

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

***Efecto de la desnutrición sobre la infección experimental por
Haemonchus contortus en ovinos Blackbelly.***

Tesis que para obtener el título de
Médico Veterinario Zootecnista

Presentan:

**Etna García López
Héctor Alejandro De la Cruz Cruz**

Asesor:

M en C Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz

Coasesor:

M en C César Cuenca Verde

2012



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.

Índice.

Resumen -----	1
Introducción -----	2
Objetivos -----	12
Material y métodos -----	13
Resultados -----	17
Discusión -----	23
Conclusión -----	27
Bibliografía -----	28

Resumen.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del estado nutricional sobre la expresión de resistencia a *Haemonchus contortus* en ovinos Blackbelly con infección experimental. El trabajo se realizó en el Área Pecuaria de Posgrado del Centro de Enseñanza Agropecuaria y el Laboratorio 3 de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria de la FES Cuautitlán, UNAM. Se evaluaron dos grupos de 20 corderos, uno de ellos recibió una dieta que cubría el 100% de sus requerimientos nutricionales, según el *National Research Council (NRC)* el otro fue alimentado sólo con el 50% de sus requerimientos. Seis semanas después, 15 animales de cada grupo fueron inoculados con 5,000 larvas de *H. contortus* (1,000 L₃ durante cinco semanas). Los animales fueron monitoreados para conocer el cambio del peso corporal, la eliminación de huevos y el periodo de prepatencia. A las nueve semanas todos los animales fueron sacrificados para determinar la carga parasitaria a través del conteo de fases adultas de *H. contortus*, el porcentaje de implantación y la prolificidad de las hembras del nematodo. Para conocer las diferencias entre las medias de las variables estudiadas se utilizó análisis de varianza. Hubo una diferencia del 16% en la ganancia diaria y total de peso entre los corderos que recibieron una dieta que cumplía los requerimientos nutricionales y los restringidos al 50%. Estos últimos mostraron una marcada disminución de peso, que los llevó a un evidente cuadro de subnutrición. Después de la infección con *H. contortus*, el periodo de prepatencia más corto fue de 15 días posteriores a la primera inoculación (dppi), a los 25 días dppi, prácticamente todos los animales ya habían eliminado huevos en las heces. A los 15 dppi los animales que recibieron ambas dietas (100% y 50%) mostraron muy bajas eliminaciones de huevos (13.3 y 14.3 hgh, respectivamente), los ovinos con la dieta completa mantuvieron una baja eliminación (< 100 hgh), con un pico a los 28 dppi (133.3 hgh). Los que tenían una restricción alimenticia, mostraron un incremento en la excreción de huevos llegando a los 200 hgh a los 28 dppi, y 1,000 hgh en el muestreo correspondiente a los 56 dppi. Después del sacrificio el grupo que accedió al 50% de sus requerimientos nutricionales tuvo un promedio de 163.4 fases adultas (FA) de *H. contortus*, mientras que el grupo que recibió el 100% de esas necesidades, sólo se recuperaron 32.5 FA por animal. El porcentaje de implantación de FA de *H. contortus* (número de FA encontradas en relación al número de larvas infectantes inoculadas) fue de 0.7 y 3.3 en los ovinos que recibieron el 100 ó 50% de sus necesidades nutricionales. Se lograron identificar dos subgrupos (resistente y susceptible a *H. contortus*) en los animales que tuvieron acceso a las dos dietas. Los animales clasificados como resistentes de ambos grupos (12 para el del 100% de sus requerimientos y 5 para los del 50%) tuvieron un promedio bajo en la eliminación de huevos (33.3 y 96.6 hgh), una reducida cantidad promedio de FA (11.3 y 16.8) y un porcentaje de implantación inferior al 1% (0.2 y 0.3%). El grupo susceptible que tuvo los parámetros más elevados fue el de los corderos que accedieron al 50% de sus requerimientos nutricionales. La prolificidad de hembras de *H. contortus* se observó una gran diferencia entre los grupo que recibieron el 50% o 100% de los requerimientos con una prolificidad de 5,698 y 1,865 huevos por hembra al día. Se concluye que la desnutrición en corderos Blackbelly se manifestó como una disminución considerable de peso y afectó la expresión de resistencia contra el *H. contortus* en una infección experimental. Lo anterior se caracterizó por una gran proporción de animales susceptibles con una elevada eliminación de huevos, una mayor cantidad y porcentaje de implantación de fases adultas en el abomaso.

Introducción.

La infección por nematodos gastroentéricos (NGE) es una de la parasitosis más comunes en México, afectando principalmente a los ovinos por el hecho de ser una de las especies que por tradición se explota en condiciones rústicas. Es una enfermedad multietiológica ocasionada por la acción conjunta de varios géneros y especies de parásitos, que comparten los bovinos, ovinos y caprinos; puede considerarse como un complejo parasitario, causante de un síndrome de mala absorción y digestión. La nematodiasis gastrointestinal se caracteriza por alteraciones digestivas, retraso del crecimiento, disminución de la producción, edema submandibular, anemias y muerte. La intensidad de la parasitosis varía con la edad de los animales y con el sistema de producción (Meana y Rojo 1999; Quiroz, 2003).

Esta parasitosis se adquiere en los sistemas productivos donde se practica el pastoreo y resulta un problema sanitario frecuente en los sistemas donde existen praderas irrigadas (Cuéllar, 1992).

De la amplia gama de NGE que afectan a los ovinos sobresale *Haemonchus contortus* que por sus hábitos hematófagos se convierte en uno de los que tiene mayor grado de virulencia (Velasco, 1991; Quiroz, 2003).

El *H. contortus* se localiza en el abomaso de los rumiantes. También es conocido como gusano grande del estómago, gusano del cuajar (Soulsby, 1987) y gusano poste de barbería (Lapage, 1981; Donald y Williams, 2001). El parásito es hematófago, en estado fresco da un aspecto de *palo de barbería*, debido al color rojo del intestino con sangre y al color blanco del ovario enrollados en espiral. El macho mide de 10 a 20 mm de largo, tiene un rayo dorsal asimétrico en la bolsa copulatriz en forma de "y" invertida (Quiroz, 2003). Las espículas tienen forma de cuna y miden de 0.46 a 0.56 mm de longitud (Soulsby, 1987). Las hembras son más grandes miden de 18 a 30 mm de largo. La vulva está localizada a una distancia de la cola equivalente a un cuarto de longitud del cuerpo y está cubierta por una protuberancia llamada labio vulvar. El útero es blanco y está lleno de huevos, se encuentra alrededor del intestino, lo que le da la apariencia de palo de barbería. Los huevos

son ovales e incoloros, tienen un cascaron delgado, miden de 70 a 85 μm de largo y de 41 a 48 μm de ancho, cuando son eliminados presentan de 8 a 16 blastómeros (Soulsby, 1987).

El ciclo biológico de *H. contortus* es directo que comprende dos fases, una exógena, no parásita desde huevo hasta larva 3 (L-3) y una endógena o parásita desde la ingestión de la L-3 hasta la formación de los parásitos adultos. Una vez que los huevos son eliminados en la materia fecal uno o dos días después, se desarrolla la larva 1 (L-1), ésta 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-2), que también se alimenta de bacterias, madura y muda su epidermis pero esta no se elimina, le sirve como vaina protectora e impide que la L-3 se alimente, sin embargo, esta envoltura la protege de la desecación y otros factores ambientales de los cuales se encuentra expuesta fuera del hospedador, pudiendo resistir así las condiciones adversas en el ambiente externo durante largos periodos; a diferencia de las L-1 y L-2 las cuales pueden ser destruidas por estados de sequía y otros factores lascivos (Lapage, 1961; Urquhart y col., 2001). Esta L-3 es la fase infectante para los hospedadores definitivos, se mantiene de gránulos de material alimenticio que han sido almacenados dentro de las células intestinales y los lípidos almacenados en su cuerpo como fuente de energía (Lapage, 1984)

Después de que se han desarrollado las larvas infectantes, estas pueden migrar de manera vertical sobre las superficies húmedas de los vegetales, la L-3 presenta hidrotropismo y termotropismo positivo, fototropismo y geotropismo negativo lo que las lleva a buscar la parte alta de los pastos cuando estos están húmedos y con poca luz solar (Meana y Rojo, 1999; Quiroz, 2003)

También existe la posibilidad de que las larvas tengan una dispersión horizontal que se da por factores como la lluvia, el mismo desplazamiento del ganado por las praderas generando un arrastre con las patas, insectos y ácaros coprófagos, así como las esporas de hongos del género *Pilobulus* (Quiroz, 2003).

La infección de los animales ocurre por la ingestión de L-3 con el pasto o hierba, aproximadamente 30 minutos después de la ingestión, la L-3 pierde la cutícula, esto

se da por diversos estímulos del hospedador (bicarbonato, CO₂ gaseoso), los cuales hacen que la L-3 libere un fluido (fluido de muda) que actúa sobre la cutícula provocando su ruptura, con esto la larva puede salir mediante movimientos propios (Lapage, 1984; Meana y Rojo, 1999).

Las larvas ya liberadas en abomaso, penetran en la mucosa por la fosas de las glándulas gástricas, ahí se alimentan de sangre, crece y muda a larva 4 (L-4), esta crece, ingiere sangre y tejidos (L-4 histotrófica), sale de la mucosa y muda a larva 5 (L-5) o preadulto, después de la copula las hembras comienzan a producir huevos cerrando el ciclo (Jacobs y col., 1995)

El ciclo biológico completo tiene una duración de 28 a 35 días. Hay ciclos que solo se desarrollan durante épocas favorables. Esto hace suponer que el parásito se mantiene en condiciones de hipobiosis o inhibición larvaria. Este fenómeno se describe como el cese temporal (cuatro o cinco meses) del desarrollo en nematodos y que sirve para sincronizar el desarrollo del parásito con las condiciones del hospedador y del ambiente óptimas para la fase exógena (Soulsby, 1988). El origen de este fenómeno se desconoce, algunos trabajos mencionan que se debe a factores genéticos, inmunológicos o ambientales y coincide cuando las condiciones climáticas son adversas como son los meses fríos y épocas secas (Meana y Rojo, 1999; Quiroz, 2003)

La reanudación del desarrollo de las larvas está asociado a un estímulo estacional y al cambio de niveles hormonales (prolactina) de las ovejas que hace que se manifieste el fenómeno de *alza posparto* (*alza de primavera*, *alza periparto* o *spring rise*) y así poder completar su ciclo. En este caso, el pico máximo en la eliminación de huevos, ocurre entre las cuatro y las ocho semanas después del parto (Blitz y Gibbs, 1971).

El daño que ejerce *H. contortus* en el hospedador es consecuencia de distintos factores como el estado evolutivo del parásito, su estado metabólico y la carga parasitaria ya que el parásito puede estar como L-4 histotrófica en el desarrollo, L-4 en hipobiosis y adulto en la luz del abomaso (Radostis y col., 2002).

La principal característica clínica de la infección por *H. contortus* es la anemia ocasionada tanto por los parásitos adultos como por las L-4 pues ambos son hematófagos, que producen lesiones sangrantes en el abomaso. La pérdida media de sangre es de 0.05 ml por parásito al día, con presencia de sangre en las heces entre los 6 y 12 días de la infección. Por lo tanto, un ovino con una carga parasitaria de 5,000 larvas podría perder alrededor de 150 ml de sangre al día (Uqhuhart, 1990; Coop y Christie, 1998). Esa anemia se ve reflejada como una palidez de las mucosas oral y conjuntival.

Las larvas ejercen acción traumática al penetrar en las glándulas de las criptas abomasales de la mucosa, ocasionando la formación de pequeños coágulos, dentro de los cuales la larva se alimenta. Paralelamente a esto la larva ejerce acción mecánica por compresión y obstrucción de las glándulas fúndicas. *H. contortus* penetra en las glándulas y al desarrollarse dentro de estas ocasionan lisis de las células productoras de ácido clorhídrico y de células cimógenas productoras de pepsinógeno, siendo reemplazadas por células indiferenciadas y no funcionales, dando lugar a una disminución en su secreción (Quiroz, 2003). El aumento de pH abomasal induce una disminución del número de células parietales de la región fúndica del abomaso, produciendo un descenso en la digestión de proteínas por reducción de la proenzima pepsinógeno a la forma activa pepsina. Se pierde el efecto de bacteriostático del pH bajo por lo que se observa un aumento de flora bacteriana. Observándose también un aumento en la síntesis de gastrina que va asociada al aumento de la contractibilidad del cuajar y el peristaltismo intestinal; dando como resultado una considerable alteración del proceso digestivo (Kassai, 2002).

Tres son los síndromes que se conocen al observar signos clínicos en el animal afectado:

Hemoncosis hiperaguda: Es poco común, se presenta en animales susceptibles que han sido expuestos repentinamente a una infección masiva. Debido al elevado número de larvas presentes en el abomaso, se produce un descenso rápido del volumen del paquete celular (VPC), traduciéndose en un severo cuadro de anemia, el animal presenta heces de color oscuro, además de la muerte súbita ocasionada

por la pérdida de sangre. A la necropsia presenta lesiones de gastritis hemorrágica intensa (Dunn, 1983; Soulsby, 1987).

Hemoncosis aguda: Animales jóvenes, susceptibles, con infecciones intensas (1,000 a 10,000 larvas), muestran estos cuadros que ocasionan retraso en el crecimiento, por una baja considerable de peso efecto ocasionado por la disminución del metabolismo proteico (Soulsby, 1987).

El cuadro clínico incluye diarrea intermitente de color café oscuro, emaciación, mucosas pálidas y presencia de edema submandibular. Los animales se muestran decaídos, faltos de apetito, puede existir pérdida de lana, o ésta es arrancada por otros animales afectados. La muerte en la Hemoncosis aguda es producto de los trastornos digestivos y metabólicos ocasionados por el parásito; si los animales jóvenes afectados llegan a sobrevivir a la parasitosis presentarán un marcado subdesarrollo a diferencia de los animales sanos (Dunn, 1983; Blood y col., 1986; Cuéllar, 1986; Radostits, 2002).

Hemoncosis crónica: Es la forma más común de Hemoncosis, ocasionando considerables pérdidas económicas, por los estragos que causa en el aspecto productivo de los ovinos. El rango de parásitos presentes en el abomaso va desde 100 a 1,000 larvas, con una morbilidad del 100%. En su caso las hembras disminuyen la condición corporal, ocasionando una baja en los niveles reproductivos de los rebaños. Los machos, sobre todo los jóvenes muestran pérdida progresiva de peso, letargo, debilidad y anorexia (Dunn, 1983; Blood y col., 1986).

En muchos casos si no son tratados los animales mueren por los severos trastornos digestivos y metabólicos (Cuéllar, 1986). Durante este periodo, también se ejerce acción antigénica debido a que los estadios de larva tres y cuatro se desarrollan en la mucosa. El líquido de muda junto con proteínas de secreción y excreción de la larva, promueven necrosis inmunomediada del tejido circunvecino y respuesta inmune local y humoral (Quiroz, 2003).

Para los NGE se reconocen tres etapas: Etapa de infección aditiva, etapa de regulación, etapa de protección o resistencia (Nari, 1992).

La presencia de nematodos gastroentéricos ocurre tanto en animales jóvenes como adultos sin embargo, en rumiantes jóvenes existe una falta de respuesta inmune contra helmintos lo que contribuye al aumento en la morbilidad y mortalidad, conforme avanza la edad, aumenta la respuesta contra los antígenos de los parásitos. Además existen otros factores propios del hospedador que condicionan la severidad de la parasitosis, entre los que están: la especie, raza, estado nutricional y estado fisiológico (Cuéllar, 1992).

Cuando los ovinos se encuentran pastoreando todo el año en praderas contaminadas reciben un desafío larvario diario que estimulan el sistema inmunitario.

La presencia de estos parásitos provoca un fenómeno inmunológico para combatirlos llamado *autocura*, y es debido a la aparición de una gran cantidad de larvas que pasan del estadio de L3 a L4 dentro del abomaso, secretando antígenos que actúan como alérgenos (aminas vasomotoras), produciendo una reacción local aguda (hipersensibilidad tipo I) en las regiones parasitadas (Soulsby, 1982).

Estos alérgenos estimulan la contracción del musculo liso y aumentan la permeabilidad vascular. Es así que en la reacción de autocuración se observan contracciones violentas del musculo liso abomasal e intestinal, con el subsecuente aumento de permeabilidad en los capilares locales permitiendo la salida de líquido a la luz. Dando como resultado la expulsión de la mayor parte de los gusanos implantado en la mucosa abomasal (Soulsby, 1982; Tizard, 1986). La autocuración es un importante mecanismo de terminación de parasitosis gastroentérica en borregos pero no tiene la eficiencia deseada debido a la adaptación del parásito a una vida parasita estricta y a una subadaptación en el sistema inmune del hospedador ya sea oponiéndose a su intervención o sustrayéndose a ella (Soulsby, 1982).

La IgE tiene una alta importancia en la reacción de autocuración pero también desempeña otros papeles en la disminución de la población de helmintos en los animales, como ayudar a la participación de macrófagos, además de degranular células cebadas, la IgE estimula la liberación del factor quimiotáctico de los

eosinófilos por la anafilaxia, que a su vez permite el uso de reservas de eosinófilos en el organismo pasando a la circulación un gran número de estos. Lo anterior explica que la eosinofilia sea característica de las infestaciones por helmintos. Los eosinófilos contienen enzimas capaces de neutralizar los agentes vasomotores liberados por las células cebadas y junto con los anticuerpos IgG probablemente puedan matar algunas larvas de helmintos, desempeñando así una función protectora (Tizard, 1986).

El control de los NGE se basa en dos principios: A. Romper el ciclo biológico del parásito, mediante antihelmínticos, manejo de pastoreos, control biológico e higiene en las instalaciones y, B. Fortalecer las defensas del animal mediante la vacunación, selección genética (animales resistentes) y manipulación de la dieta (Torres, 2000).

A nivel mundial han aparecido cepas resistentes por el uso indiscriminado de estos fármacos, situación que es un problema de grandes dimensiones (Chartier y col., 1998; Van Wyk y col., 1999).

La resistencia a los antihelmínticos ha constituido un serio problema en diversos países como Sudáfrica, Nueva Zelanda, Australia, Europa del este y Reino Unido. En México los primeros casos de cepas de *H. contortus* con resistencia al albendazol se encontraron en explotaciones ovinas en Puebla (Campos y col., 1990).

Aunado al problema de resistencia a los antihelmínticos, existen otros problemas que dificultan el manejo adecuado de los programas de desparasitación de los rebaños como son la aparición de productos genéricos de baja calidad que han contribuido a la aparición de cepas más resistentes por las dosis bajas e inadecuadas para su eliminación total, pero suficientes para seleccionar a los más resistentes el mismo problema se observa con la subdosificación o la falta de rotación de los grupos de antihelmínticos.

Las alternativas en el control de la hemoncosis que en la actualidad se investigan son: 1) El desarrollo de vacunas, 2) Suplementación de alimenticia o manejo de praderas o pastizales, 3) Control biológico del parásito mediante depredadores

naturales, 4) Métodos de desparasitación selectiva utilizando el sistema FAMACHA, 5) Selección de animales resistentes y/o resilientes por NGE (Torres, 2006).

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 sus requerimientos nutricionales en óptimas condiciones, esto podría explicarse por los mecanismos inmunológicos que permiten o no la infección parasitaria, cuya base están en la cantidad y calidad del alimento consumido, especialmente en lo referente a proteínas (Cuéllar, 1992).

El sistema denominado FAMACHA; su nombre viene del acrónimo de su autor François (**FA**ffa) **MA**lan **CH**Art, es un método que se está utilizando para el control de *H. contortus* y tiene como objetivo identificar clínicamente animales resistentes, resilientes y susceptibles a este nematodo (Bath y col., 2001). El principio de este sistema se basa en la medición del grado de anemia por la coloración de la membrana mucosa de los ojos; así se tiene que existen cinco tonalidades, que varían desde un rojo intenso el cual es índice de uno y se refiere a animales con infecciones leves, descendiendo hasta índice cinco correspondiente a un color totalmente pálido casi blanco que indica animales con infecciones masivas (Van Wyk y col., 1997).

Es una opinión generalizada que los animales nativos o “criollos”, muestran mayor resistencia a las infecciones parasitarias, que animales de raza pura, este fenómeno se explica por una selección natural en los animales criollos, con una progenie con las mismas características. Tomando en cuenta que los animales de raza pura son cridados en sistemas de explotación estabulados, en las que difícilmente se encontraran expuestos a la presencia de parásitos, y al entrar en contacto con ellos muestran una gran susceptibilidad (Cuéllar, 1992). Sin embargo, estudios anteriores muestran que algunas razas de ovinos son más resistentes que otras a las infestaciones por NGE. Algunas razas en las que se ha demostrado resistencia son: Blackbelly (Yaswinski y col., 1980; Muñoz y col., 2007), 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).

La raza Blackbelly ha sido señalada en estudios semejantes como una raza resistente a la infección por *H. contortus* (Yazwinski y col., 1980; Gruner y col., 2003). El Blackbelly también conocido como panza negra o barbados, es originario de África, pero tiene más de 300 años en las islas de Barbados de donde se ha distribuido a las islas del Caribe, Centro América, Venezuela, EUA y México (De Lucas y Arbiza, 1996), ha sido utilizada por su alta resistencia a los NGE para su control (Gruner y col., 2003). En general es un animal con buena rusticidad, no estacional, con excelente habilidad materna y buena producción lechera. Trabajos como el de (Yazwinski y col., 1980) reportan notable resistencia a la hemoncosis ovina.

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 bien, elimine la carga parasitaria (Hooda y col., 1999), este se encuentra asociado al aumento de los eosinófilos sanguíneos y tisulares presentes en la mucosa abomasal (Douch y Morum, 1993; Pernthanar y col., 1995).

De esta manera han sido reportados diferentes grados de susceptibilidad a la hemoncosis entre las diferentes razas ovinas, recientemente se establecieron diferencias en la resistencia entre ovinos de la raza Blackbelly 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). Desde esta perspectiva la causa de la resistencia es multifactorial e involucran factores como el comportamiento del animal al pastar, las barreras naturales de defensa del hospedador y los mecanismos de respuesta inmune. Sin embargo, algunos animales que muestran mayor resistencia a la infección, no son completamente refractarios y consistentemente albergan menos parásitos por lo que eliminan menos huevos que los animales menos susceptibles (Quiroz, 2003).

Otro aspecto a considerar es la capacidad de recuperación o resiliencia, que puede definirse como la capacidad que tiene un hospedador de mantener casi el mismo nivel de producción ante un desafío parasitario (Albers y col., 1987). Existen diversas vías para evaluar la resiliencia a la hemoncosis ovina entre las más utilizadas, están aquellas que miden la condición corporal o fisiológica del animal a través de un indicador como la ganancia de peso, la conversión alimenticia, el hematocrito, el índice FAMACHA o las proteínas plasmáticas (Van Wyk, 1999; Pricarello y col., 2004).

La resistencia a los nematodos adultos de *H. contortus* se puede manifestar en el parásito como la eliminación de la población de nematodos adultos, cambios en la morfología de los nematodos adultos y como una disminución en la fecundidad de las hembras parásitas (Balic y col., 2000). En el animal se expresa manteniendo sus niveles productivos, sin cambios en sus parámetros hematológicos y ausencia de signos clínicos.

Las maneras más objetivas para evaluar la resistencia genética a NGE son las mediciones cuantitativas, ya sea en forma indirecta a través del número de huevos por gramo de heces por técnica de Mac Master o directamente por el conteo fases adultas en el abomaso, calculando el porcentaje de implantación en relación al número de larvas ingeridas (Todd y col., 1978), sin embargo, para llevar esto último es necesario el sacrificio de los animales y la obtención del abomaso completo para el conteo, esto representa fuertes limitantes para la selección genética por lo que su utilización se restringe a trabajos de investigación (Coyne y col., 1991).

Objetivos.

Evaluar el efecto del estado nutricional sobre la expresión de resistencia a *Haemonchus contortus* en corderos Blackbelly con una infección artificial.

Comparar el efecto nutricional adecuado (100% de los requerimientos) y reducido (50% de los requerimientos) en ovinos de raza Blackbelly infectados con *H. contortus* en lo relativo a:

1. Los cambios de peso en los corderos que recibieron ambas dietas.
2. La dinámica en la eliminación de huevos de *H. contortus*.
3. El periodo de prepatencia de *H. contortus* tras la infección en ambos grupos.
4. La carga parasitaria en los corderos que accedieron a las dietas.
5. El porcentaje de implantación de las fases adultas del nematodo.
6. La prolificidad de las hembras de *H. contortus* provenientes de los corderos con los dos niveles de alimentación.

Materiales y métodos.

Localización:

El presente trabajo se llevó a cabo en el Área Pecuaria de Posgrado del Centro de Enseñanza Agropecuaria y el Laboratorio 3 de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria de la FES Cuautitlán, UNAM.

Animales:

Se emplearon 40 ovinos machos de la raza Blackbelly, libres de parásitos, provenientes de unidades de pie de cría, fueron mantenidos en confinamiento bajo condiciones libres de nematodos. Fueron identificados 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 formaron cuatro grupos:

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

¹National Research Council.

Una vez recibidos los animales se dieron cinco semanas de adaptación a las nuevas condiciones de manejo y alimentación, esta última consistió en alimento comercial (*Ovina 14* de Purina) en una proporción de 80% de alimento y 20% de forraje, la cantidad de alimento ofrecido se calculó en función al 4% de peso vivo. En ese periodo se obtuvieron los datos basales de las variables consideradas (peso, condición corporal y eliminación de huevos).

A partir de la 6^a semana se comenzó la restricción de alimento dividiendo en dos grupos iniciales (cuadro 1). La alimentación consistió en proporcionar el 100% de las

necesidades nutricionales (dieta no restringida) según las recomendaciones del *National Research Council* (NRC) y el 50% de dichos requerimientos (dieta restringida). En la 10^a semana con dieta completa o restringida, los animales se subdividieron en los cuatro grupos experimentales y fueron inoculados con 5,000 larvas de *Haemonchus contortus* (1,000 larvas/semana durante cinco semanas). Las siguientes cinco semanas posteriores al desafío los animales fueron monitoreados dentro de cada grupo experimental.

Las variables a evaluar en el periodo mencionado fueron la eliminación de huevos, cambio en el peso vivo, periodo de prepatencia, la cantidad de fases adultas de *H. contortus*, el porcentaje de implantación de adultos y la prolificidad de las hembras del parásito.

Pesaje:

Se realizó en forma individual con una báscula (dinamómetro) con capacidad máxima de 150 kg, con un nivel de medición mínimo de un kg.

Inoculación:

Para la inoculación experimental, se empleó la cepa de *H. contortus* aislada y mantenida en FES Cuautitlán. Las larvas fueron obtenidas a partir de la técnica modificada de cultivo larvario (Corticelli y Lai) con materia fecal de corderos donadores infectados con la cepa mono-específica de *H. contortus*. Dicha inoculación se realizó con 5,000 larvas dividiéndolas en 1,000 larvas/ semana por vía esofágica a través de una sonda.

Recolección y procesamiento de muestras:

Las muestras de heces se tomaron directamente del recto de cada animal, usando bolsas de polietileno, las cuales se identificaron con el número del animal; se mantuvieron en refrigeración hasta su procesamiento. Posteriormente fueron procesadas a través de la técnica modificada de Mc Master, para cuantificar la eliminación de huevos de *H. contortus* (Alba, 2007).

Periodo de prepatencia

Una 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. Lo anterior para conocer el periodo de prepatencia que es tiempo que transcurre desde la inoculación con larvas infectantes hasta la primera eliminación de huevos en las heces.

Recolección y conteo de nematodos adultos:

Después de haber sacrificado a los ovinos, se recuperaron los abomasos, mismos que fueron trasladados al laboratorio para obtener el contenido abomasal en recipientes por separado, se cortó longitudinalmente toda la pared del abomaso para exponer la mucosa y recuperar de ahí todos los nematodos adultos, esto se realizó mediante arrastre con un chorro de agua (Coyne y Smith, 1992; Cuenca y Cuenca, 2005).

El contenido abomasal se homogenizó y se colocó en una probeta aforándose a dos litros, el total del líquido obtenido fue homogenizado nuevamente y de éste, se tomó el 10% para contar todos los nematodos adultos presentes en esa muestra (Coadwell y Ward, 1981; Cuenca y Cuenca 2005). El conteo se realizó revisando cuidadosamente el contenido abomasal, agregándole un poco de agua para aclarar la muestra e identificar más fácil y rápido a los parásitos. Con una aguja de disección se fueron separando y colectando los nematodos; una vez revisada en su totalidad la muestra, se contaron todos los parásitos (machos y hembras), se multiplicó por 10 para obtener el número total de adultos en el abomaso.

Con el conteo de las fases adultas, se calculó el porcentaje de implantación en relación al total de larvas inoculadas (5,000 larvas infectantes de *H. contortus*).

Determinación de la prolificidad de hembras parasitas:

Para determinar la prolificidad de las hembras de *H. contortus* en cada uno de los animales infectados, se les colocó una bolsa colectora de materia fecal durante 24 horas previas al sacrificio, el contenido colectado fue pesado y se realizó la técnica modificada de Mc Master, para cuantificar la eliminación de huevos (Coyne y col., 1991; Coyne y Smith, 1992; Cuenca y Cuenca, 2005). Para el cálculo del número de

huevos producidos por hembra al día se consideró la cantidad de huevos por gramo de heces, se multiplicó por el peso de la muestra fecal de un día y se dividió entre el número total de hembras adultas de *H. contortus*.

Análisis de resultados:

Los datos relativos a los conteos de huevos se transformaron logarítmicamente ($\log_{10} \text{hgh}+10$) para estabilizar la varianza y analizarlos estadísticamente.

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 ($1-\beta$)= 0.20 (potencia 80%) los rangos de diferencia entre grupos experimentales, se establecieron con base en los trabajos previos con un diferencia de infección estimada al 40%. Para el análisis de resultados se utilizó estadística descriptiva de las diversas variables de interés en el estudio. La comparación de las medias entre grupos para cada una de las variables dependientes e independientes 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 los programas Excel (Microsoft Office) y NCSS 2000 - PASS 2001.

Resultados.

En el presente trabajo se hace referencia a los resultados obtenidos de las variables parasitológicas tales como la dinámica de eliminación de huevos, periodo de prepatencia, número de fases adultas encontradas y prolificidad de hembras de *Haemonchus contortus*, 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 *H. contortus*.

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 las primeras cinco semanas (periodo de adaptación), todos los animales dentro de este periodo lograron un incremento de peso llegando a un promedio de 32.9 kg, no encontrándose diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre ellos. A partir de la quinta semana los animales fueron divididos en dos grupos experimentales (con 100% y 50% de los requerimientos nutricionales según el NRC), basándose en su peso corporal, de tal forma que no existieran diferencias de peso entre los grupos.

En las semanas seis y siete del experimento los pesos promedio de los animales con dieta del 100% fueron de 33.0 y 34.4 kg respectivamente, no observándose diferencias estadísticas 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 aumento en el peso promedio para los animales del grupo con una dieta del 100% de los requerimientos llegando a 34.4 y 36.2 kg, en contraste con los de dieta restringida que tuvieron 29.8 y 30.4 kg en esas semanas. Cabe señalar que en estas dos últimas semanas existieron diferencias estadísticamente significativas entre los animales que recibieron ambas dietas ($p < 0.05$).

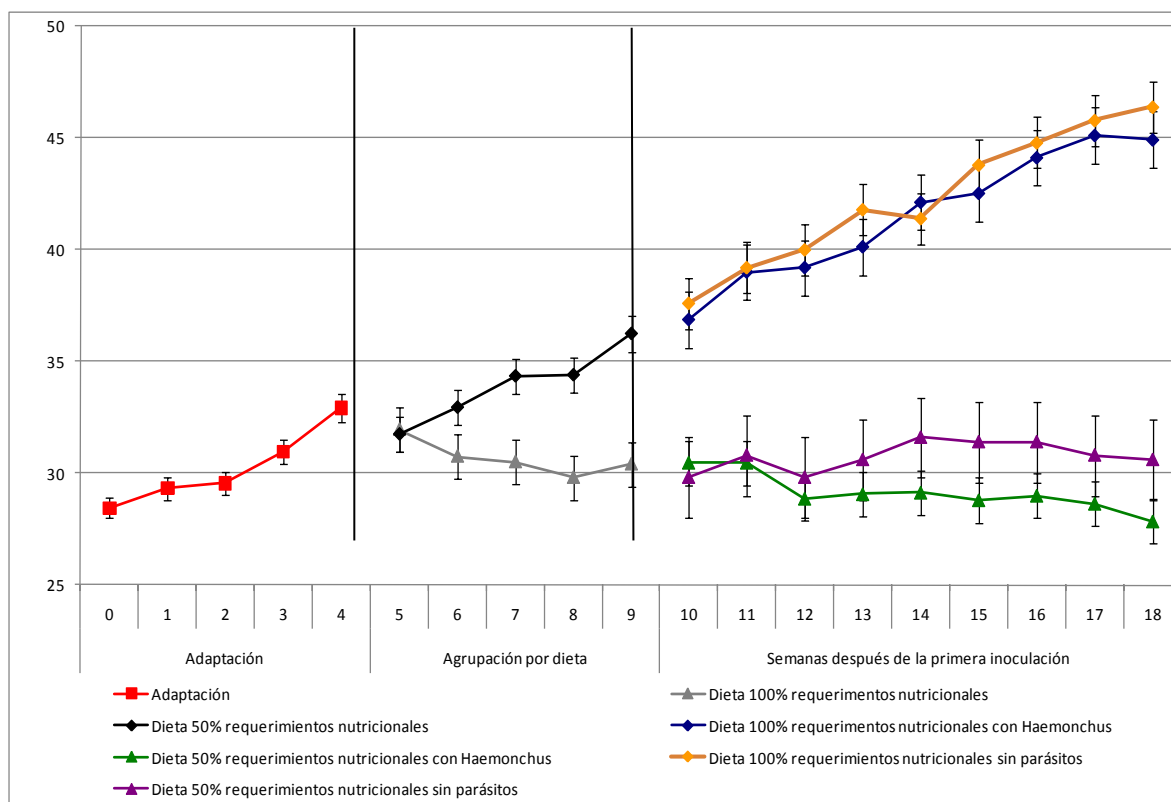


Figura 1. Peso promedio de ovinos de la raza Blackbelly (media \pm error estándar) que recibieron el 100% y 50% de sus requerimientos nutricionales y fueron inoculados con 5,000 L3 de *Haemonchus contortus*. El periodo entre la semana uno y la cinco, correspondió a la etapa de adaptación (n= 40). De la semana seis a la nueve, 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 19 los animales continuaban con la parasitosis.

En la semana 10 se inició el desafío semanal con 1,000 larvas 3 (L3) vivas de *H. contortus*, así semanalmente hasta la semana 14 se repitió la dosis para completar 5,000 L3. De cada grupo sólo se inocularon 15 animales. Los no inoculados (5 de cada grupo, 50% y 100% de los requerimientos nutricionales) siguieron con la dieta completa y restringida. Tanto los animales inoculados y sin parásitos que recibieron ambas dietas fueron evaluados hasta la semana 18.

La media de peso para los animales que recibieron la dieta del 100%, 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 los promedios de peso entre los subgrupos ($p > 0.05$).

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

Las diferencias en el peso corporal entre los animales que recibieron el 100% y 50% de sus requerimientos nutricionales fueron estadísticamente significativas ($p = 0.02$).

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 los 15 dppi los animales que recibieron ambas dietas (100% y 50%) mostraron muy bajas eliminaciones de huevos (13.3 y 14.3 hgh, respectivamente). Después, los ovinos con la dieta completa mantuvieron una baja eliminación (< 100 hgh), excepto un sólo 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 hgh a los 28 dppi, y 1,000 hgh en el muestreo correspondiente a los 56 dppi.

Cuando los datos referentes a la eliminación de huevos se transformaron logarítmicamente ($\log_{10} \text{ hgh} + 10$) con la finalidad de disminuir la varianza al interior de cada grupo y después de efectuar el análisis estadístico para comparar la eliminación de huevos en los ovinos que recibieron una dieta alimenticia completa o restringida, se encontró que sólo hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en los 28 y 56 dppi.

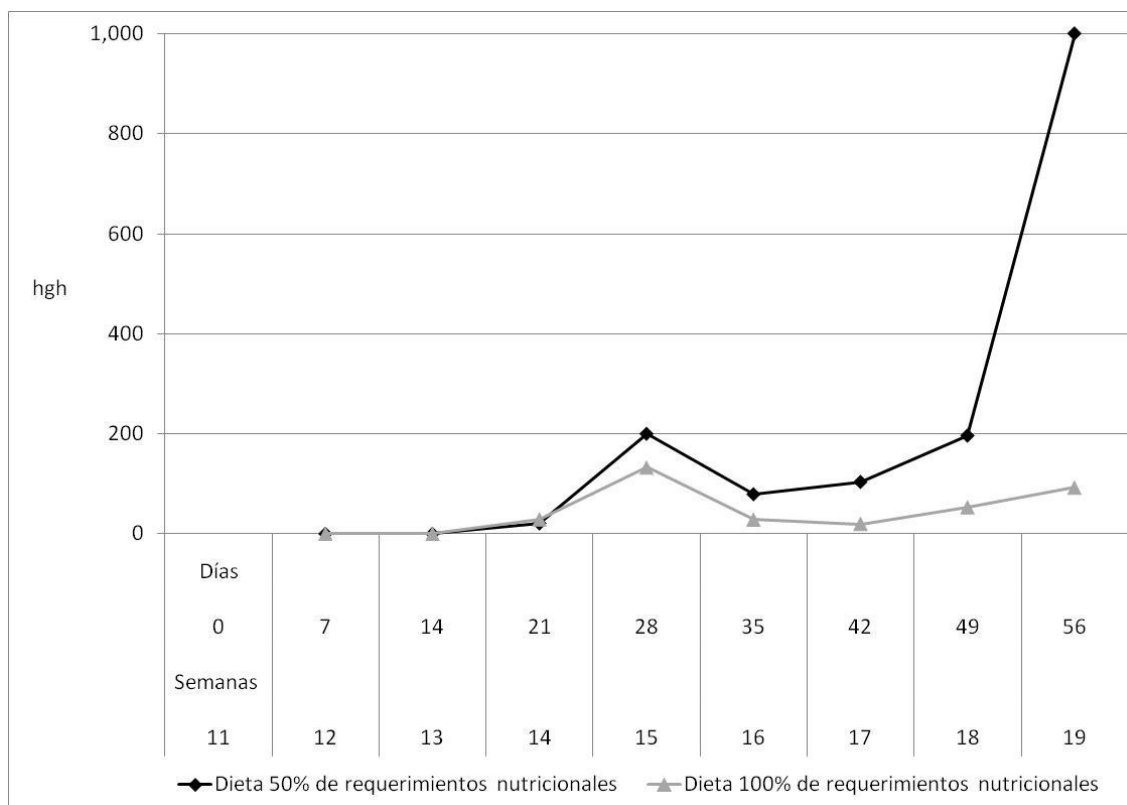


Figura 2. Promedio de la eliminación de huevos en ovinos Blackbelly que recibieron el 50% y 100% de sus requerimientos nutricionales y fueron infectados experimentalmente con 5,000 L₃ de *Haemonchus contortus*.

Periodo de prepatencia.

En cuatro animales (tres con una dieta del 100% de requerimientos y uno con la dieta disminuida al 50%), se observó la presencia de huevos a los 15 días posteriores a la primera inoculación (dpi). A los 25 días dpi, 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 dpi.

El tiempo que transcurrió entre el primer y último animal que iniciaron la eliminación de huevos fue de 11 días. En el periodo comprendido del día 15 al día 20 hubo una mayor eliminación de huevos por parte de los dos grupos (50% y 100% de los requerimientos nutricionales).

Fases adultas de *Haemonchus contortus*.

El grupo que accedió al 50% de sus requerimientos nutricionales tuvo un promedio de 163.4 fases adultas (FA) de *H. contortus*, mientras que el grupo que recibió el

100% de esas necesidades, sólo se recuperaron 32.5 FA por animal (cuadro 1). En cuanto al sexo de esos parásitos, en los animales con el 50% de sus requerimientos nutricionales la cantidad de hembras fue de 103 (63% del total), mientras que en los ovinos que accedieron al 100% de los requerimientos, hubo 12 hembras del nematodo (43% del total de adultos encontrados). Con respecto al conteo de machos, el grupo de 50% de requerimientos tuvo en promedio 61 nematodos (37%) y en el grupo del 100% se identificaron 16 (57% de los adultos). Existió diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) en el número total de FA hembras y machos entre los animales con el 100% y 50% de sus requerimientos nutricionales. La relación hembras:macho (cantidad de hembras por cada macho) se observa que fue 0.75 para los del grupo del 100% y 1.7 para los del 50% de los requerimientos nutricionales.

Cuadro 1. Cantidad de adultos de *Haemonchus contortus* en ovinos Blackbelly infectados artificialmente y que recibieron el 100% o 50% de sus requerimientos nutricionales.

Requerimientos nutricionales	Total de adultos		Hembras		Machos		Relación hembra/macho ²
	Cantidad	Cantidad ¹	%	Cantidad ¹	%		
100%	28a	12a	43	16a	57	0.75	
50%	164b	103b	63	61b	37	1.7	

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

¹Media del número de adultos encontrados en cada grupo a las 20 semanas posteriores a la primera inoculación

²Cantidad de hembras por cada macho de *Haemonchus contortus*

El porcentaje de implantación de FA de *H. contortus* (número de FA encontradas en relación al número de larvas infectantes inoculadas) fue de 0.7 y 3.3 en los ovinos que recibieron el 100 ó 50% de sus necesidades nutricionales.

Se lograron identificar dos subgrupos (resistente y susceptible a *H. contortus*) en los animales que tuvieron acceso a las dos dietas (cuadro 2). Los animales clasificados como resistentes de ambos grupos (12 para el del 100% de sus requerimientos y 5 para los del 50%) tuvieron un promedio bajo en la eliminación de huevos (33.3 y 96.6 hgh), una reducida cantidad promedio de FA (11.3 y 16.8) y un porcentaje de implantación inferior al 1% (0.2 y 0.3%). El grupo susceptible que tuvo los parámetros más elevados fue el de los corderos que accedieron al 50% de sus requerimientos nutricionales.

Cuadro 2. Parámetros parasitológicos en ovinos Blackbelly resistentes y susceptibles a *Haemonchus contortus* que recibieron el 100% o 50% de sus requerimientos nutricionales.

Grupo	n	Promedio de eliminación de huevos	Promedio de fases adultas	Porcentaje de implantación	Interpretación
100% requerimientos nutricionales	12	33.3	11.3	0.2	Resistente
	3	123.9	65.5	1.9	Susceptible
50% requerimientos nutriciones	5	96.6	16.8	0.3	Resistente
	10	368.3	236.7	4.7	Susceptible

Prolificidad de hembras de *Haemonchus contortus*.

Con respecto a la prolificidad de las hembras de *H. contortus* en ovinos Blackbelly con el 100% y 50% de sus requerimientos nutricionales se obtuvieron los resultados ilustrados en la figura 3. Se observó una gran diferencia aritmética en la eliminación de huevos por hembra de *H. contortus* al día, en el grupo que recibió el 50% de sus necesidades nutricionales la prolificidad promedio fue de 1,865 huevos por hembra al día ($r = -0.33$), mientras que los que accedieron al 100% fue de 5,698 huevos por hembra al día ($r = -0.10$). Hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los grupos.

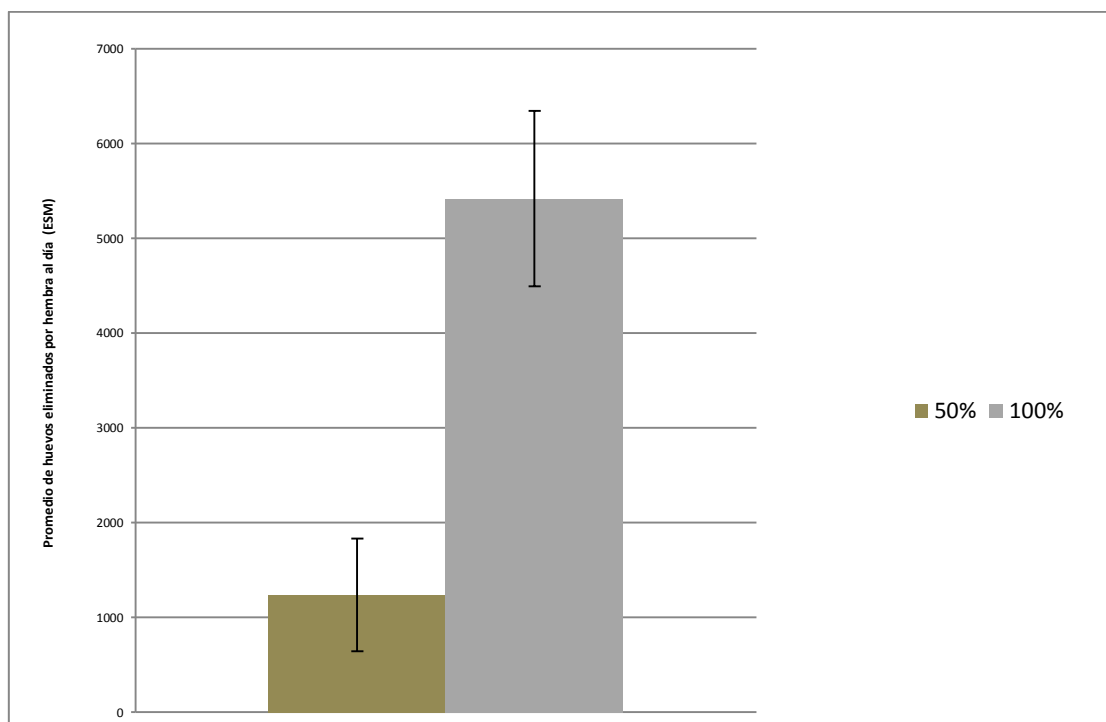


Figura 3. Prolificidad de hembras de *Haemonchus contortus* provenientes de corderos infectados artificialmente que recibieron el 50% y 100% de los requerimientos nutricionales.

Discusión.

Hubo una diferencia del 16% en la ganancia diaria y total de peso entre los corderos que recibieron una dieta que cumplía los requerimientos nutricionales y los restringidos al 50%. En estos últimos, los niveles nutricionales resultaron 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) y mostraron una marcada disminución de peso, que los llevó a un evidente cuadro de subnutrición.

Después de la infección experimental con *H. contortus* en algunos de los ovinos que recibieron ambas dietas, se observó que la eliminación de huevos inició a los quince días posteriores a la primera inoculación (dppi), 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) y hasta cuatro días según (Cuenca y Cuenca 2005) que reportan entre el día 19 y 21. El periodo de prepatencia encontrado fue dos días inferior a lo citado en la literatura, donde se menciona un rango de 17 a 22 días (Lapage, 1981; Soulsby, 1988; Quiroz, 1983; Meana y Rojo, 1999).

La eliminación inicial y subsecuente de huevos de *H. contortus* en los animales que recibieron ambas dietas, fue muy baja (excepto en el último muestreo de los corderos con subnutrición donde hubo un incremento). 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 que accedieron a una dieta del 100% de sus requerimientos nutricionales mantuvieron una baja eliminación de huevos del nematodo (< 100 hgh) con un sólo pico (133.3 hgh) a los 28 días posteriores de la primera inoculación (dppi), por su parte, los animales con el 50% de sus requerimientos 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, estos dos últimos picos pudieran explicarse por las infecciones repetitivas con 1,000 larvas

infectantes durante cinco semanas. Fue claro que la restricción alimenticia modificó ligeramente el estado de resistencia de los corderos Blackbelly, por lo menos en lo referente a eliminación de huevos, sin embargo, esto no fue tan notorio para ocasionar una mayor eliminación de hgh.

El conteo de las fases adultas (FA) es la forma más objetiva de evaluar la carga parasitaria y en consecuencia para saber con certeza si un animal es resistente o susceptible a los nematodos gastroentéricos después de un desafío. En este sentido Bricarello y col. (2004), comparando la raza Criolla Lanada de Brasil con la Corriedale infectados con *H. contortus*, encontraron en esta última un promedio de 2,391 FA (de 370 a 6,330 FA), por su parte la Criolla Lanada tuvo 376 FA con un rango de 70 a 630 FA, concluyeron que esta es una raza resistente al nematodo. De igual manera, Amarante y col. (1999), informan sobre una menor cantidad de FA de *H. contortus* en ovinos de raza Nativa de Florida y sus cruzas en relación a la Rambouillet, sugiriendo que la raza Nativa de Florida tiene resistencia a *H. contortus* y esto puede expresarse a través de sus cruzamientos hasta la segunda generación. En México, Cuenca y Cuenca (2005) evaluaron la infección artificial con *H. contortus* en ovinos de las razas Columbia y Blackbelly, demostraron que la segunda fue resistente al parásito, basando su afirmación en el hecho de que a la necropsia albergaron una menor cantidad de FA en relación a la Columbia (36 vs. 1,252 FA).

En todos esos casos, la reducción en el número de FA puede atribuirse a una reacción de hipersensibilidad y al desarrollo de inmunidad específica frente a los nematodos adultos y estadios larvarios (Balic y col., 2000).

En el presente trabajo, con el objeto de demostrar si la resistencia de la raza Blackbelly a *H. contortus* se modifica por una subnutrición, se cuantificó una mayor cantidad FA (163.4) del nematodo en los animales que recibieron una dieta equivalente al 50% de sus requerimientos nutricionales en comparación al grupo que tuvo el 100% de esos requerimientos, donde sólo hubo 32.5 FA.

El porcentaje de implantación es otro indicador de resistencia a parásitos, ese parámetro se refiere a la proporción de nematodos que se establecen en relación a la cantidad de larvas infectantes inoculadas. En este sentido, en un estudio de

Hernández (2005) con ovinos Columbia, considerados susceptibles, encontró un 45.0% de implantación de FA de *H. contortus* cuando los desafió con 5,000 larvas. En contraste, Gómez y col. (1999) en ovinos de la raza Castellana, resistente a NGE, obtienen una implantación del 0.23% en animales con infección previa y desafío y un 1.42% con primoinfección.

La raza Blackbelly es considerada como resistente a *H. contortus*, permitiendo una baja implantación del nematodo, Cuenca y Cuenca (2005) en una infección experimental con *H. contortus*, encuentran un 0.9% de implantación de FA contra un 39.5% en corderos de la raza Columbia a quien definen como susceptible. En el presente trabajo la restricción alimenticia favoreció el incremento en la proporción de FA implantadas, siendo de 3.3% en los corderos que se alimentaron con el 50% de sus requerimientos y de 0.7% en los que recibieron el 100%.

Una característica en los ovinos infectados con NGE, es la variabilidad que ocurre dentro de una raza (Hood y col., 1999), en otras palabras, independientemente si un animal es susceptible o resistente, dentro de un grupo racial existen individuos que pueden tener bajos o elevados conteos de hgh, una cantidad variable de FA y diferentes proporciones de implantación de nematodos. Conjuntando estos parámetros, en el presente trabajo se pudieron identificar animales resistentes y susceptibles a *H. contortus*, siendo diferente la cantidad de cada tipo en función a la dieta recibida, hubo más animales resistentes en los que se alimentaron con el 100% de sus requerimientos (12/15) comparado con los del 50% (5/15), indicando que la restricción alimenticia modificó la expresión de resistencia a *H. contortus*, encontrando una mayor eliminación de huevos en las heces, una mayor cantidad de FA y una gran implantación en los animales denominados como susceptibles (10/15) del grupo que tuvo una restricción alimenticia. Está demostrado que la suplementación alimenticia reduce la eliminación de huevos sólo si los animales son susceptibles a los NGE (Wallace y col., 1996), en otras palabras, la suplementación tiene efecto sobre la resiliencia, pero no sobre la resistencia a NGE. Existen pocos antecedentes sobre la posible afectación de la expresión de resistencia a NGE en animales desnutridos o con suplementación alimenticia. Preston y col. (1978) compararon cuatro razas (Hampshire, Corriedale, Merino y Red Masai) con diferentes porcentajes de proteína en la dieta, demostraron que la Red Masai

(resistente), tuvo un menor porcentaje de implantación de FA, oscilando entre el 2.1% y 4.8%; mientras que el valor más alto de recuperación fue en la raza Hampshire con 22.8%, Corriedale y Merino tuvieron valores intermedios (entre 15.2% y 13.0%, respectivamente). Concluyen que los animales Red Masai resultaron más resistentes, indistintamente del estado nutricional, probablemente producto de una selección natural en un ambiente, donde *H. contortus* es endémico y es esporádica la terapia antihelmíntica.

Finalmente, la prolificidad de las hembras de *H. contortus* fue mayor en los animales que recibieron entre los que accedieron al 100 o 50% de los requerimientos nutricionales (5,698 y 1,865 huevos/hembra). Coyne y Smith (1999) indican que hay diferencias en la prolificidad dependiendo de la duración de la infección, la cual disminuye entre más se extienda la infección. Por su parte, Balic y col. (2000) indican que a menor población de nematodos adultos, aumenta la prolificidad y viceversa, eso como consecuencia de la tasa de infección y la resistencia adquirida por el hospedador.

Conclusión.

La desnutrición en corderos Blackbelly se manifestó como una disminución considerable de peso y afectó la expresión de resistencia contra el *Haemonchus contortus* en una infección experimental. Lo anterior se caracterizó por una gran proporción de animales susceptibles con una elevada eliminación de huevos, una mayor cantidad y porcentaje de implantación de fases adultas en el abomaso.

Bibliografía.

Alba HF. Parasitología veterinaria. Manual de laboratorio. UNAM, 2007

Albers GAA, Gray GD. Breeding for worm resistance: a perspective. Int. J. Parasitol. 1987; 17: 559-566.

Balic A, Veron MB, Els NTM. The immunobiology of gastrointestinal nematode infection in ruminates. Adv. Parasitol 2000; 45: 182-227.

Bath GF, Hansen JW, Krecek RC, Van Wyk JA, Vatta AF. Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats. Final report of FAO technical cooperation project in South Africa. FAO. 2001.

Blitz NM, Gibbs HC. An observation on the maturation of arrested *Haemonchus contortus* larvae in sheep. Can. J. Comp. Med, 1971. 35: 178-180.

Blood DC, Radostits OM, Henderson JA, Arundel JH, Gay CC. Medicina veterinaria. Nueva Editorial Interamericana. Séptima Edición. México, 1986.

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

Campos RR., Herrera RD., Quiroz RH. Resistencia de *Haemonchus contortus* a bencimidazoles en ovinos de México. Téc. Pecu. México. 1990. 28, 30-34.

Chartier C, Pors I, Hubert J, Rocheteau D, Benoit C, Bernard N. Prevalence of anthelmintic resistant nematodes in sheep and goats in Western France. Small Rum. Res, 1998. 29, 33-41.

Coop RL, Christie MG. Gastroenteritis parasitaria. En: Enfermedades de la oveja. Edit. por Martin WB. Editorial Acribia. España, 1988.

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

Cuéllar OJA. Nematodiasis gastroentérica, Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. Editores Piojan AC., Tórtora PJ. UNAM- Escuela Nacional de Profesionales Cuautitlán, México, 1986. Pp. 112-118.

Cuéllar OJA. Epidemiología de las helmintiasis del aparato digestivo y respiratorio en ovinos y caprinos. Memorias del 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.

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). México: UNAM, 2005.

De Lucas TJ, Arbiza AS. Razas Ovinas. Editores Mexicanos Unidos. S.A. México D.F. 1996.

Dunn MA. Helmintología veterinaria. Primera edición. Edit. el Manual Moderno. México, 1983.

Gill HS, Colditz IG, Watson DL. Immune responsiveness of lambs selected for resistance to haemonchosis. *Res Vet Sci* 1993; 54:361-365.

Gómez MMT, Cuquerella M, Gómez ILA, Méndez S, Fernández PFJ, de la Fuente C, Alunda JM. Serum antibody response of Castellana sheep to *Haemonchus contortus* infection and challenge: relationship to abomasal worm burdens. *Vet Parasitol* 1999; 81:281-293.

Gurner L, Amount G, Getachew T, Brunel JC, Pery C, Cognié Y, Guérin Y. Experimental infection of Blackbelly and INRA 401 straight and crossbred sheep with trichostrongyle nematode parasites. *Vet Parasitol* 2003; 116:239-249.

Hood V, Yadav CL, Chaudhri SS, Rajpurohit BS. Variation in resistance to haemonchosis: selection of female sheep resistant to *Haemonchus contortus*. J. Helminthol. 1999; 73 (2): 137-142.

Honehous MA, Outerridge PM. The immunogenetics of resistance to *Trichostrongylus colubriformis* and *Haemonchus contortus* parasites in sheep. Brit Vet 1995; 151:119-140.

Hooda V, Yadav CL, Chaudhri SS, Rajpurohit BS. Variation in resistance to haemonchosis: selection of female sheep resistant to *Haemonchus contortus*. J Helminthol 1999; 73:137-142.

Jacobs HJ, Ashman K, Meeusen E. Humoral and cellular responses following local immunization with a surface antigen of the gastrointestinal parasite *Haemonchus contortus*. Vet. Immunol. Immunopathol. 1995. 48. 323-332.

Kassai T. Helminología veterinaria. Primera Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España, 2002. 163-168.

Lapage G. Parasitología veterinaria. Edit. Compañía Editorial Continental. México, 1981.

Lapage G. Parasitología Veterinaria. Continental. México D.F. México, 1984. Pp. 121-142.

Luffau G, Vuttien, Khang J. Resistance to experimental infections with *Haemonchus contortus* in Romanov sheep. Genetics, Selection and Evolution 1990; 22:205-209.

Meana MA. Trichostrongilidosis y otras nematodiasis. En: Parasitología veterinaria Rojo VFA editores. Mc Graw-Hill Interamericana, 1999.

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* 1998; 74:55-74.

Mugambi JM, Wanyangu SW, Bain RK, Kari M, Owango MO, Duncan JL, Stear MJ. Response of Dorper and Red Maasai lambs to trickle *Haemonchus contortus* infection. *Res Vet Sci* 1996; 61:218-221.

Muñoz GMA, Cuéllar OJA, Valdivia AGA, Buendía JJA, Alba HF. Correlation of parasitological and immunological parameters in sheep with high and low resistance to haemonchosis. *Can. J. Anim. Sci.* 2006. 86: 363-371.

Nari A. Control y prevención de enfermedades parasitarias. En: Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano. Edit. por: S. Fernández-Baca. FAO. Santiago, Chile. 1992.

Parker CF, Mc Clure KE, Herd RP. Hair sheep potential for specific environmental conditions and productions systems in North America. Mem. Sexto Congreso Nacional de Producción Ovina. Cd. Valles, San Luis Potosí. 1993.

Quiroz RH. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. México: Limusa, 2003.

Radostis OM, Gay CC, Blood DC, Hinchcliff KW. Enfermedades causadas por parásitos helmintos, tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 9ª. ed. McGraw-Hill-Interamericana. Madrid, España, 2002. pp 1689-1646.

Schallig HDFH. Respuestas inmunológicas a *Haemonchus contortus* de ovinos. *Parasitology* 2000; 120:S63-S72.

Singh S, Yadav CL, Banerjee DP. Comparison of the post-parturient rose in faecal egg counts of indigenous and cross-bred ewes. *J Helminthol* 1997;71:249-252.

Soulsby E JL. Superfamily Trichostrongyloidea, Hemlinths, arthropods and protozoa of domesticated animals. 7th ed. Lea and Febiger, London, Grain Britain, 1987. 212-258.

Soulsby E JL. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domesticos. Séptima edición. Edit. Interamericana. México, 1988.

Tizard I. Inmunología veterinaria. Segunda edición. Edit. Interamericana. México, 1986.

Stear MJ, Murray M. Genetic resistance to parasitic disease: particularly of resistance in ruminants to gastrointestinal nematodes. Vet. Parasitol 1994; 54: 161-176.

Todd KS, Mansfield ME, Levine ND. *Haemonchus contortus* infections in Targhee and Targhee-Barbados Blackbelly cross lamb. Am J Vet Res 1978; 39:865-866.

Torres HG, Castillo RH, López RL. Resultados preliminares con ovinos Florida en el trópico mexicano. Mem. Séptimo Congreso Nacional de Producción Ovina. Toluca, México. 1994.

Torres AJFJ, 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, 2000. 114-117.

Torres AJFJ, Jacobs DE, Aguilar CC, Sandoval CC, Cob GL, May MM. Improving resilience against natural gastrointestinal nematode infections in browsing kids during the dry season in tropical Mexico. Vet. Parasitol. 2006. 135: 163-173.

Urquhart GM, Armour J, Duncan JL, Dunn MM, Jennings FW. Parasitología veterinaria. Edit. Acribia. México, 2001.

Van Wyk JA, Malan FS, Bath GF. Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa – what are the options? In: Van Wyk, JA., Van Schalkwyk PC. Eds.,

Managing Anthelmintic Resistance in Endoparasites. Workshop held at the 16th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, Sun City, South Africa. August 1997.

Van Wyk JA, Van der Merwe JS, Vorster RJ, Viljoen PG. Anthelmintic resistance in South Africa: surveys indicate an extremely serious situation in sheep and goat farming. Onderstepoort J. Vet. Res. 1999; 66: 273-284.

Velasco GS, Campos RR, Herrera RD, Heras BF, Quiroz RH. Efectividad de la ivermectina contra *Haemonchus contortus* resistentes a los bencimidazoles. Vet. México, 1991; 22: 451-455.

Wallace DS, Bairden K, Duncan JL, Fishwick G, Gill M, Holmes PH, McKellar QA, Murray M, Parkins JJ, Stear MJ. Influence of soya bean meal supplementation on the resistance of Scottish blackface lambs to Haemonchosis. Res. Vet. Sci. 1996; 60: 138–143.

Yazwinski TA, Goode L, Moncol DJ, Morgan GW, Linnerud AC. *Haemonchus contortus* resistance in straight bred Barbados Blackbelly sheep. J Anim Sci. 1980; 51: 279-284.