

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

**Evaluación del sistema FAMACHA en ovinos con resistencia múltiple a
antihelmínticos.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Presentan:

**Hilda López Bazán
Edgar Velázquez Jácome**

Asesor: M en C Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz

Coasesor: MVZ Rocío Silva Mendoza

CUATITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2009



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.

Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios por haberme permitido desde el hecho de poder entrar a esta carrera, estar en esta escuela, de haber terminado y de ahora poder titularme.

Quiero agradecer a mi familia, a mis padres que fueron el soporte para que yo pudiera estudiar esta carrera y a mis hermanos, por el apoyo que me dieron durante este tiempo.

Quiero agradecer de manera especial a una persona que me dio su amor, que me apoyo en todo, que siempre me ayudó cuando lo necesite. Omar con todo mi corazón te agradezco QUE SIEMPRE ESTUVIERAS CONMIGO EN TODO.

De corazón quiero dar las gracias a mis amigos y compañeros por todo lo que vivimos, por hacer todos los momentos más fáciles y la vida más feliz.

Por ultimo quiero agradecer a los profesores por su esfuerzo, dedicación y tiempo, para hacer de todos los alumnos unos buenos veterinarios. En especial, gracias a los profesores que nos asesoraron para ahora poder titularnos.

De manera especial quiero dedicar este trabajo a mi hermano. FERNANDO SIEMPRE ESTARÁS EN MI CORAZÓN!

Hilda López Bazán

Agradezco a todos los compañeros y profesores que de alguna manera participaron en la elaboración de la tesis y en especial a la persona que tuvo confianza en mi y por ser el pilar de mi enseñanza profesional gracias profesor Alfredo Cuéllar quién puso todo su empeño y dedicación para que yo pudiera seguir adelante y así lograr concluir el presente trabajo además de ser un gran amigo y maestro.

A ustedes dedico la tesis, mis padres y hermanas por ser las personas que toda la vida me han apoyado en mis decisiones buenas y malas y sin importar siempre han estado presentes cuando los he necesitado gracias Pachis, José, Wendy, Selene, Angélica y pelusa.

Te agradezco a ti Laura por permitirme ser parte de tu vida y por tu apoyo incondicional en todo momento sin importar los errores y fracasos que cometo a cada instante.

Por último doy gracias por la fortuna que tuve de haber ingresado a la UNAM y haber conocido a tan buenos compañeros y amigos, desde el CCH hasta la Fes Cuautitlán.

Edgar Velázquez Jácome

Goya Goya Cachun Cachun Ra Ra Cachun Cachun Ra Ra Goya UNIVERSIDAD.

ÍNDICE

	Página
Resumen.....	1
Introducción.....	3
Objetivos.....	15
Material y métodos.....	16
Resultados	22
Discusión.....	31
Conclusiones.....	38
Bibliografía.....	40

Resumen

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el uso de la desparasitación selectiva a través del sistema FAMACHA en un rebaño ovino mantenido en pastoreo en clima tropical subhúmedo y que presenta resistencia múltiple a antihelmínticos; también conocer los cambios del índice FAMACHA, condición corporal, volumen del paquete celular y conteo de huevos a través del tiempo en los animales del rebaño a evaluar y finalmente, correlacionar los parámetros evaluados en dicho rebaño. Se realizó en una explotación ovina comercial ubicada en el municipio de Tierra Blanca, Estado de Veracruz (*Rancho Hidalgo*) consistente de 2,800 animales de la raza Pelibuey variedad canela, Blackbelly x Katahdin que se encontraban en pastoreo (pasto estrella de África) y recibían una suplementación con bagazo húmedo de cervecería durante el encierro nocturno. Se seleccionó un grupo de 50 ovejas a las cuales se les efectuó un seguimiento mensual durante un periodo de seis meses para conocer como se modificaron los índices del sistema FAMACHA a través del tiempo y relacionarlos con los de eliminación de huevos de NGE, volumen del paquete celular y la condición corporal. La evaluación clínica del grado de anemia se hizo a través de la asignación del índice del sistema FAMACHA (IF) correspondiente de acuerdo a la tarjeta que para tal propósito se ha desarrollado. Los ovinos que tuvieron IF 4 o IF 5 fueron desparasitados por vía subcutánea con moxidectina (200 µg/kg de peso vivo). Se tomaron muestras de heces y se procesaron por la técnica de Mc Master para cuantificar la eliminación de huevos de NGE y se efectuaron cultivos larvarios para identificar los géneros de NGE presentes. Para la estimación del volumen del paquete celular se colectó sangre y se procesó mediante la técnica de microhematocrito. La condición corporal se evaluó mediante la palpación de las apófisis transversas y espinosas de las vértebras lumbares. Para el análisis, las cifras de eliminación de huevos en las heces se transformaron al logaritmo 10 para estabilizar la varianza y se calculó el coeficiente de correlación entre las variables de interés. Durante todos los muestreos, la eliminación de huevos de NGE en el excremento varió entre moderada y elevada. El género de NGE más frecuente fue el *Haemonchus* oscilando su presencia entre el 78.8% y el 92.9%, siguiéndole *Teladorsagia*. Cuando se inicio con el empleo del sistema FAMACHA, la mayor proporción de ovinos tenían IF 2 e IF 3, después disminuye sensiblemente la cantidad de animales con IF 1 y se incrementa la cantidad de animales con IF 2 y aparecen pocos con IF 4. Estos últimos se trataron con moxidectina y en ellos se detectó una disminución en la eliminación de huevos de NGE para los muestreos subsiguientes, trascurriendo un mes para una recuperación en cuanto a la

coloración de la mucosa ocular y condición corporal. El volumen del paquete celular (VPC) tuvo cierta recuperación a medida que se desparasitaron los animales que tenían una eliminación de huevos elevada. El porcentaje del VPC de los animales evaluados estuvo por debajo del normal, es posible que padecieran malnutrición. Las variaciones en el VPC se vieron reflejadas en la coloración de la mucosa ocular y en consecuencia, con el índice del sistema FAMACHA. La condición corporal se modificó en forma paralela a la palidez de la mucosa ocular medida por medio del sistema FAMACHA. La correlación entre el VPC y la coloración de la mucosa ocular, fue variable y pocas veces significativa, es factible que los animales infectados con NGE con buena nutrición, tuvieron una ligera reducción en el porcentaje del VPC y no se afectó la coloración de la mucosa ocular ya que se encontraban en estado de resiliencia. Por su parte, la correlación entre los índices del sistema FAMACHA y la eliminación de huevos también varió mucho y sólo en dos meses resultó significativa, haciendo suponer que muchos de los animales con un índice FAMACHA bajo (IF 1, IF 2 o IF 3) y que no fueron desparasitados, eliminaban huevos de NGE, favoreciendo el objetivo del sistema, en el sentido de que esos animales aportan al ambiente parásitos susceptibles a antihelmínticos, reduciendo de esta manera la proporción de nematodos resistentes. Durante los seis meses de evaluación, sólo el 9% de los ovinos tenían IF 4 y ninguno con IF 5, siendo ellos los únicos que debieron ser desparasitados, disminuyendo la presión de selección hacia la aparición de cepas de NGE con resistencia a antihelmínticos. Se recomienda que se eliminen del rebaño los animales con IF 4 o IF 5, deshaciéndose de esta manera de los ovinos más susceptibles a la infección por NGE y de aquellos que padezcan alguna enfermedad crónica que induzca anemia.

Introducción

Uno de los principales problemas que repercute en la producción de los pequeños rumiantes es el causado por los nematodos gastrointestinales (NGE), los cuales afectan la salud de los animales y ocasionan pérdidas económicas en todo el mundo. 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 en regiones templadas (Quiroz, 2003). En México esta parasitosis es muy común por el hecho de que la mayoría de los pequeños rumiantes se encuentran en pastizales, muchas veces comunales (donde pastorean conjuntamente bovinos, ovinos y caprinos) o en terrenos sobrepastoreados, donde la contaminación con larvas infectantes es muy grande (Cuéllar, 1992).

Para que la nematodiasis pueda presentarse deben existir los factores adecuados para su desarrollo, cosa que no es muy difícil, uno de los factores para que esto ocurra es el ambiente. La razón es que para adquirir esa enfermedad los animales requieren ingerir las larvas infectantes que están presentes en el pasto, que actúa como vehículo para que la larva pueda introducirse al hospedador (González y col., 2003).

A pesar de que los efectos pueden ser muy graves, es difícil conocer con exactitud las pérdidas económicas que causa este problema, ya que muchos de los signos son inicialmente poco aparentes y pasan desapercibidos por el productor. En muchos de los sistemas de producción ovina el impacto se refleja de manera subclínica llegando a manifestarse clínicamente cuando los animales tienen un fuerte parasitismo que los conduce a la debilidad, decaimiento y hasta la muerte en casos extremos (González y col., 2003).

La nematodiasis gastrointestinal es una enfermedad multietiológica ocasionada por la acción conjunta de varios géneros y especies de nematodos, que comparten los bovinos, ovinos y caprinos que puede considerarse como un complejo parasitario, causante de un síndrome de mala digestión (Cuéllar, 1992).

El grupo más importante de los NGE corresponde a la familia Trichostrongylidae, caracterizado porque no existe migración extra intestinal. En el cuadro 1 se hace

referencia a los géneros y especies que afectan al aparato gastrointestinal de los ovinos y caprinos, particularmente los que están presentes en el continente americano (Levine, 1978; Soulsby, 1988; Meana y Rojo, 1999; Quiroz, 2003).

Cuadro 1. Principales nematodos gastroentéricos que afectan a los rumiantes.

<p>Abomaso</p>	<p><i>Haemonchus contortus</i> <i>Haemonchus placei</i> <i>Mecistocirrus digitatus</i> <i>Teladorsagia ostertagi</i> <i>Teladorsagia circumcincta</i> <i>Ostertagia trifurcata</i> <i>Marshallagia marshalli</i> <i>Trichostrongylus axei</i></p>
<p>Intestino delgado</p>	<p><i>Strongyloides papillosus</i> <i>Trichostrongylus colubriformis</i> <i>Trichostrongylus vitrinus</i> <i>Trichostrongylus capricola</i> <i>Bunostomum plebotomum</i> <i>Bunostomum trigonocephalum</i> <i>Gaigeria pachyscelis</i> <i>Nematodirus battus</i> <i>Nematodirus spathinger</i> <i>Nematodirus fillicolis</i> <i>Cooperia cuticei</i> <i>Cooperia coperi</i> <i>Cooperia punctata</i> <i>Cooperia pectinata</i></p>
<p>Ciego y colon</p>	<p><i>Skrjabinema ovis</i> <i>Chabertia ovina</i> <i>Oesophagostomum venulosum</i> <i>Oesophagostomum columbianum</i> <i>Trichuris ovis</i></p>

El parasitismo afecta de manera importante el desarrollo de la ovinocultura debido a que provoca trastornos que interfieren en la nutrición y el desarrollo normal de los animales, produciendo retraso en el crecimiento, desnutrición, baja conversión alimenticia, baja producción de leche, diarrea, anemia, edema submandibular, pérdida de apetito, bajos índices de fertilidad y en algunos casos muertes en animales jóvenes (Soulsby, 1988; Navarre y Pugh, 2002; Quiroz, 2003).

Dichos signos varían según la especie de nematodos presentes en la infección y el estado nutricional del animal. Se debe considerar que en la mayoría de los casos la presencia de parásitos pasa inadvertida por la ausencia de signos clínicos (Cuéllar, 1986), lo anterior reduce la rentabilidad de las explotaciones.

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 y col., 1991; Quiroz, 2003).

Al *H. contortus* también se le conoce como el gran gusano del estómago o gusano del cuajar de los rumiantes. El *H. contortus* tiene una distribución mundial y su mayor importancia está en las áreas tropicales y subtropicales, esto debido a que en estos climas se encuentran las condiciones más adecuadas para el desarrollo y supervivencia de las larvas (Urquhart y col., 2001).

El *H. contortus* se localiza en el abomaso preferentemente en la región fúndica, los machos miden de 19 a 22 mm y las hembras de 25 a 34 mm de longitud. En estado fresco da el aspecto de un palo de peluquería, debido al color rojo del intestino con sangre y al color blanco de los testículos enrollados en espiral en torno al intestino (Lapage, 1981; Soulsby, 1988; Meana y Rojo, 1999; Quiroz, 2003).

El ciclo biológico de los NGE comprende dos fases, una exógena y otra endógena. La primera se da desde la eliminación de huevos en heces hasta la formación de la larva infectante. Los animales parasitados excretan huevos en sus heces. La excreción de huevos es variable y depende del hospedador (edad, estado inmunitario, consistencia fecal) y del parásito (proliferidad de las hembras); las hembras de *H. contortus* eliminan de

5,000 a 10,000 huevos por día por hembra. Una vez eliminados en las heces, en el interior del huevo se desarrolla la L₁, que eclosiona y muda pasando a L₂ y a L₃, que en condiciones ambientales adecuadas alcanzan el estado infectante en 4 a 6 días. Las L₃ retienen la cutícula de la fase anterior y emigran a la punta de los pastos (Meana y Rojo, 1999). Existen dos tipos de migración, la migración vertical se presenta cuando las larvas suben a las gotas de rocío que se encuentran en la punta de los pastos y está regulada por varios tropismos: hidrotropismo positivo, esto es que buscan las zona húmedas; fototropismo negativo que evitan la luz intensa, termotropismo positivo a una temperatura de 15 a 37°C y un geotropismo negativo porque se aleja del suelo buscando la parte alta de los pastos (Quiroz, 2003). La migración horizontal ocurre en forma activa, y se da cuando la larva por si sola recorre algunos centímetros, y también se puede dar en forma pasiva pudiendo ser por el pisoteo de los animales en los potreros, por esporulación de hongos que crecen sobre las heces o por medio de artrópodos coprófagos (Soulsby, 1988; Cuéllar, 2004a).

La fase endógena inicia con la ingestión de la larva infectante (L₃) hasta el desarrollo de los parásitos adultos, la cópula y la producción de huevos.

La infección de los animales se inicia con la ingestión de pastura contaminada con L₃, aproximadamente 30 minutos después de la ingestión la L₃ pierde la cutícula de la muda anterior, con lo que la larva, ayudada por sus movimientos puede salir y de esta forma llega a abomaso. Las larvas infectantes penetran en la mucosa del abomaso, específicamente en las glándulas gástricas, donde se alimentan de sangre y mudan a L₄, ésta también crece e ingiere sangre para salirse de la mucosa y mudar a L₅ o preadulto que maduran sexualmente y pasan a adultos. Tras la cópula, las hembras comienzan a poner huevos, para terminar el ciclo (Meana y Rojo, 1999).

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 (Soulsby, 1988; Cuéllar, 2004a). Este fenómeno se describe como el cese temporal 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). La naturaleza precisa de este fenómeno se desconoce aunque algunos trabajos mencionan que se debe a factores genéticos, inmunológicos o

ambientales, el fenómeno coincide cuando las condiciones ambientales son adversas como son los meses fríos y épocas secas (Meana y Rojo, 1999; Quiroz, 2003).

La reanudación del desarrollo de las larvas se produce simultáneamente cuando las condiciones ambientales son adecuadas para la supervivencia de las fases libres y está asociada probablemente con un estímulo estacional (Lapage, 1981). La única evidencia que se tiene es el cambio de niveles hormonales (prolactina) de las ovejas que hace que se manifieste el fenómeno de alza posparto (Soulsby, 1988).

Al coincidir la madurez sexual de los adultos procedentes de larvas hipobióticas, se eliminan grandes cantidades de huevos que contribuyen a la contaminación ambiental de una época del año favorable para el desarrollo de las L₃ siendo muy alto el riesgo de infección para los animales jóvenes (Meana y Rojo, 1999).

Una alimentación deficiente en nutrientes es causa de que los animales presenten cargas parasitarias elevadas ya que los niveles proteicos influyen en la habilidad del hospedador para desarrollar una respuesta inmune contra los nematodos gastroentéricos (Cuéllar, 1992; Coop y Kyriazakis, 1999).

Los ovinos se consideran la especie en que con mayor frecuencia se encuentran los nematodos, debido a que pastorean a ras de suelo y son sumamente selectivos consumiendo forraje muy tierno el cual tiene mayor posibilidad de tener grandes cantidades de larvas infectantes (Cuéllar, 1992; Cuéllar, 2004a).

La gravedad de la acción patógena depende de la intensidad de la infección y la edad de los animales; los corderos son más susceptibles que los adultos en parte debido a la primoinfección y por la falta de madurez del sistema inmunocompetente (Quiroz, 2003).

El *H. contortus* al localizarse en el abomaso penetra en las glándulas gástricas y al desarrollarse dentro de estas ocasiona lisis de las células productoras de ácido clorhídrico y de células cimógenas productoras de pepsinógeno (Meana y Rojo, 1999; Cuéllar y col., 2003b). Al disminuir la producción de ácido clorhídrico hay un aumento de pH repercutiendo en la digestión proteica ya que el pepsinógeno no es transformado en pepsina y las proteínas no son aprovechadas (Meana y Rojo, 1999). Durante este periodo

las larvas ejercen una acción antigénica, debida a la muda, al líquido de ésta y a secreciones y excreciones, que en algunos casos necrosan tejido circunvecino y otros provocan una respuesta inmune local y humoral (Quiroz, 2003). Una vez que las larvas salen de las glándulas se producen daños graves debido a la hematófagia ya que producen pequeñas úlceras con hemorragias capilares (Meana y Rojo, 1999). Por su parte, está documentado que el nematodo adulto consume aproximadamente 0.05 ml de sangre por día (Dunn, 1983; Soulsby, 1988; Quiroz, 2003).

En cuanto a la manifestación clínica de la enfermedad, en muchos casos el problema pasa inadvertido por la ausencia de signos clínicos, consecuencia de una baja carga parasitaria y/o un buen estado nutricional del animal parasitado (Cuéllar, 1986).

Cuando existe una alta carga parasitaria por NGE o el animal padece una desnutrición marcada, hay una manifestación clínica muy evidente del problema. Esto puede ocurrir en forma aguda o crónica en función a la cantidad de larvas infectantes consumidas y la capacidad de respuesta del animal afectado. Los corderos en crecimiento que padecen la forma aguda mueren por una pérdida severa de sangre y muchas veces sin mostrar signos.

En los casos crónicos hay pérdida del apetito, disminución de la condición corporal, mucosas pálidas, edema submandibular, debilidad, marcha tambaleante, pelo hirsuto, baja de producción láctea y diarrea (Cuéllar, 1986; Quiroz, 2003). Esta presentación también ocasiona la muerte del animal.

Las lesiones más comunes asociadas a la presencia de NGE son una canal pálida, edematosa y con pobre estado de carnes, ausencia de grasa y presencia de líquido en cavidad peritoneal, torácica y en el pericardio (Dunn, 1983; Cuéllar, 1986). En el abomaso se observa la presencia de adultos de *H. contortus*, la pared se encuentra hiperémica, engrosada y pueden observarse coágulos y ulceraciones en los puntos donde el gusano se alimenta de sangre. El contenido del abomaso suele tener un color rojo parduzco por la presencia de sangre y las vísceras están en extremo pálidas (Lapage, 1981; Dunn, 1983; Cuéllar, 1986; Meana y Rojo, 1999; Radostiits y col., 2002).

El diagnóstico de la nematodiasis gastrointestinal se realiza mediante los signos clínicos y los hallazgos a la necropsia, además de realizar pruebas de laboratorio a través de la técnica cuantitativa de Mc Master y el cultivo larvario para identificar los géneros de NGE presentes (Cuéllar, 1986; Quiroz, 2003).

Desde el punto de vista clínico, es importante realizar un diagnóstico diferencial con la fasciolosis, coccidiosis, monieziosis, paratuberculosis, linfadenitis caseosa, malnutrición y problemas de dentición (Quiroz, 2003).

Existen muchos fármacos para el tratamiento de la infección por NGE y en especial contra el *H. contortus* entre los que se encuentran los bencimidazoles, probencimidazoles, imidazotiazoles, lactonas macrocíclicas, salicilanidas, los cuales se eligen dependiendo de la carga parasitaria, tipos de nematodos involucrados, disponibilidad y costo del medicamento y sobretodo la resistencia que pueda presentar el parásito a los diferentes fármacos (Prichard, 1994).

El desarrollo constante de nuevos compuestos por parte de la industria farmacéutica, ha sido tan estimulante como preocupante. Estimulante por las múltiples posibilidades de aplicación preventiva y/o curativa contra enfermedades parasitarias de importancia económica, pero a la vez preocupante por las posibilidades para desarrollar resistencia, crear desequilibrios ecológicos y ocasionar residuos en carne leche y lana. En efecto, el desarrollo de resistencia se encuentra íntimamente ligado a la presencia de residuos, como consecuencia del incremento en la frecuencia – dosis de droga (Nari, 2001).

Con el uso intensivo de los fármacos antiparasitarios se seleccionan a aquellos nematodos que pueden sobrevivir al tratamiento, estos nematodos van a ser genética y fisiológicamente resistente a los antihelmínticos. Estos individuos se reproducen y su descendencia es resistente. Al utilizar sucesivamente antihelmínticos con mecanismo de acción similar se puede incrementar el grado de resistencia. En este caso, el antihelmíntico puede ser inefectivo para el control de la carga parasitaria (Prichard, 1994).

La resistencia a los antihelmínticos (RA) se ha definido como la presencia de una gran proporción de nematodos capaces de tolerar y sobrevivir a la aplicación de dosis normales de una o más familias de desparasitantes (Waller, 1997).

Pueden existir diversos tipos de RA (Nari, 1987):

Resistencia única: es cuando hay resistencia a un sólo antihelmíntico.

Resistencia colateral: se da cuando la resistencia a un antihelmíntico es el resultado de la selección de otra droga con un modo de acción similar.

Resistencia cruzada: se produce cuando la resistencia es el resultado de la selección de otra droga con un modo de acción diferente.

Resistencia múltiple: se presenta en dos o más grupos de antihelmínticos, ya sea como consecuencia de la selección de individuos dentro de un mismo grupo de drogas o como resultado de la resistencia colateral.

Reversión de resistencia: consiste en la disminución de individuos resistentes dentro de una población a la que se ha evitado presionar con el agente causal de su selección.

Selección contraria: es un tipo de reversión en el cual se refuerza e induce la selección a través de una droga de un modo de acción diferente a la que indujo resistencia.

Se ha sugerido que la principal razón por la que no se ha podido contener la RA es la población de parásitos en refugio (Van Wyk, 2003). La subpoblación de estados libres, especialmente huevos y larvas están en “refugio” ya que no son directamente afectadas por el antiparasitario. En los NGE, la presión del tratamiento sólo se realiza sobre una pequeña parte de la población de parásitos. Por esta razón, el uso de un antiparasitario muy eficaz es importante para la dilución de parásitos en refugio. Muchos individuos del refugio suelen perderse como consecuencia de condiciones ambientales, depredadores o simplemente porque no coincidieron con el hospedador apropiado. Una vez en el animal los parásitos susceptibles y resistentes estarán sujetos a pérdidas provocadas por las defensas inmunitarias. Finalmente todos aquellos individuos que hayan superado estas barreras y el tratamiento con antiparasitarios tendrán importancia en el desarrollo de RA (Nari, 2001).

Estos problemas han dado pauta para desarrollar métodos de control de parásitos internos que sean menos dependientes de los antihelmínticos. Recientemente se ha empleado la desparasitación selectiva como una forma de mantener un reservorio de larvas susceptibles en el refugio y de esta manera podría retrasarse el desarrollo de cepas de NGE con RA. Una alternativa es el uso del sistema denominado FAMACHA. Su nombre viene de las siglas de su primer ideólogo Francois (FAffa) MAIan CHArt (Bath y col., 2001). Este sistema surge en respuesta a la necesidad de métodos prácticos y baratos que pueden ser utilizados en los rebaños para el control parasitario.

El sistema FAMACHA es un método que recientemente se está utilizando para el control de *H. contortus*, que es el problema sanitario más importante de los pequeños rumiantes criados en zonas con lluvias de verano, particularmente en áreas tropicales y subtropicales. Debido a que las características de se animales resistentes (habilidad de prevenir o eliminar la infección) y resilientes (habilidad de sobrellevar los efectos de parásitos) han demostrado ser heredables, aunque no altamente, con el sistema FAMACHA se pueden seleccionar a los animales para desarrollar estas características.

El principio de este sistema se basa en el hecho de que la coloración de las membranas mucosas de los ojos es consecuencia del volumen de glóbulos rojos de la sangre, cuya palidez es un indicador clínico de anemia; para corroborar que existe esta condición se puede medir la proporción del volumen del paquete celular en relación al plasma (a través de la prueba de hematocrito). Monitoreando la anemia, pueden identificarse los animales resilientes y susceptibles, y así poder tratarlos de manera individual sin necesidad de desparasitar a todo el rebaño (Bath, 2004). Debido a que *H. contortus* es un nematodo hematófago, los efectos de una gran carga parasitaria en ovinos susceptibles, pueden ser ocasionar una disminución en la cantidad de eritrocitos en la sangre.

Entre las ventajas por el uso del sistema FAMACHA están:

- Disminuye la frecuencia de aplicación de antihelmínticos a animales que no lo requieren, logrando así retrasar la RA a los mismos.
- Se puede identificar si el medicamento antihelmíntico es eficaz o no.

- Se identifican los animales que de manera individual, por más de dos ocasiones no responden al tratamiento y así eliminarlos del rebaño.
- Al revisar al rebaño con regularidad, los animales pueden ser tratados antes de que los signos y sus efectos sean demasiados severos.
- Si hay una gran acumulación de larvas infectantes en la pastura, un aviso temprano del daño inminente es el aumento súbito en el número de ovinos anémicos.
- El procedimiento de inspección de ojos de los animales es rápido y puede hacerse en forma paralela a otras actividades como vacunación, pesaje, evaluación de condición corporal.
- Debido a que los ovinos son revisados frecuentemente, es fácil descubrir otros problemas no relacionados con la parasitosis.

Desde luego que, como con otras técnicas, existen desventajas cuando se emplea el sistema FAMACHA:

- Es exclusivo para detectar *Haemonchus*.
- Debe emplearse un programa integral de control de la hemoncosis conjuntamente con el sistema FAMACHA, ya que este sólo mejorará pero no remplazará el programa de control.
- El conteo de huevos en las heces debe ser medido regularmente cada 4 a 6 semanas.
- Existen otras causas de anemia que pueden ocasionar confusión como son: Bunostomiasis, fasciolosis, parásitos externos, infecciones bacterianas y deficiencias nutricionales.

- Ciertos factores pueden hacer que las membranas mucosas de los ojos aparenten ser más rojas de lo que deberían y enmascarar la presencia de la anemia como son: polvo, instalaciones mal ventiladas, calor, fiebre e infecciones de los ojos.

Algunas recomendaciones para el uso práctico del sistema FAMACHA:

- Usarlo solo como parte de un programa integral de control parasitario.
- En la primera mitad del verano (o al inicio de la temporada de lluvias), instituir un programa estratégico de desparasitación, pero a bajo nivel y conjuntamente con el monitoreo del conteo fecal de huevos, el sistema de pastoreo rotacional y la alternancia de pastoreo con caballos.
- Durante esta etapa se debe llevar a cabo la evaluación del rebaño cada dos o tres semanas por personas entrenadas, totalmente competentes para ver los cambios indicativos de anemia.
- En la segunda parte del verano (o a la mitad de la temporada de lluvias), o más temprano en áreas con climas templados con alta humedad, lluvias o irrigación, puede ser necesario monitorear al rebaño más seguido, inclusive semanalmente.
- Siempre utilizar la tarjeta FAMACHA en las evaluaciones, no depender de la memoria de inspecciones anteriores.
- Cualquier ovino que se observe claramente anémico con índices del sistema FAMACHA (IF) 4 ó IF 5 con la tarjeta FAMACHA, y casos dudosos (IF 3), debe ser tratado con un principio activo apropiado y marcado o identificado de alguna manera permanente (aretes, marcas en las orejas, muescas, cordones amarrados, etcétera).
- Si el sistema es usado en cabras, se recomienda que cualquier animal evaluado con IF 3 deberá ser tratado.

- Si una gran proporción (>10%) del rebaño se encuentra anémica (IF 4 e IF 5) en cualquier evaluación, se recomienda desparasitar a todo el rebaño y si es posible, cambiar de pradera.
- Si el rebaño ha estado en el mismo pastizal por más de dos meses, sólo deben tratarse los ovinos anémicos antes de que el rebaño sea cambiado de lugar. Si es necesario desparasitar a todo el rebaño, entonces debe dejarse en la misma pradera por lo menos una o dos semanas antes del cambio.
- Se recomienda la eliminación de aquellos ovinos que requieren el tratamiento antiparasitario en dos ocasiones consecutivas.
- Si el rebaño es muy grande, puede evaluarse una muestra aleatoria de 50 ovinos. Si el porcentaje combinado de IF 1 e IF 2 excede el 80% (de preferencia el 90%) y no hay IF 4 e IF 5 en la muestra, es poco probable que haya riesgo al no examinar el rebaño completo. Sin embargo, si algún ovino posee un IF 4 o IF 5, o si el IF 3 excede del 10 al 20%, es conveniente examinar todo el rebaño.
- Los animales despigmentados en su piel pueden parecer anémicos inclusive a distancia, porque su nariz y/o vulva se ven pálidas.
- En forma especial, se deben examinar los ovinos que se retrasan en el rebaño. Ellos pueden estar padeciendo los efectos de la anemia.
- Se recomienda siempre revisar a los animales con edema submandibular. Se deben desparasitar todos los ovinos con esta condición, independientemente de la presencia o ausencia de anemia.

Objetivos.

1. Evaluar el uso del sistema FAMACHA en un rebaño ovino mantenido en pastoreo en clima tropical subhúmedo y que presenta resistencia múltiple a antihelmínticos.
2. Conocer los cambios del índice FAMACHA, condición corporal, volumen del paquete celular y conteo de huevos a través del tiempo en los animales del rebaño a evaluar.
3. Correlacionar los parámetros evaluados en dicho rebaño.

Material y métodos.

Localización.

El presente trabajo se realizó en una explotación ovina comercial *Rancho Hidalgo* ubicado en el km 18.5 de la carretera Tinajas-Ciudad Alemán, municipio de Tierra Blanca en el Estado de Veracruz (clima cálido-húmedo, Su temperatura media anual es de 32 °C, su precipitación pluvial media anual es de 1.356,5 mm y una humedad relativa del 80%).

Animales.

El rebaño consistía de 2,800 animales de las razas Pelibuey variedad canela y una cruce de Blackbelly x Katahdin, los cuales se identificaron por medio de collares con números. Se alimentaban en praderas (pasto Pangola 8.4% de proteína cruda -PC- y Estrella de África 14.2% PC). Durante el encierro nocturno, sólo en las etapas de lactancia y empadre, recibieron una suplementación con bagazo húmedo de cervecería que contenía un 16 % PC.

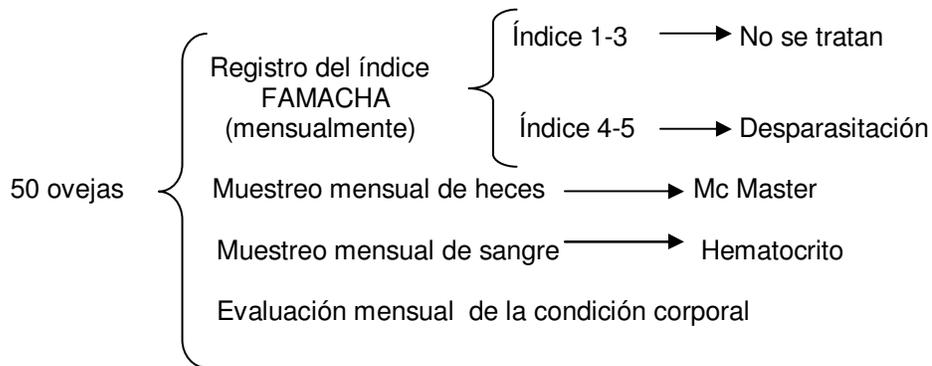
El objetivo productivo de este rebaño ovino es la producción de cordero para abasto y algunos animales se orientan a pie de cría.

Diseño experimental.

En este trabajo se evaluó como se modifican los índices FAMACHA a través del tiempo en un rebaño con infección natural a nematodos gastroentéricos (NGE) y en el que ya existe la evidencia de resistencia múltiple a antihelmínticos. Dichos índices se correlacionaron con los diferentes parámetros evaluados: la eliminación de huevos de NGE, el volumen del paquete celular y la condición corporal.

Se seleccionó a un grupo de 50 ovejas en diferentes etapas fisiológicas a las cuales se les efectuó un seguimiento mensual durante un periodo de seis meses.

El esquema general que se siguió fue:



Aplicación del sistema FAMACHA.

Se evaluó el grado de anemia de cada una de las ovejas seleccionadas a través de la asignación del índice correspondiente de acuerdo a la tarjeta del sistema FAMACHA (Fig.1) tomando en cuenta el color de la mucosa ocular siguiendo las recomendaciones del propio sistema.

La aplicación de ese método se hizo de acuerdo a las recomendaciones expuestas en el folleto informativo de la tarjeta FAMACHA elaborado por la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Pretoria, el Instituto Veterinario de Onderstepoort, y La Asociación Veterinaria Sudafricana (Bath, 2004).

Instrucciones de uso:

Examen:

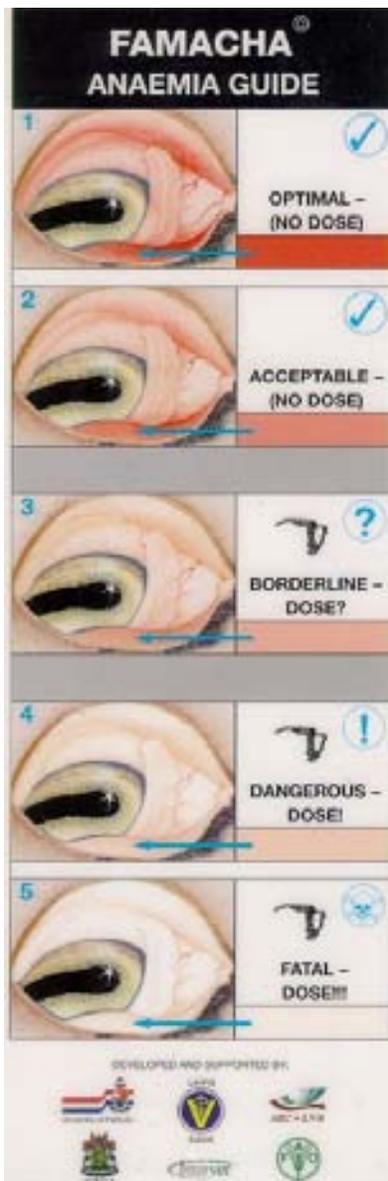
- Examine a los ovinos en un sitio con buena luz natural.
- Abra los párpados presionando el párpado superior hacia abajo con el pulgar de la mano de arriba, mientras con el pulgar de la mano de abajo se jala suavemente el párpado inferior hacia abajo.
- Observe especialmente el color del interior del párpado inferior.

- Abra el párpado del animal rápidamente, en caso contrario la membrana mucosa se puede enrojecer.
- Compare los colores observados con los de la tarjeta.
- Califique a los ovinos de 1 a 5 y proceda según lo explicado en el folleto.
- En caso de duda, califique al ovino en la categoría más baja (más pálida).
- Examine a los animales cada dos o tres semanas y en caso necesario en forma semanal.
- Deben desparasitarse los animales con IF 4 e IF 5 con un antihelmíntico eficaz para la eliminar población de NGE presente. También recibirán tratamiento los ovinos con IF 3 que además tengan una baja condición corporal o algún otro signo de la infección por NGE.

Precauciones:

- La tarjeta debe utilizarla sólo personal entrenado para ese propósito.
- Esta guía está diseñada únicamente para ovinos.
- Esta tarjeta es útil únicamente para el control del *Haemonchus contortus*.

Figura 1. Tarjeta del sistema FAMACHA.



Tratamiento.

Los ovinos que tuvieron IF 4 o IF 5 se desparasitaron con moxidectina. Este antiparasitario mostró un 100% de eficacia en un trabajo previo en dicha explotación ante la presencia de NGE con resistencia múltiple a antihelmínticos (Reyes, 2007).

La aplicación del fármaco se efectuó por vía subcutánea en la región de la axila y la dosificación se basó en el peso del animal y la dosis empleada fue de 200 µg/kg de peso vivo.

Parámetros parasitológicos.

Se tomaron muestras de heces directamente del recto de cada animal, usando bolsas de polietileno, las cuales se identificaron con el número de cada animal. Las muestras de materia fecal se mantuvieron en refrigeración hasta su procesamiento en el Laboratorio de Parasitología de la FES Cuautitlán. Las técnicas empleadas para el análisis de heces fue la de Mc Master para cuantificar la eliminación de huevos de NGE. También se efectuaron cultivos larvarios para identificar los géneros de los parásitos involucrados.

Estimación del volumen del paquete celular.

Para la estimación del volumen del paquete celular se tomaron muestras de sangre de cada una de las ovejas. La sangre se obtuvo por venopunción en la vena yugular y se depositó directamente en tubos al vacío con EDTA como anticoagulante; cada tubo se identificó con el número del animal y posteriormente se procesaron en el Laboratorio de Parasitología de la FES Cuautitlán mediante la técnica de microhematocrito.

Condición corporal.

La condición corporal se evaluó considerando las recomendaciones anteriores y las dadas por la Comisión de Ganado y Carne (Haresing, 1989) y que se muestran en el cuadro 2. Dicha evaluación se hizo en cada una de las ovejas y así identificar la condición corporal en que se encuentran, colocándolas en una escala de 1 a 5.

Al igual que todas las técnicas subjetivas, la habilidad del evaluador es vital con el fin de evitar cualquier inconsistencia, por ello, siempre la determinó la misma persona.

Cuadro 2. Clasificación de la condición corporal en corderos según la Comisión de Ganado y Carne.

Índice de condición corporal	Lomo	Cola	
1	Los procesos espinosos son muy prominentes. Los procesos individuales se palpan muy fácilmente. Los procesos transversos son prominentes. Es muy fácil palpar entre los procesos.	Cubierta de grasa muy delgada. Los huesos individuales son muy fáciles de detectar.	
2	Los procesos espinosos son prominentes. Cada proceso se palpa fácilmente. Procesos transversos: cada proceso se palpa fácilmente.	La cubierta de grasa es delgada. Los huesos individuales se detectan fácilmente con presión leve.	
3	Procesos espinosos y transversos: Las puntas son redondas. Con una presión leve los huesos individuales se palpan como corrugaciones.	Los huesos individuales se detectan fácilmente con presión leve.	
4	Procesos espinosos: La punta de los huesos individuales se sienten como corrugaciones con presión moderada. Procesos transversos: Las puntas se detectan sólo con presión fuerte.	La cubierta de grasa algo gruesa. Los huesos individuales son detectados con presión fuerte.	
5	Procesos espinosos y transversos: Los huesos individuales no pueden ser detectados aún con una presión fuerte.	La cubierta de grasa es gruesa. Los huesos individuales no pueden detectarse aún con presión fuerte.	

Fuente: Haresing (1989).

Análisis de resultados.

Para el análisis de los datos del número de huevos, las cifras de eliminación de huevos en las heces se transformaron al logaritmo 10 para estabilizar la varianza. Se calculó el coeficiente de correlación entre las variables de interés.

Resultados

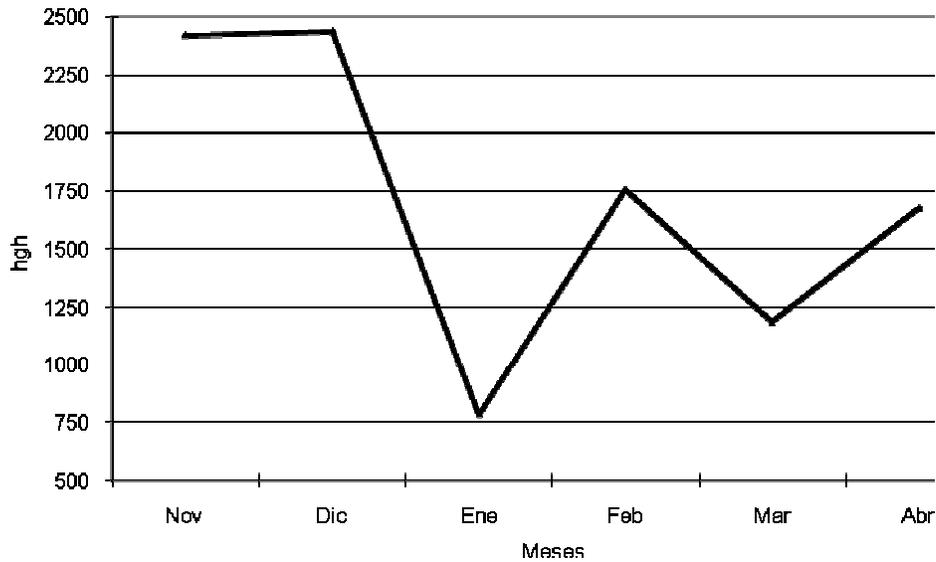
A continuación se exponen los resultados referentes a la evaluación del sistema FAMACHA en el rebaño total. Se tomaron en consideración los aspectos parasitológicos (eliminación de huevos por gramo de heces e identificación de los géneros nematodos gastroentéricos (NGE) involucrados), hematológicos (porcentaje del volumen del paquete celular) y productivos (condición corporal).

Eliminación de huevos y géneros de nematodos gastroentéricos involucrados.

En la figura 2 se puede observar que la eliminación de huevos de NGE en los primeros dos meses de muestreo fue similar, en promedio se eliminaron cerca de 2,450 huevos por gramo de heces (hgh) en el mes de noviembre y diciembre, siendo este momento donde mayor eliminación de huevos existió de todas las evaluaciones.

Para el mes de enero se presenta una notable disminución en la eliminación de huevos de NGE, llegando a 783 hgh, siendo en este mes donde menor excreción se detectó. Posteriormente se presentan ligeros altibajos en el conteo de huevos, para febrero hay un ligero incremento en la eliminación alcanzando los 1,755 hgh, disminuyendo en marzo (1,176 hgh) para finalizar en abril con 1,679 hgh.

Fig.2 Eliminación de huevos por gramo de heces (hgh) de nematodos gastroentéricos del total de animales.



Géneros de nematodos gastroentéricos involucrados

En cuanto a los géneros de NGE y su proporción presentes en el rebaño evaluado (cuadro 3), se puede observar que el género más frecuentemente identificado fue el *Haemonchus*, siempre con cifras mayores al 78% y alcanzando su máximo en los meses de enero y marzo con más del 90%. El género *Teladorsagia* ocupó el segundo lugar en frecuencia, oscilando entre 4.3% y 12.2%, esta última cifra se detectó en abril. Por su parte, *Oesophagostomum* se detectó de febrero (4.3%) a abril (2.1%). El género *Cooperia* se identificó en febrero, marzo y abril, en este último mes ocurrió el mayor porcentaje (6.9%). Los NGE del género *Trichostrongylus* sólo se diagnosticó en el mes de febrero con 0.8%.

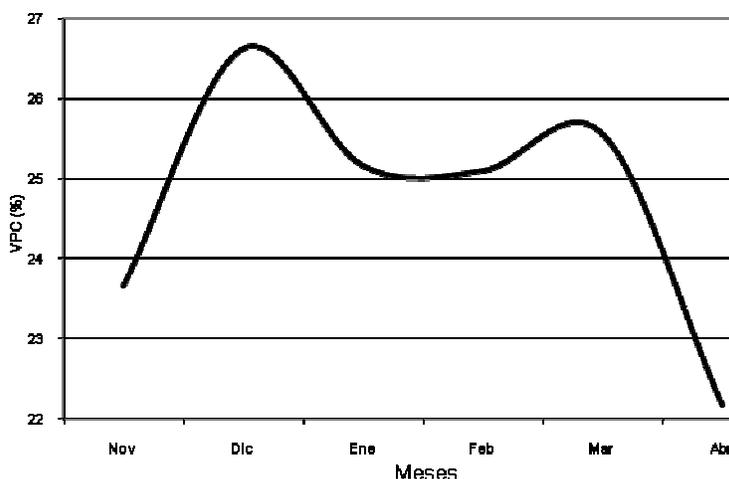
Cuadro 3. Proporción de géneros de nematodos gastroentéricos identificados en ovinos en pastoreo.

Género	Mes de evaluación			
	Enero	Febrero	Marzo	Abril
<i>Cooperia</i>	0.0	2.6	0.8	6.9
<i>Haemonchus</i>	91.4	88.0	92.9	78.8
<i>Oesophagostomum</i>	0.0	4.3	1.7	2.1
<i>Teladorsagia</i>	8.6	4.3	4.6	12.2
<i>Trichostrongylus</i>	0.0	0.8	0.0	0.0

Porcentaje del volumen del paquete celular.

En la figura 3 se exponen los valores del porcentaje del volumen del paquete celular (VPC) del rebaño total. Se puede observar que el valor inicial para este parámetro fue de 23.6% en el mes de noviembre para posteriormente incrementarse ligeramente en el mes de diciembre (26.6%), momento en donde se dio el valor máximo de todo el muestreo. Para los meses de febrero y marzo el porcentaje del VPC tuvieron cifras similares, alrededor de un 25%, que disminuyó a un 22.2% en el mes de abril, que fue la cifra más baja registrada.

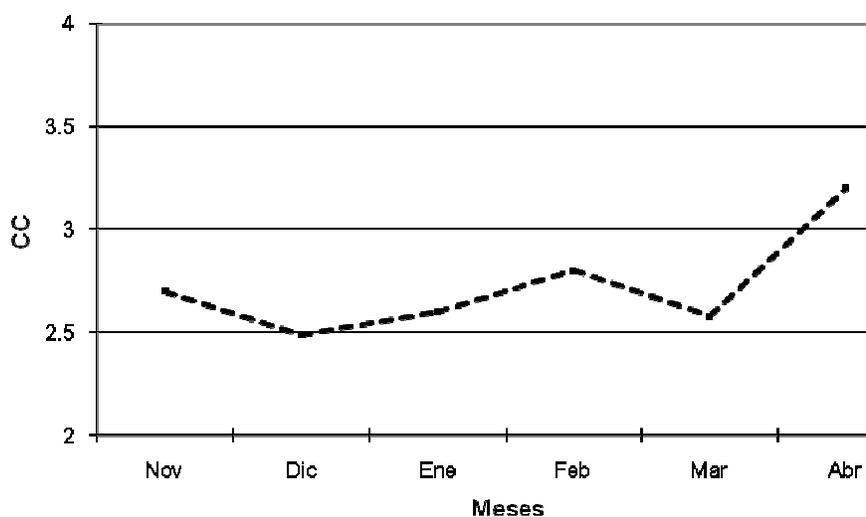
Fig. 3 Porcentaje de volumen del paquete celular (PVC) del total de animales.



Promedio de la condición corporal

El comportamiento de la condición corporal (CC) de ovinos infectados en forma natural por NGE se expone en la figura 4, se observa que la CC de los animales se mantiene con poca variación durante todos los muestreos, oscilando entre 2.5 y 2.8 entre los meses de noviembre y marzo, presentándose una ligera elevación (3.2) de este parámetro en el mes de abril.

Fig.4 Condición corporal (CC) del total de animales

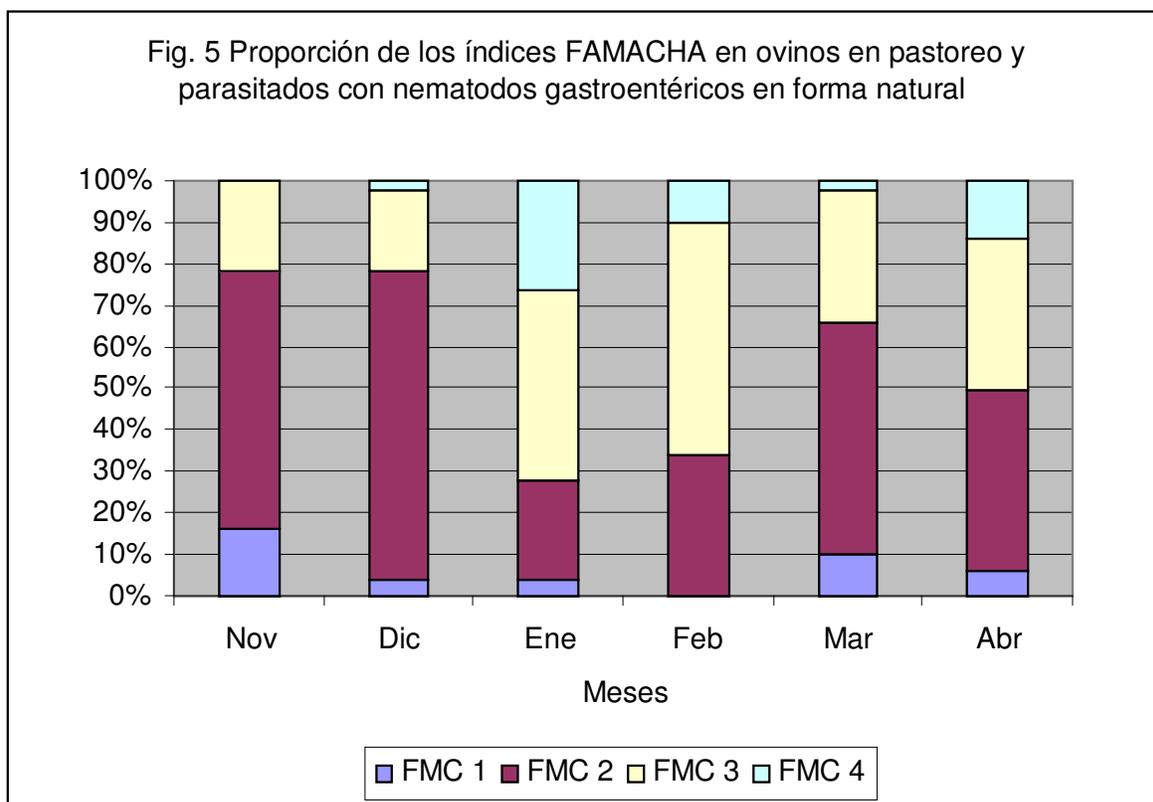


Índices del sistema FAMACHA.

En la figura 5 se muestra como se comportaron los ovinos mantenidos en pastoreo e infectados en forma natural con NGE con respecto a los índices del sistema FAMACHA (IF). Es notorio que, exceptuando el mes de enero, en todos los demás meses el IF 2 fue el más frecuente, siendo en noviembre (62%) y diciembre (74%) donde existieron mayor cantidad de animales con ese índice; en los otros muestreos hubo cerca del 50% de animales con IF 2.

Los IF 1 e IF 3 fueron los que más variaron durante todo el estudio. En la primera evaluación el 16% de los animales tenía el IF 1, disminuyendo drásticamente para diciembre y enero (4%), incluso en febrero no se registran animales con IF 1. Después se

observa nuevamente un ligero aumento del 10% en el mes de marzo, para finalizar a la baja con un 6% en el mes de abril. Por otra parte, el 22% de los corderos presentaron IF 3 en el mes noviembre, para enero y febrero hay un notorio repunte llegando al 46% de los animales con ese índice y terminando con un 36% en abril. Finalmente, no obstante que la proporción de animales que presentaron el IF 4 fue la menor, alcanzó el 26% en enero y el 14% en abril, solamente en el mes de noviembre no hubo animales con este índice.



Seguimiento de los animales que presentaron índice 4 del sistema FAMACHA durante los muestreos.

Haciendo un seguimiento de los 14 animales que tuvieron en algún momento un IF 4, se encontró que existieron animales donde después de la desparasitación ocurrió una disminución en la cantidad de hgh (n= 8, FAMACHA eficaz), otros que mantuvieron una gran eliminación de huevos de NGE (n= 4, con parásitos). Además algunos que a pesar de presentar IF 4, no tuvieron una elevada eliminación de hgh (n= 2, no parasitados).

En la fig. 6 se observa el comportamiento de la eliminación de huevos en los animales donde resultó eficaz el sistema FAMACHA. La evaluación se inició a partir de un mes antes (diciembre) de aparecer el mayor número de animales con IF 4. En esos animales hubo una gran eliminación de huevos en diciembre y enero (2,856 hgh y 1,706 hgh), posteriormente decrece en febrero a 956 hgh para terminar con 600 hgh en abril.

Los animales considerados como susceptibles y que presentaron IF 4 en varios de los muestreos, mantuvieron una elevada eliminación de huevos de NGE. Esa eliminación tendió a aumentar presentándose en enero una eliminación de 2,900 hgh y teniendo la máxima eliminación en febrero llegando a 6,775 hgh, disminuyendo posteriormente a 4,263 hgh y 3,450 hgh, para marzo y abril respectivamente.

En la misma figura, los animales que se indican como sin parásitos tuvieron baja eliminación de hgh antes de la aparición del IF 4 (diciembre con 100 hgh) y en los muestreos posteriores, siendo nula en febrero y la máxima eliminación en enero con 175 hgh.

Con respecto al VPC (fig. 7) se encontró que los animales en donde el sistema FAMACHA fue eficaz, hubo una ligera recuperación en ese parámetro después de que se presentó el IF 4 pasando de 21.8% a 24.8% dos meses después. En los ovinos susceptibles, que siguieron parasitados, así como en los que no poseían parásitos, se presentó una disminución paulatina llegando a 14.8% en el último mes de evaluación (abril) para los parasitados y de 29.7% a 24.5% en los de baja eliminación de huevos en ese mismo periodo.

La CC de los animales que tuvieron en algún momento IF 4, se mostró una mejora en este parámetro en prácticamente todos los animales a partir de que presentaron ese índice del sistema FAMACHA, sin embargo, en los animales donde ese sistema de control fue eficaz, mostraron una CC muy estable durante los meses subsiguientes pasando de 2.3 en enero a 3.0 en abril.

Fig. 6 Eliminación de huevos por gramo de heces (hgh) de nematodos gastrointestinales en ovinos que poseían índice 4 del sistema FAMACHA.

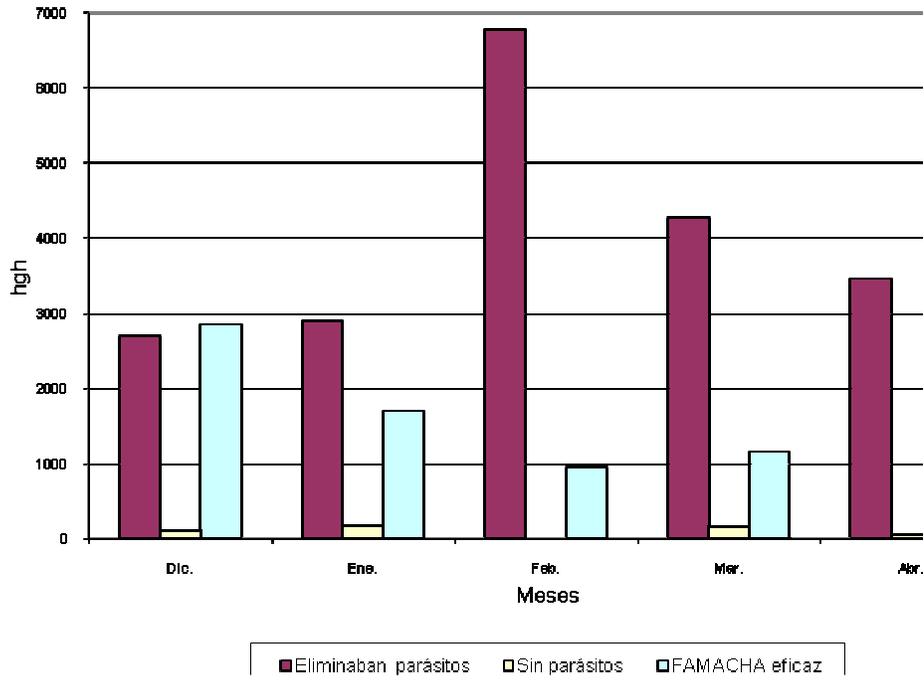


Fig. 7 Porcentaje del volumen del paquete celular (% VPC) en ovinos que poseían índice 4 del sistema FAMACHA.

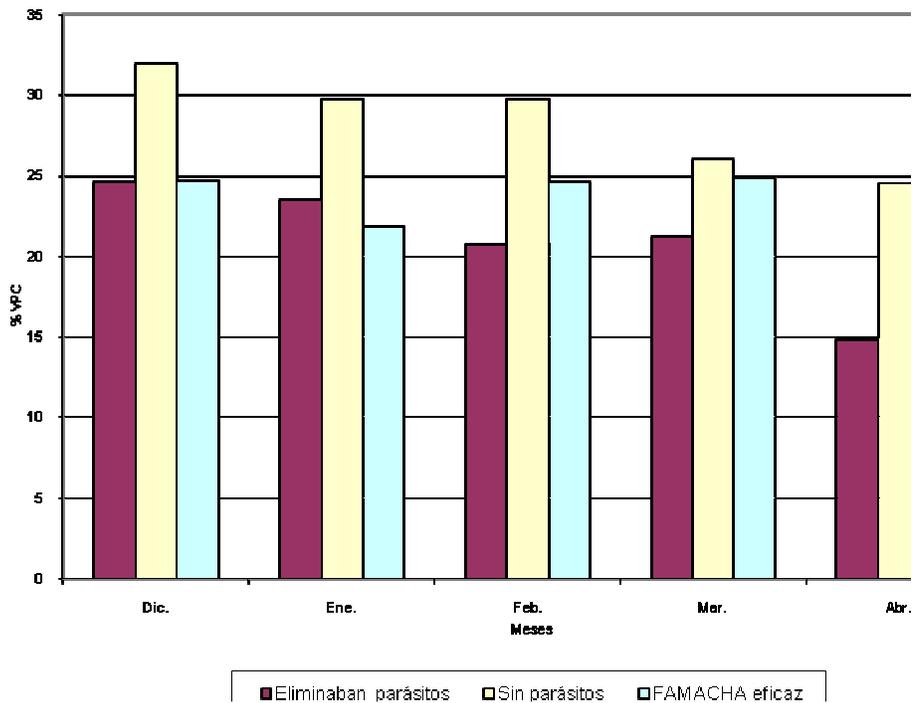
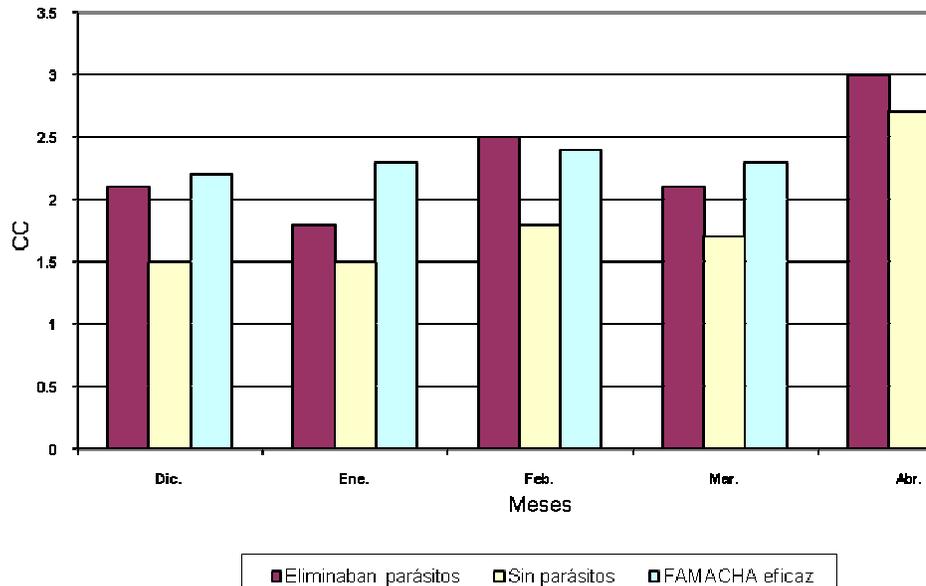


Fig.8 Condición corporal (CC) de ovinos que poseían el índice 4 del sistema FAMACHA.



Correlaciones entre las variables de interés.

En el cuadro 4 se exponen los coeficientes de correlación que fueron calculados durante los seis meses de evaluación para los resultados del índice FAMACHA y la eliminación de huevos, el porcentaje del VPC y la condición corporal. Asimismo se incluyen las correlaciones entre la condición corporal y la eliminación de huevos y el VPC.

Muchas de las correlaciones obtenidas, tanto durante los meses de estudio como las totales fueron bajas pero algunas estadísticamente significativas. Durante todos los muestreos, las correlaciones negativas entre la eliminación de huevos y el porcentaje del VPC fueron estadísticamente significativas, siendo esa significancia mayor ($P < 0.01$) en los meses de diciembre, marzo y abril. Todas las correlaciones calculadas para el mes de abril tuvieron una significancia mayor ($P < 0.01$). Cabe mencionar que prácticamente todas las correlaciones totales, excepto entre el índice FAMACHA y la eliminación de huevos ($r = 0.10$), fueron significativas ($P < 0.05$ y $P < 0.01$). Otras correlaciones con significancia elevada ($P < 0.01$) se dieron en enero para el índice FAMACHA y la eliminación de huevos ($r = 0.49$), para el índice FAMACHA y la CC ($r = -0.38$) y en el caso de la CC y la

eliminación de huevos (-0.49). En febrero la correlación fue muy significativa para el índice FAMACHA y el porcentaje del VPC ($r = -0.45$).

Cuadro 4. Correlaciones entre las variables de interés de ovinos en pastoreo infectados con nematodos gastroentéricos.

Meses	n	FAMACHA: hgh	FAMACHA: VPC	FAMACHA: CC	CC:hgh	CC:VPC	hgh:VPC
Noviembre	50	0.01	0.002	-0.05	0.18	0.02	-0.28*
Diciembre	50	0.19	-0.17	0.005	0.12	0.34*	-0.40**
Enero	50	0.49**	-0.09	-0.38**	-0.49**	0.15	0.28*
Febrero	50	0.19	-0.45**	-0.17	-0.16	0.20	-0.31*
Marzo	50	0.08	-0.28*	0.04	-0.11	0.17	-0.56**
Abril	50	0.39**	-0.37**	-0.37**	-0.45**	0.58**	-0.53**
Total	300	0.10	-0.18**	-0.12*	-0.20**	0.12*	-0.29**

Correlaciones estadísticamente significativas:

* $P < 0.05$

** $P < 0.01$

Discusión

En el rebaño estudiado, que como ya se mencionó, estaba parasitado en forma natural por NGE con RMA y durante los dos primeros meses (noviembre y diciembre) del muestreo la eliminación de huevos por gramo de heces (hgh) fue elevada, asociada posiblemente al fin de la época de mayor humedad y que de alguna manera permitió una mayor presencia de parásitos en los animales evaluados (Meana y Rojo, 1999), no se descarta el hecho de que pudiera existir un incremento en la fertilidad de los nematodos y por consiguiente el número de huevos eliminados por el tracto gastrointestinal, también se cree que este aumento se debe a la disminución parcial de la inmunidad del hospedador y al resultado de una combinación de nuevas infecciones, del desarrollo de larvas inhibidas y de una menor expulsión regular de adultos (Quiroz, 2003).

Durante esa mayor eliminación de huevos se presenta una mejora en el estado de salud de los animales evaluados, medido esto por el incremento en el porcentaje del volumen del paquete celular (VPC) y la condición corporal. El efecto inmediato es la disminución en la eliminación de huevos que pudo deberse a una continua exposición a larvas infectantes donde los corderos de más de seis meses y ovinos adultos pueden adquirir protección inmunológica contra NGE (Schallig, 2000).

Cuando se inicia con el empleo del sistema FAMACHA (noviembre) la mayor proporción de animales (53%) poseía un IF 2 y cerca del 22% IF 3. En este momento, al no existir animales con IF 4 o IF 5 no hubo necesidad de desparasitar. Para la siguiente evaluación (diciembre) disminuye sensiblemente la cantidad de animales con IF 1 y se incrementa la cantidad de animales con IF 2 y aparecen pocos con IF 4. Estos últimos fueron desparasitados con moxidectina, una lactona macrocíclica que tiene una acción eficaz contra los NGE de ovinos (Sumano y Ocampo, 1997), posee efecto residual pues tiene una afinidad por el tejido graso lo que le permite una acción y eliminación lenta pero eficaz (Coles y col., 1994), asimismo se ha visto que este fármaco evita la resistencia durante largo tiempo (Kerboeuf y col., 1995). Los animales con un IF 4 padecen una anemia severa como consecuencia de una gran carga parasitaria por NGE, particularmente cuando *H. contortus* es el más abundante (Coop y Kyriazakis, 1999) y por lo tanto

eliminan una gran cantidad de huevos en su excremento pues este nematodo es muy prolífico (Meana y Rojo, 1999). En ocho (57.1%) de los 14 animales que tuvieron en algún momento un IF 4, se presentó una disminución en la cantidad de hgh, en otras palabras el sistema FAMACHA fue eficaz, sin embargo, cuatro (28.6%) mantuvieron una gran eliminación de huevos y en dos (14.3%) los conteos de huevos fueron muy bajos.

En este trabajo se demostró que el parámetro hematológico medido (porcentaje del volumen del paquete celular -VPC-) tuvo cierta recuperación a medida que se desparasitaron los animales que tenían una eliminación de huevos elevada, sin embargo, al final de las evaluaciones el VPC disminuyó cuando se reinició una eliminación de huevos.

El VPC promedio de los animales evaluados tuvieron un porcentaje por debajo del normal que es de 27% (Jain, 1993). Van Wyk y Bath (2002) indican que los valores iguales o superiores al 28% corresponden al IF 1, de 23 a 27% al IF 2, del 18 a 22% a IF 3, entre el 13 y 17% al IF 4 y de 12% o menos, a IF 5. Esto no coincidió con los resultados obtenidos en este trabajo ya que la mayoría de los animales con IF 1 tuvieron un VPC menor al 28%, reportándose animales con VPC de 32% hasta 13%. Algunos animales con IF 4 tenían un VPC superior al 17%. Esa no coincidencia con lo reportado pudo ser consecuencia de una malnutrición pues los animales recibían una alimentación basada en el pastoreo y solo a las hembras gestantes y lactantes se les daba una suplementación en el encierro.

Cabe comentar que en los animales con IF 4 donde el sistema FAMACHA fue eficaz, después de la desparasitación hubo una ligera recuperación en ese parámetro (de 21.8% a 24.8% dos meses después), sin embargo en los que siguieron parasitados (susceptibles) y los que poseían una baja eliminación de huevos se presentó una disminución paulatina del PVC llegando a 14.8% en los primeros.

Además, en el rebaño había grupos de ovejas que se encontraban en diferente etapa de gestación incluso algunas parieron durante el tiempo que se realizó el muestreo. En la gestación la cuenta eritrocítica total y los valores de hemoglobina muestran una tendencia a reducirse al final de esa etapa fisiológica (Jain, 1993). Esto puede ocasionar variación

en el porcentaje del VPC. Además en el momento del parto y por las hemorragias naturales que ocurren, hay ligera modificación en el porcentaje del VPC.

Las variaciones en el VPC se vieron reflejadas en la coloración de la mucosa ocular y en consecuencia, con el índice del sistema FAMACHA. Al desarrollar ese sistema, las diferentes tonalidades de rojo que fueron preestablecidas con auxilio de la computación gráfica, representando cinco grados de anemia, incluyendo pequeñas variaciones para cada grado (Bath y col., 1996) donde se comprobaron que los diferentes grados de anemia presentaron una correlación de 0.8 con un grado de confiabilidad superior a 95% para las infecciones causadas por *H. contortus*.

Pérez (2006), trabajando con corderos Blackbelly y Columbia infectados experimentalmente con *H. contortus*, encontró que a través de la utilización del sistema FAMACHA, estadísticamente es posible diferenciar a cada uno de los índices encontrados en lo referente a la eliminación de huevos, el porcentaje del VPC y la condición corporal. En otras palabras, se detectó una cifra distinta, estadísticamente significativa ($P < 0.05$), para cada una de esas variables estudiadas en los cuatro índices comparados (IF 1 a IF 4).

Al aplicar un desparasitante eficaz (moxidectina), hay una reducción importante en la eliminación de huevos, sin embargo, no impide que para el siguiente muestreo (enero) aparezca una mayor proporción de animales con IF 4 (25%). En este sentido cabe mencionar que de los 14 animales que tuvieron en algún momento un IF 4, cuatro mantuvieron una gran eliminación de huevos de NGE y por tanto se consideran muy susceptibles a esos parásitos. Por otro lado, es de esperar que trascurra un mes para que exista una recuperación en cuanto a la coloración de la mucosa ocular y condición corporal cuando los animales son desparasitados.

En los últimos dos muestreos (marzo y abril), vuelven a incrementarse la proporción de ovinos con IF 3 y aparecer algunos con IF 4 lo que obliga a la desparasitación, no obstante, la condición corporal se mantiene en franca recuperación. Esto último se acompañó de un incremento en la eliminación de huevos, lo que hace suponer que los animales se encuentran en un estado de resiliencia, que es la capacidad del hospedador de soportar una carga parasitaria sin afectar sus niveles de producción (Van-Houtert y Sykes, 1996).

La resiliencia es un estado clínico dependiente del nivel nutricional de los animales y la parasitosis se hace clínicamente más evidente cuando hay un nivel nutricional inadecuado, en este sentido, Valdez y col. (2007) encontraron que los índices del sistema FAMACHA varían en función del estado nutricional de los ovinos y si éstos están libres de NGE o infectados con *H. contortus*. De hecho, los animales bien nutridos sin parásitos, mantienen índices prácticamente considerados como óptimos, sin embargo, cuando padecen subnutrición los índices FAMACHA que indican la presencia clínica de anemia se incrementaron.

En lo referente a la estimación de la condición corporal (CC) cabe mencionar que es un sistema indirecto que evalúa por palpación directa de diferentes partes del cuerpo, preferentemente en la región lumbar, la grasa subcutánea, el desarrollo muscular, profundidad del mismo y las prominencias óseas de apófisis transversas y espinosas de vértebras lumbares, que permiten explicar el contenido graso corporal del animal y de esta forma estimar la capacidad de movilización de dichas reservas o la necesidad de deposición en función a la etapa del ciclo productivo en que se encuentre el animal (Oviedo, 2008).

El promedio de la CC del rebaño en general se encontraba un poco bajo (2.2) considerando que la CC óptima en borregas gestantes debe ser de 2.75 a 3.25 (Oviedo, 2008), para el último mes (abril) se observa notable mejoría en la CC del rebaño siendo esta de 3.

La CC varió en forma paralela a la palidez de la mucosa ocular medida por medio del sistema FAMACHA, lo cual resulta lógico pues ambos signos se han asociado a la infección por NGE (Kaplan y col. 2004), pudiendo ser la condición corporal un indicador similar a la coloración de la mucosa ocular para sospechar de la presencia de parásitos.

Los NGE en el tracto gastrointestinal del hospedador se asocian 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 una disminución en su CC (Soulsby, 1988; Cuéllar, 2003a).

Desde luego que también existen diversas condiciones patológicas que afectan negativamente la condición corporal (Cuéllar, 2004b).

Una de las características más relevantes que permitieron desarrollar y dar validez al sistema FAMACHA son los altos coeficientes de correlación que existen entre el VPC y la coloración de la mucosa ocular, Van Wyk y Bath (2002) reportan una correlación significativa de 0.49 entre el índice del sistema FAMACHA y el porcentaje del VPC. En el presente trabajo para esta última correlación, considerando a todos los meses de evaluación, aunque fue altamente significativa ($P < 0.01$), fue mucho menor ($r = -0.18$) y sólo en tres de los meses (febrero, marzo y abril) fue estadísticamente significativa. Lo anterior indica que es factible que los animales infectados con NGE con buena nutrición tuvieron una ligera reducción en el porcentaje del VPC no afectándose la coloración de la mucosa ocular, fortaleciendo lo ya mencionado en el sentido que esos animales se encontraban en estado de resiliencia (Van-Houtert y Sykes, 1996). Valdez y Wong (2006) encontraron que se exacerba la severidad de la infección artificial por *H. contortus* cuando existe desnutrición inducida en los animales, quedando demostrado que la expresión clínica de la infección por NGE está asociada a una deficiente ingestión de proteína y energía (Abbott y col., 1986).

En cuanto a la correlación existente entre los índices del sistema FAMACHA y la eliminación de huevos, sólo en dos meses resultó significativa (enero y abril), siendo muy baja y no significativa en el resto de los meses y con el promedio total. Eso hace evidente que muchos de los animales con un índice FAMACHA bajo (IF 1, IF 2 ó IF 3) y que no fueron desparasitados, eliminaban huevos de NGE, favoreciendo el objetivo primordial de esta metodología, en el sentido de que esos animales aporten al refugio, entendido esto como el lugar (piso) donde los gusanos están protegidos de la acción antiparasitaria de los medicamentos, parásitos susceptibles a antihelmínticos, reduciendo de esta manera la proporción de nematodos resistentes (Nari, 2001; Van Wyk, 2003).

Por otro lado, para este sistema se ha calculado una sensibilidad entre un 76% a 85%, sin embargo, cabe mencionar que tiene una especificidad baja la cual oscila entre el 52% y el 55% (Vatta y col., 2001), esto quiere decir, como ya se indicó, que el sistema FAMACHA

no es apto para poder determinar o distinguir animales que padezcan otras causas de anemia como podrían ser una deficiencia en minerales, ingestión de dietas bajas en proteínas o fasciolosis, entre otras.

Ahora bien, tomando en cuenta las recomendaciones para el uso del sistema FAMACHA (Van Wyk y col. 2001), las cuales indican que sólo los animales con IF 4 o IF 5 deben recibir un tratamiento antiparasitario, existiendo la opción de desparasitación para aquellos con IF 3, en este trabajo y durante los seis meses de evaluación, sólo fueron diagnosticados pocos ovinos (9%) que tenían IF 4 y ninguno con IF 5. En un reporte similar (Gervacio y col., 2006), también con seis meses de duración, bajo un clima templado en el altiplano mexicano señalan que sólo el 1.6% de los ovinos deben ser tratados. Lo anterior indica que sólo una mínima parte de los animales debió ser desparasitado, disminuyendo la presión de selección hacia la aparición de cepas de NGE con RA, lo que contribuye a incrementar la proporción de parásitos susceptibles en el refugio (Nari, 2001) y como consecuencia, se disminuye la probabilidad de generar la RA, pues solo los animales más susceptibles, aquellos que muestran sus mucosas más pálidas, son los que deben recibir tratamiento y el resto del rebaño que están en estado de resistencia o en resiliencia no son desparasitados. Sotomaior y col. (2003), en el sur de Brasil, evaluando a un rebaño ovino infectado con NGE durante un periodo entre 9 y 12 meses, encontraron que se reduce hasta en un 86.1% el número de animales que se deben desparasitar y el 42.8% de los animales nunca requieren el tratamiento antihelmíntico.

Es importante hacer hincapié que el sistema FAMACHA no es infalible pues existen algunas enfermedades que ocasionan coloración pálida de la conjuntiva ocular debido a una anemia progresiva afectando el porcentaje del VPC. La parasitosis ocasionada por *Fasciola hepatica* origina una anemia que suele ser grave y las mucosas aparecen extremadamente pálidas, las fases juveniles penetran en el parénquima del hígado destruyendo las células hepáticas, produciéndose hemorragias (Martín y Aitken, 2002). Entre otros problemas que ocasionan anemia crónica están la paratuberculosis, linfadenitis caseosa visceral, problemas dentales y la ingestión de cuerpos extraños (Cuéllar, 2004b).

En este último sentido, cabe mencionar que muchos productores que emplean rutinariamente el sistema FAMACHA, eliminan del rebaño los animales con IF 4 o IF 5, deshaciéndose de esta manera de los ovinos más susceptibles a la infección por NGE y de aquellos que tienen alguna de las patologías mencionadas. En el presente trabajo hubo dos animales que tuvieron IF 4 y no eliminaban muchos huevos de NGE, lo que confirma que la decisión de deshacerse de esos animales es adecuada.

Conclusiones

Después de evaluar el uso de la desparasitación selectiva a través del sistema FAMACHA en un rebaño ovino mantenido en pastoreo en clima tropical subhúmedo parasitado con nematodos gastroentéricos (NGE) con resistencia múltiple a antihelmínticos se concluye lo siguiente:

- La eliminación de huevos de NGE por gramo de heces fue entre moderada y elevada en los seis meses de evaluación. El género de NGE más frecuente fue el *Haemonchus* oscilando su presencia entre el 78.8% y el 92.9%.
- Por la desparasitación con moxidectina de animales con IF 4, ocurrió una disminución en la eliminación de huevos de NGE para los muestreos subsiguientes y trascurrió un mes para una recuperación en cuanto a la coloración de la mucosa ocular.
- La moxidectina demostró ser un antiparasitario eficaz cuando se utiliza de manera controlada utilizando el sistema FAMACHA ya que se pudo observar que hubo una reducción de animales con IF 4.
- Los animales con un IF 1, IF 2 o IF 3 y que no fueron desparasitados, eliminaban huevos de NGE, favoreciendo el objetivo del sistema, en el sentido de que esos animales aportan al ambiente parásitos susceptibles a antihelmínticos, reduciendo de esta manera la proporción de nematodos resistentes.
- Durante los seis meses de evaluación, sólo el 9% de los ovinos tenían IF 4 y ninguno con IF 5, siendo ellos los únicos que debieron ser desparasitados, disminuyendo la presión de selección hacia la aparición de cepas de NGE con resistencia a antihelmínticos.
- La condición corporal demostró ser un indicador eficaz para detectar animales resilientes ya que a pesar de estar eliminando gran cantidad de huevos de NGE esta no se ve afectada.

- La condición corporal puede verse alterada de igual forma que la coloración de la mucosa ocular ante la presencia de NGE en animales susceptibles.
- Las variaciones en el VPC se vieron reflejadas en la coloración de la mucosa ocular y en consecuencia, con el índice del sistema FAMACHA.
- El VPC es un indicador íntimamente relacionado con el sistema FAMACHA ya que ambos se ven modificados por la acción hematófaga de *Haemonchus*.
- La correlación entre el VPC y la coloración de la mucosa ocular, fue variable y pocas veces significativa, es factible que los animales infectados con NGE con buena nutrición, tuvieron una ligera reducción en el porcentaje del VPC y no se afectó la coloración de la mucosa ocular ya que se encontraban en estado de resiliencia.
- Es recomendable que se eliminen del rebaño los animales con IF 4 o IF 5 que no responden al tratamiento con antihelmínticos, deshaciéndose de esta manera de los ovinos más susceptibles a la infección por NGE o que padezcan alguna otra patología crónica.
- El sistema FAMACHA es una opción confiable y económica de desparasitación selectiva ya que al tratar solo a animales con IF 4 o IF 5 se reducen los costos de medicamento y mano de obra.
- Es excelente como método para retardar la aparición de resistencia parasitaria hacia los antihelmínticos.

Bibliografía.

Abbot, E.M., Parkins, J.J., Holmes, P.H. (1986). The effect of diet protein on the pathogenesis of the acute ovine haemonchosis. *Vet. Parasitol.* 20: 275-281.

Bath, G.F., Hansen, J.W., Krecek, R.C., Van Wyk, J.A., Vatta, A.F. (2001). Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats. Final report of FAO technical cooperation project in South Africa. FAO.

Bath, G.F. (2004). Utilizando FAMACHA para la desparasitación selectiva en zonas en las que abunda *Haemonchus contortus*. Mem. Tercer Curso Internacional "Epidemiología y control integral de nematodos gastrointestinales de importancia económica en pequeños rumiantes". Campeche, México.

Bath, G., Malan, F., Van Wyk, J. (1996). The "FAMACHA" Ovine Anaemia Guide to assist with the control of haemonchosis. Proceedings of the 7th Annual Congress of the Livestock Health and Production Group of the South African Veterinary Association, Port Elizabeth, 5-7 June, 5.FAO

Cañeque, V., Sañudo, C. (2005). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Instituto nacional de investigación y tecnología agraria y alimentaria. Madrid, España

CNA (Servicio Meteorológico Nacional). <http://smn.cna.gob.mx/>

Coles, G.C., Borgsteede, F.H.M., Geerts, S. (1994). Anthelmintic-resistance nematodes in the UE. *Parasitol. Today*, 10:8, 288-290.

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

Cuéllar, O.J.A. (1986). Nematodiasis gastroentérica. En: Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. Por: Pijoan, A. y Tórtora, J. México.

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

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). Agentes etiológicos de la nematodiasis gastrointestinal en los diversos ecosistemas de México. Laboratorio de Parasitología. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

Cuéllar, O.J.A. (2003c). La resistencia a los antihelmínticos y métodos para reducir su presencia en los sistemas ovinos tropicales. Memorias del Segundo Seminario sobre Producción Intensiva de Ovinos. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco.

Cuéllar, O.J.A. (2004a). Agentes etiológicos de la nematodiasis gastrointestinal de los diversos ecosistemas de los pequeños ruminantes en México. Memorias del Tercer Curso Internacional "Epidemiología y control integral de nematodos gastrointestinales de importancia económica en pequeños ruminantes". Campeche, México.

Cuéllar, O.J.A. (2004b). Diagnóstico diferencial de problemas parasitarios en la producción animal. Memorias del Tercer Curso Internacional "Epidemiología y control integral de nematodos gastrointestinales de importancia económica en pequeños ruminantes". Campeche, México.

Dunn, A.M. (1983). Helmintología veterinaria. Editorial El Manual Moderno. México.

Gervacio, V.N.L., López, C.M.A., Silva, M.R., Cuéllar, O.J.A. (2006). Validación del sistema FAMACHA para la detección clínica de anemia en ovinos parasitados con nematodos gastroentéricos en el centro de México. Mem. XX Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Santiago, Chile.

González, G.R., Torres, H.G., Nuncio, O.M.G.J., Cuéllar, O.J.A., Zermeño, 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.

Haresing, J. (1989). Producción ovina. AGT Editor. México.

Jain, N.C. (1993). *Essentials of veterinary hematology*. Ed. Lea and Febiger, Philadelphia, EUA.

Kaplan, M.R. (2004). Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends. Parasitology*. 20 (10): 477-481.

Kerboeuf, D., Hubert, J., Carninaud, B., Blond, F. (1995). Efficacy of oral moxidectin against benzimidazole-resistant isolates of gastrointestinal nematodes in sheep. *Vet. Rec.* 136: 16-17.

Lapage, G. (1981). *Parasitología veterinaria*. Edit: Compañía editorial continental. México.

Levine, N.D. (1978). *Tratado de parasitología veterinaria*. Edit: Acribia. Zaragoza, España.

Martín, W.B. Aitken, I.D. (2002). *Enfermedades de la oveja*. 2a edición. Edit. Acribia. España. 191-200.

Meana, M.A., Rojo, V.F.A. (1999). Tricostrogilidosis y otras nematodosis. En: *Parasitología veterinaria*. Edit. por: Cordero, C.M.; Rojo, V.F.A. et. al. Edit Mc Graw–Hill Interamericana. México.

Nari, A. (2001). Diagnóstico y control de resistencia antihelmíntica en pequeños rumiantes. Mem. Segundo Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mérida, Yucatán. México.

Nari, A. (1987). Enfoque epidemiológico sobre el diagnóstico y control de resistencia a antihelmínticos en ovinos. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.

Navarre, C.B., Pugh, D.G. (2002). Diseases of the gastrointestinal system. En: Sheep and goat medicine. Edit. por: D. G. Pugh. Edit. W.B. Saunders Company.

Oviedo, F.G.T (2008). Estado Corporal (condición corporal). Programa de especialización en producción ovina y caprina. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM.

Pérez, B.S. (2006) Validación del método de observación del color de la mucosa ocular – FAMACHA- en ovinos Blackbelly y Columbia con infección artificial de *Haemonchus contortus*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

Prichard, R.K. (1994). Anthelmintic resistance. Vet Parasitol.,54 259-268.

Quiroz, R.H. (2003). Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Edit. Limusa. México.

Radostits, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C., Hinchcliff, K.W. (2002). Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino, y equino. Vol. II. 9ª ed. Mc Graw-Hill. España.

Reyes, A.J.A. (2007). Eficacia de la moxidectina, nitroxinil y rafoxanida contra nematodos gastroentéricos con resistencia múltiple a antihelmínticos en ovinos. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

Schallig, H.D.F.H. (2000). Immunological responses of sheep to *Haemonchus contortus*. Parasitol. 120: S63-S72.

Sotomaior, C., Milczewski, V., Moraes, F.R., Schwatz, M.G. (2003). Evaluation of FAMACHA system: Accuracy of anaemia estimation and use of method on commercial sheep flocks. Mem. V International Seminar in Animal Parasitology. Mérida, Yucatán.

Soulsby, E.J.L. (1988) Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. Séptima edición. Edit. Interamericana. México.

Sumano, L.H., Ocampo, C.L. (1997). Farmacología veterinaria. 2ª edición. Interamericana. México.

Torres, A.F.J., Aguilar, C.A.J. (2003). Resistencia a los antihelmínticos: como retrasar su aparición en los rebaños caprinos y ovinos. Notas del curso: Medicina y enfermedades infecciosas de pequeños rumiantes en el trópico. Yucatán, México.

Urquhart, G.M., Armour, J., Duncan, J.L., Dunn, M.M., Jennings, F.W. (2001). Parasitología veterinaria. Edit. Acribia. Zaragoza, España.

Valdez, G.L.A., Wong, C.M.J., Cuéllar, O.J.A., Silva, M.R. (2007). Efecto del estado nutricional sobre en el índice FAMACHA en corderos con infección experimental por *Haemonchus contortus*. Mem. V Congreso de la ALEPRYCS. Mendoza, Argentina.

Van-Houtert, M.F.J., Sykes, A.R. (1996). Implications of nutrition for ability of ruminants to withstand gastrointestinal nematode infection. In, J. Parasitol. 26: 1151-1168.

Van Wyk, J.A. (2003). Think refugia or lost battle against drug resistance. Mem. V International Seminar in Animal Parasitology. Mérida, Yucatán, México.

Van Wyk, J.A., Bath, G.F. (2002). The FAMACHA System for managing hemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. Vet. Res. 33: 509-529.

Van Wyk, J.A., Bath, G.F., Malan, F.S. (2001). The need for alternative methods to control nematode parasites of ruminant livestock in South Africa. <http://www.fao.org/docrep/w9980t/w9980t05.htm>

Vatta, A.F., Letty, B.A., Van der Lynde, M.J., Van Wijk, E.F, Hansen, J.W., Krecek, R.C. (2001). Testing for clinical anaemia caused by *Haemonchus* spp. In goats under resource-poor conditions in South Africa using an eye colour chart developed for sheep. Vet. Parasitol. 99 (2001) 1-14.

Velasco, G.S., Campos, R.R., Herrera, R.D., Heras, B.F., Quiroz, R.H. (1991). Efectividad de la ivermectina contra *Haemonchus contortus* resistentes a los bencimidazoles. Vet. México.

Waller, P.J. (1997). Anthelmintic resistance. Vet. Parasitol. (72): 391-412.