



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

EFFECTO EN EL CONSUMO DE ALIMENTO Y GANANCIA  
DE PESO EN OVINOS COLUMBIA Y BLACKBELLY  
INFECTADOS EXPERIMENTALMENTE CON  
HAEMONCHUS CONTORTUS.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A N :**

**RICARDO ARCOS ROSAS**  
**YOSZEFF BERNAL HINOJOSA**

ASESOR: M. EN C. JORGE ALFREDO CUELLAR ORDAZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2005

m. 340581



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.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la  
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: ARLOS ROSAS BELARDO

FECHA: 25-OCTUBRE-04

FIRMA: [Signature]

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la  
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: BERNAL HINZOSA

YOSZEEF

FECHA: 25-OCTUBRE-04

FIRMA: [Signature]

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

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

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

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

Efecto en el consumo de alimento y ganancia de peso en ovinos  
Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con - - -  
Haemonchus contortus.  
que presenta el pasante: Ricardo Arcos Rosas  
con número de cuenta: 9609082-6 para obtener el título de :  
Médico Veterinario Zootecnista

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

AT E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 04 de octubre de 2004

PRESIDENTE M.C. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz

VOCAL MVZ. Víctor Quintero Ramírez

SECRETARIO M.C. Juan Carlos del Río García

PRIMER SUPLENTE IAZ. Jesús Alberto Guevara González

SEGUNDO SUPLENTE MVZ. Ma. Martha Sandoval Chávez



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

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

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

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

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

Efecto en el consumo de alimento y ganancia de peso en ovinos
Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con -----
Haemonchus contortus.

que presenta el pasante: Yoszeff Bernal Hinojosa  
 con número de cuenta: 9609190-2 para obtener el título de :  
Médico Veterinario Zootecnista

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

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 04 de Octubre de 2004

PRESIDENTE	<u>M.C. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz</u>	
VOCAL	<u>MVZ. Víctor Quintero Ramírez</u>	
SECRETARIO	<u>M.C. Juan Carlos del Río García</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>IAZ. Jesús Alberto Guevara González</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. Ma. Martha Sandoval Chávez</u>	

## **Agradecimientos**

### **Ricardo**

- ❖ A Dios por cuidarme y guiarme en mi vida.
  
- ❖ A Mis Padres y Hermanos con agradecimiento por la orientación, buena voluntad y dedicada ayuda que en todos sentidos me otorgaron durante mi formación académica.
  
- ❖ A Erick y Marisol con cariño, gracias por todo el apoyo que siempre me brindaron todo este tiempo.
  
- ❖ A Mis Parientes y Amigos por todos los consejos y la buena amistad que nos une.
  
- ❖ A M. en C. Jorge Alfredo Cuellar Ordaz por sus conocimientos, experiencia, compromiso y actitud que siempre nos brindo durante nuestra enseñanza y culminación de este trabajo.

## Agradecimientos

### Yoszeff

**A mi madre:** No tengo palabras para expresarte la inmensa gratitud que siento hacia ti, pero sobretodo te doy gracias por el cariño, amor y paciencia que siempre me has brindado, por ser la mejor madre del mundo, por saber sacarme adelante ante cualquier circunstancia, por tenerme confianza, y por estar conmigo, y quiero que sepas que gracias a ti hoy soy un hombre de bien.

**A mi padre:** Gracias por inculcarme el amor y respeto a los animales, por otorgarme la oportunidad de realizar mis estudios, por el apoyo incondicional que tengo contigo y por creer en mí.

**A mi hermano:** Gracias por esas desveladas que te diste conmigo ayudándome a estudiar, por compartir tantos momentos importantes, por quererme, por creer en mí y espero ser un buen ejemplo para ti y no nada mas una presión para que seas lo que no quieres ser, solo tienes que ser tu mismo, se lo que quieras ser, ya que únicamente así podrás ser feliz.

**A Magdalia:** Quiero agradecerte por ser tu mi inspiración, por que sin ti no seria lo que hoy soy, tu le has dado sentido a todas mis acciones, gracias por el amor, apoyo y comprensión a lo largo de toda mi formación profesional, y por ser una mujer única; eres y seguirás siendo una parte importante de mi persona, te amo.

**A Richard:** Por recorrer este camino juntos, haciéndolo un poco más ameno y por ser mi único amigo.

**Al Dr. J. Alfredo Cuellar :** Gracias por ser una parte fundamental en la realización de esta tesis, pero sobre todo por enseñarme que existe la amistad entre profesor y alumnos, por tener siempre la disposición de ayudar y por ser de los mejores catedráticos que tiene la UNAM.

**Al M. en C. J. Carlos Del Rio:** A quien tengo el privilegio de tener hoy como sinodal , pero además tuve la suerte de tenerlo como profesor, ya que pocos profesores se preocupan como el por enseñar realmente impartiendo clases de manera didáctica, impulsando a los alumnos a estudiar y superarse, gracias.

**Al resto de los sinodales:** Gracias por conceder un poco de su tiempo a la revisión y aprobación de este trabajo que hoy me permite titularme.

## ÍNDICE

<b>Resumen .....</b>	<b>1</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>13</b>
<b>Material y métodos .....</b>	<b>14</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>16</b>
<b>Discusión .....</b>	<b>23</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>28</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>29</b>

## Resumen.

El presente trabajo tuvo como objetivo el conocer las diferencias entre los ovinos de las razas Columbia y Blackbelly infectados en forma artificial con *Haemonchus contortus* en lo relacionado a la eliminación de huevos y cambios en la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Se emplearon 30 corderos machos libres de parásitos con una edad entre los 6 y 8 meses. De ellos 15 eran de la raza Columbia y 15 Blackbelly. Se mantuvieron en condiciones libres de parásitos. Los corderos de cada raza se dividieron en dos subgrupos. El primero con 10 animales fueron inoculados con 1,000 L<sub>3</sub> de *Haemonchus contortus* una vez a la semana durante seis semanas (grupo experimental), el segundo subgrupo con 5 animales recibieron solución salina fisiológica (grupo testigo). Cada siete días se registró el peso corporal y se tomaron muestras de materia fecal desde el inicio del experimento hasta los 98 días posinoculación. La variable parasitológica fue la cantidad de huevos de *H. contortus* eliminados en las heces utilizando la técnica modificada de Mc Master; también se evaluó el consumo de alimento, para ello se ofreció a diario una cantidad establecida de alimento a cada corraleta y cada día por la mañana antes de ofrecerles de comer se recogió el alimento rechazado conteniéndose en bolsas de polietileno identificadas con el número de corral, posteriormente se pesó ese alimento rechazado, para saber cual fue el consumo voluntario en cada corraleta. Para medir la conversión alimenticia se tomó el consumo neto semanal y se dividió entre la ganancia neta semanal, el resultado fue expresado en gramos. Para el análisis de los datos del número de huevos las cifras fueron transformadas a logaritmo 10 para estabilizar su varianza. Los datos de las variables fueron procesados por análisis de varianza empleando el modelo GLM del programa estadístico SAS. El periodo de prepatencia promedio fue de 21 días para los ovinos de las razas Columbia y Blackbelly. En los animales de las dos razas del grupo testigo no hubo eliminación de huevos. El promedio total de eliminación fue de 1,502 huevos por gramo de heces (hgh) para los ovinos Columbia y de 501.7 hgh para los Blackbelly ( $P < 0.05$ ). En todos los muestreos existió una mayor ( $P < 0.05$ ) eliminación de hgh en los Columbia, siendo la diferencia más marcada durante los días 60, 63, 77 y 98 posinoculación con más de 2,000 hgh. En cuanto al peso corporal, la ganancia total de peso (GT) en los ovinos Columbia fue de 31.4 y 39.1 kg para el grupo de ovinos inoculados y testigo respectivamente ( $P < 0.05$ ), la ganancia diaria de peso (GDP) fue de 321 y 399 g para infectados y testigos ( $P < 0.05$ ). Para los Blackbelly, la GT fue de 18.4 y 19.6 kg para inoculados y testigo respectivamente ( $P > 0.05$ ) y la GDP de 188 y 200 g para esos dos grupos ( $P > 0.05$ ). En lo referente al consumo de alimento promedio diario en los ovinos C, fue superior ( $P < 0.05$ ) en los animales libres de parásitos en relación a los infectados experimentalmente con *H. contortus*. El consumo de alimento fue entre 400 y 610 g mayor en los animales del grupo testigo en relación al infectado, representado entre un 13.7 y 19.1% de diferencia y en los animales BB no se presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre los infectados y libres de *H. contortus*. En esta raza el consumo osciló entre los 100 y 180 g a favor de los no inoculados lo

que correspondió a una diferencia entre el 4.6 y 8.8%. En los datos de conversión alimenticia se obtiene que en ambas razas en los animales infectados con *H. contortus* fue superior a los del grupo testigo en los dos periodos evaluados. Dicha diferencia fue de 200 g para C y BB en el primer periodo (0-30 días) a favor de los animales no infectados. Para el segundo periodo (30-60 días), existió una diferencia de 1.4 kg (22.6%) y 1.0 kg (9.6%) para C y BB respectivamente, siendo la conversión alimenticia superior en los ovinos parasitados con *H. contortus*. Para el caso del segundo periodo de los animales C, existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ), siendo mayor en los C infectados con *H. contortus*. Resultó evidente que los ovinos Blackbelly padecieron menos los efectos de la infección experimental por *H. contortus* al tener bajas eliminaciones de huevos y al no existir diferencias en cuanto a peso final, consumo de alimento y conversión alimenticia. Esta raza resulta una opción para aquellos sistemas donde existe una alta y constante probabilidad de adquirir la nematodiasis gastroentérica. Se concluye que existieron diferencias marcadas en la eliminación de huevos de *Haemonchus contortus* en ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente, los de la raza Blackbelly tuvieron menores eliminaciones de huevos, asimismo, en estos animales no existió un marcado efecto de la parasitosis manifestándose esto por una ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia similares entre los animales inoculados y los testigos.

## Introducción.

En la actualidad la parasitosis provocada por nematodos gastroentéricos (NGE) representa uno de los problemas sanitarios que afectan constantemente al ganado ovino, principalmente a los animales jóvenes en desarrollo, afectando su crecimiento y productividad ya que provoca una disminución en el consumo voluntario de alimento y una reducción en la eficiencia de la absorción de nutrientes en el hospedador, entre otros trastornos (Barger, 1996; Dynes y col., 1998).

En los ovinos, las pérdidas más importantes ocurren en los corderos, especialmente aquellos recientemente destetados, sin embargo también pueden afectarse animales de un año de edad y ovinos adultos (Radostits y col., 2002).

La elevada prolificidad, adaptabilidad y resistencia a diversas condiciones climáticas hacen que los NGE tengan una amplia distribución geográfica y alta prevalencia, tanto en regiones con clima tropical como regiones templadas (Quiroz, 1989). Su desarrollo larvario puede darse inclusive en temperaturas elevadas (climas tropicales), debido a que la humedad y la vegetación prevaleciente en estos climas son esenciales para mantener los huevos viables en el interior de las heces y asegurar el desarrollo y sobrevivencia de las larvas. Otro factor que contribuye a la presencia de los NGE es que las ovejas en áreas endémicas no suelen desarrollar una inmunidad eficaz frente a ellos, por lo que se produce una contaminación constante del pasto (Urquhart y col., 2001). La supervivencia de los parásitos en estos climas está también asociada con la capacidad de hipobiosis de las larvas de NGE (este periodo de inhibición larvaria tiene lugar cuando las condiciones ambientales son adversas como en los meses fríos de invierno o en estaciones secas, en lugar de madurar y producir huevos que no se desarrollarían en el clima árido) además parece ser un carácter heredable, por lo que se considera una adaptación del parásito a la resistencia del hospedador, la naturaleza exacta del estímulo no está totalmente aclarada, el desarrollo se reinicia justo antes del inicio de la estación de lluvias además suele verse relacionado el estrés, la nutrición deficiente y las enfermedades concurrentes. La última característica de sobrevivencia es que las larvas infectantes son bastante resistentes a la desecación y algunas pueden sobrevivir de uno a tres meses en el pasto o en las heces (Soulsby, 1988; Meana y Rojo, 1999).

La sobrevivencia en los climas templados se da debido a que las infecciones se desarrollan mediante el ciclo sencillo anual. Las larvas infectantes que se han desarrollado de los huevos depositados por las ovejas en la primavera son ingeridas por las ovejas y los corderos al principio del verano. La mayoría de ellas se inhiben en el abomaso como larva en cuarto estadio de desarrollo -L<sub>4</sub>- (hipobiosis) y no completan su desarrollo hasta la primavera siguiente, dando como resultado que las ovejas tengan una mayor eliminación de huevos en heces

en primavera, a este fenómeno suele denominársele *aumento de primavera*, *spring rise* o más correctamente *aumento perinatal* (Fraser y col., 1989).

Los signos clínicos de verminosis gastroentérica se producen durante el periodo de maduración de las larvas hipobióticas y en las ovejas suelen coincidir con los partos. En algunos años pueden aparecer casos clínicos de verminosis gastroentérica a finales del verano en corderos que pastan, el fundamento epidemiológico se desconoce, pero quizás se deba a contaminación del pasto por las larvas ingeridas que no realizan la hipobiosis al inicio del verano (Quiroz, 1989; Urquhart y col., 2001).

Las consecuencias más significativas en una infección por NGE son los pobres resultados en la ganancia de peso, disminución del crecimiento, decomiso de canales y órganos, así como el costo en medicamentos y servicios veterinarios, además la producción de lana disminuye inevitablemente (Coop y Christie, 1988).

El impacto económico de estos efectos es cuantificablemente imposible; simplemente en Europa en las granjas que cuentan con un sistema de administración se han detectado grandes pérdidas; y los daños reportados oscilan sobre 100 millones de libras anualmente. Por lo tanto, los parásitos provocan serios problemas a la industria ganadera y requieren de una gran atención para explicar como causan las enfermedades. Históricamente la solución ha sido a través de estudios de las lesiones, signos clínicos y los cambios en la composición de la sangre ocasionados por la infección por NGE (Dargie, 1980).

La nematodosis gastroentérica es causada por diversos parásitos, siendo los pertenecientes al Orden Strongylida, Familia Trichostrongyloidae, los más comunes e importantes. Ellos son parásitos del abomaso e intestino delgado y tiene más de 70 géneros y 350 especies. Son parásitos de los ovinos representantes de los géneros: *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Teladorsagia*, *Cooperia* y *Nematodirus*. Casi siempre se trata de infestaciones mixtas, las puras son menos frecuentes (Hiepe, 1984; Troncy, 1989; Cuéllar, 2002).

En México, *Haemonchus contortus* también es conocido como gusano con forma de poste de barbero y es considerado el nematodo más importante en el ganado ovino debido en gran medida a su patogenicidad, ya que es un potente succionador de sangre. Macroscópicamente los adultos resultan muy fácilmente identificables por su localización en el abomaso, los machos son de color rojizo uniforme, miden de 19 a 22 mm y las hembras de 25 a 34 mm, los ovarios son de color blanco enrollados en espiral alrededor del intestino repleto de sangre le dan un aspecto rayado. En la cavidad bucal tienen una lanceta dorsal con la que erosionan la mucosa gástrica, su cutícula es lisa y provista de papilas cervicales prominentes, el macho posee una bolsa copuladora muy desarrollada caracterizada por la asimetría del lóbulo dorsal, la hembra tiene una solapa vulvar muy prominente. Este parásito tiene un ciclo biológico directo y se divide en una fase no parásita, fuera del hospedador y otra fase parásita en su interior, la duración del ciclo biológico completo es de 3 a 4 semanas. En el abomaso del hospedador, los machos y las hembras parásitos copulan, la hembra (es ovípara)

puede poner de 5,000 a 10,000 huevos al día (estos huevos miden 70-85  $\mu\text{m}$  por 41-48  $\mu\text{m}$ ). Los huevos fértiles bajan por el tubo digestivo del hospedador y caen, junto con las heces a los pastizales, la excreción de huevos es variable y depende del hospedador (edad, estado inmunitario, consistencia fecal) y del parásito (prolificidad de las hembras) (Soulsby, 1988; Holmes, 1993; Urquhart y col., 2001).

En cuanto a la fase no parásita, en el huevo que ya se está segmentando cuando sale del hospedador, se desarrolla una primera larva ( $L_1$ ), que sale y se alimenta de bacterias presentes en sus alrededores. Al completar su crecimiento muda de epidermis (primera ecdisis) y se transforma en la segunda larva ( $L_2$ ), que también se alimenta de bacterias y crece hasta que madura y también muda su epidermis (segunda ecdisis) y se transforma en la tercera larva ( $L_3$ ). Sin embargo, en esta segunda ecdisis, la epidermis no se desecha sino que permanece como una envoltura suelta alrededor de la  $L_3$  que la aísla de su alrededor y por lo tanto no puede alimentarse. La  $L_3$  se mantiene de los gránulos de material alimenticio que han sido almacenados dentro de las células que recubren su intestino. No se desarrollará más, a menos que sea ingerida por un nuevo hospedador. Esta  $L_3$  es, en realidad, la larva infectante. La  $L_1$  y  $L_2$  no pueden infestar a un nuevo hospedador y si son ingeridas por algún animal, serán digeridas (Lapage, 1981; Meana y Rojo, 1999).

Cuando las condiciones en los pastizales son favorables, la  $L_3$  infectante se encuentra madura en cuatro a seis días. Una vez madura ya es activa y capaz de subir a los tallos y hojas de las plantas que sirven de pastura y de esta manera se favorece la forma de ser ingerida por un nuevo hospedador. Este hospedador, en realidad, se infecta por sí sólo mientras se encuentra pasciendo (Soulsby, 1988; Urquhart y col., 2001).

Las larvas infectantes de *H. contortus* no pueden infectar al hospedador penetrando su piel. La  $L_3$  infectante, aunque no puede alimentarse a través de la epidermis que se encuentra a su alrededor, dejada por la  $L_2$ , es protegida por esta cubierta de la desecación y otros factores ambientales a los cuales se encuentra expuesta fuera del hospedador y puede resistir así condiciones desfavorables sobre los pastos durante periodos variables, las larvas infectantes tienen la capacidad de permanecer enterradas en la tierra cuando las condiciones son adversas y, cuando la temperatura aumenta, emigran hacia la hierva. En esto difiere de las  $L_1$  y  $L_2$ , gran número de las cuales pueden resultar destruidas por la sequía, las bajas temperaturas y otros factores lesivos (Lapage, 1981; Meana y Rojo, 1999).

La fase parásita se inicia con la ingestión de la  $L_3$  por el hospedador, (aproximadamente a los 30 minutos) ocurre el desenvainado en el rumen, por efecto de diversos estímulos del hospedador (amortiguador bicarbonato- $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  gaseoso, etcétera). Este estímulo hace que la larva segregue un fluido de muda que actúa sobre la cutícula provocando su ruptura, con lo que la larva ayudada por sus movimientos puede salir. Una vez que esta larva se ha liberado, pasa hacia el abomaso y entra en una fase de su ciclo biológico llamada fase tisular o

histotrófica durante la cual, la L<sub>3</sub> penetra a las fosetas de las glándulas gástricas. Ahí se alimenta y crece, ya sea en la mucosa o después que ha abandonado a ésta, para vivir en la cavidad del abomaso, las larvas mudan dos veces a (L<sub>4</sub> y L<sub>5</sub>) en las proximidades de las criptas gástricas. Justo antes de la última muda, las larvas desarrollan una aguda lanceta que las capacita para obtener sangre de las heridas que provocan en la mucosa (Soulsby, 1988; Meana y Rojo, 1999; Urquhart y col., 2001).

La L<sub>5</sub> se desarrolla entonces directamente, sin ecdisis posteriores, hasta transformarse en gusano adulto macho o hembra los cuales se mueven libremente por la superficie de la mucosa y ya son maduros sexualmente, tras la cópula las hembras comienzan a poner huevos cerrándose el ciclo, el periodo prepatente de *H. contortus* dura de 15 a 21 días (Lapage, 1981; Urquhart y col., 2001).

### **Efectos en el hospedador**

Por los hábitos hematófagos de este parásito en el hospedador se desarrolla anemia. Por cada verme se pierden hasta 0.05 ml de sangre al día tanto por la que ingiere el parásito como por la que se pierde al sangrar la herida, de modo que un borrego con 5,000 ejemplares puede perder alrededor de 150 ml de sangre al día (Coop y Christie, 1988; Urquhart, 1990). Esta anemia se manifiesta por la palidez de la conjuntiva y de las encías. Los daños más graves se producen una vez que las larvas han emergido de las glándulas y se deben a la hematofagia, a los 35 días se ven claramente pequeñas úlceras con hemorragias capilares (Coop y Kyriazakis, 1999; Meana y Rojo, 1999).

Los cambios histopatológicos demostrados son causados por la larva infectante al entrar en una fase llamada histotrófica (L<sub>4</sub>), durante la cual penetra a las fosetas de las glándulas gástricas, ahí se alimenta y crece. La actividad de la L<sub>4</sub>, L<sub>5</sub> y gusanos adultos de *H. contortus* irrita la mucosa del abomaso provocando inflamación (gastritis) (Lapage, 1981). El desarrollo de la larva ocurre dentro de la mucosa, pero el daño más severo se induce mediante un daño mecánico directo al epitelio digestivo a través de sus estructuras anatómicas especializadas (lanceta) presente en los parásitos adultos, además se ha demostrado que los parásitos liberan varios tipos de sustancias en el lugar donde se encuentran los productos de excreción y secreción (ES), tales sustancias se han recuperado de diferentes estadios parasitarios, desde L<sub>3</sub> hasta adultos, los tres orígenes descritos para los productos de ES son: a) productos finales de varias rutas metabólicas de los parásitos, b) componentes de la superficie de la cutícula de la muda de los parásitos, c) liberación por órganos especializados tales como glándulas excretorias asociadas con la parte anterior del tracto digestivo de los nematodos. La actividad enzimática es una de las funciones de los productos de ES, degradan

a una gran variedad de proteínas naturales, entre las que están el fibrinógeno, hemoglobina, plasminógeno y albúmina (Cuéllar, 2003a).

La parasitosis del abomaso da lugar a la disminución de la secreción HCl, que facilita el aumento del pH gástrico. Según algunos autores podría haber una activación de la secreción ácida en los lugares donde los vermes no tienen una acción directa, inducido por la acción de la gastrina; y la inhibición de la secreción de HCl producido por un factor gástrico de origen desconocido, inducido por la presencia del verme. El aumento del pH repercute negativamente en la digestión protéica porque el pepsinógeno no se transforma en pepsina (Meana y Rojo, 1999).

Otro efecto indeseable, es la depresión en el consumo voluntario de alimento provocado por la infección de NGE es una de las características más importantes de la infección y es reconocida como uno de los mayores factores de patogenicidad de la enfermedad; las causas no están bien establecidas pero existen evidencias de que el dolor, los cambios de pH abomasal, la falta de absorción de aminoácidos y la disminución plasmática de hormonas tales como la colecistoquinina, pueden tener influencia (Symons, 1985 citado por Nari, 1992; Fox, 1997).

Como complemento producido por una disminución en el consumo voluntario de alimento se observa a su vez una depresión de la digestibilidad y absorción de alimentos.

En el caso de NGE se ha determinado que estos pueden interferir en la digestión y absorción de carbohidratos, ácidos grasos y aminoácidos en toda el área afectada (Coop y Kyriazakis, 1999). La presencia de NGE en el tracto digestivo se ha asociado generalmente a 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. Se observa anorexia y disminución en la ingestión de alimentos en los animales parasitados, esto contribuye a la escasa ganancia de peso y a la baja producción de los mismos (Soulsby, 1988; Cuéllar, 2003a).

### ***Métodos de control***

Tanto en México como en otras partes del mundo el control de los NGE se basa casi exclusivamente en el uso de fármacos antihelmínticos, los cuales ofrecen por lo general resultados satisfactorios, pero en otras ocasiones los resultados son desalentadores y su utilización se ha puesto en duda entre otras cosas por la aparición de parásitos resistentes a esos fármacos, o porque constituyen un riesgo para la salud humana debido a la presencia de residuos tóxicos en la carne.

Es por eso que surgen algunos métodos alternativos para su control como la suplementación alimenticia, rotación de potreros, desarrollo de vacunas, hongos larvófagos o nematófagos.

Sin embargo, la alternativa que cobra mayor importancia actualmente es, el llevar a cabo un sistema de selección de animales con genotipos más resistentes, los cuales aun infectados por NGE y con una menor eliminación de huevos, dan como resultado una mayor ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, una menor reducción en el consumo voluntario de alimento y por ende un menor tiempo en alcanzar el peso óptimo para el sacrificio. Por esta razón podrán representar, a la larga, pérdidas económicas menos graves. Esta demostrado que existen ciertas líneas genéticas en ovinos que son más resistentes a infecciones por NGE (Troncy, 1989).

Las investigaciones recientes se han enfocado hacia la selección de líneas de ovinos con mayor resistencia (es decir, la capacidad del hospedador para impedir el asentamiento y/o posterior desarrollo de los parásitos) frente a las infecciones por NGE, esta capacidad esta determinada genéticamente y tiene relación con las diferencias en la respuesta inmune de los individuos frente a la infección; una alternativa posible es la resiliencia (es decir, la capacidad del hospedador para desarrollarse a pesar de la parasitosis por helmintos). La resistencia y la resiliencia parecen ser rasgos independientes (Kassai, 2002). El grado de heredabilidad de la resistencia es similar al de otros parámetros productivos (peso corporal, peso del vellón, etcétera), mientras que la heredabilidad de la resiliencia es menor (Nari, 1992).

Una ventaja de la selección de ovinos es que permite un control sostenible para reducir la dependencia de los fármacos (Troncy, 1989).

En conclusión la selección es una estrategia de control no quimioterapéutica prometedora, especialmente en zonas con intensa transmisión de NGE. Las razas autóctonas de ganado ovino, son habitualmente más resistentes a las infecciones por NGE que las razas importadas altamente productivas, por lo tanto, los programas de cría deberían estar dirigidos a la mejora genética de las razas locales (Kassai, 2002).

Debido a la gran importancia que cobra la alteración en los parámetros de producción (consumo de alimento y ganancia diaria de peso), provocada por la infestación por *H. contortus* a continuación se pondrá especial énfasis en estos aspectos.

### **Consumo de alimento**

Algunos estudios mencionan que existe una asociación entre la elevación de los niveles de gastrina en la sangre y una depresión en el consumo voluntario de alimento debido a la infección por *Ostertagia* en los caprinos. Hay antecedentes bibliográficos donde se demuestra una disminución hasta del 40% del apetito en infecciones causadas por el mismo parásito, el incremento en el pH abomasal provocado por una infección por *Ostertagia* es el factor más importante que estimula una hipergastrinemia (Fox, 1997).

Los cambios en el pH abomasal no son el único factor que afecta los niveles de gastrina en la circulación. Por ejemplo, Anderson y col. (1985) demuestran un incremento en las concentraciones de ese péptido sanguíneo en borregos, seguidos de una infección con larvas y adultos de *T. circumcincta* (Fox, 1997).

La liberación de gastrina a la sangre además de ser provocada por la presencia de parásitos, también ocurre por diversos factores como los que se aprecian en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1. Factores que influyen en la liberación de gastrina de las células G.**

<b>Factores que estimulan la liberación</b>	<b>Factores que inhiben la liberación</b>
<b><i>Parasitismo abomasal</i></b>	Dopamina
Cálcio	Glucagón
Adrenalina	Hiperglucemia
Alimentación: leche (prerumiantes), comida fresca (ovinos en ayuno)	Magnesio
Hipoglucemia	Noradrenalina
Productos de digestión de proteínas	Prostaglandinas
Estimulación vagal (alimentación falsa)	Secretina
	Somatostatina
	Vagotomía

Fuente: Ruckebusch y col. (1991).

Pero además de esto, existen otros factores que influyen directamente sobre el consumo de alimento como los que se detallan en la siguiente figura:

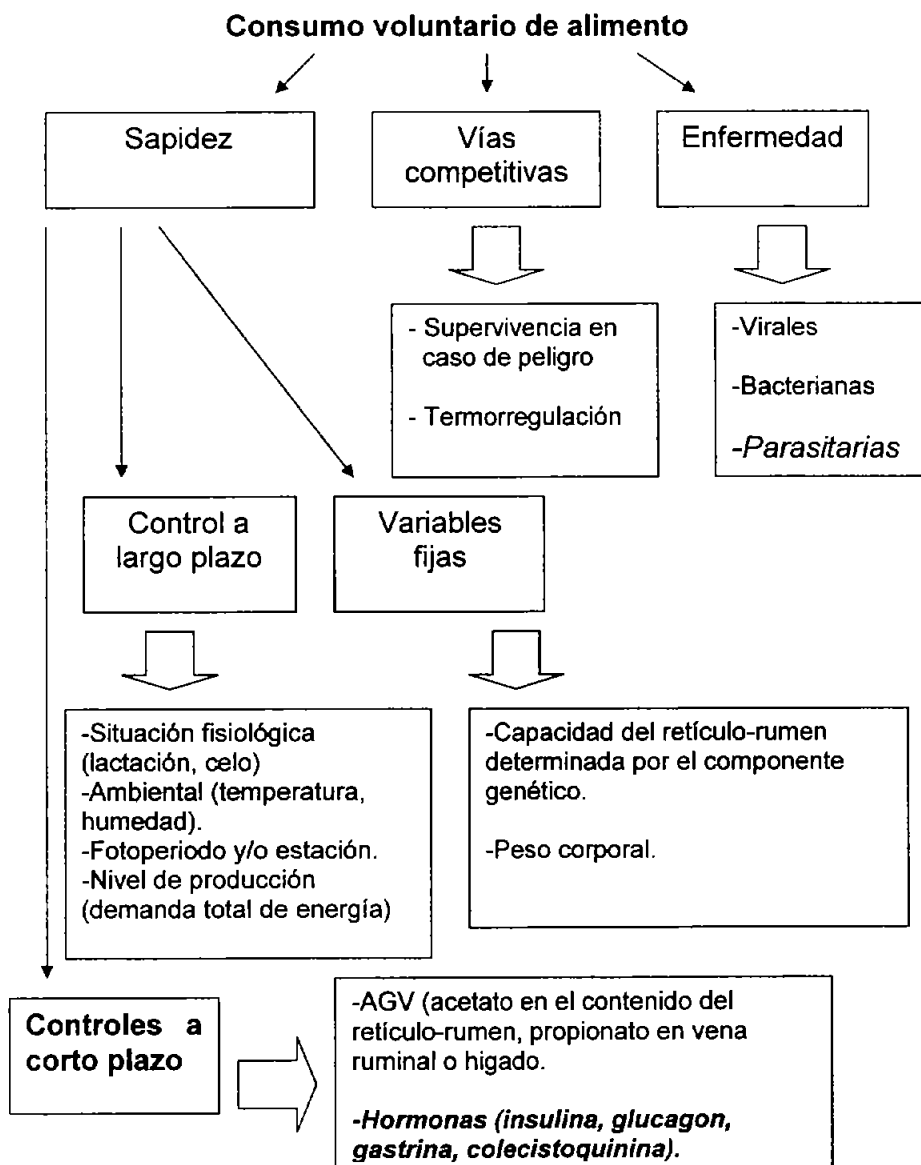


Fig. 1 Factores que determinan el consumo voluntario de alimento en los rumiantes.  
Fuente: Grovum (1988).

Como se aprecia en la figura 1 el consumo voluntario de alimento suele observarse modificado entre otras causas por:

**La sapidez** (alimentos apetecibles) debido a que los animales consumen una cantidad mayor de alimento cuando el sabor de éstos les resulta más agradable (Grovm, 1988).

**Vías competitivas** que en un momento dado tengan prioridad sobre el consumo, por que en algunas ocasiones el animal se encuentra frente a dos opciones: una de ellas puede ser consumir alimento y la otra como por ejemplo, sería salvar su vida si se siente en peligro y lógicamente elegirá salvar su vida y dejará a un lado el consumo (Soulsby, 1988).

**Enfermedad** en este caso también el consumo suele quedar suprimido como es el caso de las parasitosis o más específico la haemoncosis, en la cual la sola presencia del verme en el abomaso induce dolor, cambios en el pH o en la motilidad y se afecta la secreción de algunas hormonas, lo que da como resultado una depresión de la ingesta (Symons, 1985 citado por Nari, 1992).

Asimismo también existen controles a corto plazo los cuales en cuanto son detectados por el organismo del animal tienen efecto directo en la depresión del consumo, como la distensión del retículo, ácidos grasos volátiles (ácido acético) en el contenido del retículo-rumen, por la cantidad de ácido propiónico en las venas ruminales o en el hígado, asimismo por hormonas tales como insulina, glucagón, gastrina o colecistoquinina (Grovm, 1988; Coop y Kyriazakis, 1999).

Por otro lado, se tienen controles a largo plazo los que se creen, deben funcionar modificando la actividad de los centros encefálicos del hambre y de la saciedad. Esto se realiza mediante receptores nerviosos y neuronas aferentes que retransmiten impulsos desde el conducto digestivo, hígado y, quizás desde otros órganos, hacia esos centros o mediante factores humorales o transportados por la sangre cuyos mecanismos de acción no son conocidos actualmente. Por ejemplo, se ha observado que el efecto de la estación del año (bajos consumos en invierno, consumos altos en verano) pueden reflejar el fotoperiodo y en consecuencia, ser influenciados al menos en parte por la glándula pineal (Fraser y col., 1989).

Por último se encuentran las variables fijas las cuales influyen en el consumo directo y son específicas en cada individuo, estas pueden estar dadas por la misma genética, como por ejemplo; la capacidad del retículo-rumen que varía de individuo a individuo al igual que el peso corporal ya que un individuo con mayor peso corporal consume una mayor cantidad de alimento (Grovm, 1988).

## Ganancia de peso

La presencia de parásitos en el abomaso o intestinos está asociada con importantes cambios estructurales de la mucosa. En el parasitismo abomasal, las larvas en la mucosa provocan modificaciones en las glándulas gástricas. Las células parietales (productoras de HCl) y las cimogénicas (productoras de pepsina) son reemplazadas por células no diferenciadas y no funcionales; (Cuéllar, 2003a). Esto produce una pérdida de macromoléculas que pasan de la mucosa al intestino. La salida de proteínas al intestino y la hipoproteinemias resultante, en particular la hipoalbuminemia, tienen un gran efecto sobre el metabolismo proteico. En otras palabras, la infección por este nematodo puede representar una pérdida de proteínas de hasta un 10% del volumen de la sangre circulante por día de un ovino. El hospedador compensa la pérdida de proteínas ajustando el catabolismo protéico endógeno. Estas alteraciones en el metabolismo proteico se reflejan en un incremento de la incorporación de aminoácidos a la síntesis de proteínas hepáticas que se asocia al incremento de la síntesis de proteínas plasmáticas, en un intento del animal de mantener la homeostasis. Al mismo tiempo, se reducen la síntesis de proteínas del músculo esquelético y la incorporación de aminoácidos a los folículos pilosos. El metabolismo proteico alterado y la reducción en la ingestión de alimentos, acompañados de cambios en los niveles de colecistoquinina, se asocian también con el menoscabo en la utilización de sustancias nutritivas para el crecimiento y la producción (Soulsby, 1988; Coop y Kyriazakis, 1999).

Los cambios histológicos en la mucosa gástrica e intestinal tienen diversas consecuencias en las funciones digestivas. Se ha descrito un incremento en el pH abomasal durante las infecciones por *Haemonchus* y *Ostertagia* en los rumiantes. Esa elevación del pH está relacionada con la reducción en el número de células parietales fúndicas. Como consecuencia de lo anterior, las condiciones locales son menos favorables para la transformación de la proenzima, pepsinógeno a su forma activa, pepsina, que resulta en una incompleta digestión de los nutrientes principalmente las proteínas (Cuéllar, 2003a).

Además de los cambios en el apetito y en la fisiología intestinal, la presencia de nematodos en el tracto digestivo afecta drásticamente el metabolismo del nitrógeno, de energía y de minerales del hospedador. Por ejemplo, está claramente demostrado que en un hospedador parasitado, el metabolismo del nitrógeno está totalmente modificado, los aminoácidos son desviados de su incorporación al músculo o piel hacia el hígado o epitelio digestivo con el consecuente resultado en la afectación de la ganancia de peso lo que da como resultado una baja en la producción de carne o lana (Cuéllar, 2003a).

Existe además de la hipoproteinemias, un paso de macromoléculas a la luz del aparato gastrointestinal, estos hechos son bien conocidos en las parasitosis por NGE. Los animales infestados pierden gran cantidad de proteínas séricas a través del intestino, las pérdidas fecales medias de plasma se estiman de 210 a 340 ml/día. Para mantener su nivel normal de proteínas circulantes el animal

parasitado tiene que aumentar el nivel de síntesis derivando para este propósito una mayor cantidad de aminoácidos y energía adicional (Soulsby, 1988; Nari, 1992).

El parasitismo gastrointestinal también induce desordenes en el metabolismo mineral. La reducción en la absorción de calcio, fósforo y magnesio se refleja en la reducida deposición de estos elementos en el hueso, lo que produce una reducción en el crecimiento esquelético de los animales jóvenes. Asimismo, el desarrollo del esqueleto puede quedar limitado también por la reducida disponibilidad de proteína. Todo esto afecta la tasa de crecimiento, ya que el tamaño del esqueleto determina, finalmente, la capacidad del animal para acumular músculo. Además los reducidos niveles de incorporación de los aminoácidos a las proteínas del músculo producen una reducción en la ganancia de peso (Soulsby, 1988).

### **Objetivos.**

- Conocer la dinámica de eliminación de huevos de *Haemonchus contortus* en ovinos de las razas Columbia y Blackbelly infectados en forma artificial.
- Evaluar el efecto de la infección sobre la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en esos animales.

## Material y métodos.

### Localización

El trabajo se desarrolló en el Módulo de Investigación del Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

Las mediciones de los parámetros parasitológicos se realizaron en el Laboratorio de Parasitología de la FES-Cuautitlán.

### Animales

Se emplearon en total 30 corderos libres de nematodos gastroentéricos entre cuatro y seis meses de edad (15 de la raza Columbia y 15 Blackbelly) contemporáneos y todos fueron machos enteros. Los animales procedieron de explotaciones ovinas orientadas hacia la producción de pie de cría, que garantizaron pureza y homogeneidad racial.

Los corderos a evaluar se mantuvieron en condiciones libres de parásitos. Cada grupo racial de animales se mantuvo en una corraleta. La alimentación consistió en una mezcla de 80% de alimento balanceado comercial para ovinos con 14% de proteína cruda y 20% de forraje seco y molido (alfalfa achicalada y paja de avena). El agua se ofreció a libertad a través de un bebedero automático de pivote, existiendo uno en cada corraleta.

### Diseño experimental

Los 15 corderos de cada grupo racial, se dividieron en dos grupos, uno con 10 que fueron infectados con *H. contortus*, y el otro con cinco animales que no estuvieron parasitados y actuaron como grupo testigo. Los del primer grupo recibieron 1,000 larvas 3 (L<sub>3</sub>) de *H. contortus* una vez a la semana durante seis semanas.

Las variables a evaluar fueron el peso (ganancia total y diaria), consumo voluntario de alimento y conversión alimenticia.

### Obtención de la cepa de *Haemonchus contortus*

Se utilizaron larvas de una cepa monoespecífica de *Haemonchus contortus*, aislada de un rebaño ovino comercial de Jilotepec, Estado de México (Ramírez, 2004), la cual fue mantenida por pases sucesivos en corderos criados bajo condiciones de estabulación total y con alimentación basada en forraje henificado y alimento balanceado comercial.

### Inoculación

Las L<sub>3</sub> de *H. contortus* que fueron obtenidas a partir del cultivo de heces colectadas del cordero donador, se contaron y se elaboraron inóculos individuales de 1,000 L<sub>3</sub> cada uno. La administración de larvas se efectuó empleando una sonda bucoesofágica para colocar el inóculo directamente en el rumen del animal.

### Verificación de la infección por *Haemonchus contortus*

A partir de los quince días posinoculación, cada cinco días se realizó un muestreo de materia fecal para verificar la presencia de huevos del nematodo. El conteo de la eliminación de huevos en los animales infectados se realizó por medio de la técnica modificada de Mc Master, en la que cada huevo encontrado representó 50 huevos por gramo de heces.

### Evaluación del peso

Los animales fueron pesados con 8 horas de ayuno, semanalmente por medio de un dinamómetro con capacidad máxima de 100 kg y con una lectura mínima de un kilogramo. La ganancia total de peso se obtuvo cuando al peso corporal individual de cada animal al término del estudio se le resto el peso inicial. La ganancia semanal de peso de cada uno de los animales se calculó restándole al peso de la semana actual el peso de la semana anterior. El valor de la ganancia diaria de peso se consiguió dividiendo la ganancia de peso semanal de cada animal entre siete.

### Medición del consumo diario de alimento

Para llevar a cabo la medición de esta variable se ofreció a diario una cantidad establecida de alimento a cada corraleta y cada día por la mañana antes de ofrecerles alimento se recogió el alimento rechazado conteniéndose en bolsas de polietileno identificadas con el número de corral, posteriormente se pesó ese alimento rechazado, para determinar cual fue el consumo voluntario en cada corraleta.

### Conversión alimenticia

Para calcular esta variable se tomó el consumo neto semanal y se dividió entre la ganancia neta semanal, el resultado fue expresado en gramos.

### Análisis de resultados

Para el análisis de los datos del número de huevos, las cifras fueron transformadas al logaritmo 10 para estabilizar la varianza de los mismos. Los datos de todas las variables medidas fueron procesados por medio de análisis de la varianza empleando el modelo GLM de programa estadístico SAS.

## Resultados.

### Eliminación de huevos de *Haemonchus contortus*

En la fig. 2 se muestra el comportamiento de la eliminación de huevos de *H. contortus* en los ovinos de las razas Columbia (C) y Blackbelly (BB), tanto infectados como testigos, desde una semana antes de la primera inoculación y hasta los 98 días posteriores. Se puede apreciar que todos animales inoculados iniciaron con la eliminación de huevos a los 21 días después de la primera inoculación con un promedio de 385 y 705 huevos por gramo de heces (hgh) para los animales BB y C, respectivamente, en los animales testigo no hubo eliminación de huevos.

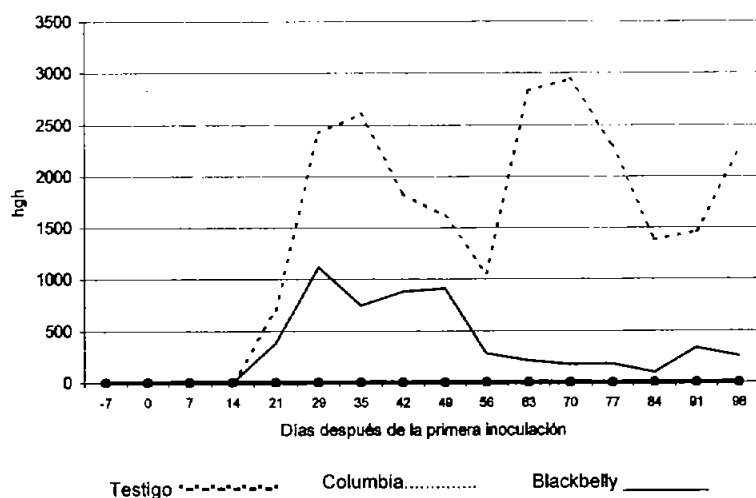


Fig. 2 Eliminación de huevos de *Haemonchus contortus* en ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente

En los ovinos de la raza C que fueron inoculados con *H. contortus* exhibieron un comportamiento con altibajos en la eliminación de huevos durante los 98 días posteriores a la infección, sin embargo, existieron dos picos de mayor eliminación, el primero entre los días 28 y 35 posinoculación (2,500 hgh), el segundo ocurrió a los 63 y 70 días (2,850 hgh), repuntando nuevamente hacia el último muestreo a los 98 días (2,240 hgh). Cabe mencionar que este grupo C inoculado fue siempre estadísticamente superior ( $P < 0.05$ ) al de los animales no inoculados.

Para los animales de grupo BB inoculado con *H. contortus* hubo sólo un momento de mayor eliminación, entre los 28 y 49 días posinoculación, alcanzando cifras que oscilaron entre los 725 y 1,115 hgh. En estos animales sólo se observaron

diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ), en relación al grupo BB sin parásitos en los muestreos de los días 21, 35, 42 y 70 posinoculación, en los otros muestreos hubo una eliminación similar ( $P > 0.05$ ) entre los corderos inoculados y libres de nematodos.

La mayor eliminación de huevos se observó en los corderos de la raza C, existiendo diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ), particularmente en los días 35 y 56 posinoculación y, a partir de este momento, hasta la última evaluación (día 98), en relación a los animales BB.

Cuando se efectuó el análisis estadístico para conocer las diferencias entre todos los animales considerando el promedio de eliminación de huevos durante el periodo del día 21 al 98 después de la primera inoculación, permitió ubicar en subgrupos (**susceptible** los que tuvieron una eliminación de hgh mayor a 2.19 o **resistente** con una eliminación de hgh menor a 2.19) a los animales de las dos razas estudiadas. Los resultados se expresan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Subgrupos susceptible o resistente de ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*.

Columbia				Blackbelly			
Número	Log. (hgh) <sup>1</sup>	Diferencia estadística <sup>2</sup>	Resultado	Número	Log. (hgh)	Diferencia estadística	Resultado
620	3.17	a	Susceptible	8835	2.76	a	Susceptible
621	3.04	a	Susceptible	11084	2.62	a	Susceptible
623	3.06	a	Susceptible	11197	2.85	a	Susceptible
624	3.25	a	Susceptible	11250	2.61	a	Susceptible
626	3.26	a	Susceptible	11051	1.88	b	Resistente
627	2.93	a	Susceptible	11055	2.19	b	Resistente
629	3.48	a	Susceptible	11057	1.72	b	Resistente
630	3.08	a	Susceptible	11078	1.55	b	Resistente
631	2.98	a	Susceptible	11126	1.52	b	Resistente
634	3.23	a	Susceptible	11154	2.03	b	Resistente

<sup>1</sup> Logaritmo del número de huevos por gramo de heces (hgh).

<sup>2</sup> Letras diferentes en la misma columna expresan diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ).

Se puede apreciar en el cuadro 2 que todos los animales C se ubicaron dentro de los susceptibles, sin embargo, en los BB, existieron claras diferencias entre susceptibles (BB-s) y resistentes (BB-r). Estadísticamente existieron similitudes ( $P > 0.05$ ) entre los animales C y BB-s.

En la figura 3 se muestra la dinámica de eliminación de huevos en los corderos C (susceptibles) y de los BB-s y BB-r. Los datos utilizados fueron transformados logarítmicamente ( $\log_{10} \text{hgh} + 25$ ) con la finalidad de disminuir la varianza al interior de cada grupo. Se aprecian claramente las diferencias entre los subgrupos BB-s y BB-r, particularmente a los 56, 63, 77, 91 y 98 días posteriores a la primera inoculación de *H. contortus*.

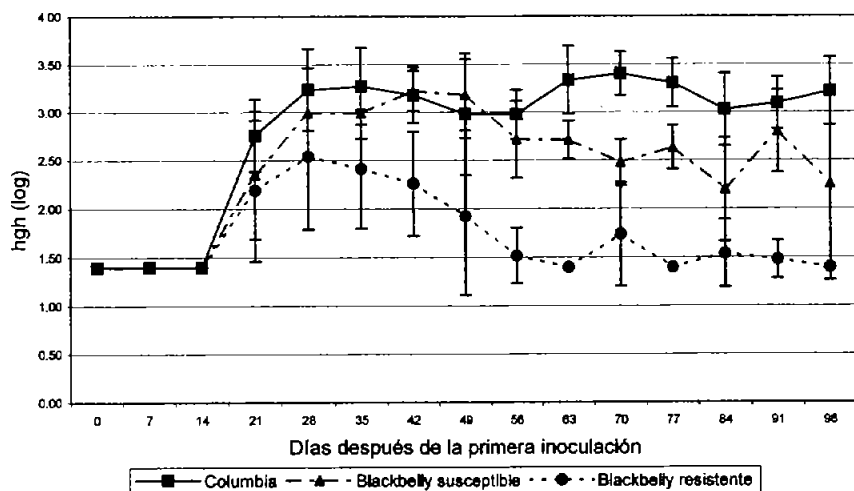


Fig. 3 Eliminación de huevos de *Haemonchus contortus* en ovinos Columbia y Blackbelly susceptibles y resistentes (promedio  $\pm$  desviación estándar).

El grupo de animales C y el subgrupo BB-s tuvieron una dinámica de eliminación de huevos similar, excepto en los muestreos entre los días 63 y 77 después del inicio de las inoculaciones con *H. contortus*.

### Ganancia de peso

La dinámica de la ganancia de peso de los animales C y BB infectados con *H. contortus* y libres de parásitos se muestran en el cuadro 3. Como se puede observar, tanto en los animales C, como en los BB, en los animales infectados se observó un menor desempeño en cuanto a la ganancia de peso. En el caso de los ovinos C, iniciaron con un peso similar, ligeramente (0.9 kg) superior en los que fueron infectados con *H. contortus*, posteriormente se presentó un importante

decremento progresivo en el peso acumulado en relación al grupo testigo, llegando a una diferencia de 7.3 kg a favor de los animales libres del nematodo hacia el final del trabajo (día 98 después de la primera inoculación de *H. contortus*). Para los ovinos BB, los infectados y libres de parásitos, iniciaron con pesos muy similares (33.5 kg y 34.0 kg respectivamente), después se notó una ligera superioridad a favor del grupo de animales BB no parasitados. Para los BB, la diferencia a los 98 días fue de sólo 1.7 kg.

Aunque se presentan diferencias aritméticas entre los grupos inoculados y sin *H. contortus*, no se presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) estadísticamente significativas entre los grupos dentro de cada grupo racial.

Cuadro 3. Peso (kg) de ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*.

		Días posinfección				
		0	30	60	90	98
<b>Columbia</b>	Infectado	39.0 $\pm$ 3.5	49.5 $\pm$ 5.7	58.0 $\pm$ 7.5	65.7 $\pm$ 9.2	70.4 $\pm$ 10.0
	Testigo	38.1 $\pm$ 3.8	50.6 $\pm$ 4.3	62.8 $\pm$ 4.9	71.3 $\pm$ 4.8	77.3 $\pm$ 5.4
<b>Blackbelly</b>	Infectado	33.5 $\pm$ 2.8	40.3 $\pm$ 3.4	44.7 $\pm$ 3.4	49.4 $\pm$ 4.5	51.9 $\pm$ 4.8
	Testigo	34.0 $\pm$ 1.4	41.2 $\pm$ 2.3	46.2 $\pm$ 2.8	51.6 $\pm$ 3.8	53.6 $\pm$ 4.4

No existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) entre los periodos para cada una de las razas.

Desglosando los datos de los animales BB (cuadro 4) en susceptibles (BB-s) y resistentes (BB-r) y tomando como base los datos de la eliminación de huevos de *H. contortus* (cuadro 2, fig. 2), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) entre esos dos subgrupos y tampoco en relación al grupo de BB libres de parásitos. En este caso, los animales BB-s iniciaron con un peso inferior (31.9 kg) en comparación a los BB-r y BB sin parásitos (34.6 y 34.0 kg respectivamente). A los 30 días los ovinos del subgrupo BB-s ya habían ganado 7.4 kg mientras que los BB-r 6.3 kg y los BB libres de *H. contortus* 7.2. Hacia al final de las evaluaciones, las diferencias entre los subgrupos BB-s y BB-r fueron mínimas (0.2 kg), y entre ellos y el no infectado fueron de 1.6 kg y 1.8 kg para BB-s y BB-r respectivamente.

Cuadro 4. Peso (kg) de ovinos Blackbelly susceptibles y resistentes infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*.

	Días posInfección				
	0	30	60	90	98
Infectado Susceptible	31.9 ± 2.8	39.3 ± 5.1	43.5 ± 5.0	49.3 ± 6.7	52.0 ± 6.9
Infectado Resistente	34.6 ± 1.5	40.9 ± 1.9	45.5 ± 1.9	49.5 ± 3.2	51.8 ± 3.6
Testigo	34.0 ± 1.4	41.2 ± 2.3	46.2 ± 2.8	51.6 ± 3.8	53.6 ± 4.4

No existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) entre los periodos para cada tipo de animal.

Los resultados correspondientes a las ganancias de pesos (total y diaria), se exponen en el cuadro 5. Se aprecia que en los ovinos C existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ), tanto en la ganancia total de peso (39.1 kg vs. 31.4 kg) para los testigos e inoculados con *H. contortus* respectivamente, como en la ganancia diaria de peso (399 g vs. 321 g) para libres e infectados con *H. contortus*. Por su parte, los ovinos BB, tanto infectados con *H. contortus* y libres del parásito, no mostraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) para las ganancias total y diaria de peso.

Cuadro 5. Ganancia total y diaria de peso en ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*.

		Ganancia total de peso (kg)	Ganancia diaria de peso (g)
<b>Columbia</b>	Infectado	31.4 ± 7.0b	321 ± 70b
	Testigo	39.1 ± 3.8a	399 ± 40a
<b>Blackbelly</b>	Infectado	18.4 ± 3.9a	188 ± 40a
	Testigo	19.6 ± 3.9a	200 ± 40a

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

### Consumo de alimento

Los datos referentes al consumo de alimento fueron agrupados tomando en cuenta el promedio del consumo diario en tres periodos del experimento (de 0 a 30 días después de la primera inoculación con *H. contortus*, entre el día 31 a 60 y del 61 al 90).

Para los ovinos C, el consumo promedio diario de alimento fue superior ( $P < 0.05$ ) en los animales libres de parásitos en relación a los infectados experimentalmente con *H. contortus* (cuadro 6). El consumo de alimento fue entre 400 y 610 g mayor en los animales del grupo testigo en relación al infectado, representado entre un 13.7 y 19.1% de diferencia.

En los animales BB no se presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre los infectados y libres de *H. contortus* en los tres periodos. En esta raza el consumo osciló entre los 100 y 180 g a favor de los no inoculados lo que correspondió a una diferencia entre el 4.6 y 8.8%.

Cuadro 6. Consumo promedio diario (kg) de alimento en ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*.

		Periodos posteriores a la primera inoculación		
		0-30	31-60	61-90
Columbia	Infectado	2.52±0.11b	2.57±0.07b	2.58±0.05b
	Testigo	2.92±0.29a	3.10±0.14a	3.19±0.11a
Blackbelly	Infectado	1.87±0.33a	2.08±0.10a	2.06±0.10a
	Testigo	2.05±0.24a	2.18±0.06a	2.16±0.07a

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

### Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se muestra en el cuadro 7. En ambas razas la conversión alimenticia de los animales infectados con *H. contortus* fue superior a los del grupo testigo en los dos periodos evaluados. Dicha diferencia fue de 200 g para C y BB en el primer periodo (0-30 días) a favor de los animales no infectados. Para el segundo periodo, existió una diferencia de 1.4 kg (22.6%) y 1.0 kg (9.6%) para C y BB respectivamente, siendo la conversión alimenticia superior en los ovinos parasitados con *H. contortus*. Para el caso del segundo periodo de los

animales C, existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ), siendo mayor en los C infectados con *H. contortus*.

Cuadro 7. Conversión alimenticia (kg) en ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*.

		Períodos posteriores a la primera inoculación	
		0-30	31-60
<b>Columbia</b>	Infectado	4.9±0.7a	6.2±2.2a
	Testigo	4.7±1.6a	4.8±1.8b
<b>Blackbelly</b>	Infectado	6.1±1.9a	10.4±6.1a
	Testigo	5.9±1.8a	9.4±3.0a

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

## Discusión.

El hallazgo y evaluación de genotipos ovinos que expresen resistencia a nematodos gastroentéricos (NGE) es una de las opciones actuales para lograr el control de esos parásitos sin el empleo de sustancias químicas, que ya han demostrado su alta eficacia, sin embargo, en varias partes del mundo existen evidencias graves de resistencia a los antihelmínticos (Gill, 1996; Chartier y col. 1998; FAO, 2003; Waller, 2003). México no escapa de esa realidad, el problema ya ha sido detectado en varios estados de la República Mexicana (Campos y col., 1988; Campos y col., 1992; Figueroa y col., 2000; Torres y col., 2003a; Torres y col., 2003b; Montalvo y col., 2003; González y col., 2003; Cuéllar, 2003a; Cuandón y López, 2004) y ya representa un problema sanitario grave.

En el presente estudio y con la finalidad de evaluar los aspectos parasitológicos y productivos en dos razas de ovinos, en primer lugar se observó que la eliminación de huevos por gramo de heces (hgh) de *Haemonchus contortus* para Blackbelly (BB) y Columbia (C) se dio a partir de los 21 días después de la primera inoculación (PI) cifra que concuerda con el periodo de prepatencia de *H. contortus*, que es desde que el hospedador adquiere la infección por la ingestión de larvas de tercer estadio hasta que comienza la eliminación de huevos del parásito en las heces (Lapage, 1981; Soulsby, 1988; Quiroz, 1989; Meana y Rojo, 1999).

En algunos trabajos se han encontrado datos similares para el periodo de prepatencia, por ejemplo Wanyangu y col. (1997) comparando las razas ovinas Dorper y la Red Maasai, frente a la infección experimental con *H. contortus* encuentran que la eliminación de huevos del parásito se da a partir de la tercera semana PI. Por su parte, Woolaston y col. (1992) reportan que en ovinos raza Merino infectados con *H. contortus* el periodo de prepatencia es de 22 días. Está demostrado que en las infecciones por nematodos la inmunidad adquirida afecta al parásito en su establecimiento, desarrollo, supervivencia y fecundidad (Coop y Kyriazakis, 1999), lo cual influye negativamente en la eliminación de huevos.

A través de los muestreos subsecuentes, se pudo constatar que la eliminación de huevos presentó variaciones en los animales de las dos razas evaluadas. Fue notorio que en los ovinos C sólo existieron dos picos de mayor eliminación, el primero entre las cuatro y seis semanas PI y el segundo entre las semanas nueve y once PI. Para los animales BB sólo hubo un periodo de mayor eliminación, coincidiendo con el primer pico de los C, pero con menor intensidad. Ese comportamiento irregular, particularmente en lo referente a las disminuciones, se ha relacionado con la adquisición de inmunidad que ocurre cuando el sistema inmune reconoce al parásito (Coop y Kyriazakis, 1999).

Una situación notoria es la diferencia en la intensidad y dinámica de eliminación de huevos de *H. contortus* en cada tipo racial evaluado. En los animales BB dicha eliminación fue menor y tendió a disminuir, lo cual es indicativo de una mayor resistencia a la infección por *H. contortus*. Este comportamiento es similar al

reportado para las razas Red Maasai, Nativa de Florida, Saint Croix (Stear y Murray, 1994; Wanyangu y col., 1997; Amarante y col., 1999; López y col., 2003), y que se atribuye a una mejor y más intensa respuesta inmunológica contra el parásito (Baker, 1999).

Otros investigadores han obtenido resultados similares en cuanto a los altibajos en la eliminación de huevos en heces en ovinos infectados por nematodos. Tal es el caso de Amarante y col. (1999) quienes se encuentran con varios picos en la eliminación de huevos por gramo de heces (hgh) en ovinos de la raza Rambouillet parasitados por *H. contortus*, el primer pico de eliminación se da a las 8 semanas PI con 2,000 hgh, un segundo pico se da a las 16 semanas PI con 3,000 hgh y por último el mayor pico de eliminación se da a las 24 semanas PI con 9,000 hgh, por otro lado se encuentran con periodos en los que la eliminación de hgh es casi nula como en las semanas 12 y 20 PI.

A lo largo de todo el experimento los ovinos de la raza C tuvieron una mayor eliminación de hgh en comparación con la raza BB, quienes mostraron siempre un menor número en la eliminación hgh. Esto indica que la raza BB en función a esta variable mostró una mayor resistencia a la infección por *H. contortus*. En algunos estudios en los que se han comparado por lo menos dos razas de ovinos se ha demostrado que algunas razas tienen una resistencia natural a varios parásitos gastrointestinales incluyendo *H. contortus*. Wanyangu y col. (1997) en un estudio comparativo entre dos razas ovinas, Dorper (D) y Red Maasai (RM) expuestos a una infección artificial y subsecuentemente a una infección natural por *H. contortus* obtienen datos que indican que la raza RM tiene capacidad de resistencia mayor a la infección, esto se ve reflejado a todo lo largo del estudio con una menor eliminación de hgh, esta superioridad se comprueba en el análisis estadístico en donde se encuentran diferencias altamente significativas ( $P < 0.0001$ ) en la infección artificial y ( $P < 0.01$ ) en la infección natural a favor de RM.

Por otra parte, Amarante y col. (1999) comparan a la raza Nativa de Florida (NF) con la Rambouillet (R) ambas infectadas naturalmente por *H. contortus* y donde la primera revela tener una alta resistencia contra este parásito comprobándose en el desarrollo del experimento con una menor eliminación de hgh. En la semana 16 PI, cuando los animales de la raza R eliminan 3,000 hgh, los de la NF sólo 500 hgh.

Una característica notable en los ovinos infectados con NGE, es la variabilidad dentro de raza que se da, en otras palabras, independientemente de la susceptibilidad o resistencia a NGE de un grupo racial, existen animales que pueden tener bajos o elevados conteos de hgh.

En el presente trabajo se encontraron diferencias en cuanto a la eliminación de huevos dentro de la raza BB inoculados artificialmente con *H. contortus*, esto fue comprobado estadísticamente y los animales BB fueron considerados como resistentes o susceptibles a la infección por *H. contortus*.

En este sentido Bisset y col. (1997) detectan que dentro de un mismo grupo racial de ovinos (Romney) bajo las mismas condiciones y siendo un grupo homogéneo, existen algunos animales susceptibles (S) y otros resistentes (R) a la infección natural por NGE, esto basándose en la eliminación de hgh. Las diferencias comienzan a partir de las doce semanas PI, donde los ovinos del grupo S se encuentran eliminando en promedio 2,000 hgh, mientras que los del grupo R es de 1,000 hgh; para la semana 16 PI el grupo S tiene una eliminación de 1,500 hgh y en el grupo R es de únicamente 500 hgh.

Cabe mencionar que la resistencia contra NGE es una característica innata, además de ser heredable y controlada por genes (Amarante y col., 1999). Investigaciones recientes sugieren que pueden haber algunas relaciones importantes e interacciones entre la suplementación de proteína y la resistencia genética del hospedador a las infecciones por NGE, se puede creer que el efecto de la suplementación de proteína estimula la respuesta de Ig A (Baker, 1999).

La respuesta directa a la selección a lo largo plazo para resistencia o susceptibilidad a las infecciones provocadas por NGE, basándose en la eliminación hgh, tanto en infecciones naturales como artificiales, ha sido bastante consistente en los estudios de Australia y Nueva Zelanda. La resistencia genética es una característica heredable, en un rango de 0.2-0.3, investigaciones en Kenya han encontrado que la heredabilidad por conteo de huevos en heces en los corderos Red Maasai resistentes es de 0.06 que fue mucho mas bajo que lo estimado en corderos Dorper susceptibles 0.35, sugieren que esta diferencia en la heredabilidad pudiera ser debido a muchos siglos de selección natural, por otro lado se ha reportado que los corderos Scottish Blackface resistentes producen más Ig A específicas contra los parásitos que los susceptibles, la explicación de como las Ig A regulan el crecimiento de los parásitos no esta bien determinada, pero se ha sugerido que esta puede deberse a que el parásito secreta enzimas que son esenciales para la predigestión de su alimento y las Ig A participan neutralizando estas enzimas (Baker, 1999).

Además se ha demostrado una asociación entre el incremento de la respuesta IgA y la reducción del crecimiento del parásito. Se ha reportado una correlación notable entre el crecimiento del nematodo y el pico (día 6) de concentración en linfa de IgA ( $r=0.96$ ), mostrando que existe una correlación fuerte entre la longitud del parásito y la respuesta inmune, que varía con la edad del animal (Stear y col., 1999).

En cuanto a la evaluación de algunos parámetros productivos relacionados con la infección artificial con *H. contortus* en ovinos de las razas C y BB, es de hacer notar que son muy escasos los estudios en los que se hayan evaluado las variables de ganancia de peso, consumo voluntario de alimento y conversión alimenticia.

Lo que se observó en la ganancia de peso en los animales infectados con *H. contortus*, tanto de la raza C, como los BB, es que tuvieron un menor desempeño

productivo en comparación con los animales no parasitados. Esto es debido a que la presencia de NGE en el tracto gastrointestinal del hospedador se asocia a 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, 2003a).

En los ovinos de la raza C, se apreciaron diferencias aritméticas mayores entre los animales parasitados y los no parasitados, cerca del final del trabajo (día 98 después de la primera inoculación de *H. contortus*), se observó una diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) de 7.3 kg a favor de los animales no parasitados, mientras que en los ovinos de la raza BB solo se apreciaron mínimas diferencias ( $P > 0.05$ ) en el mismo periodo (1.7 kg). Estos resultados de alguna manera permiten reconocer a los animales BB como resistentes a la infección por el nematodo.

Ahora bien, cuando se desglosaron los datos en los animales de la misma raza (BB), ubicándolos en resistentes (BB-r) y susceptibles (BB-s), en base a su eliminación de huevos de *H. contortus* en las heces, se presenta una ganancia de peso final similar en esos dos subgrupos (17.2 y 20.1 kg respectivamente). Lo anterior fortalece el hecho de que una mayor eliminación de huevos en la raza BB no afecta su desempeño productivo.

En lo concerniente a los datos obtenidos del consumo voluntario de alimento (CVA), se pudo apreciar que tanto en los animales de la raza BB como en la raza C en el grupo de los infectados, el CVA fue menor que en el grupo de los animales no parasitados. Esta es una de las características más importantes de la infección y es reconocida como uno de los mayores factores de patogenicidad en los NGE. Existen evidencias estudiadas en animales parasitados por diversos géneros, entre ellos *H. contortus*, donde el dolor, los cambios de pH abomasal, la falta de absorción de aminoácidos y la disminución plasmática de hormonas tales como la colecistoquinina, pueden tener influencia en la disminución del consumo de alimento (Symons, 1985 citado por Nari, 1992; Fox, 1997).

Asimismo se tiene que en la raza C es notoria y estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ), la disminución de CVA entre el grupo no infectado y parasitado con *H. contortus* (13.7 y 19.1% de diferencia), siendo la raza BB la menos afectada y que la disminución ( $< 10\%$ ) se observa en los animales parasitados. Como ya se ha descrito anteriormente las pérdidas más importantes en los ovinos parasitados por NGE, ocurren en los corderos, especialmente aquellos recientemente destetados, ya que su sistema de defensa a esta edad todavía no está desarrollado adecuadamente para resistir este tipo de enfermedades (Radostits y col., 2002).

Una de las afectaciones más notorias es precisamente el consumo de alimento.

Resumiendo, basándose en los datos obtenidos para el CVA, también se puede decir que la raza BB se comporta con una mayor resistencia a la infección.

Finalmente, para la conversión alimenticia (CA), los datos obtenidos en el presente estudio indican que los animales parasitados en ambas razas C y BB tuvieron una CA menor a lo largo de todo el experimento. Esto se debe a la estrecha relación que guarda esta variable con el consumo de alimento y la ganancia de peso, ya que si en los animales parasitados se aprecia una disminución en esos parámetros la CA se verá disminuida. Se observó que en el grupo racial BB las diferencias aritméticas en la CA fueron menores que en el grupo C. De nueva cuenta se tienen elementos para afirmar que la raza BB se comporta con más resistencia a la parasitosis provocada por NGE.

## Conclusiones.

Al término de este estudio se llegan a las siguientes conclusiones:

Los animales de ambas razas inoculados fueron afectados por la infección de *Haemonchus contortus*. Observándose en la raza Columbia (C) una mayor eliminación de hgh teniendo dos picos de alta eliminación y en la raza Blackbelly (BB) se observó una menor eliminación de huevos por gramo de heces (hgh) con un solo pico de alta eliminación, coincidiendo con el primer pico de los animales C.

Estadísticamente se comprobó que todos los animales del grupo C inoculados se ubicaron dentro de los grupo susceptible y en la raza BB inoculados se encontraron susceptibles (BB-s) y resistentes (BB-r), existiendo una similitud entre los animales C y BB-s.

La dinámica en la variable de ganancia de peso (GP) fue similar para ambas razas, en los animales infectados se observó un menor desempeño en cuanto a la GP, sin embargo en el grupo racial BB las diferencias aritméticas entre inoculados y testigos fueron menores, aunque no se presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) estadísticamente significativas entre los grupos de cada raza, ni tampoco dentro de los animales ubicados como BB-s y BB-r.

En lo que corresponde a ganancia de peso (total y diaria) en los ovinos C se observaron diferencias aritméticas notables entre inoculados y testigos, y estadísticamente se comprueba que son realmente significativas ( $P < 0.05$ ). Por otro lado los ovinos BB, tanto infectados y libres del parásito, no mostraron diferencias aritméticas ni estadísticas considerables.

En cuanto al consumo de alimento promedio diario, en los ovinos C existe un mayor consumo por parte de los animales testigo en relación a los infectados, comprobándose estadísticamente ( $P < 0.05$ ), mientras que en los animales BB no presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre los infectados y libres de *H. contortus*.

La conversión alimenticia en ambas razas fue aritméticamente superior en los animales infectados que en los del grupo testigo, pero únicamente para los animales C, existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ).

En base a las variables evaluadas se comprobó que la raza de ovinos BB se comporta con una resistencia mayor a la infección experimental por *H. contortus*.

## Bibliografía.

Amarante, A.F.T., Craig, T.M., Ramsey, W.S., El-sayed, N.M., Desouki, A.Y., Bazer, F.W. 1999. Comparison of naturally acquired parasite burdens among Floride Native, Rambouillet and crossbreed ewes. *Vet. Parasitol.* 85: 61-69.

Anderson, J., Hansky, J., Titchen, D.A., 1985. Effects on plasma pepsinogen, gastrin and pancreatic polypeptide of *Ostertagia* spp. Transferred directly into the abomasums of sheep. *Int. J. Parasitol.* 15: 159-165.

Baker, R. L. 1999. Genetics of resistance to endoparasites and ectoparasites. *Int. J. Parasitol.* 29: 73-75.

Barger, I.A. 1996. Prospects for integration of novel parasite control options into grazing systems. *Int. J. Parasitol.* 26: 1001-1007.

Bisset, S.A., Vlassoff, A., Wets, C.J., Morrison, L. 1997. Epidemiology of nematodosis in Romney lambs selectively bred for resistance or susceptibility to nematode infection. *Vet. Parasitol.* 70: 255-269.

Campos, R.R., Herrera, R.D., Quiroz, R.H., Jenkins, S. 1988. Hallazgo de una cepa de *Haemonchus contortus* resistente a bencimidazoles. Mem. I Congreso Nacional de Producción Ovina, AMTEO. Calera, Zacatecas.

Campos, R.R., Herrera, R.D., Quiroz, R.H. 1992. Diagnóstico *in vitro* de *Haemonchus contortus* resistente al albendazol, fenbendazol, oxfendazol, y febantel en tres rebaños ovinos Tabasco o Pelibuey. *Vet. Méx.* 23 (1): 51-56.

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

Coop, R.L. y Christie, M.G. 1988. Gastroenteritis parasitaria. En: *Enfermedades de la oveja*. Edit. Por Martin, W.B. Editorial Acribia. España.

Coop, R.L. y Kyriazakis, I. 1999. Nutrition-parasite interaction. *Vet. Parasitol.* 84: 187-204.

Cuandón, M.R., López, T.V. 2004. Detección de nematodos gastrointestinales con resistencia a antihelmínticos en rebaños ovinos de los estados de Hidalgo y México. Tesis de licenciatura. FES Cuautitlán, UNAM.

Cuéllar, O.J.A. 2002. Agentes etiológicos de la nematodiasis gastrointestinal en los diversos ecosistemas de los pequeños rumiantes en México. Memorias del Segundo Curso Internacional: Epidemiología y Control Integral de Nematodos Gastrointestinales de Importancia Económica en Pequeños Rumiantes. Mérida, Yucatán.

Cuéllar, O.J.A. 2003a. Efecto de la parasitosis sobre la eficiencia alimenticia de los ovinos. Memorias del Curso Alimentación en Ovinos. AMTEO. Pachuca, Hidalgo.

Cuéllar, O.J.A. 2003b. 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.

Dargie, J.D. 1980. Pathophysiological effects of gastrointestinal and liver parasites in sheep. En: Digestive physiology and metabolism in ruminants. Edit. por: Ruckebush y Thivend. Avi Publishing Co. USA.

Dynes, R.A., Poppi, D.P., Barrell, G.K., Sykes, A.R. 1998. Elevation of feed intake in parasite-infected lambs by central administration of a cholecystokinin receptor antagonist. Br. J. Nutr. 79: 47-54.

FAO. 2003. Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma Italia.

Figueroa, C.J.A., Méndez, M.D., Berruecos, V.J.M., Álvarez, L.J.A. 2000. Detección de resistencia en *Haemonchus contortus* al sulfóxido de albendazol inyectado mediante la prueba de campo de reducción de huevos en ganado ovino. Vet. Méx. 31(4).

Fox, M.T. 1997. Pathophysiology of infection with gastrointestinal nematodes in domestic ruminants: recent developments. Vet. Parasitol. 72 (3-4): 285-297.

Fraser, A., Cunningham, J.M.M., Stamp, J.T. 1989. Ganado ovino. Producción y enfermedades. 6ª Edición. Edit. Mundi-Prensa. Madrid.

Gill, B.S. 1996. Anthelmintic resistance in India. Vet. Parasitol. 63:173-176.

González, G.R., Torres, H.G., Nuncio, O.M.G.J., Cuéllar, O.J.A., Zermefio, G.M.E. 2003. Detección de eficacia antihelmíntica en nematodos de ovinos de pelo con la prueba de reducción de huevos en heces. Livestock Res. Rural Development. (15): 12-2003.

Grovum, W.L. 1988. Apetito, sazón y control del consumo de alimentos. En: El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Edit. Por Church, D.C.. Editorial Acribia. España.

Hiepe, H. 1984. Enfermedades de la oveja. Edit. Acribia. España.

Holmes, P.H. 1993. Interactions between parasites and animal nutrition: The veterinary consequences. Proc. Nutr. Soc. 52: 113-120.

Kassai, T. 2002. Helmintología veterinaria. Edit. Acribia. España.

Lapage, G. 1981. Parasitología veterinaria. 1ª Edición. Edit. Compañía Editorial Continental. México.

López, H.S., Gaxiola, C. S., Vázquez, P.V. 2003. Experimental infection with *Haemonchus contortus* in three breeds of sheep. Proc. V Int. Sem. Anim. Parasitol. Mérida, Yucatán.

Meana, M.A., Rojo, V.F.A. 1999. Tricostongilosis y otras nematodosis. En: Parasitología veterinaria. Edit. Por Cordero, C.M y Rojo, V.F.A. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. México.

Montalvo, A.X., López, A.M.E., Vázquez, P.V, Liébano, H.E., Mendoza, G.P. 2003. Presence of anthelmintic resistance against gastro-intestinal nematodes in sheep farms in Tlaxcala, México. Mem. V International Seminar in Animal Parasitology. Mérida, Yucatán México.

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

Quiroz, R.H. 1989. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Edit. Limusa. México.

Radostits, O.O., Gay, C.C., Blood, D.C., Hinchcliff, K.W. 2002. Medicina veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. Vol. II. 9ª Edición. Mc Graw Hill-Interamericana. México.

Ramírez, V. L. 2004. Aislamiento de una cepa de *Haemonchus contortus* de origen ovino. Tesis de licenciatura. FES Cuautitlán, UNAM.

Ruckebusch, Y., Phaneuf, L.P., Dunlop, R. 1991. Fisiología de pequeñas y grandes especies. Edit. El Manual Moderno. México.

Soulsby, J.L. 1988. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. 7ª Edición. Edit. Interamericana. México.

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

Stear, M.J., Strain, S., Bishop, S.C. 1999. Mechanisms underlying resistance to nematode infection. Int. J. Parasitol. 29: 51-56.

Torres, A.J.F., Dzul, C.U., Aguilar, C.A.J., Rodríguez, V.R.I. 2001. Prevalencia de nemátodos resistentes a antihelmínticos en rebaños ovinos en Yucatán, México. Mem. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. XI Congreso Nacional de Producción Ovina. Mérida, Yucatán.

Torres, A.J.F., Dzul, C.U., Aguilar, C.A.J., Rodríguez, V.R.I. 2003a. Prevalence of benzimidazole resistant nematodes in sheep flocks in Yucatán, México. Vet. Parasitol. 144: 33-42.

Torres, A.J.F., Roberts, B., Canto, D.J., Martínez, O.C., Rodríguez, J., Canul, K.L., Cob, G.L., Tirado, M.F., Aguilar, C.A. 2003b. Prevalence of sheep herds with gastrointestinal nematodes resistant to benzimidazoles, imidazothiazoles and macrocyclic lactones in Yucatán. Mem. V International Seminar in Animal Parasitology. Mérida, Yucatán México.

Troncy, P.M. 1989. Helminths of livestock and poultry in tropical Africa. En: Manual of Tropical Veterinary Parasitology. Edit. Por Shah-Fisher, M., Say, R. Editorial C.A.B International. Reino Unido.

Urquhart, G.M., Armour, J., Can, J., Dunn, M.M, Jennings, F.W. 2001. Parasitología veterinaria. 2ª Edición. Edit. Acribia. España.

Waller, P.J. 2003. Nematode parasites of small ruminant Livestock-Global perspectives, impact and coping with the problem of anthelmintic resistance. Mem. V International Seminar in Animal Parasitology. Mérida, Yucatán México.

Wanyangu, S. W., Mugambi, J. M., Bain, R. K., Duncan, J. L., Murray, M., Otear, M. J. 1997. Response to artificial and subsequent natural infection with *Haemonchus contortus* in Red Maasai and Dorper ewes. Vet. Parasitol. 69: 275-282.

Woolaston, R.R., Elwin, R.L., Barger, I.A. 1992. No adaptation of *Haemonchus contortus* to genetically resistant sheep. Int. J. Parasitol. Vol. 22, No. 3: 377-380.