



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN**

**Efecto de la desnutrición sobre algunos parámetros productivos  
en ovinos Blackbelly con infección experimental por *Haemonchus  
contortus*.**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
PRESENTAN:

**Juan Antonio Alcántara Navarrete  
Tania García Cadena**

Asesor:

**M en C Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz**

Coasesor:

**M en C Cesar Cuenca Verde**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX. 2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CU  
UNIDAD DE ADMINISTRACION ESC  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFE

ASUNTO:

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO  
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLAN  
PRESENTE

ATN:L.A. ARACEL  
Jefa del  
Profesi

Con base en el Art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos perm  
revisamos la Tesis:

Efecto de la desnutrición sobre algunos parámetros productivos en  
infección experimental por Haemonchus contortus

Que presenta el pasante Juan Antonio Alcántara Navarrete

Con número de cuenta: 300317325 para obtener el título de:

Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para  
PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBA

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

Cuautitlan Izcalli, Mex. a 12 de Abril de 2011.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CU  
UNIDAD DE ADMINISTRACION ESCO  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFES

ASUNTO: V

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO  
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLAN  
PRESENTE

ATN:L.A. ARACELI

Jefa del D

Profesio

Con base en el Art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permit  
revisamos la Tesis:

Efecto de la desnutrición sobre algunos parámetros productivo

con infección experimental por Haemonchus contortus

Que presenta la pasante Tania García Cadena

Con número de cuenta: 300145182 para obtener el título de:

Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para se  
PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATO

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

Cuautitlan Izcalli Mex a 19 de Mayo de 2011.

## ***DEDICATORIAS DE JUAN ANTONIO***

### ***A MIS PADRES EVA Y GABINO***

Gracias por haberme permitido conocer la vida, por haber formado un hombre de bien, por entenderme, por brindarme su apoyo incondicional y ayudarme a alcanzar mis metas.

### ***A MI HERMANA VICKY***

Por entenderme, apoyarme y ayudarme, he aprendido muchas cosas de ti, tu sencillez, tu amor a la vida y tu honestidad.

### ***A MIS ABUELOS***

Víctor (Villa) (Q.E.P D), Celia (Q.E.P D), Eva y Andrés por todo lo que me han brindado.

### ***A MIS TIOS***

Antonio Sandoval (Q.E.P D) y Soledad Navarrete, por ser una parte fundamental en mi vida y por todo el cariño que siempre me han brindado.

Pablo y Natividad por el apoyo brindado.

Raquel, Juan, Alejandro y Rocío, por desearme éxito.

### ***A MI SOBRINO***

Emiliano porque has venido a darle alegría a mi vida.

### ***A MIS PRIMOS***

Muy especialmente a Pablo y a Marisol, porque hemos crecido juntos y nos queremos y apoyamos como hermanos.

### ***A TODOS MIS ASESORES***

M en C. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz y M en C. Cesar Cuenca Verde, por su apoyo brindado durante la elaboración de este documento y sobre todo por la amistad y comprensión

A la Dra. María Alejandra Ayanegui, por todos los consejos y la orientación que me brindó para poder realizar este trabajo.

### ***A MIS AMIGOS***

José Luis, Víctor, Oliver, Tania, Elsa, Raquel, Tere, Rodrigo, Anayeli, Claudia, Román, Edgar, Adrian, Rómulo, Manuel, Néstor, Cesar, Jorge y Sandra por los momentos gratos que he

pasado con cada uno de ellos, porque siempre me han apoyado y deseado lo mejor de la vida.

## **AGRADECIMIENTOS DE JUAN ANTONIO**

### ***A DIOS***

Por otorgarme la oportunidad de llegar a este momento de mi vida.

### ***A MI ALMA MATER***

Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme ser parte de ella y darme el orgullo de ser universitario.

### ***A LA FES CUAUTILAN***

Porque en ella realicé una parte importante de mi formación profesional y pude alcanzar una de mis metas.

## ***DEDICATORIAS DE TANIA***

A mi madre:

Por hacer de mí una gran mujer, no dejarme sola y creer en mí, te debo todo lo que soy. Gracias por ser la mejor mamá, apoyarme y entenderme. Mis logros son tus logros.

A mi padre:

Por ser parte importante para lograr mi sueño y por brindarme la vida.

Al amor de mi vida:

Rodrigo porque tu amor me impulsa día a día, estas siempre a mi lado y por ser parte del amor a mi carrera, porque gracias a ti y tu esfuerzo tenemos algo junto. Te amo.

A mi bebe:

Aun estando en mí, haces que las cosas sean mejores y porque tu eres el fruto de nuestro amor, te dedico mi sueño para que tu también tengas sueños y yo y tu papá te ayudemos a convertirlos en realidad.

A mi hermano y mi sobrino:

Han sido los dos parte importante a que mi vida sea mejor, los adoro. Y aunque estés lejos flaco, desde niños contribuiste a lograr mis sueños y más aún después.

A todos y a cada uno que formo parte de mi vida y contribuyó en mi sueño.



## **AGRADECIMIENTOS DE TANIA**

A dios:

Gracias señor, por que siempre has sabido en que momento poner las cosas en mi camino. Tú no me dejaste sola en ningún momento, cuando creía caer, tu solo ponías algo en mi camino para levantarme.

A Juan:

Gracias amigo por dejarme ser parte de este gran logro a tu lado, por tu amistad incondicional y por todos los momentos vividos a lo largo de nuestra amistad.

M en C. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz:

Gracias por su brindarnos su confianza, guía, conocimiento y amistad.

Dra. María Alejandra Ayanegui:

Por sus consejos y la orientación para poder realizar este trabajo.

A todos y cada uno de los profesores:

Por brindarme y compartir sus conocimientos.

A mis amigos:

Román, Oliver, Elsa, Tere, Raquel, José Luis, Héctor, Marco, Angélica, Gaby, Cesar, Carlos, Ismael, Elda, Toño, (y todos los que siempre estuvieron conmigo). Gracias a cada uno de ellos, porque cada uno me enseñó cosas importantes, me hicieron reír, llorar y vivir. Gracias por estar siempre ahí. Los quiero mucho.

## Índice

Resumen -----	1
Introducción -----	3
Objetivos -----	13
Material y métodos -----	14
Resultados -----	18
Discusión -----	26
Conclusión -----	30
Bibliografía -----	31

## Resumen.

El objetivo del presente trabajo fue demostrar si la desnutrición afecta la expresión de resistencia a *Haemonchus contortus* en ovinos de la raza Blackbelly manifestada en la eliminación de huevos, ganancia de peso y condición corporal. Se utilizaron 40 ovinos machos Blackbelly sin parásitos los cuales recibieron alimento comercial (de acuerdo al diseño experimental), y el agua se les proporcionó *ad libitum* por medio de bebederos automáticos. Se formaron dos grupos de 20 animales, los cuales recibieron alimentación diferente, el primero recibió una dieta con el 100% y el otro sólo el 50% de sus requerimientos nutricionales de acuerdo a lo recomendado por el National Research Council. A las seis semanas de recibir las dietas, 15 animales de cada grupo se inocularon con 5,000 larvas de *H. contortus* (1,000 L3 por semana), cinco se mantuvieron libres de parásitos. Semanalmente, en ocho ocasiones, se pesaron todos los animales con un dinamómetro. La estimación de la condición corporal se realizó en forma individual por tacto directo en las vertebrae sacras (apófisis transversa y apófisis espinosa), así como en el área muscular del ojo del lomo basado en una escala que va de 0 a 5 dependiendo la cantidad de grasa y músculo que contengan las estructuras mencionadas. Se colectó materia fecal tomada directamente del recto de cada animal para procesarse con la técnica modificada de Mc Master para cantidad de huevos eliminados en las heces. La comparación de las medias entre grupos para cada una de las variables dependientes e independientes se hizo por medio de análisis de varianza todos con un valor  $P < 0.05$ , para aceptar diferencias estadísticamente significativas. Se observó una diferencia en la ganancia diaria y total de peso vivo entre los animales que recibieron ambas dietas ( $P < 0.05$ ), los restringidos padecieron una desnutrición similar a la que ocurre en forma natural en ovinos mantenidos de pastoreo en México. La ganancia de peso en los animales con *H. contortus* en ambas dietas, manifestaron un comportamiento similar a los libres de parásitos ( $P > 0.05$ ). La condición corporal fue igual al interior de cada dieta, sin embargo, en diversos momentos en los de dieta completa infectados con *H. contortus*, fue mejor que los que no tenían parásitos, estaban en resiliencia. La eliminación inicial y subsecuente de huevos en los animales de ambas dietas, fue muy baja, excepto en los

corderos con subnutrición que mostraron un incremento en el último muestreo ( $P < 0.05$ ). Se concluye que la subalimentación en ovinos Blackbelly afectó ligeramente la expresión de resistencia a *H. contortus*, particularmente en lo referente a la excreción de huevos, no influyendo en la ganancia de peso vivo y la condición corporal.

## Introducción.

En la actualidad la parasitosis provocada por nematodos gastroentéricos (NGE) representa uno de los problemas sanitarios que impactan constantemente al ganado ovino, principalmente a los animales jóvenes en desarrollo, afectando, entre otras cosas, el crecimiento y productividad, ya que provoca una disminución en el consumo de alimento y una reducción en la eficiencia de la absorción y la utilización de nutrientes (Baker, 1999). Estos parásitos ocasionan grandes pérdidas económicas en todo el mundo (Vázquez y col., 1986).

En los sistemas de producción en pastoreo, las enfermedades producidas por NGE es uno de los problemas sanitarios que afectan con mayor frecuencia al ganado ovino y representan un factor limitante en la producción (Waller, 1994). Tanto en México, como en el resto del mundo, el *Haemonchus contortus* es el NGE más importante de los rumiantes por su alta incidencia y los efectos adversos que produce (Quiroz, 1983). Es un parásito ampliamente distribuido y presente todo el año en las pasturas (Vázquez y col., 1986).

Tradicionalmente el control de NGE se ha hecho mediante antihelmínticos, sin embargo, su uso indiscriminado ha originado problemas de resistencia en todo el mundo (González y col., 2003). Estos problemas han dado pauta para desarrollar métodos de control de parásitos menos dependientes de los antihelmínticos, tales como la cría de ovinos genéticamente resistentes (Bisset y col., 1996). De esta manera han sido reportados varios grados de susceptibilidad a la hemoncosis entre las diferentes razas ovinas, recientemente se establecieron diferencias en la resistencia y resiliencia entre ovinos de la raza Blackbelly y Columbia, en condiciones de infección controlada, lo cual indica que el nivel de afectación por esta parasitosis es diferente y dependiente de la raza (Muñoz y col., 2006).

### **Morfología de *Haemonchus contortus*.**

El *H. contortus* habita en el abomaso, los machos miden de 10 a 20 mm y de color rojo, las hembras miden de 18 a 30 mm y adoptan forma de espirales rojas y blancas, por eso se ha sugerido el nombre de gusano “en poste de barbería”, que a veces se da a este parásito (Lapage, 1981; Soulsby, 1988; Quiroz, 1983). Otra sinonimia de *H. contortus* es “gran gusano del estómago de los rumiantes” (Soulsby, 1988).

En la parte anterior tiene una pequeña cavidad bucal con una lanceta, sobre la superficie del cuerpo cerca de la parte anterior hay un par de papilas cervicales. Los machos terminan en bolsa copulatriz bien desarrollada, poseen dos espículas iguales que sobresalen del cuerpo. Las hembras terminan en punta roma, con la vulva localizada al finalizar el segundo tercio del cuerpo y está cubierta por una prolongación de la cutícula llamada labio vulvar (Soulsby, 1988; Alba, 2007).

Los huevos son ovales e incoloros, miden de 70 a 85  $\mu\text{m}$  de largo por 41 a 48  $\mu\text{m}$  de ancho y están blastomerados. Los huevos de este parásito son muy parecidos a los de otros nematodos por lo que en términos generales, los huevos de *H. contortus* se reportan como huevos de NGE y es necesario realizar un cultivo larvario para precisar el género (Soulsby, 1988; Alba, 2007).

### **Ciclo biológico.**

El ciclo biológico de *H. contortus* es directo, el ciclo completo tiene una duración de 28 a 35 días dependiendo de la zona y el clima (Quiroz, 1983). Los huevos son eliminados en la materia fecal contaminando los pastizales, en los cuales se desarrollan tres etapas larvarias no parásitas (Lapage, 1981; Quiroz, 1983; Bowman y col., 2004).

Se requieren condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxígeno para el desarrollo de la larva de primer estadio (L1) dentro del huevo (Quiroz, 1983). Las L1

eclosionan uno o dos días después de que fueron eliminados los huevos y se alimentan de bacterias, hongos y materia orgánica de sus alrededores, después de algunos días mudan su epidermis (primera ecdisis) y se transforman en larva dos (L2) que también se alimentan de bacterias y materia orgánica, siguen creciendo hasta que maduran y forma una nueva epidermis y se transforman en larvas de tercer estadio (L3) que son las infectantes (Lapage, 1981; Soulsby, 1998; Meana y Rojo, 1999).

En la segunda ecdisis la epidermis se conserva temporalmente como una envoltura o una vaina protectora suelta alrededor de la L3 y no se desprende de ella hasta que encuentra al hospedador adecuado (Bowman y col., 2004), por lo tanto, no se puede alimentar y se mantiene de los gránulos de material alimenticio que se almacenaron dentro de las células que recubren su intestino (Lapage, 1981). Esta envoltura protege a la larva L3 de la desecación y otros factores ambientales a los cuales se encuentra expuesta fuera del hospedador y puede resistir condiciones desfavorables sobre los pastos, en esto difieren de las L1 y de las L2 además de que estas últimas no pueden infectar a un nuevo hospedador y si son ingeridas por algún animal serán digeridas (Lapage, 1981). En condiciones adecuadas el desarrollo de la L<sub>3</sub> se alcanza de 4 a 7 días después de haber sido eliminados los huevos (Lapage, 1981). La L<sub>3</sub> es muy activa y es capaz de desplazarse verticalmente sobre superficies húmedas de los vegetales. 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, 1988).

Tras la ingestión, aproximadamente a los 30 minutos, las L3 pierden su vaina en el rumen (Lapage, 1981; Meana y Rojo, 1999). Pasan hacia el abomaso y penetran las criptas glandulares gástricas. *H. contortus* tiene afinidad por la mucosa de la región fúndica (Meana y Rojo, 1999), una vez ahí la L<sub>3</sub> comienza a alimentarse de sangre y muda a larva cuatro (L4) en el interior de las glándulas gástricas, causando daños tisulares diversos durante todo este proceso (Soulsby, 1988; Simpson y Lawton, 1997; Gómez y col, 1999; Velázquez, 2000), sale de la mucosa a la luz abomasal y muda a larva cinco (L5) o

preadulto (Norman, 1978; Meana y Rojo, 1999). Esta quinta larva se desarrolla directamente, sin ecdisis hasta transformarse en el gusano adulto, macho o hembra (Lapage, 1981).

Las fases adultas copulan y la hembra comienza a producir huevos en aproximadamente 18 días, según las condiciones de la estación del año. La producción de huevos aumenta hasta alcanzar una descarga máxima de los mismos en un periodo de 25 a 30 días (Meana y Rojo, 1999; Quiroz, 1983).

### **Epidemiología.**

La epidemiología de *H. contortus* es diferente dependiendo de si se presenta en áreas tropicales, subtropicales o en zonas templadas (Urguhart y col., 2001). Los factores predisponentes de la enfermedad son la sobrecarga del pastoreo, pastos suculentos, climas húmedos y cálidos. Además existen otros factores propios del hospedador, entre los que se encuentran: raza, estado nutricional y el estado fisiológico (Cuéllar, 1992; Miller y col., 1998; Bowman y col., 2004).

La epidemiología de la hemoncosis está condicionada principalmente por la elevada fecundidad de las hembras y por la velocidad a la que las larvas infectantes pueden desarrollarse (Cuéllar, 1986; Soulsby, 1988).

Las larvas poseen varios tropismos: hidrotropismo positivo, fototropismo positivo a la luz tenue, un termotropismo positivo y un geotropismo negativo. La combinación de ellos provoca una migración vertical en los pastos hacia su extremo libre cuando hay rocío. Esta situación favorece la infección de los rumiantes (Cuéllar, 1986; Soulsby, 1988).

El rango de temperatura ideal para el desarrollo de las larvas es de 15° C a 27° C y la humedad relativa debe ser del 70% al 100%, de lo contrario mueren (Meana y Rojo, 1999),



por lo tanto, cuando las condiciones son favorables, se pueden acumular una gran cantidad de larvas infectantes sobre los pastos en muy poco tiempo. Sin embargo, las posibilidades de transmisión se encuentran limitadas por la susceptibilidad de las larvas a la deshidratación y al frío. Los hábitos alimenticios de los ovinos favorecen la infección, éstos son altamente selectivos, consumen forraje fresco, tierno, que contiene mucha humedad, que por lo tanto pueden contener un gran número de larvas infectantes que desencadenan cuadros clínicos de la enfermedad, este puede ser uno de los motivos por los que los ovinos son la especie en la que frecuentemente se encuentran cuadros clínicos por *H. contortus* (Cuéllar, 1992).

La presencia de *H. contortus* ocurre tanto en animales jóvenes como en adultos, sin embargo, la presentación clínica de la enfermedad es más común en corderos de seis a ocho meses de edad (Cuéllar, 1992).

El factor racial es uno de los 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 exóticas, esta situación se explica por una selección natural que ha ocurrido en los animales nativos, dando lugar a una progenie con las mismas características, es decir, resistente a este nematodo (Cuéllar, 1992).

El estado nutricional del animal juega un papel muy importante en la susceptibilidad a la hemoncosis. Los animales subnutridos por lo regular presentan mayores cargas parasitarias en relación a aquellos que mantienen condiciones nutricionales óptimas (Cuéllar, 1992).

El estado fisiológico, puede favorecer una mayor población de nematodos adultos en abomaso. Particularmente en el *alza posparto* o *alza lactacional*, hay un aumento en la eliminación de huevos de NGE en las ovejas que están cerca del parto o lactando (Soulsby,

1988). En realidad existen dos periodos de incremento en la cantidad de huevos de NGE, el lactacional en las hembras en cualquier tiempo y el de la primavera, que además de presentarse en hembras que paren se presenta con menor intensidad en las hembras vírgenes y en machos (Quiroz, 1983).

Otro fenómeno relacionado con la epidemiología es la *hipobiosis*, en la cual las larvas detienen su desarrollo en la pared abomasal después de la infección en la fase de L4 durante 4 ó 5 meses (Meana y Rojo, 1999). Este fenómeno posiblemente se trate de una combinación de factores genéticos, inmunológicos y ambientales (Gotongi y col., 1998; Quiroz, 1983).

La expulsión de parásitos adultos ocurre por respuesta inmune del hospedero o es debida al envejecimiento de los gusanos. En caso de *H. contortus* se ha observado que algunos animales que han tenido infecciones previas expulsan parásitos adultos tres días después de una nueva infección. Se considera que se desarrolla una hipersensibilidad tipo I contra el líquido de muda de la L3 y la L4. Cuando la infección es intensa, también las nuevas larvas son expulsadas (Quiroz, 1983).

### **Patogenia.**

La actividad hematófaga de *H. contortus* en mucosa del abomaso provoca inflamación (gastritis) del mismo (Lapage, 1988; Cuéllar, 1986) y también pérdidas de sangre que, si el hospedador no es capaz de reemplazar con suficiente rapidez, ocasiona anemia e hipoproteinemia. También aparece edema en diferentes partes del cuerpo, producto de la baja concentración de proteínas en la sangre (Armour y Coop 1991).

La necropsia puede revelar ascitis e hidropericardio (Soulsby, 1988; Le Jambre, 1995). Los corderos padecen más severamente la hemoncosis. Entre los animales de mayor edad, los efectos más severos se observan en individuos que, por alguna razón están débiles o

sufren de estrés. Así las hembras durante la gestación o lactancia presentan con mayor intensidad la enfermedad, al igual que los individuos que padecen otras enfermedades disminuyen su resistencia a la hemoncosis (Quiroz, 1983).

### **Signos clínicos.**

La hemoncosis se puede presentar en tres formas: hiperaguda, aguda y crónica. La forma hiperaguda o sobreaguda se presenta muy rara vez, se debe a la ingestión de grandes cantidades de larvas infectantes que afectan simultáneamente al animal, el cual pierde tanta sangre, que puede morir en forma repentina y sin que se observen signos preliminares. En otros, sólo se aprecian mucosas pálidas y las heces son de color casi negro (Dunn, 1983).

La hemoncosis aguda se observa en animales de todas las edades, muestran signos de anemia a las dos semanas de la infección y se caracteriza por edema submandibular, facial, pérdida de la condición de la lana, heces oscuras, los corderos jóvenes muestran debilidad y entran en estado de letargo. Se produce hipoproteinemia, hipoalbuminemia y la morbilidad es elevada (Dunn, 1983; Martin y Aitken, 2000; Urguhart y col., 2001).

En la hemoncosis crónica no aparecen los signos clínicos clásicos de la enfermedad, las ovejas se vuelven improproductivas y muy delgadas, aparentando una situación de malnutrición, con pérdida progresiva de peso y caída de la lana en los animales adultos y falta de crecimiento en los corderos. En casos graves hay letargo, debilidad y anorexia (Dunn, 1983; Martin y Aitken, 2000).

### **Diagnóstico.**

En las formas aguda y sobreaguda, el diagnóstico se facilita. Se debe sospechar de hemoncosis en rebaños que pastorean (Cuéllar, 1986; Meana y Rojo, 1999; Quiroz 2003).

El diagnóstico clínico de la forma crónica de la hemoncosis es difícil pues los signos son inespecíficos, sin embargo, esta presentación es muy importante porque influye negativamente en la ganancia de peso lo cual muchas veces no es percibido (Mendoza, 2000).

Aunque algunos signos son muy sugestivos, el diagnóstico se debe comprobar enviando al laboratorio muestras de materia fecal colectadas directamente del recto de los animales, para detectar la presencia de huevos de los parásitos. Lo anterior debe hacerse en forma cuantitativa por medio de la técnica de Mc Master y cualitativa por medio de cultivos larvarios (Mena y Rojo, 1999; Quiroz, 1983; Alba, 2007).

El diagnóstico diferencial se realiza con: coccidiosis, fasciolosis, muerte súbita, enterotoxemia o carbunco. En casos menos agudos, se debe diferenciar con deficiencias nutricionales de cobalto y cobre; también con otros nematodos gastrointestinales y pulmonares así como ectoparasitosis, u otros procesos infecciosos como la paratuberculosis, el Maedi Visna que muy frecuentemente se enmascaran con infecciones causadas por NGE (Meana y Rojo, 1999; Radostits y col., 2002).

### **Control y prevención de la hemoncosis ovina.**

La medida de control más utilizada para la hemoncosis consiste en la medicación estratégica (Quiroz, 1983). Aunque se debe de contemplar un conjunto de acciones que combinen los tratamientos antihelmínticos estratégicos, con prácticas de pastoreo que limiten los riesgos de la infección. Estas medidas deben de ser diseñadas para cada zona de acuerdo con los sistemas de explotación y las condiciones climáticas (Meana y Rojo, 1999). El uso de la rotación de potreros puede ser utilizado en el control de nematodos (Cuéllar, 1986). 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, 1983).

Una buena nutrición aumenta la resistencia de los ovinos contra la infección por *H. contortus*. La suplementación alimenticia con proteína estimula la capacidad de algunas razas más susceptibles a resistir los efectos patógenos de la infección (Datta y col., 1999; Torres y Aguilar, 2000).

Otra alternativa es el uso del sistema FAMACHA, acrónimo de su primer ideólogo Francois (FAffa) MALan CHArt. Es un sistema que tiene como objetivo identificar clínicamente el desarrollo de la anemia de los animales parasitados con *H. contortus*. Este se basa en la coloración de la conjuntiva y es representado en una escala numérica (del 1 al 5) donde índices 1 y 2 son animales con infecciones bajas, mientras que animales clasificados con los índices 3, 4 y 5 son animales con infecciones severas (Van Wyk, 2002; Kaplan y col., 2004).

### **Resistencia y resiliencia a la hemoncosis.**

El término resistencia ha sido definido como la habilidad de un hospedero para iniciar y mantener una respuesta que evite o reduzca el establecimiento de los parásitos o elimine la carga parasitaria (Albers y col., 1987).

Los animales resistentes no son completamente refractarios a la enfermedad, sólo albergan menos parásitos que los animales susceptibles y por tanto eliminan menos huevos en las heces (Hooda y col., 1999). Esta variabilidad tiene su base en la capacidad inmunológica de cada individuo a la parasitosis (Pernthaner y col., 1995).

El término resiliencia ha sido utilizado para definir la capacidad que tiene un animal de compensar los efectos negativos del parasitismo, lo cual se refleja en el mantenimiento de

sus parámetros productivos a pesar de tener una carga parasitaria relativamente alta (Coop y col., 1999; Paolini y col., 2005).

### **Resistencia genética a la hemoncosis.**

Se han reportado variaciones importantes en la resistencia a NGE entre diferentes razas ovinas; razas con capa de pelo como la Red Massai (Preston y Allonby, 1979), Blackbelly (Yaswinski y col., 1980; Muñoz y col., 2006), Romanov (Luffau y col., 1990), Saint Croix (Courtney y col., 1985), Katahdin (Parker y col., 1993) son más resistentes a nematodos que las razas con capa de lana.

Los diversos mecanismos de la resistencia a la infección por *H. contortus* no son totalmente conocidos. Varios autores han sugerido que estos pueden tener una base inmunológica (Gómez y col., 1999). Para valorar el grado de resistencia, se ha considerado el conteo del número de huevos por gramo de heces como una medida indirecta (Bisset y col., 1996). La forma más confiable, para evaluar la resistencia genética, es conocer la cantidad de parásitos (larvas y adultos) presentes en el tracto gastrointestinal de los animales evaluados (Gray, 1997; Hooda y col., 1999).

La resistencia a los nematodos adultos se puede manifestar de tres formas: La primera es la eliminación de la población, la segunda son cambios en la morfología de los adultos y la tercera por una disminución en la fecundidad de las hembras parásitos (Balic y col., 2000). La variación genética de la resistencia a *H. contortus* entre y dentro de razas para seleccionar ovinos resistentes, se está utilizando en programas de mejoramiento genético principalmente en Australia y Nueva Zelanda (Gray, 1997; Hooda y col., 1999).

## **Objetivo general.**

Evaluar el efecto del estado nutricional sobre algunos indicadores productivos en corderos Blackbelly con una infección controlada por *Haemonchus contortus*.

## **Objetivo particular.**

Comparar el efecto de la hemoncosis inducida en ovinos Blackbelly con un estatus nutricional adecuado (100% de los requerimientos) y reducido (50% de los requerimientos), según las recomendaciones del National Research Council, en lo relativo a la dinámica de eliminación de huevos de *Haemonchus contortus*, ganancia de peso y condición corporal.

## **Hipótesis.**

La desnutrición afecta la resistencia genética a la hemoncosis en ovinos de la raza Blackbelly.

## Material y métodos.

### Localización:

El trabajo se efectuó en el Módulo de Ovinos de la Unidad de Posgrado así como en la Unidad de Investigación Multidisciplinaria en Salud Animal de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Carretera Cuautitlán-Teoloyucan km 2.5; Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

### Animales:

Se emplearon 40 ovinos machos de la raza Blackbelly con una edad aproximada de menos de 1 año, libres de parásitos, provenientes de unidades de pie de cría, fueron mantenidos en confinamiento bajo condiciones libres de nematodos. Se identificaron individualmente por medio de un arete metálico. Recibieron alimento comercial de acuerdo al diseño experimental y agua se proporcionó *ad libitum* por medio de bebederos automáticos.

### Diseño experimental:

Con los 40 animales se conformaron cuatro subgrupos (cuadro 1)

**Cuadro 1. Diseño experimental con base al tipo de dieta, desafío con *Haemonchus contortus*, tamaño de grupo y número de grupo en el experimento.**

Grupo	Subgrupo	n	Dieta	Requerimientos nutricionales según el NRC <sup>1</sup> (%)	Desafío con <i>Haemonchus contortus</i>
A	1	15	No restringida	100	Si
	2	5	No restringida	100	No
B	3	15	Restringida	50	Si
	4	5	Restringida	50	No

<sup>1</sup>National Research Council.



Una vez recibidos los animales se dieron cuatro semanas de adaptación al alimento comercial y las nuevas condiciones de manejo. En ese periodo se obtuvieron los datos basales de las variables (peso y condición parasitaria). A partir de la 5ª semana se comenzó la restricción de alimento dividiendo en dos grupos iniciales A y B (cuadro 1). La alimentación consistió en proporcionar una mezcla de 90% de un alimento comercial con 15% de proteína cruda y 10% de forraje molido (avena achicalada) para proporcionar el 100% de las necesidades nutricionales (grupo A) según las recomendaciones del *National Research Council* (NRC) o el 50% de dichos requerimientos (grupo B). Después de seis semanas con dieta completa o restringida, los animales se subdividieron en los cuatro subgrupos experimentales y fueron inoculados con 5,000 larvas de *H. contortus* (1,000 larvas/semana durante cinco semanas). Las siguientes cuatro semanas posteriores al desafío los animales fueron monitoreados dentro de cada grupo experimental. Las variables a evaluar fueron en los periodos mencionados: la eliminación de huevos, cambio en el peso vivo y condición corporal.

#### **Inoculación:**

Para la inoculación experimental, se empleo la cepa de *H. contortus* aislada y mantenida en la FES Cuautitlán (Valdez y col., 2006). Eso se hizo utilizando una sonda esofágica con la metodología descrita por Cuenca y Cuenca (2005).

#### **Colección de muestras:**

Se colectaron heces directamente del recto de los animales con una bolsa de plástico en forma individual, se identificaron y se mantuvieron en refrigeración (por un periodo no mayor a las 48 horas) hasta su procesamiento.

### **Procesamiento de muestras:**

El conteo de huevos por gramo de heces se hizo por medio de la técnica coproparasitoscópica de Mc Master (Alba, 2007).

### **Pesaje:**

El registro del peso corporal se realizó en forma individual con un dinamómetro (capacidad máxima de 150 kg, con un nivel de precisión mínimo de un kg).

### **Condición corporal**

La estimación de la condición corporal de cada uno de los animales se efectuó a partir del día siete posterior a la primera inoculación con *H. contortus*. Se hizo por tacto directo en las vertebrae sacras (apófisis transversa y apófisis espinosa), así como en el área muscular del ojo del lomo basado en una escala que va de 0 a 5 dependiendo la cantidad de grasa y músculo que contengan las estructuras mencionadas (Russel, 1979).

### **Análisis de resultados:**

Los datos del conteo de huevos por gramo de heces fueron transformados logarítmicamente ( $\log_{10} \text{hgh}+10$ ) con la finalidad de disminuir la varianza al interior de cada grupo y efectuar el análisis estadístico.

Las condiciones del análisis de poder estadístico para determinar tamaño de grupos experimentales fueron: Mantener el error tipo I ( $1-\alpha$ )= 0.05 (confianza del 95%), error tipo II ( $1-\alpha$ )= 0.20 (potencia 80%). El análisis de resultados utilizó estadística descriptiva para las variables de interés. La comparación de las medias entre grupos para cada una de las variables se hizo con análisis de varianza, con un valor-p ( $<0.05$ ) para aceptar diferencias

estadísticamente significativas. Los análisis estadísticos se realizaron con el apoyo de Programas Excel (Microsoft Office) y NCSS 2000 - PASS 2001

## **Resultados.**

A continuación se hace referencia a los resultados correspondientes a la evaluación de la característica de resistencia de ovinos de la raza Blackbelly con un estatus nutricional adecuado (100% de los requerimientos recomendados por el NRC) y uno reducido (50% según el NRC) sobre una infección controlada con *Haemonchus contortus*, particularmente en lo relativo a la ganancia de peso, dinámica de eliminación de huevos del nematodo y condición corporal.

### **Peso corporal.**

El peso corporal se monitoreo cada siete días durante 18 semanas. Los animales iniciaron con un peso promedio de 28.5 kg (fig. 1). Durante el periodo de adaptación (primeras cinco semanas), todos los animales lograron un incremento de peso llegando a un promedio de 32.9 kg, no encontrándose diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ) entre ellos.

En las semanas seis y siete del experimento los pesos promedio de los animales con dieta completa fueron de 33.0 y 34.4 kg respectivamente, no observándose diferencias estadísticamente significativas ( $P>0.05$ ). El peso promedio de los que recibieron el 50% de sus requerimientos nutricionales, fue de 30.8 y 30.5 kg en esas semanas, tampoco hubo diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ) en esos momentos. A partir de la semana ocho y durante la semana nueve hubo un incremento en el peso promedio llegado a 34.4 y 36.2 kg para los animales del grupo con una dieta del 100% de los requerimientos, en contraste con los de dieta restringida que tuvieron 29.8 y 30.4 kg en esas semanas. En estas dos últimas semana existieron diferencias estadísticamente significativas entre los animales que recibieron ambas dietas ( $P<0.05$ ).

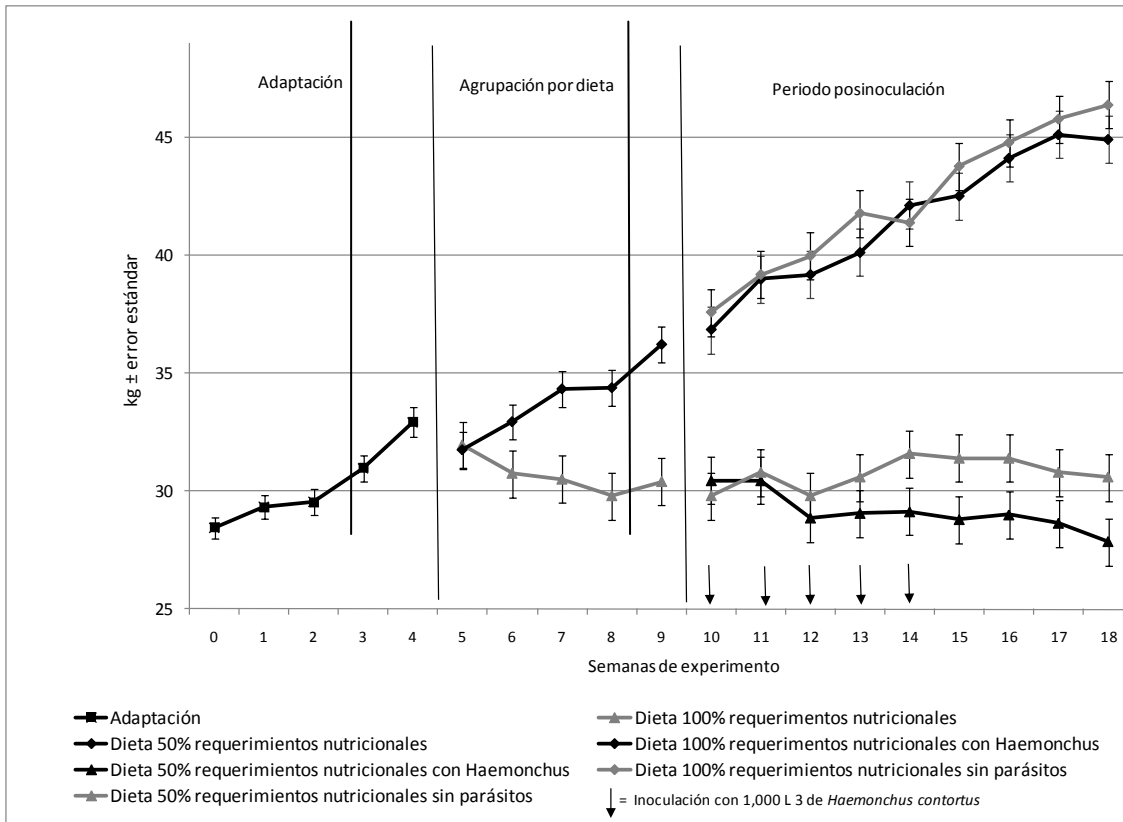


Figura 1. Dinámica del peso corporal de ovinos de la raza Blackbelly (media  $\pm$  error estándar) que recibieron el 100% y 50% de sus requerimientos nutricionales y fueron inoculados con 5,000 L3 de *Haemonchus contortus*. El periodo entre la semana 0 a la 4, correspondió a la etapa de adaptación (n= 40). De la semana 5 a la 9, se subdividieron (n= 20 c/u) en aquéllos que tuvieron dieta completa (100% NRC) y restringida (50%). Entre la semana 10 y 14 se inocularon con 1,000 L3/semana (n= 15), los restantes cinco para cada dieta no tuvieron parásitos. De la semana 15 a la 18 los animales continuaban con la parasitosis.

La media de peso para los animales que recibieron la dieta completa, tanto inoculados con *H. contortus*, como los libres de parásitos continuó incrementándose. Los primeros de ellos iniciaron con un promedio de 36.9 kg y terminaron con 44.9 kg. Los ovinos no parasitados al inicio tenían un peso promedio de 37.6 kg y llegaron a los 46.4 kg en la semana 18. Durante este periodo (semana 10 a la 18) no existieron diferencias estadísticas en el promedio de peso dentro de cada grupo, A ò B ( $P>0.05$ ).

Por su parte, los animales que recibieron el 50% de sus requerimientos nutricionales, parasitados y libres de *H. contortus* iniciaron con 30.8 kg y 29.8 kg, respectivamente; para la semana 18 tenían 27.9 kg y 30.6 kg, sin que existieran diferencias estadísticamente significativas ( $P>0.05$ ) entre ellos.

La diferencia en el peso corporal entre los animales que recibieron el 100% y 50% de sus requerimientos nutricionales fueron estadísticamente significativas ( $P<0.05$ ).

La ganancia total de peso (GTP) de los 40 corderos Blackbelly durante el periodo de adaptación (semana 0 a la 4) fue de 4.5 kg. Cuando los animales se asignaron a dos regímenes alimenticios (semana 5 a la 9), se calculó una GTP de 4.5 kg para los animales que recibieron el 100% de sus requerimientos, mientras que para los que tuvieron el 50% de esos requerimientos bajaron 1.4 kg, mostrando diferencias significativas ( $P<0.05$ ), entre ambos grupos. A partir de la primera inoculación con *H. contortus* (semana 10) y hasta la última evaluación (semana 18), los animales que tenían una dieta restringida registraron una GTP de 0.8 kg y -2.9 kg para los libres de parásitos e infectados con *H. contortus*, respectivamente. En tanto, los ovinos que se alimentaron con una ración completa exhibieron una GTP de 8.0 kg los no parasitados y 8.8 kg en los que tenían *H. contortus*. Existieron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P>0.05$ ) entre los animales de ambas dietas (50% y 100% de los requerimientos nutricionales), pero no significativas ( $P>0.05$ ) dentro de cada dieta (parasitados vs no parasitados).

La ganancia diaria de peso (GDP), expresada en gramos por día (g/día) para los animales con dieta completa o restringida y que estuvieron libres de parásitos o inoculados con *H. contortus*, se muestran en el cuadro 2. En las primeras cinco semanas (periodo de adaptación), para los 40 ovinos evaluados el promedio de GDP fue de 127.5 g. La GDP entre la sexta y novena semana, donde los animales fueron distribuidos en dos grupos (con 100% y 50% de los requerimientos nutricionales) el promedio de GDP fue de 128.6 g para el grupo de animales con dieta completa y de -45.1g para los ovinos con dieta restringida. En estos mismos animales (dieta con el 100%) a partir de la semana 10, momento en que se efectuó la primera inoculación con *H. contortus*, los promedio de GDP de cada grupo fue de 139.7 y 128.0 g/día para los libres de parásitos y con *H. contortus* respectivamente. Para los que tenían el 50% de los requerimientos las GDP fueron de 12.7 g/día para los no parasitados, mientras que los que recibieron *H. contortus* tuvieron

-45.7 g/día. Se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P<0.01$ ) entre los animales que tuvieron dietas alimenticias distintas. No se presentaron diferencias ( $P>0.05$ ) entre los grupos parasitados y libres de parásitos cuando fueron alimentados con el 100% de los requerimientos, sin embargo, si hubo diferencias estadísticamente significativas ( $P<0.05$ ) entre los de la dieta restringida.

Cuadro 2. Ganancia de peso promedio (g/día) en ovinos de la raza Blackbelly, para los cuatro periodos de evaluación (adaptación, agrupación por dieta, y posterior a la primera Inoculación con *Haemonchus contortus*).

	n	Semanas (periodos)		
		0-4 (Adaptación)	5-9 (Agrupación por dieta)	10-18 (después de la primera inoculación con <i>Haemonchus contortus</i> )
Total de animales	40	127.5		
Ovinos con dieta del 100% de requerimientos nutricionales	20		128.6	
Ovinos con dieta del 50% de requerimientos nutricionales	20		-45.1	
Ovinos con dieta del 100% de requerimientos nutricionales inoculados con <i>Haemonchus contortus</i>	15			128.0
Ovinos con dieta del 50% de requerimientos nutricionales inoculados con <i>Haemonchus contortus</i>	15			-45.7
Ovinos con dieta del 100% de requerimientos nutricionales sin parásitos	5			139.7
Ovinos con dieta del 50% de requerimientos nutricionales sin parásitos	5			12.7

### Dinámica en la eliminación de huevos.

En la figura 2 se muestra el comportamiento de la eliminación de huevos en los ovinos Blackbelly que fueron infectados experimentalmente con *H. contortus* y que recibieron una dieta con el 100% ó 50% de los requerimientos nutricionales. A la siguiente semana después a la primera inoculación, se efectuaron muestreos diarios durante 28 días para

detectar el inicio de la eliminación de huevos en todos los animales parasitados. Después se siguieron muestreando a los animales cada semana hasta la finalización del trabajo.

En cuatro animales (tres con una dieta del 100% de requerimientos y uno con la dieta disminuida al 50%), se diagnosticó la presencia de huevos a los 15 días posteriores a la primera inoculación (dppi). A los 25 días dppi, prácticamente todos los animales ya habían eliminado huevos en sus heces, excepto un animal que recibió el 100% de los requerimientos, donde la primera detección de parásitos ocurrió a los 56 dppi.

A los 15 dppi los animales que recibieron ambas dietas (100% y 50%) mostraron baja eliminación de huevos (13.3 y 14.3 hgh, respectivamente). Después, los ovinos con la dieta completa mantuvieron una baja eliminación (< 100 hgh), excepto un solo pico a los 28 dppi (133.3 hgh). Los que tenían una restricción alimenticia, mostraron un incremento en la eliminación de huevos llegando a los 200.0 hgh a los 28 dppi, y 1,000 hgh en el muestreo correspondiente a los 56 dppi.

En la figura 3 se ilustran los datos referentes a la eliminación de huevos con transformación logarítmica. En términos generales hubo un comportamiento similar en la dinámica de eliminación a los encontrados cuando se emplearon los valores absolutos del número de hgh, sin embargo, los momentos donde se presentó una mayor eliminación de huevos fueron más evidentes para ambos grupos. Sólo se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) en los 28 y 56 dppi.



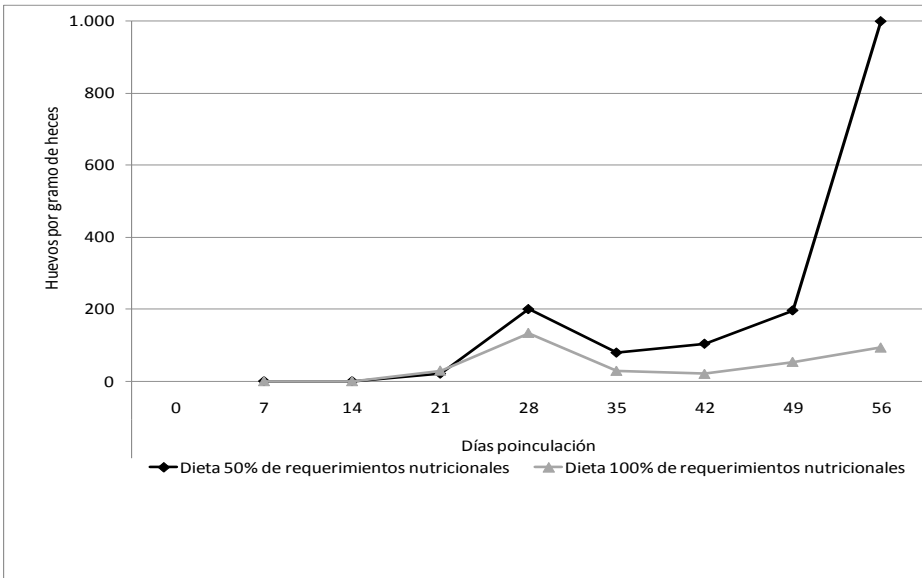


Figura 2. Promedio de la eliminación de huevos en ovinos Blackbelly que recibieron el 50% y 100% de sus requerimientos nutricionales y fueron infectados experimentalmente con 5,000 L<sub>3</sub> de *Haemonchus contortus*.

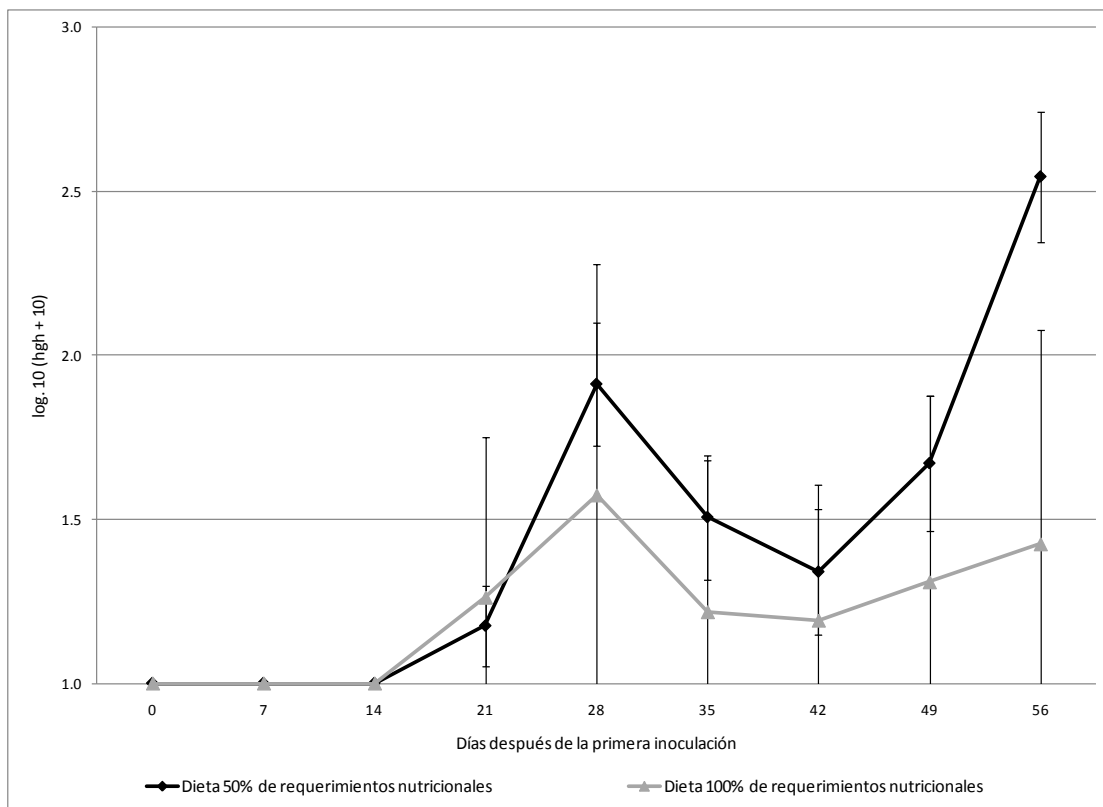


Figura 3. Promedio de la eliminación de huevos (Log. 10 hgh +10) en ovinos Blackbelly que recibieron el 50% y 100% de sus requerimientos nutricionales y fueron infectados experimentalmente con 5,000 L<sub>3</sub> de *Haemonchus contortus*.

El análisis estadístico en el grupo que recibió una dieta de 50 %, la eliminación de huevos por semana muestra que el día 56 y 28 la frecuencia de eliminación fue estadísticamente mayormente significativa ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 3. Promedio de la eliminación de huevos (Log. 10 hgh +10) en ovinos Blackbelly que recibieron el 50% de sus requerimientos nutricionales y fueron infectados experimentalmente con 5,000 L3 de *Haemonchus contortus*.

Conjunto	Día	Promedio
a	56	2.53
b	28	2.01
c	49	1.64
cd	35	1.47
d	42	1.34
d	21	1.16

### **Condición corporal.**

La condición corporal (CC) de los animales se analizó entre la semanas 11 y 18 del trabajo, es decir, desde la segunda inoculación con *H. contortus*, hasta la finalización de las evaluaciones.

En los animales con la dieta del 100% de sus requerimientos nutricionales inoculados con *H. contortus*, se observó que su CC disminuyó cuando comenzó la eliminación de huevos del parásito *H. contortus*, ya que estos comenzaron con una CC promedio de 2.6 llegando a 2.0 entre el día 28 al día 42 dppi, posteriormente los ovinos comenzaron a recuperar su CC, llegando a 2.6 a los 49 dppi y terminando con 2.8. En tanto a los animales libres de parásitos el promedio de CC mostraron un incremento continuo, iniciando con 2.9 y concluyendo con 3.2.

Los corderos que recibieron una dieta alimenticia restringida, tanto parasitados como libres del nematodo iniciaron con una CC promedio baja (1.6 y 1.2) respectivamente, en el grupo de ovinos infectados la CC comenzó a disminuir en el 21 dppi, siendo ésta de (1.0) y manteniéndose así hasta el final del estudio. En tanto los ovinos sin parásitos

mantuvieron una CC promedio de 1.2 hasta el final de las evaluaciones, observándose un solo pico (CC de 1.8) el día 14 dppi.

Por medio de análisis de varianza, se encontró que existió un efecto significativo para la interacción entre las variables dieta\*resistencia\*fecha ( $P < 0.05$ ).

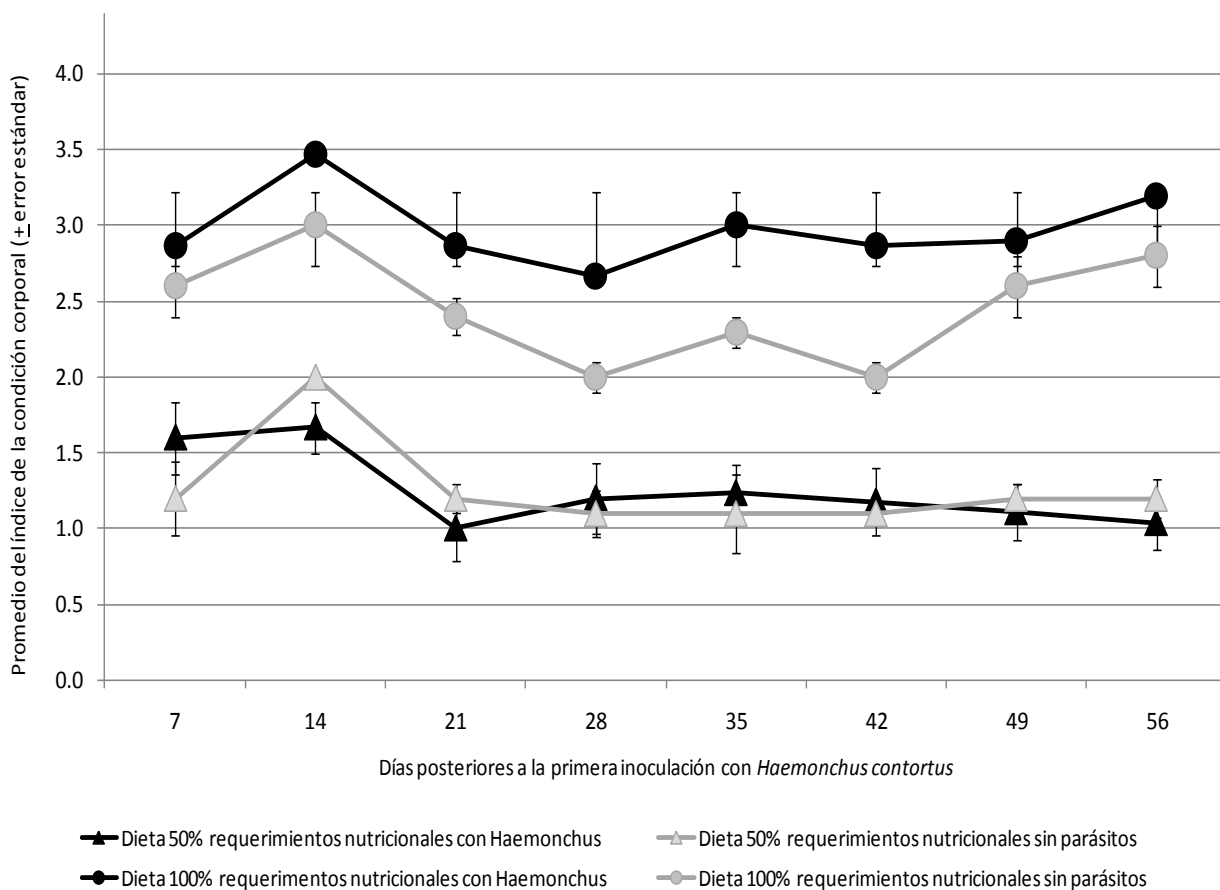


Figura 5. Promedio de la condición corporal en ovinos de la raza Blackbelly ( $\pm$  error estándar) que estaban bajo dos regímenes alimenticios (50% y 100% de sus requerimientos nutricionales), después de siete días de recibir una infección experimental con *Haemonchus contortus*.

## **Discusión.**

La infección por nematodos gastroentéricos (NGE), particularmente cuando el *Haemonchus contortus* está involucrado, representa un problema de salud muy importante que repercute negativamente en la eficiencia productiva y causa daños importantes en la economía de los rebaños ovinos en México y otras partes del mundo. El control mayoritariamente se basa en el empleo de fármacos que sin duda son eficaces, sin embargo, su uso continuo ha causado la aparición de cepas de NGE resistentes a algunos antihelmínticos (Cuéllar, 2003; González y col., 2003).

Existen dos condiciones propias del animal que de alguna manera le permiten contrarrestar o controlar una infección por NGE, una es la resiliencia y la otra la resistencia.

La resiliencia es la capacidad del hospedador de soportar una carga parasitaria sin afectar sus niveles de producción (Van-Houtert y Sykes, 1996), es un hecho asociado al estado nutricional del animal. Si el estado nutricional es adecuado, los animales expresan la resiliencia, pero si hay malnutrición hay la aparición del cuadro clínico por NGE, estando frente a un estado de susceptibilidad (Torres y Aguilar, 2000).

Por su parte, 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, sólo albergan menos parásitos que los animales susceptibles y por lo tanto eliminan menos huevos en heces (Albers y col., 1987). En este caso, se desconoce si un estado de malnutrición altera la expresión de la resistencia, siendo esto la razón del presente trabajo donde con la finalidad de evaluar la resistencia de los ovinos de la raza Blackbelly se ofrecieron dos niveles de alimentación

diferente, 100% y 50% de los requerimientos nutricionales según el NRC y se infectaron artificialmente con 5,000 larvas (L3) de *H. contortus* de la cepa aislada por Valdez y col. (2006) y mantenida en pases sucesivos en ovinos en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Hubo una evidente diferencia en la ganancia diaria y total de peso (16%) entre los animales que recibieron ambas dietas después del periodo de adaptación, cuando en un grupo de animales se le restringió la alimentación, a niveles similares a los que ocurren en forma natural (alrededor del 7% de proteína cruda) en la mayoría de los pastizales de clima templado o tropical en México (Torres, 2010) e indudablemente esos animales tenían desnutrición.

Después de la infección experimental con *H. contortus* en los ovinos que recibieron ambas dietas, se observó que la eliminación de huevos inició a los quince días posteriores a la primera inoculación (dpi), dicho lapso, que se conoce como periodo de prepatencia, fue un día inferior a lo reportado cuando se caracterizó la cepa de *H. contortus* de la FES Cuautitlán con un rango para dicho periodo entre los 16 y 28 días (Cuéllar y col., 2009). El periodo de prepatencia observado fue dos días inferior a lo descrito en la literatura, donde se anota un rango de 17 a 22 días (Lapage, 1981; Soulsby, 1988; Quiroz, 1983; Meana y Rojo, 1999). De alguna manera el corto periodo de prepatencia observado concuerda con Gómez y col. (1998), quienes evaluando la respuesta a la infección artificial con *H. contortus* en ovinos de la raza Castellana, informan que el periodo de prepatencia puede variar en función a si es primoinfección (16 a 20 días) o reinfección (20 a 24 días), indicando que el alargamiento de ese periodo es consecuencia de una respuesta inmune a ese parásito.

La eliminación inicial y subsecuente de huevos de *H. contortus* en los animales que recibieron ambas dietas, fue muy baja (excepto en los corderos con subnutrición que mostraron un incremento en el último muestreo). Lo anterior confirma la resistencia de los ovinos de la raza Blackbelly hacia el *H. contortus*, situación que inicialmente fue

reportada por Yazwinski y col. (1980) y corroborado en México por Cuenca y Cuenca (2005), quienes compararon la resistencia o susceptibilidad al nematodo en dos razas de ovinos, Columbia y Blackbelly, encontraron en esta última eliminaciones menores de 900 hgh. Los ovinos de este experimento con requerimiento nutricional al 100% mantuvieron una baja eliminación (< 100 hgh) con un solo pico a los 28 días dppi (133.3 hgh), los animales con 50% del estatus nutricional, mostraron un incremento en la eliminación de huevos llegando a los 286.7 hgh a los 28 dppi y un pico con 1,000 hgh en el día 56 dppi éstos dos últimos picos se pueden explicar ya que para estas fechas se causó una reinfección. Resultó evidente que la restricción alimenticia modificó ligeramente, por lo menos en lo referente a eliminación de huevos, el estado de resistencia de los corderos Blackbelly, sin embargo, esto no fue tan notorio para ocasionar una elevada eliminación de hgh.

En cuanto a la ganancia de peso en los animales infectados con *H. contortus*, tanto los que accedieron a una dieta completa como los que la tuvieron restringida, manifestaron un comportamiento similar al de sus testigos sin parásitos. Sólo existieron diferencias aritméticas pero no estadísticamente significativas. Esto muestra claramente que para el parámetro de ganancia de peso no se afectó la expresión de resistencia a *H. contortus* en los ovinos Blackbelly con subalimentación. Existen pocas evidencias al respecto, muchos de los trabajos donde se evalúa la resistencia genética de los ovinos, principalmente a *H. contortus*, se hace bajo condiciones de buena nutrición (Gómez y col., 1999). Sin embargo, como pudiera esperarse de una infección por NGE en ovinos susceptibles, ante un desafío parasitario, el daño causado por los nematodos en la mucosa abomasal se traduce en una disminución de la utilización de alimento que involucra al nitrógeno, energía y nutrientes minerales. Las alteraciones afectan las principales funciones del abomaso e intestino (digestión, motilidad y absorción) así como el metabolismo de varios nutrientes. En los animales parasitados se observa anorexia que contribuye a la escasa ganancia de peso y a la baja producción de los mismos (Soulsby, 1988; Cuéllar, 2003).

En cuanto a la condición corporal, se observó que también existió un efecto más importante por el tipo de dieta ofrecida que por la infección por *H. contortus*, sin embargo, en varios muestreos la condición corporal en los animales que recibieron una dieta completa, pero estaban parasitados, fue mejor que el grupo con la misma dieta sin parásitos. Esto demuestra claramente que ante una infección por NGE pueden no modificarse ni la salud ni los aspectos productivos de los animales, se encuentran en resiliencia (Gray, 1997).

## **Conclusión.**

Se concluye que la subalimentación en ovinos de la raza Blackbelly afectó ligeramente la expresión de resistencia a *Haemonchus contortus*, particularmente en lo referente a la excreción de huevos (en los animales de ambas dietas), no influyendo en la ganancia de peso vivo ni en la condición corporal, demostrándose claramente que ante una infección por NGE pueden no modificarse ni la salud ni los aspectos productivos de los animales.

Respecto a la desnutrición afecta la resistencia genética solo ligeramente.



## BIBLIOGRAFÍA.

1. Alba HF. Parasitología veterinaria. Manual de laboratorio. UNAM. 2007.
2. Albers GAA, Gray GD, Piper LR, Barker JSF, Le Jambre LF, and Barger IA. The genetics of Resistance and Resilience to *Haemonchus contortus* Infection in Young Merino Sheep. *Int. J. Parasitol.* 17: 559-566, 1355-1363. 1987.
3. Armour J., Coop R.L. Pathogenesis and control of Gastrointestinal Helminthiasis in diseases of Sheep, 2<sup>da</sup> edition, Oxford 1991.
4. Baker, RL. Genetics of resistance to endoparasites and ectoparasites. *Int. J. Parasitol.* 29: 73-75. 1999.
5. Balic A, Bowles VM, Meeusen ENT. The immunobiology of gastrointestinal nematode infection in ruminants. *Adv. Parasitol.* 45: 182-227. 2000.
6. Bisset SA, Morris CA. Feasibility and implications of breeding sheep for increased natural resistance to infection with nematode parasites. *NZJ Zoology.* 18: 85-86. 1996.
7. Bowman DD, Lynn CR, Eberhard LM, Georgi RJ. Parasitología para Veterinarios 8<sup>a</sup> edic. España. Saunders Elsevier. 2004
8. Coop RL, Kyriazakis I. Nutrition-parasite interaction. *Vet. Parasitol.* 84: 187-204. 1999.
9. Courtney CH, Parker CF, McClure KE, Herd RP. Resistance of exotic and domestic lambs to experimental infection with *Haemonchus contortus*. *Int. J. Parasitol.* 15: 101-109. 1985.
10. Cuéllar OJA. Nematodiasis gastroentérica. En: Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. Pijoan A, Tórtora J. México. D.F. 112-118. 1986.
11. Cuéllar OJA. 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. 1992.

12. Cuéllar OJA. La resistencia a antihelmínticos y métodos para reducir su presencia en los sistemas ovinos tropicales. Mem. Segundo Seminario de Producción Intensiva de Ovinos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 2003.
13. Cuéllar OJA, Hernández MFR, Valdivia AG, Silva MR, Cuenca VC. VI Congreso Latinoamericano de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRyCS). Querétaro, Querétaro. 9 a 11 de septiembre de 2009.
14. Cuenca VC, Cuenca VNM. Comparación de la cantidad, tamaño y prolificidad de fases adultas de *Haemonchus contortus* en una infección experimental en ovinos Columbia y Blackbelly. Tesis de licenciatura, UNAM, México. 2005.
15. Datta FU, Nolan JV, Rowe JB, Grey GD. Long-term of short-term provision of protein-enriched diets on resistance to nematode infection, and live-weight gain and wool growth in sheep. *Int. J. Parasitol.* 29(3): 479-488. 1999.
16. Dunn AM. Helmintología veterinaria. México D.F. El Manual Moderno.1983.
17. Gómez MMT, Cuquerella M, Gómez ILA, Méndez S, Fernández PFJ, Fuente C. Serum antibody response of Castellana sheep to *Haemonchus contortus* infection and challenge: relationship to abomasal worm burdens. *Vet. Parasitol.* 81 (4):281-293. 1999.
18. González GR, Torres HG, Nuncio OMGJ, Cuéllar OJA, Zermeño GME. Detection of anthelmintic efficiency in nematodes of hair sheep using the faecal egg reduction test. *Liv Res for Rural Develop.* 15 (12). 2003.
19. Gotongi PM, Prichard RK, Ranjan S, Gathuma JM, Munyua WK, Cherviyot H, Scott ME. Hipobiosis of *Haemonchus contortus* in natural infection of sheep and goats in a semi arid area of Kenya. *Vet. Parasitol.* 77: 49- 61. 1998.
20. Gray GD. The use of genetically resistant sheep to control nematode parasitism. *Vet. Parasitol.* 72: 345–366. 1997.
21. Hooda V, Yadav CL, Chaudhri, SS, Rajpurohit, BS. Variation in resistance to Haemonchosis: Selection of female sheep resistance to *Haemonchus contortus*. *J. Helminthol.* 73 (2): 137-142. 1999.

22. Kaplan RM, Burke JM, Terrill TH, Miller JE, Getz WR, Mobini S, Valencia E, Williams M, Williamson LH, Larsen M, Vatta AF. Validation of the FAMACHA<sup>®</sup> eye color chart for detecting clinical anemia on sheep and goat farms in the southern United States, Vet. Parasitol. 123: 105–120. 2004.
23. Lapage G, Gibson TE, Beeslely WN. Parasitología veterinaria. México. D.F. Continental. 1981.
24. Le Jambre LF. Relationship of blood loss to Worms number, biomasa and egg production in *Haemonchus contortus* infected sheep. Int. J. Parasitol. 25(3): 269-273. 1995.
25. Luffau G, Vutien Khang J, Bouix J, Nguyen TC, Cullen P, Ricordeu G. Resistance to experimental infections with *Haemonchus contortus* in Romanov sheep. Gen. Select. Evolution. 22: 205-9. 1990
26. Martin WB, Aitken ID. Enfermedades de la oveja. España. Acribia. 191-200. 2000.
27. Meana MA, Rojo VFA. Tricostrogilosis y otras nematodiasis. En: Parasitología veterinaria. Edit. por Cordero, C.M. y Rojo, V.F.A. México. Mc Graw-Hill Interamericana. 1999.
28. Mendoza GPM. Diagnóstico de las Parasitosis gastrointestinales en pequeños rumiantes. Primer curso internacional de “Nuevas perspectivas en al Diagnóstico y Control de nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes”, 2000 Noviembre 16-18; Mérida (Yucatán) México. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Mediana Veterinaria y Zootecnia. 7-13. 2000.
29. Miller JE, Bahirathan M, Lemarie SL, Hembry FG, Kearney MT, Barras SR. 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. 1998.
30. Muñoz GMA, Cuéllar OJA, Valdivia AG, Buendía JJA, Alba HF. Correlation of parasitological and immunological parameters in sheep with high and low resistance to haemonchosis. Can. J. Anim Sci. 86: 363-371. 2006.

31. National Research Council. Nutrient Requirements of Sheep, 6<sup>a</sup>. ed., National Academy Press, Washington D.C., 2007
32. Norman DL. Tratado de Parasitología Veterinaria. Zaragoza, España. Acribia. 1978.
33. Paolini V, De la Fargo F, Prevot F, Dorchies P. Effects of the repeated distribution of sainfoin hay on the resistance and the resilience of goats naturally infected with gastrointestinal nematodes. Vet. Parasitol. 127: 227-283. 2005
34. Parker CF, Mc Clure KE, Herd RP. 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. 1993.
35. Pernthaner A, Stankiewicz M, Bisset SA, Jonas WE, Cabaj W, Pulford HD. 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. 1995.
36. Preston JM, Allonby EW. The influence of breed on the susceptibility of sheep to *Haemonchus contortus* in Kenya. Res. Vet. Sci. 26: 134-139. 1979.
37. Quiroz RH. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. 1<sup>a</sup> edic. México. Limusa. 441-458. 1983.
38. Radostits, OO, Gay, CC., Blood, DC, Hinchcliff, KW. Medicina veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. Vol. II. Mc Graw Hill-Interamericana. México. 2002.
39. Simpson H, Lawton OE. Effects of adult and larval *Haemonchus contortus* in abomasal secretion. In J. Parasitol. 27(7): 825- 831. 1997.
40. Soulsby E.J.L. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 7<sup>a</sup> edic. México. Interamericana. 1988.

41. Torres AJF, Aguilar CA. 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. 2000.
42. Urguhart OM, Armour JD, Durin AM, Jennings FW. Parasitología Veterinaria Zaragoza, España. Acriba. 2001.
  
43. Valdez RL, Hernández MFR, Silva MR, Valdivia AG, Cuéllar OJA. Aislamiento y caracterización de una cepa de *Haemonchus contortus* de origen ovino en México. XIII Congreso Nacional de producción ovina, AMTEO, 6 al 8 de septiembre. Toluca, México, 2006.
44. Van-Houtert MFJ, Sykes AR. Implications of nutrition for ability of ruminants to withstand gastrointestinal nematode infection. In, J. Parasitol. 26: 1151-1168. 1996.
45. Van Wyk JA, Bath GF. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. Vet. Res. 33: 509–529. 2002.
46. Vázquez PV, Nájera, FR. Variación mensual de nematodos gastroentéricos en ovinos en clima subtropical húmedo. Tec. Pec. Méx. 51. 18-27. 198
47. Velázquez PVM. Agentes etiológicos y ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales. Primer Curso internacional “Nuevas perspectivas en el diagnóstico y control de nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes”. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Mérida, Yucatán. P. 1 -5. 2000.
48. Waller PJ The development of anthelmintic resistance in ruminant livestock. Acta Tropica. 56. 1994.
49. Yazwinski TA, Goode L, Moncol DJ, Monrgan GW, Linnerud AC. *Haemonchus contortus* resistance in straight bred Barbados Blackbelly sheep. J. Anim Sci. 51: 279-288. 1980.