se encuentran en pastizales comunales (donde pastorean juntos bovinos, ovinos y caprinos), o en terrenos sobrepastoreados, donde la contaminación es muy grande (Cuéllar, 1992).

Para que esta enfermedad se presente se tienen que conjugar los factores ambientales, del hospedador y del parásito (Cuéllar, 1986).

La infección se da por la ingestión de forraje contaminado con L<sub>3</sub>, es por esta razón que esta enfermedad se da principalmente en sistemas de producción donde se practica el pastoreo, o sea, en aquellos denominados genéricamente como extensivos o semintensivos (Cuéllar, 1992). Asimismo, resulta un problema sanitario frecuente en aquellos sistemas intensivos con praderas irrigadas y es en

estas praderas donde las larvas infectantes encuentran un microambiente favorable, en cuanto a humedad y temperatura para su desarrollo y supervivencia siendo este pasto el vehículo para que las larvas puedan introducirse al hospedador (Cuéllar, 1986; Cuéllar, 1992).

Las larvas preinfectuosas son susceptibles a la desecación, mientras que las infectuosas soportan más. Las L<sub>3</sub> migran mejor en clima húmedo y cálido. Algunas larvas pueden encontrarse a 90 cm de los residuos fecales en 24 horas pero más de 90% se encuentran a 10 cm y este número disminuye logarítmicamente a medida que aumenta la distancia (Blood y col., 1986).

La humedad representa el factor climático que determina el desarrollo y supervivencia de larvas infectantes de nematodos gastroentéricos de los rumiantes, por lo tanto la época de lluvias representa una situación de alto riesgo para la adquisición de la parasitosis. Otro aspecto importante entre los factores ambientales es la hora del día en que pastorean los animales. Esto hace que en ocasiones se ingieran cantidades masivas de larvas que desarrollarán cuadros clínicos de nematodiasis gastroentérica (Cuéllar, 1992).

La presencia de nematodos gastroentéricos ocurre tanto en animales jóvenes como en adultos, sin embargo la presentación clínica de la enfermedad casi es exclusiva de corderos entre los seis a ocho meses de edad. Además existen otros factores propios del hospedador que condicionan la severidad de la parasitosis, entre los que están: especie animal, raza, estado nutricional y estado fisiológico (Cuéllar, 1992).

Los ovinos son los animales en que más frecuentemente se encuentra al *H. contortus*, asimismo, son los más sensibles a la acción de éste. Tal situación obedece a los hábitos alimenticios de esta especie, ya que son altamente selectivos, consumiendo forraje fresco, muy *tierno*, que contiene mucha humedad y por lo tanto es probable que contenga un gran número de larvas infectantes (Cuéllar, 1992).

El factor racial es otro de los factores que determina la severidad de la hemoncosis. Es una opinión generalizada el hecho de que los animales nativos o genéricamente llamados *criollos*, resisten más las infecciones parasitarias en relación a los animales de razas puras o exóticos, esta situación se explica por una selección natural que ha ocurrido en los animales nativos, dando lugar a una prole con las mismas características, o sea, resistente a este nematodo. Además debe considerarse que los ovinos de razas puras son por lo regular criados y mantenidos bajo condiciones estabuladas que difícilmente tienen contacto con este parásito y al entrar en contacto con este muestran una gran susceptibilidad (Cuéllar, 1992).

El estado nutricional del animal juega un papel fundamental en la susceptibilidad a la nematodiasis gastrointestinal. Los animales subnutridos por lo regular presentan cargas parasitarias mayores en relación a aquellos que mantienen óptimas condiciones nutricionales, esto podría explicarse por los mecanismos inmunológicos que permiten o no la infección parasitaria, cuya base está en la cantidad y calidad de alimento consumido, en especial lo referente a las proteínas (Cuéllar, 1992).

El estado fisiológico, puede favorecer una mayor población de nematodos adultos en el abomaso. Esta situación se denomina *alza posparto* o *alza lactacional*, que se refiere a un aumento en la eliminación de huevos de nematodos gastroentéricos en las ovejas que están cerca del parto y/o lactando. En México se ha observado que el pico máximo en la eliminación de huevos ocurre entre las cuatro y ocho semanas después del parto. Este fenómeno es una muestra de la adaptación parasitaria donde los nematodos por medio de estímulos hormonales, mediante los cuales se hace manifiesta a una población la presencia de otra población susceptible a parasitar, en este caso los corderos lactantes. La hormona identificada que favorece el desarrollo masivo de nemátodos adultos es la prolactina, la cual está presente hacia el final de la gestación y durante la lactación (Cuéllar, 1992). En realidad existen dos aumentos que en general coinciden en tiempo, uno el lactacional en las hembras en cualquier tiempo y el de primavera, que se presenta en hembras vírgenes y en machos es de menor intensidad (Quiroz, 2003).

La expulsión de parásitos adultos ocurre por su vejez o por respuesta inmune. En el caso de *H. contortus* se ha observado que los animales que han tenido infecciones previas expulsan parásitos adultos tres días después de una nueva infección. Se considera que se desarrolla una alergia de tipo I contra el líquido de muda de la L<sub>3</sub> y L<sub>4</sub>, cuando la infección es intensa aún las nuevas larvas son expulsadas (Quiroz, 2003).

Se ha observado que la L<sub>5</sub> es la responsable de la principal respuesta inmune en *H. contortus*, asociada con el edema del abomaso y la agregación de eosinófilos en la mucosa (Quiroz, 2003).

### **Patogenia.**

La gravedad de la acción patógena depende principalmente de la edad de los animales y de la intensidad de la infección (Meana y Rojo, 1999).

La patogenia está relacionada con la actividad expoliatriz hematófaga de las L<sub>4</sub> así como la de los adultos (Dunn, 1983; Quiroz, 2003; Blood y col., 1986;



Soulsby, 1987; Martín y Aitken, 2000; Radostits y col., 2002). Al ingerir grandes cantidades de sangre del hospedador se producen pérdidas de los componentes sanguíneos, incluyendo eritrocitos y proteínas plasmáticas, lo que ocasiona anemia e hipoproteinemia (Blood y col., 1986; Martín y Aitken, 2000; Radostits y col., 2002). La pérdida diaria es de alrededor de 0.05 ml de sangre completa por verme (Quiroz, 2003; Soulsby, 1987; Radostits y col., 2002).

Las larvas ejercen acción mecánica y traumática cuando penetran a las cavidades de las glándulas gástricas en la pared del abomaso (Quiroz, 2003) y la lesión causada a la mucosa por fijación de los adultos produce abomasitis catarral (Lapage, 1976; Blood y col., 1986; Cuéllar, 1986). Las larvas que penetran en la mucosa producen lesiones, consecutivas a la penetración y crecimiento de las larvas en el interior de las glándulas gástricas, lo que origina su dilatación y una marcada protusión sobre la superficie de la mucosa. Las células de las glándulas parasitadas son reemplazadas por células indiferenciadas (Meana y Rojo, 1999). Las larvas en desarrollo alojadas en las glándulas gástricas producen una distensión local, histolisis y pérdida de células parietales (Martín y Aitken, 2000). Durante este periodo las larvas ejercen también una acción antigénica, debida a la muda, al líquido de muda y a secreciones y excreciones, que en algunos casos necrosan el tejido circunvecino y otros provocan una respuesta inmune local y humoral (Quiroz, 2003).

Una vez que las primeras larvas salen, después de 17 a 21 días de la infección, se aprecian alteraciones en las glándulas circundantes a las parasitadas. La salida de las larvas produce lisis de las células epiteliales del borde superior de las glándulas, estimulando la rápida división celular y originando una hiperplasia con engrosamiento de la mucosa, edema submucoso y aumento de las células plasmáticas. Los espacios intercelulares epiteliales se encuentran dilatados y los complejos de unión entre las células desaparecen (Meana y Rojo, 1999).

Macroscópicamente, la lesión que se produce es un nódulo circular abultado, si la larva ya ha salido, es de dos a tres milímetros de diámetro, con un orificio central. Una vez que las larvas salen de las glándulas se producen los daños más graves debido a la hematofagia ya que provocan pequeñas úlceras con hemorragias capilares (Meana y Rojo, 1999).

Los adultos generan también una acción tóxica por medio de sustancias anticoagulantes que infiltran en los tejidos alrededor de la pequeña úlcera que ocasiona para succionar sangre; al cambiar de sitio de alimentación, la úlcera continúa sangrando, lo que favorece la pérdida de sangre (Quiroz, 2003).

La parasitosis en abomaso da lugar a la disminución de la secreción de HCl que facilita el aumento del pH gástrico, este incremento en el pH repercute negativamente en la digestión proteica ya que el pepsinógeno no se convierte en pepsina y por tal motivo el proceso digestivo se altera y se pierde el efecto bacteriostático del pH bajo, lo que trae como consecuencia una proliferación bacteriana y un cuadro de diarrea (Meana y Rojo, 1999). Esto es contrario a lo que describen Martín y Aitken (2000) quienes dicen que por lo general no se observa diarrea en la haemoncosis. Por su parte, Dunn (1983) afirma que nunca se observa diarrea en las infecciones de campo ni en las experimentales.

También aumenta la síntesis de gastrina, que va aunado a un aumento de la contractilidad del abomaso y del peristaltismo intestinal (Meana y Rojo, 1999).

### **Respuesta inmunológica.**

Los mecanismos de resistencia dependen de respuestas inmunitarias adquiridas tras el contacto con los parásitos y de la capacidad fisiológica innata de los animales para adaptarse a la infección. La inmunidad frente a los nematodos gastrointestinales es dependiente directamente de la respuesta celular de linfocitos T, incluye importantes alteraciones inflamatorias en la mucosa, y también se ve facilitada por la presencia de anticuerpos específicos frente a los parásitos (Meana y Rojo, 1999).

Otras características de la respuesta inmunitaria son la especificidad inmunológica. El tipo de respuesta está condicionada por las variaciones antigénicas que presentan los nematodos, a consecuencia de distintas fases de desarrollo dentro del hospedador y al hecho claro de poseer dentro de cada fase distintos tipos de moléculas: las que se expresan en la superficie y las que depende del parásito (secreción y excreción). Aunque se desconoce la función biológica de muchas de ellas, es innegable su papel como antígenos, alérgenos o moduladores de la respuesta inmunitaria, inflamatoria o ambas (Meana y Rojo, 1999).

Las respuestas inmunitarias eficaces tienen una serie de características según las distintas fases de desarrollo. Así, se observa que la respuesta frente a las larvas infectantes evita su asentamiento y da lugar a su eliminación a las pocas horas de ser ingeridas, relacionada con la presencia de elevadas cantidades de inmunoglobulinas (IgA), histamina y leucotrienos en el moco. La acción frente a las L-4 conlleva a su eliminación o a la ralentización de su desarrollo (hipobiosis) (Meana y Rojo, 1999).

En cuanto a los adultos, las respuestas inmunitarias eficaces repercuten en la habilidad del hospedador para mantener la carga parasitaria a niveles bajos o reducir la fecundidad de las hembras (Meana y Rojo, 1999).

Todas estas respuestas están genéticamente reguladas y hasta el momento se ha definido una serie de marcadores útiles para conocer la capacidad de resistencia de los rumiantes a estas infecciones. En mayor o menor medida, cada uno de ellos refleja los procesos desencadenados tras la presentación de antígenos e incluyen:

- Para la función de linfocitos T: Marcadores genéticos del Complejo Principal de Histocompatibilidad, como es la determinación de los alelos de clase I en los sistemas OLA (*Ovine Leucocyte Antigen*) o a la proliferación de linfocitos cooperadores de tipo II (Th<sub>2</sub>).
- Para la respuesta inflamatoria: La eosinofilia.
- Para la respuesta serológica: Los niveles de anticuerpos específicos.

El conocimiento de estos marcadores ha permitido la selección de individuos y razas con una mayor resistencia a los parásitos, sin detrimento de la pérdida de producción (Meana y Rojo, 1999).

### Signos clínicos.

Los signos clínicos pueden dividirse en tres síndromes: Hiperagudo, agudo y crónico.

Hemoncosis hiperaguda: Es poco común, pero puede darse en animales susceptibles expuestos a una infección masiva repentina. El enorme número de parásitos provoca el rápido desarrollo de una anemia, heces de color oscuro y muerte súbita, debida a la pérdida de sangre. Hay una gastritis hemorrágica intensa. Se puede producir la muerte en el periodo prepatente de tales infecciones (Dunn, 1983; Soulsby, 1987).

Hemoncosis aguda: Se observa principalmente en animales jóvenes susceptibles con infecciones intensas (Soulsby, 1987). Con frecuencia afecta a pocos animales pero en brotes graves puede afectar un gran porcentaje del rebaño si no recibe tratamiento. El cuadro clínico incluye baja considerable de peso y/o retardo en el crecimiento. Hay diarrea intermitente de color café oscuro, emaciación, mucosas pálidas y presencia de edema submandibular. Los animales están débiles, dejan de comer y se retrasan al momento de pastorear, puede haber caída de lana o esta es arrancada a mordidas por otros animales afectados. En muchos casos el animal muere como consecuencia de los severos trastornos digestivos y

metabólicos que provocan los parásitos. Los animales recuperados suelen quedar subdesarrollados (Dunn, 1983; Blood y col., 1986; Cuéllar, 1986; Radostits, 2002).

**Hemoncosis crónica o subclínica:** Esta se presenta en la mayoría de los casos con ausencia de signos observables. Este tipo de presentación es importante ya que pasa inadvertida por el productor o el responsable de sanidad del rebaño, trayendo como consecuencia grandes pérdidas económicas a largo plazo, dada la ineficiencia económica y biológica de los animales afectados (Cuéllar, 1986).

### **Lesiones.**

En los animales muertos como consecuencia de la hemoncosis, además de las lesiones inespecíficas debidas a trastornos generales, como emaciación, deshidratación, anemia, diarrea, etc. Existen otras lesiones más específicas limitadas al tracto digestivo relacionadas con *H. contortus* (Meana y Rojo, 1999).

A la necropsia la canal se observa pálida, edematosa y con un pobre estado de carnes, así como ausencia de grasa y presencia de líquidos en cavidad peritoneal, torácica y en el pericardio (Dunn, 1983; Cuéllar, 1986).

En el abomaso se observa la presencia de adultos de *H. contortus*, la pared está hiperémica y pueden observarse coágulos, puede haber pequeñas ulceraciones en los puntos donde se fijaron los gusanos adultos. El contenido del abomaso suele tener un color parduzco por la presencia de sangre (Dunn, 1983; Blood y col., 1986; Cuéllar, 1986; Meana y Rojo, 1999; Radostits y col., 2002).

### **Diagnóstico.**

Se debe realizar en base a datos clínicos, historial epidemiológico, análisis de laboratorio, etcétera.

#### **Diagnóstico clínico.**

Aunque los signos más frecuentes como la diarrea, anorexia, adalgazamiento y signos de anemia pueden aparecer también en otros procesos, orientan y aportan una información valiosa cuando se relacionan con datos epidemiológicos.

Por ejemplo se debe sospechar de infecciones intensas en rebaños que pastorean o recientemente estabulados, en los que se aprecia deterioro en el estado general de los animales (Meana y Rojo, 1999; Quiroz, 2003).

#### Diagnóstico de laboratorio.

Se realiza mediante análisis coprológicos a muestras colectadas del recto de los animales en las que se detectan los huevos eliminados por los parásitos, esto debe realizarse en forma cuantitativa (Técnica de Mc Master) y cualitativa (cultivo larvario), este último permite el estudio de las características morfológicas de las L<sub>3</sub> (Cuéllar, 1986; Meana y Rojo, 1999; Quiroz, 2003).

Es de utilidad realizar estudios hematológicos para conocer el estado general del animal y evaluar el efecto parasitario (Cuéllar, 1986).

Sin embargo, lo más confiable es realizar la necropsia de un caso clínico representativo del rebaño e identificar los parásitos adultos (Soulsby, 1987).

#### Diagnóstico diferencial.

Se deben tener en cuenta varios procesos infecciosos parasitarios y nutricionales que coinciden en sus manifestaciones clínicas con los cuadros producidos por *H. contortus*. Manifestaciones anémicas se presentan en otras parasitosis como la fasciolosis, esquistomosis, babesiosis, coccidiosis y eperitrozonosis, así como enfermedades metabólicas y carenciales (hierro y cobalto) e intoxicaciones por plomo y selenio. Cuadros depauperantes que llevan a la caquexia se observan en las parasitosis ya indicadas y en otras, como las verminosis pulmonares y las sarnas. Deben recibir atención especial dos procesos infecciosos: la paratuberculosis y el Maedi Visna que muy frecuentemente están enmascarados por intensas infecciones causadas por nematodos gastrointestinales (Meana y Rojo, 1999).

#### Tratamiento.

Existen en el mercado una gran variedad de productos antihelmínticos utilizados en el tratamiento de la hemoncosis (Cuéllar, 1986), en el cuadro 4 se muestran los productos más utilizados.

## Control y prevención.

Debido a la cantidad de factores que interviene es imposible indicar una receta especial para una situación dada. Sin embargo, se deberá buscar siempre el costo beneficio óptimo para lo cual es necesario además de las consideraciones epidemiológicas, inmunológicas, zootécnicas, llevar registro de ganancia de peso, producción de lana, leche, crías y relacionarlos con el programa o calendario de desparasitación ensayado (Quiroz, 2003).

**Cuadro 4. Productos antihelmínticos más utilizados más utilizados.**

Grupo	Principio activo	Dosis mg/kg	Vía de administración
Bencimidazoles	Tiabendazol	44.0	Oral
	Albendazol	5.0	Oral
	Fenbendazol	5.0	Oral
	Oxfendazol	5.0	Oral
Probencimidazoles	Febantel	6.0	Oral
	Tiofanato	50.0	Oral
	Netobimin	7.5	Oral
Imidazotiazoles	Levamisol	7.5	Subcutánea
Lactonas macrocíclicas	Ivermectina	0.2	Subcutánea
	Moxidectina	0.2	Subcutánea
	Doramectina	0.2	Subcutánea
Salicilanilidas	Closantel	10	Subcutánea

Fuente: Meana y Rojo (1999).

El uso de sistemas de rotación de potreros puede ser utilizado en el control de nematodos (Cuéllar, 1986), por ejemplo los animales que entren a pastos nuevos deben tener la menor carga de parásitos posible (Quiroz, 2003).

La separación por edades permite utilizar los potreros con mayor carga de larvas por kg de pasto para los animales adultos debido al grado de inmunidad que tienen y a los animales jóvenes introducirlos o permitir el acceso a pastos nuevos con menor carga de larvas (Quiroz, 2003).

Otra opción es manejar el pastoreo manejando diferentes especies de animales (equinos, bovinos, ovinos). En este, los equinos y los bovinos consumen los parásitos de los ovinos y se reduce la infección de la pradera. En ocasiones el pastoreo puede ser mixto donde los animales de diferentes especies pastorean juntos. El sobrepastoreo incrementa la contaminación de los pastos y por lo tanto el consumo de un alto número de larvas infecciosas (Torres, 2000).

La henificación o el ensilaje de la pradera permiten cortar el ciclo por medio de la muerte de las larvas. Esta condición ocurre durante la estación de sequía en zonas tropicales en donde los rayos solares materialmente esterilizan desde el punto de vista parasitológico a la pradera (Quiroz, 2003).

La buena nutrición aumenta la resistencia de los ovinos contra las infecciones por *H. contortus*. La suplementación con proteína ha demostrado los mejores efectos hasta ahora se han utilizado suplementos convencionales como la soya, árboles forrajeros y bloques de melaza-urea (Torres, 2000).

Se puede obtener buenos resultados realizando selección por resistencia a el parásito, lo cual resulta en un menor impacto negativo en la producción, se requerirá menos desparasitaciones para el control y mantendrá más limpias las praderas (Torres, 2000).

Se ha señalado, por otra parte, que depredadores tales como hongos y escarabajos, contribuyen en la dispersión fecal y eliminan gran cantidad de larvas (Quiroz, 2003).

La función de los hongos nematófagos como *Arthrobotrys oligospora* y *Duddingtonia flagrans* en el control de las larvas infectantes, consiste en tratar de establecer en el pasto una gran población altamente depredadora que sea capaz de reducir el grado de infección por L<sub>3</sub> de *H. contortus* en el pasto (Faedo y col., 1998; Torres, 2000).

La única vacuna comercial es contra nematodos pulmonares. Una vacuna comercial contra NGE esta lejos todavía de ser realidad (Torres, 2000).

Se han efectuado investigaciones respecto a la eficacia de la vacunación contra *H. contortus* con larvas irradiadas mediante rayos X, pero este método no ha tenido utilización práctica (Blood y col., 1986).

Otros trabajos que se han realizado para evaluar vacunas elaboradas con antígenos intestinales de *H. contortus*, con la cual se ha observado una reducción en la eliminación de huevos, lo que permite disminuir la contaminación de las praderas (Kabagambe y col., 2000; Radostits y col., 2002).

## Resistencia genética.

El término *resistencia a nematodos* 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 elimine la carga parasitaria. 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 heces (Albers y col., 1987).

Existen diferentes formas de evaluar la resistencia genética a nematodos gastroentéricos, la más común es medir la reducción en la eliminación de huevos en las heces, con todas las limitaciones que eso implica (Stear y Murray, 1994), pues la cantidad de huevos eliminados no necesariamente está relacionada con la carga parasitaria en el animal. No obstante lo anterior, esta prueba se ha empleado para la selección de animales en Australia (Woolaston, 1993; Eady y col., 1996) y Nueva Zelanda (Pernthaner y col., 1995). La más confiable, es conocer la cantidad de parásitos (larvas y adultos) presentes en el tracto gastrointestinal de los animales evaluados (Hooda y col., 1999; Gray y col., 1992; Balic y col., 2000).

La resistencia a los nematodos adultos se puede manifestar de tres formas: La primera es la eliminación de la población de nematodos adultos, la segunda son cambios en la morfología de los nematodos adultos y la tercera se observa como una disminución en la fecundidad de las hembras parásitas (Balic y col., 2000).

En cuanto a la eliminación de la población de adultos se han estudiado diferentes situaciones. Una de ellas es la expulsión de nematodos en primoinfecciones, la cual ha demostrado que depende de la dosis de larvas infectantes. En cambio, la expulsión de nematodos adultos es en gran parte función de inmunidad adquirida como consecuencia de infecciones repetidas y es una manifestación común de desarrollo de inmunidad en infecciones por NGE, sin embargo, ha tomado importancia el determinar si la eliminación de adultos es consecuencia de el desarrollo de inmunidad específica contra estados larvarios o específica contra los adultos (Balic y col., 2000).

Las observaciones en cambios en la morfología de los nematodos gastroentéricos de los rumiantes se describen en gran parte la disminución del tamaño de los nematodos adultos así como la pérdida de la membrana vulvar en las hembras adultas (Balic y col., 2000).

La reducción de la fecundidad está implicada como la mayor fuerza regulatoria de la población de nematodos gastroentéricos. El mecanismo responsable de la reducción de la fecundidad puede ser resultado de una u otra:



densidad dependiente de la competencia interespecífica del parásito o el desarrollo de una respuesta inmune por parte del hospedador (Balic y col., 2000).

Se ha demostrado que algunas razas de ovinos son más resistentes que otras a los nematodos gastroentéricos. Algunas de las razas en que se ha demostrado esta resistencia son: Black belly (Yaswinski y col., 1980), Romanov (Luffau y col., 1990), Merino (Gill y col., 1993), Saint Croix, Katahdin (Parker y col., 1993), Florida (Torres y col., 1994), Romney (Hohenhaus y Outteridge, 1995), Red maasai (Mugambi y col., 1996), Nali (Singh y col., 1997), Polaca de lana larga (Bouix y col., 1998), Nativa de Louisiana (Miller y col., 1998), Castellana, Florida y sus cruizas (Gómez y col., 1999), entre otras.

Por otro lado, se han realizado evaluaciones dentro de raza encontrando que existe una variabilidad genética individual, lo que ha obligado a la selección de aquellos animales con una reducida eliminación de huevos en heces (Hooda y col., 1999). Dicha variabilidad probablemente está basada en la capacidad individual de responder inmunológicamente contra los parásitos (Pernthaner y col., 1995, 1996) y es una característica altamente heredable (Sréter y col., 1994).

#### **Razas ovinas.**

La identificación de razas ovinas más resistentes a los parásitos puede contribuir al aumento de la producción, con lo cual se podría recomendar a los productores incluir hembras de estas razas como reproductoras en sus rebaños (Bueno y col., 2002).

En el presente trabajo se decidió utilizar las razas ovinas Blackbelly y Columbia, a continuación se menciona algunas características de estas razas.

#### ***Blackbelly.***

El Blackbelly, Barbados o Panza Negra es un ovino de pelo originario de las islas de Barbados. En la actualidad se encuentra diseminado por todo el Caribe y por el norte, centro y sur de América. En México se ha difundido en todos los climas, desde el trópico hasta las áreas templadas (AMCO, 2000).

Fueron comerciantes holandeses los que introdujeron a Barbados borregos de lana, mismos que cruzaron con ovinos africanos traídos a la isla al igual que los esclavos. El resultado de esta combinación fue el cordero hoy conocido como Barbados, Panza Negra o Blackbelly, que ha sido seleccionado por más de 300 años buscando prolificidad, ganancia de peso y carne magra, así como por su resistencia a parásitos y enfermedades (AMCO, 2000).

Este ovino se caracteriza por ser un animal muy rústico, no estacional, con excelente habilidad materna y abundante producción de leche. Si cuentan con una adecuada alimentación, estas cualidades permiten a las hembras criar dos o tres corderos con facilidad (AMCO, 2000).

### *Columbia.*

La raza Columbia es el resultado de la cruce de carneros Lincoln con ovejas Rambouillet. Desarrollada por el Departamento de Agricultura de EUA, el primer experimento fue hecho en 1912 en Laramine, Wyoming. Se le considera como la primera raza creada en Estados Unidos y la Asociación de Criadores de Columbia se conoce en EUA desde 1941. Aunque su distribución se había restringido a EUA, ahora en México cada vez tiene más aceptación (De Lucas, 2001).

Los animales de esta raza tienen un doble propósito y se caracterizan por su gran tamaño y peso. Los machos alcanzan los 160 kg y las hembras hasta 110 kg. Presentan cara blanca, recubierta de pelo, son acornes y carecen de arrugas en la piel y el cuello. Los corderos al destete tienen un peso promedio de 35 kg. Su tasa reproductiva se considera buena, con fertilidades superiores al 90% y prolificidad moderada de 140% o más. Se reportan porcentajes de destetados en la ovejas cubiertas de 90 a 95% (De Lucas, 2001).

La raza Columbia es considerada buena madre y gregaria. Los corderos tienen buena velocidad de crecimiento y canales aceptables. Su presencia en México data de hace más de 20 años y su influencia se expande a través de machos utilizados como sementales en el altiplano central de Tlaxcala, Puebla, Veracruz e Hidalgo y como raza paterna en cruzamientos para producción de corderos (De Lucas, 2001).

## **Objetivo.**

Evaluar el efecto de la raza sobre algunos parámetros parasitológicos tales como la dinámica de eliminación de huevos, la cantidad de parásitos adultos, su tamaño y la prolificidad en ovinos de las razas Blackbelly y Columbia infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*.

## Material y métodos.

### Ubicación.

El trabajo se desarrolló en el Módulo de Ovinos de la Unidad de Posgrado, Laboratorio de Parasitología y Taller de Carnes de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán, UNAM.

### Animales.

Se emplearon en total 31 ovinos machos libres de nematodos gastroentéricos menores a un año de edad. De estos, 15 animales fueron de raza Blackbelly, 15 de raza Columbia y un ovino sin características raciales definidas (donador). Los animales Blackbelly y Columbia procedían de explotaciones ovinas dedicadas a la producción de pie de cría lo cual garantizó su pureza, homogeneidad racial y que eran contemporáneos.

Los animales tuvieron un periodo de descanso ya en los corrales, durante dos semanas, para adaptarse a las nuevas condiciones de manejo.

El ovino donador se mantuvo en una corraleta individual elevada aislado totalmente para evitar el contacto con otros animales. Este animal recibió alimento balanceado comercial y forraje seco molido en una proporción de 50% alimento y 50% forraje. Tanto el alimento como el agua de bebida se ofrecieron a libertad.

Cada grupo racial de animales se mantuvo en un corral con capacidad para cinco animales (tres por raza). La alimentación consistió en alimento balanceado comercial para ovinos con 15.5% de proteína cruda así como forraje molido y seco en una proporción de 80% alimento y 20% forraje para lo cual se realizó la adaptación durante dos semanas (cuadro 5).

**Cuadro 5. Método de adaptación a la dieta utilizada.**

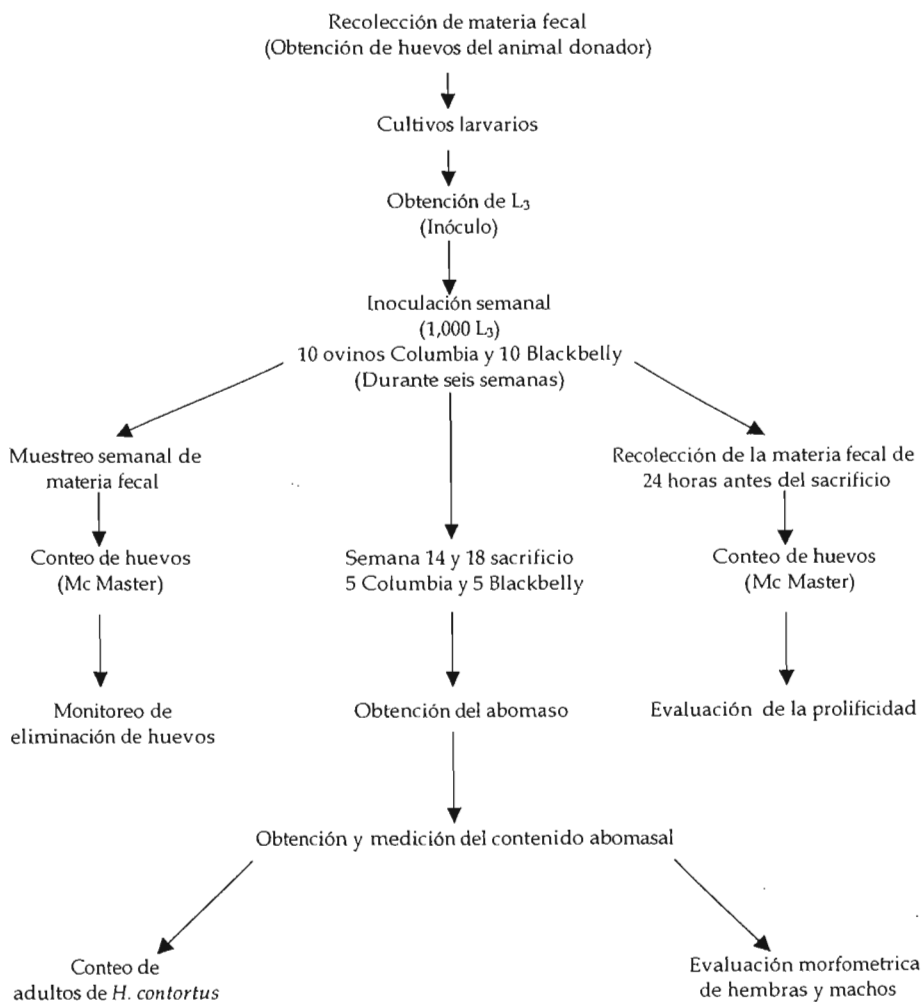
Días	Alimento balanceado (%)	Forraje (%)
1-4	20	80
5-8	40	60
9-12	60	40
13-16	80	20

El alimento se ofreció diariamente a razón del 4% del peso vivo de cada grupo de animales. El agua de bebida se ofreció a libertad por medio de bebederos automáticos de pivote.

A todos los animales antes de ingresar a los corrales se les realizaron exámenes clínicos y coproparasitoscópicos. Se constató que todos los animales que ingresaron al experimento estaban clínicamente sanos y libres de parásitos.

Diseño experimental.

Para cumplir con los objetivos del presente trabajo se llevó a cabo el siguiente esquema de trabajo:



### Inoculación.

Se utilizaron larvas de una cepa mono-específica, que fue aislada a partir de un rebaño ovino comercial de Jilotepec, Estado de México, la cual ha sido mantenida por pases sucesivos en corderos criados bajo condiciones de estabulación total y con alimentación basada en forraje henuficado y alimento balanceado comercial.

Para la obtención del inóculo se utilizó un ovino libre de nematodos gastroentéricos el cual fue inoculado mediante sondeo con 3,000 L<sub>3</sub>.

Una vez que el animal eliminó cantidades elevadas de huevos (4,000 hgh) se le colocó una bolsa o calzón colector para recuperar la mayor cantidad de heces posible con la que se realizaron cultivos larvarios para obtener las L<sub>3</sub> de *H. contortus* del inóculo. Se elaboraron inóculos individuales de 1,000 L<sub>3</sub> cada uno.

Los 15 corderos de cada raza fueron divididos en dos grupos, un grupo de diez animales (grupo experimental) y un grupo de cinco animales (grupo testigo).

El grupo experimental de cada raza fue inoculado por sondeo bucoesofágico con 1,000 L<sub>3</sub> de *H. contortus* una vez a la semana durante seis semanas (Mugambi y col., 1996) y el grupo testigo de cada raza recibió solución salina fisiológica con la misma técnica de sondeo.

### Conteo de huevos.

Se realizó muestreo semanal de materia fecal durante las 18 semanas que duró el experimento. Las muestras se trabajaron con la técnica de Mc Master modificada para monitorear y cuantificar la eliminación de huevos en las heces.

### Sacrificio.

El sacrificio se realizó en el Taller de Carnes de la FES Cuautitlán, UNAM. Dicho sacrificio se hizo en dos etapas, la primera a las 14 semanas después de la primera inoculación, en ésta se emplearon cinco animales inoculados con *H. contortus* de cada raza y dos de cada grupo testigo. Los 16 animales restantes fueron sacrificados a las 18 semanas.

Todos los animales se sacrificaron para obtener el abomaso. Cada abomaso se ligó de ambos extremos y se separó (Coyne y col., 1991; Coyne y Smith, 1992), éstos se identificaron en el lugar del sacrificio y se llevaron rápidamente al Laboratorio de Parasitología de la FES Cuautitlán donde se les realizaron los trabajos posteriores.

### Recolección y conteo de nematodos adultos.

En el Laboratorio de Parasitología se recuperó todo el contenido abomasal en recipientes por separado de cada animal sacrificado, se hizo un corte longitudinal sobre toda la pared del abomaso para exponer la mucosa y recuperar de ahí todos los nematodos adultos que se encontraban fijos a la mucosa, esto se realizó mediante arrastre con un chorro de agua (Coyne y col., 1991; Coyne y Smith, 1992). De esta forma se obtuvieron todos los parásitos contenidos en el abomaso.

Una vez que se recuperó en los recipientes el contenido con todos parásitos por separado de cada uno de los animales se homogeneizó y se pasó hacia una probeta la cuál se aforó a dos litros, el total de líquido obtenido se homogeneizó, de este se tomó sólo el 10% para contar todos de los nematodos adultos presentes (Coadwell y Ward, 1980). Eso se realizó revisando poco a poco la muestra de contenido abomasal, agregándole un poco de agua para aclarar la muestra y hacer más visibles los parásitos. Con una aguja de disección se fueron separando y colectando los nematodos, en un recipiente se colocaron las hembras y en otro recipiente los machos, una vez revisada en su totalidad la muestra se contaron todos los parásitos (machos y hembras) y se determinó el número total de adultos de *H. contortus* así como la proporción de machos y hembras contenidos en el abomaso de cada animal.

### Medición de nematodos adultos.

Una vez que se contaron todos los nematodos de la muestra se midieron para determinar su tamaño. Se tomaron 50 ejemplares, 25 machos y 25 hembras, se midieron cada uno con una regla obscura (Coadwell y Ward, 1980; Stear y Murria, 1994). De esa manera se obtuvo el tamaño promedio de las hembras y de los machos adultos de *H. contortus*. Cabe mencionar que este procedimiento se realizó inmediatamente después del sacrificio para poder manipular mejor parásitos frescos y evitar posibles alteraciones en su tamaño.

### Determinación de la prolificidad.

Para determinar la prolificidad de las hembras de *H. contortus* se colocó una bolsa colectora para recuperar el total de materia fecal producida en 24 horas antes del sacrificio, ésta se pesó y se realizó examen coproparasitoscópico mediante la técnica de Mc Master modificada para obtener el número de huevos eliminado por gramo de heces (Coyne y col., 1991; Coyne y Smith, 1992). Para determinar el número de huevos producidos por hembra al día se realizó el siguiente procedimiento.

El número de huevos por gramo se multiplicó por el peso de la muestra de un día y el resultado de esta operación se dividió entre el número de hembras de *H. contortus*.

#### Análisis de resultados.

Los resultados obtenidos fueron procesados por medio de análisis de varianza para conocer las diferencias estadísticas de las variables estudiadas entre los animales de ambas razas. En el caso de la cantidad de huevos por gramo de heces y el número total de parásitos, las cifras fueron transformadas al logaritmo 10 para estabilizar la varianza.



## Resultados.

En el presente trabajo se tomaron en cuenta los datos de las variables parasitológicas eliminación de huevos en heces, número y tamaño de nematodos adultos y prolificidad de las hembras de *Haemonchus contortus* con el objetivo de conocer el efecto racial (Blackbelly vs. Columbia) tras una infección artificial con dicho parásito.

### *Eliminación de huevos de Haemonchus contortus.*

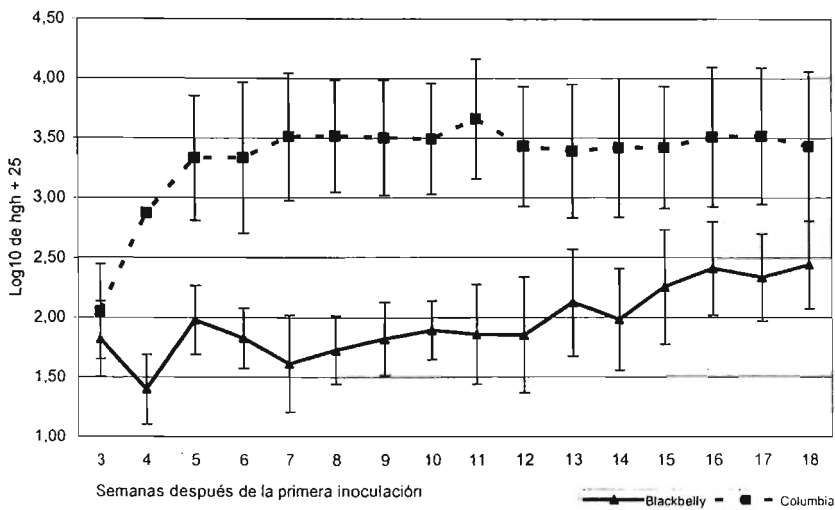
Se monitoreó la eliminación de huevos de *H. contortus* en los ovinos de las razas Columbia (C) y Blackbelly (BB), desde la primera semana (semana 0) y hasta la 18 posterior a la primera inoculación. Los animales inoculados comenzaron a eliminar huevos en la tercera semana (entre los días 19 y 21) después de la primera inoculación (PI) con un promedio de 70 huevos por gramo de heces (hgh) para los animales BB y 115 hgh para los C.

Los ovinos de la raza C exhibieron una eliminación de huevos elevada, a partir de la quinta semana, fueron superiores a 2,000 hgh, a la séptima semana superaron los 4,000 hgh, pero el pico más alto se presentó en la semana 11 con un conteo de 6,295 hgh, teniendo una disminución en los siguientes muestreos en los cuales la presencia de huevos fue de 4,000 hgh. En la semana 18 hubo una eliminación de 3,390 hgh.

En los ovinos BB se presentaron siempre eliminaciones bajas las cuales no alcanzaron los 500 hgh. La detección de huevos inició en la tercera semana después de la primera inoculación y a partir de la quinta semana fue en aumento alcanzando en la semana seis los 190 hgh. En la octava semana se presentó una eliminación de 75 hgh y a partir de esta semana fue aumentando paulatinamente alcanzando el pico más alto en la semana 18 con 440 hgh.

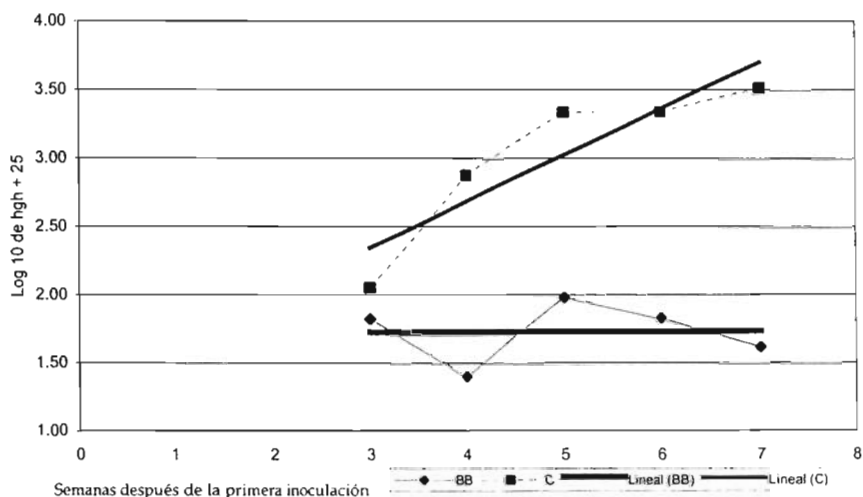
Con la finalidad de efectuar el análisis estadístico y conocer las diferencias en la eliminación de huevos de *H. contortus*, los datos obtenidos fueron transformados logarítmicamente ( $\log. 10 \text{ hgh}+25$ ) para disminuir la varianza al interior de cada grupo. En la figura 6 se muestra la dinámica de eliminación de huevos con la transformación logarítmica en la que se aprecia la diferencia entre los ovinos C y BB a partir de la cuarta semana posterior a la primera inoculación. Existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) a partir de la cuarta semana y hasta la última evaluación (semana 18).

Figura 6. Eliminación de huevos de *Haemonchus contortus* en ovinos Blackbelly y Columbia (promedio  $\pm$  desviación estándar)



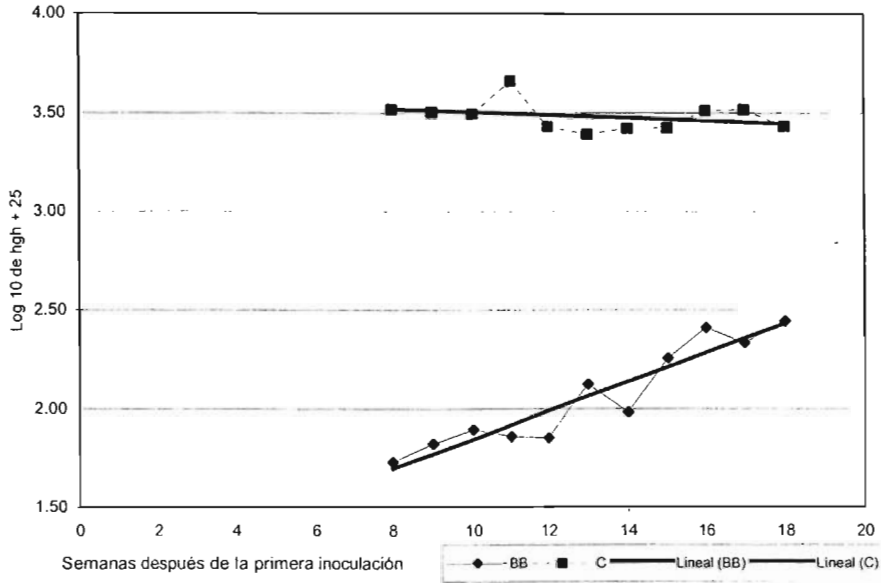
En la figura 7 se muestra la dinámica de eliminación de hgh con la transformación logarítmica y la línea de tendencia central desde la semana tres hasta la siete, en la que se aprecia la diferencia en el comportamiento entre los ovinos C y BB. En el caso de los C se observa un incremento paulatino en la eliminación de hgh en este periodo con un coeficiente de correlación de 0.905, mientras que en el caso de los BB mantienen eliminaciones bajas de hgh con un coeficiente de correlación de 0.009 durante este periodo.

Figura 7. Línea de tendencia central de eliminación de huevos de *Haemonchus contortus* en ovinos Columbia y Blackbelly. (promedio de la tercera a la séptima semana después de la primera inoculación)



En cuanto al periodo correspondiente de la semana ocho a la dieciocho la dinámica de eliminación de hgh y la línea de tendencia central (figura 8) se aprecia nuevamente una diferencia en el comportamiento entre los ovinos C y BB. Aquí se presenta un cambio en el comportamiento de las razas, ya que en este periodo los corderos de la raza C mostraron una disminución en la eliminación de hgh (coeficiente de correlación -0.33), sin embargo, los niveles de eliminación siguen siendo altos y diferentes a los BB, los cuales mostraron un incremento paulatino pero no tan marcado (coeficiente de correlación -0.94). Cabe mencionar que la tendencia observada en la eliminación de hgh en el primer periodo de los corderos C es similar a la de los BB en el segundo periodo, sin embargo, como puede observarse con valores de eliminación distintos.

Figura 8. Línea de tendencia central de eliminación de huevos de *Haemonchus contortus* en ovinos Columbia y Blackbelly. (promedio de la 8a. a la 18a. semana después de la primera inoculación)



#### Número de fases adultas de *Haemonchus contortus*.

Los corderos de la raza C tuvieron en promedio un número total de adultos de 2,369 mientras que los BB sólo presentaron 58 fases adultas de *H. contortus* (cuadro 6). Para los ovinos C el número de hembras fue de 1,252 que representó el 52.8% del total, a diferencia de los BB en los que el número de hembras fue de 36 que correspondió al 62.3% del total de adultos encontrados. En cuanto al número de machos de *H. contortus*, los animales C tuvieron en promedio 1,117 que representó el 47.1% y los BB 22 en promedio (37.6% de los adultos). Existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) en el número total de adultos y el número de hembras y machos, entre los ovinos raza C y BB.

**Cuadro 6. Número de adultos de *Haemonchus contortus* en ovinos Blackbelly y Columbia con infección artificial.**

	Total de adultos		Hembras		Machos		Relación hembras:macho <sup>2</sup>
	Número <sup>1</sup>	Número <sup>1</sup>	%	Número <sup>1</sup>	%		
Columbia	2,369a	1,252a	52.8	1,117a	47.1	1.12a	
Blackbelly	58b	36b	62.3	22b	37.6	1.66a	

Letras diferentes en la misma columna para cada raza expresan diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup>Media de número de adultos a las 20 semanas PI

<sup>2</sup>Número de hembras por cada macho de *H. contortus* encontrado

La relación hembras:macho (número de hembras cuantificadas por cada macho encontrado), fue de 1.12 para los ovinos de la raza C contra 1.66 de los BB. Para este rubro no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ).

*Tamaño de adultos de Haemonchus contortus.*

El cuadro 7 muestra los resultados del tamaño de los adultos de *H. contortus* encontrados en los ovinos de las razas C y BB infectados artificialmente con el nematodo. Existió una diferencia aritmética entre las dos razas respecto al tamaño de hembras de *H. contortus*, 2.14 cm y 2.34 cm para los animales BB y C respectivamente, pero esta diferencia no fue significativa ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 7. Tamaño de adultos de *Haemonchus contortus* en ovinos Blackbelly y Columbia con infección artificial.**

	Tamaño de hembras (cm)	Tamaño de machos (cm)
Blackbelly	2.1+0.32a	1.5+0.17a
Columbia	2.3+0.19 a	1.5+0.10a

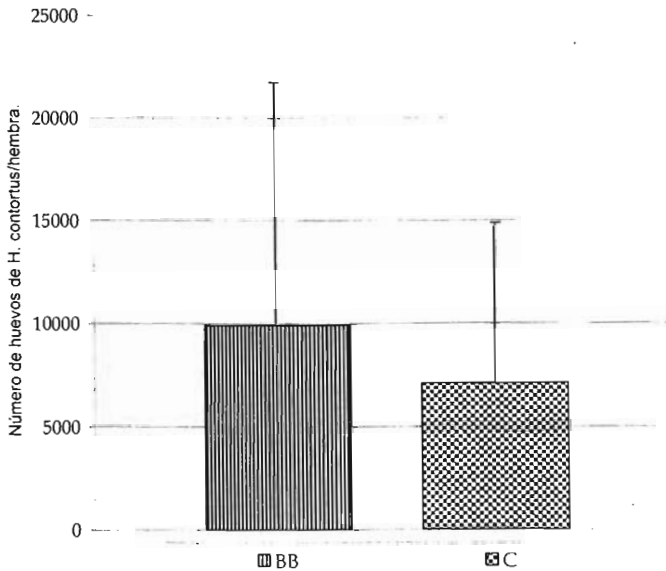
Letras diferentes en la misma columna para cada raza expresan diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ).

Con respecto a los machos de *H. contortus*, se encontró una ligera diferencia aritmética entre los parásitos de ambas razas, en los animales BB los machos del parásito tuvieron un tamaño de 1.51 cm y en los C fue de 1.54 cm.

*Prolificidad de hembras de Haemonchus contortus.*

Los resultados correspondientes a la prolificidad de las hembras de *H. contortus* en ovinos Blackbelly y Columbia se muestran en la figura 9. Se observa una diferencia aritmética considerable, en los ovinos Blackbelly el promedio en la prolificidad fue de 9,934 huevos por hembra y en los Columbia de 7,111 huevos por hembra, sin embargo, estas diferencias no fueron significativas ( $P > 0.05$ ).

Figura 9. Prolificidad de hembras de *H. contortus* en ovinos Blackbelly y Columbia con infección artificial.



## Discusión.

Cada vez se van encontrado más dificultades para el control de nematodos mediante el empleo de fármacos, en varias partes del mundo existen evidencias de resistencia a los antihelmínticos y México no escapa a esa realidad, el problema, ya ha sido detectado en varios estados de la república mexicana (Figueroa y col., 2000; Torres y col., 2003; Cuéllar, 2003; Cuandón y López, 2004) y representa una situación sanitaria grave.

Una alternativa al control de NGE sin el uso de agentes quimioterapéuticos es la cría selectiva de animales que tienen capacidad innata para resistir, al menos parcialmente, el asentamiento de los parásitos y tolerar sus efectos patógenos (Kassai, 2002).

El presente estudio se realizó con la finalidad de evaluar los aspectos parasitológicos, de eliminación de huevos en heces, número, tamaño de adultos y fecundidad de hembras de *Haemonchus contortus* en dos razas de ovinos, Blackbelly (BB) y Columbia (C). Se observó que la eliminación de huevos de *H. contortus* inició a partir de la tercera semana después de la primera inoculación (entre los días 19 y 21 PI), concordando con el periodo de prepatencia descrito para *H. contortus*, que transcurre desde que el hospedador adquiere la infección por la ingestión de larvas de tercer estadio hasta que comienza la eliminación de huevos del parásito en las heces con un rango de 17 a 22 días (Lapage, 1984; Soulsby, 1988; Quiroz, 1989; Meana y Rojo, 1999).

En otros trabajos se han encontrado resultados similares respecto al periodo de prepatencia. Está el caso de Mugambi y col. (1996) quienes comparando las razas Dorper (D) y la Red Maasai (RM), frente a la infección experimental con *H. contortus* encontraron que la eliminación de huevos del parásito se dio a partir de la tercera semana PI. Por su parte, Woolaston y col. (1992) reportan que en ovinos de raza Merino infectados con el mismo parásito dicho periodo fue de 22 días.

A través de los muestreos subsecuentes, se pudo constatar que existieron diferencias considerables en la eliminación de huevos en los animales de las dos razas evaluadas. En los ovinos de la raza C la eliminación se mantuvo alrededor de los 4,000 huevos por gramo de heces (hgh), presentándose un sólo pico de mayor eliminación, en la semana 12 PI con una cifra de 6,295 hgh, después del cual la eliminación tiende a disminuir. Para los animales BB sólo hubo un periodo de mayor eliminación, en la semana 18, sin embargo, de menor intensidad con eliminaciones menores de 500 hgh. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Mugambi y col. (1996) comparando las razas ovinas Dorper y la Red Maasai, estas razas alcanzaron picos de mayor eliminación muy marcados en las semanas 8

y 11 PI, respectivamente, después de los cuales la eliminación disminuyó considerablemente, comportamiento muy parecido a los ovinos C de este trabajo.

Los resultados antes descritos indican que en función a la eliminación de hgh, los animales de la raza BB mostraron una mayor resistencia a la infección por *H. contortus*. En algunos estudios, en los que se han comparado por lo menos dos tipos raciales de ovinos, se ha demostrado que algunas razas tienen una resistencia natural a varios parásitos gastrointestinales incluyendo *H. contortus*. Mugambi y col. (1996) en el estudio comparativo entre las razas Dorper (D) y Red Maasai (RM) expuestos a una infección artificial por *H. contortus* obtuvieron datos que indican que la raza RM tiene capacidad de mayor resistencia a la infección, esto se ve reflejado durante las 18 semanas de duración del estudio donde se presentó una menor eliminación de hgh. Por otra parte, Amarante y col. (1999) compararon la raza Nativa de Florida (NF) y la Rambouillet (R) infectadas naturalmente por *H. contortus*, NF reveló tener una alta resistencia contra este parásito que se expresó con una menor eliminación de hgh. En la semana 16 PI, cuando los animales de la raza R eliminaban 3,000 hgh, los de la NF tan sólo 500 excretaban hgh.

La raza BB confirmó su resistencia al mantener bajas eliminaciones de huevos durante las primeras siete semanas. Contrario a lo que sucedió con los C, en los cuales se observó un comportamiento con aumento paulatino en la eliminación de hgh en este periodo, comportamiento similar al observado por Sreter y col. (1993) evaluando corderos Merino Húngaro infectados con *H. contortus*.

La disminución en la eliminación de huevos de los C en la última etapa del experimento se pudo deber al desarrollo de inmunidad como resultado de la infección repetida y a que recibieron una la dieta rica en proteína (Abbot y col. 1988 y Smith and Smith. 1993) referido por Mugambi y col. (1996).

En la evaluación del número de adultos en las dos razas de ovinos (BB y C) en el presente trabajo se observaron diferencias tanto aritméticas como estadísticas, hubo un mayor número de adultos de *H. contortus* en los C que presentaron un promedio de 2,368 adultos, mientras los BB solo presentaron 58. En un trabajo realizado por López y col. (2003) en que evaluaron tres grupos raciales de ovinos: (Blackbelly -BB-, Cruza doméstica (5/8) Blackbelly x Dorset-Suffolk (3/8) -DC- y Saint Croix -SC-) en donde a las siete semanas posinoculación, el número de parásitos adultos encontrados fue de 486 en los corderos SC, en los BB 619 y de 745 en los corderos DC, no encontrando diferencias significativas entre los grupos raciales evaluados respecto a la cantidad de nematodos adultos.

Por otro lado, se ha demostrado que ovinos Scottish Blackface presentan, en una infección natural por nematodos gastroentéricos, una gran variabilidad en el



número de parásitos adultos, oscilado entre los 0 a los 40,300 (Stear y col., 1999). Esto es indicativo de que existe gran variabilidad dentro de una raza, lo cual ha dado pie a seleccionar individuos que presenten una mayor resistencia a los nematodos gastroentéricos, tomando como referencia la eliminación de huevos en heces (Hood y col., 1999).

Los ovinos de la raza C tuvieron 1,251.5 hembras de *H. contortus* (52.8% del total de nematodos adultos cuantificados) a diferencia de los BB en que esa cantidad fue de 36.1 (62.3% del total). En cuanto a los machos de *H. contortus*, los ovinos C tuvieron en promedio 1117.2 (47.1% del total de fases adultas) y los BB 21.8 (37.6% de los adultos). En ovinos de raza Merino, Robert y Swan (1981) reportan resultados superiores, evaluando 61 corderos con infección natural de *H. contortus* encuentran un total de 89,992 adultos de los cuales 49,269 fueron hembras un 54.7%, porcentaje similar al encontrado en los ovinos C. Esos autores reportan una relación hembras:macho de 1.2 mientras en el presente trabajo dicha relación fue de 1.12 para los C y 1.66 para los BB. Esto puede ser consecuencia de una reacción natural del parásito en contra de la respuesta inmune del hospedador, en la que trata de compensar la disminución de la población con un mayor número de hembras. Sin embargo, en una evaluación realizada por Coadwell y Ward (1981) con ovinos Clun forest la relación hembras:macho fue de 1 hasta 1.3, mencionando trabajos previos donde han encontrado relaciones que van de 0.03 a 5.6 hembras por macho, lo que indica una gran variabilidad entre individuos de la misma raza cuando se evalúa este parámetro.

La reducción en el número de adultos se atribuye a diferentes causas, las descritas con mayor frecuencia son la expulsión de adultos por una reacción de hipersensibilidad, asociándolo al desarrollo de inmunidad específica frente a los nematodos adultos y a últimas fechas se ha demostrado el desarrollo de inmunidad frente a estadios larvarios (Balic y col., 2000).

En cuanto al tamaño de adultos, tanto en hembras como machos de *H. contortus* se observó que entre las razas evaluadas no existió diferencia significativa. Se encontró un tamaño promedio para las hembras de 2.34 cm y 2.14 cm en los corderos C y BB respectivamente. Para los machos de *H. contortus* se registró un tamaño promedio de 1.54 cm en los C y de 1.51 cm en los BB. Esto hace suponer que los ovinos BB tienen la capacidad de montar una mejor respuesta inmune que los ovinos C, con esto se puede decir que el efecto raza influye en el montaje de dicha respuesta. En este sentido, Coyne y Smith (1992) reportan el tamaño de los adultos de *H. contortus* en ovinos de la raza Dorset previamente infectados y sin infección previa, encontrando un tamaño promedio de las hembras de 1.72 cm en ovinos con infección previa y 1.86 cm en ovinos sin infección previa. Para los machos sucede una situación similar, en los ovinos previamente infectados los machos midieron 1.13 cm y 1.20 cm en los animales sin infección

previa, reportan diferencias significativas en el tamaño de los adultos entre los ovinos infectados y no infectados previamente. Lo anterior indica que la capacidad de responder inmunológicamente ante los parásitos es mayor cuando hay antecedentes de contacto con éstos.

Se ha demostrado una asociación entre el incremento de la respuesta IgA y la reducción del crecimiento del parásito, existe una correlación notable entre el crecimiento del nematodo y el pico (día 6) de concentración en linfa de IgA ( $r=0.96$ ), mostrando que existe una correlación fuerte entre la longitud del parásito y la respuesta inmune, que varió con la edad del animal (Stear y col., 1999). De igual manera, hay reportes que indican que los corderos resistentes producen más Ig A específicas contra los parásitos en comparación a los susceptibles, la explicación de como las Ig A regulan el crecimiento de los parásitos no esta bien determinada, pero se ha sugerido que esta puede deberse a que el parásito secreta enzimas que son esenciales para la predigestión de su alimento y las IgA participan neutralizando estas enzimas (Stear, 1999).

En cuanto a la fecundidad de las hembras de *H. contortus*, los resultados encontrados fueron diferentes en las dos razas evaluadas, en los ovinos C el promedio en la prolificidad fue de 7,111 huevos/hembra, mientras que en los ovinos BB fue de 9,934 huevos/hembra, encontrando que las hembras en los ovinos BB presentan una mayor prolificidad que en los ovinos C, no encontrándose diferencias significativas entre las dos razas. Lo que hace suponer que también en este caso hay una reacción del parásito ante la respuesta del hospedador. Coyne y Smith (1999) reportan una fecundidad de 7,037 huevos por hembra por día en ovinos Dorset, muy parecida a la encontrada en este trabajo pero mencionan que hay diferencia en la fecundidad dependiendo la duración de la infección, la cual disminuye entre más se extienda la infección. Balic y col. (2000) citan un trabajo de Stear y col. (1995) donde se reporta una relación importante en la reducción de la fecundidad de hembras de *Teladorsagia circumcincta* con la producción de IgA específica contra antígenos de larva en cuarto estadio.

## Conclusiones.

En el presente trabajo se encontraron diferencias entre las razas Blackbelly (BB) y Columbia (C) ante una infección experimental por *Haemochus contortus* en lo relativo a la dinámica de eliminación de huevos y cantidad de parásitos adultos en la evaluación posmortem. Los ovinos BB siempre mantuvieron eliminaciones de huevos inferiores y una baja carga parasitaria respecto los animales C.

El tamaño de los adultos y la prolificidad de las hembras de *H. contortus* fueron estadísticamente similares entre las dos razas evaluadas a pesar de encontrar diferencias aritméticas importantes entre ellas.

Finalmente, se puede afirmar que existió un efecto racial entre las razas BB y C en lo referente a la eliminación de huevos y cantidad de parásitos adultos, concluyendo que, bajo las condiciones del presente trabajo, los animales de la raza BB son más resistentes a la infección artificial por *H. contortus*.

## Bibliografía.

Albers, G.A.A., Gray G.D. 1987. Breeding for worm resistance: a perspective. *Int. J. Parasitol.* 17:559-566.

Amarante, A.F.T., Craig, T.M., Ramsey, W.S. Davis, S.K., Bazer, F.W. 1999. Nematode burdens and cellular responses in the abomasal mucosa and blood of Florida Native, Rambouillet and crossbreed lambs. *Vet Parasitol.* 80:311-324.

AMCO. 2000. Rústico y prolífico, el Blackbelly. *La Revista del Borrego.* 5. Editorial Eclipse.

Balic, A., Veron, M.B., Els, N.T.M. 2000. The immunobiology of gastrointestinal nematode infection in ruminates. *Adv. Parasitol.* 45: 182-227.

Blood, D.C., Radostits, O.M., Henderson, J.A., Arundel, J.H., Gay, C.C. 1986. *Medicina veterinaria.* Nueva Editorial Interamericana. 7ª Edición. México.

Borchert, A. 1975. *Parasitología veterinaria.* 3ª edición. Acribia. España.

Bouix, J., Krupinski, J., Rzepecki, R., Nowosad, B. 1998. Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Polish long-wool sheep. *Int. J. Parasitol.* 28 (11): 1797-1804.

Bueno, M.S., Cunha, E.A., Verísimo, C.J., Santos, L.E., Lara, M.A.C., Oliveira, S.M., Spósito Filha, E., Rebouças, M.M. 2002. Infección por nematodos en razas de ovejas cárnicas criadas intensivamente en la región del sudeste del Brasil. *Arch. Zootec.* 51: 271-278.

Coadwell, W.J., Ward, P.F.V. 1981. The development, composition and maintenance of experimental populations of *Haemonchus contortus* in sheep. *Parasitol.* 82, 257-261.

Coyne, M.J., Smith, G., Johnstone, C. 1991. A study of the mortality and fecundity of *Haemonchus contortus* in sheep following experimental infections. *Int. J. Parasitol.* 21: 847-853.

Coyne, M.J., Smith, G. 1992. The mortality and fecundity of *Haemonchus contortus* in parasite-naïve and parasite-exposed sheep following single experimental infections. *Int. J. Parasitol.* 22: 315-325.

Cuéllar, O.J.A. 1986. Nematodiasis gastroentérica. En: Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. Edit. P. Pijoan A. y J. Tórtora. México. 112-118

Cuéllar, O.J.A. 1992. Epidemiología de las helmintiasis del aparato digestivo en ovinos y caprinos. Mem. Curso: *Principios de helmintología veterinaria en rumiantes y cerdos*. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

Cuéllar, O.J.A. 2003. Agentes etiológicos de la nematodiasis gastrointestinal en los diversos ecosistemas de México. Laboratorio de Parasitología. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

De Lucas, T.J. 2001. La Columbia, gregaria y buena madre. La revista del borrego. 8:39 Editorial Eklipse.

Dunn, A.M. 1983. Helmintología veterinaria. Editorial El Manual Moderno. México. 221-223.

Eady, S.J., Woolaston, R.R., Mortimer, S.I., Lewer, R.P., Raadsma, H.W., Swan, A.A., Ponzoni, R.W. 1996. Resistance to nematode parasites in Merino Sheep: sources of genetic variation. *Aust. J. Agr. Res.* 47: 895-915.

Faedo, M., Larsen, M., Waller, P.J. 1998. The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: Comparison between Australian isolates of *Arthrobotrys* spp. and *Duddingtonia flagrans*. *Vet. Parasitol.* 72 (2): 149-155.

Figuroa, C.J.A., Méndez, M.R.D., Berruecos, U.J.M., Alvarez, L.J.A. 2000. Detección de resistencia en *Haemonchus contortus* al sulfóxido de albendazol inyectado mediante la prueba de campo de reducción de huevos de ganado ovino. *Vet. Mex.* 31(4): 309-313.

Gill, H.S., Colditz, I.G., Watson, D.L. 1993. Immune responsiveness of lambs selected for resistance to haemonchosis. *Res. Vet. Sci.* 54: 361-365.

Gómez-Muñoz, MT., Cuquerella, M., Gómez, I.L.A., Méndez, S., Fernández, P.F.J., Fuente, C. 1999. Serum antibody response of Castellana sheep to *Haemonchus contortus* infection and challenge: relationship to abomasal worm burdens. *Vet. Parasitol.* 81 (4):281-293.

Gray, G.D., Barger, I.A., Le Jambre, L.F., Douch, P.G.C. 1992. Parasitological and immunological responses of genetically resistant Merino sheep on pastures contaminated with parasitic nematodes. *Int. J. Parasitol.* 22 (4):417-425.

- Hohenhous M.A., Outteridge P.M. 1995. The immunogenetics of resistance to *Trichostrongylus colubriformis* and *Haemonchus contortus* parasites in sheep. *Brit. Vet.* 151:119-140
- Hooda, V., Yadav, C.L., Chaudhri, S.S., Rajpurohit, B.S. 1999. Variation in resistance to haemonchosis: selection of female sheep resistant to *Haemonchus contortus* J. *Helminthol.* 73 (2): 137-142.
- Kabagambe, E.K., Barras, S.R., Li, Y., Peña, M.T., Smith, W.D., Miller, J.E. 2000. Attempts to control haemonchosis in grazing ewes by vaccination with gut membrane proteins of the parasite. *Vet. Parasitol.* 92: 15-23.
- Kassai, T. 2002. *Helminthología veterinaria*. 1ª Edición. Editorial Acribia. Zaragoza España. 163-168.
- Komoin-Oka, C., Zinsstag, J., Pandey, V.S., Fofana, F., N'Depo, A. 1999. Epidémiologie des parasites des ovins de la zone sud forestière de la Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 52 (1):39-46.
- Lapage, G. 1976. *Parasitología veterinaria*. Editorial Continental. México. 121-127.
- Luffau, G., Vutien, Khang, J. 1990. Resistance to experimental infections with *Haemonchus contortus* in Romanov sheep. *Genetics, Selection and Evolution* 22, 205-9.
- Martin, W.B., Aitken, I.D. 2000. *Enfermedades de la oveja*. Editorial Acribia, S.A. España. 191-200.
- Meana, M.A., Rojo, V.F.A. 1999. Tricostrongilosis y otras nematodosis. En: *Parasitología veterinaria*. Edit. por Cordero, C.M. y Rojo, V.F.A. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. México.
- Miller, J.E., Bahirathan, M., Lemarie, S.L., Hembry, F.G., Kearney, M.T., Barras, S.R. 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): 55-74.
- Mugambi, J.M., Wanyangu, S.W., Bain, R.K., Kari, M., Owango, M.O., Duncan, J.L., et al, 1996. Response of Dorper and red Maasai lambs to trickle *Haemonchus contortus* infection. *Res. Vet. Sci.* 61:218-221.

- Parker, C.F., Mc Clure, K.E., Herd, R.P. 1993. Hair sheep potential for specific environmental conditions and production systems in North America. Mem. Sexto Congreso Nacional de Producción Ovina. Cd. Valles, San Luis Potosí.
- Pernthaner, A. Stankiewicz, M., Bisset, S.A., Jonas, W.E., Cabaj, W., Pulford, H.D. 1995. The immune responsiveness of Romney sheep selected for resistance or susceptibility to gastrointestinal nematodes: lymphocyte blastogenic activity, eosinophilia and total white blood cell counts. *Int. J. Parasitol.* 25 (4):523-529.
- Pernthaner, A. Stankiewicz, M., Cabaj, W., Pfeiffer, A., Green, R.S. Douch, P.G.C. 1996. Immune responsiveness of nematode-resistant or susceptible Romney line-bred sheep to continuous infection with *Trichostrongylus axei*. *Vet. Immunol. Parasitol.* 51:137-146.
- Quiroz, R.H. 2003. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. 1ª ed. Edit. LIMUSA. México. 441-458.
- Radostits, O.M., Gay C.C., Blood D.C., Hinchcliff K.W. 2002. Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del Ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. Vol II. 9ª ed. Mc Graw Hill España. 1599-1603.
- Seaton, D.S., Jackson, F., Smith, W. D., Angus, K. W. 1989. Development of immunity to incoming radiolabelled larvae in lambs continuously infected with *Ostertagia circumcincta*. *Res. Vet. Cienc.* 46, 241-246.
- Singh, S., Yadav, C.L., Banerjee, D.P. 1997. Comparación de the post-parturient rise in faecal egg counts of indigenous and cross-bred ewes. *J. Helminthol.* 71-(3):249-252.
- Soulsby, E.J.L. 1988. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 7ª ed. Interamericana México.
- Sréter, T., Kassai, T., Takács, E. 1994. The heritability and specificity of responsiveness to infection with *Haemonchus contortus* in sheep. *Int. J. Parasitol.* 24 (6): 871-876.
- Stear, M.J., Murray, M. Genetic resistance to parasitic disease: particularly of resistance in ruminants to gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitol.* 1994 54:161-176.
- Sumano, L.H., Ocampo, C.L. 1997. Farmacología veterinaria. 2ª ed. Edit. Mc. Graw Hill Interamericana. 273, 274.

Torres, H.G., Castillo, R.H., López, L.R. 1994. Resultados preliminares con ovinos Florida en el trópico mexicano. Mem. Séptimo Congreso Nacional de Producción Ovina. Toluca, México.

Torres, A.J.F., Aguilar, C.A. 2000. Nematodos gastrointestinales de caprinos y ovinos en el trópico: Control integral. Notas de curso Medicina y enfermedades infecciosas de pequeños rumiantes en el trópico. Yucatán, México. 114-117.

Wallace, D.S., Bairden, K., Duncan, J.L., Eckersall, P.D., Fishwick, G, Gill, Holmes, P.H., McKellar, Q.A., Murray, M., Parkins, J.J., Stear, M.J. 1998. The influence of dietary supplementation with urea on resilience and resistance to infection with *Haemonchus contortus*. Parasitol. 116 (1): 67-72.

Wood, I.B., Amaral, N.K., Baairden, K., Duncan, J.L., Kassai, T., Malone Jr., J.B., Pankavich, J.A., Reineke, R.K., Slocombe, O., Taylor, S.M., Vercruyssen, J. 1995. Word Association for the Advancement of Veterinary parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). Vet. Parasitol. 58, 181-213.

Woolaston, R.R. 1993. Factors affecting the prevalence and severity of footrot in a Merino flock selected for resistance to *Haemonchus contortus*. Aust. Vet. J. 79 (10): 365-369.

Yazwinski, T.A., Goode, L., Moncol, D.J., Monrgan, G.W., Linnerud, A.C. 1980. *Haemonchus contortus* resistance in straight bred Barbados Blackbelly sheep. J. Anim Sci. 51:279-288.