

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN.**

**USO DEL SISTEMA FAMACHA Y SU CORRELACION CON LA CONDICION
CORPORAL, PARAMETROS HEMATOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS EN
OVINOS.**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A N :
NELY LETICIA GERVACIO VILLEDA
MARIO ADOLFO LOPEZ CANO**

**ASESOR M. en C. JORGE ALFREDO CUELLAR ORDAZ
COASESOR: MVZ. ROCIO SILVA MENDOZA.**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO DE MEX.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*Nunca consideres al estudio como una obligación,
sino como una oportunidad para penetrar
en el bello y maravilloso mundo del saber.*

Albert Einstein

*Lo que importa verdaderamente en la vida no
son los objetivos que nos marcamos, sino los
caminos que seguimos para lograrlos.*

Peter Bamm

A Dios

*Gracias por permitirme llegar a este momento de vida,
y por darme fuerzas en este camino.*

*Sol
Hermana no se como agradecerte todo
lo que me has enseñado día con día,
con tus consejos, enseñanzas y ejemplo
he alcanzado una de mis metas establecidas,
gracias por tu apoyo incondicional,
por creer en mi y ser uno de los motores principales en mi vida,
con cariño, GRACIAS.*

Mamá

*Gracias por todo lo que me has dado,
por tus desvelos, por tu esfuerzo, dedicación,
entrega, cariño y entusiasmo, muchas GRACIAS por todo.*

Papá

Con cariño y respeto, gracias

A mis hermanos.

Por todos los consejos que me dieron y por la confianza depositada.

A mis sobrinos

*Espero que este trabajo se a un pequeño estímulo
para todas sus metas, los quiero mucho.*

Mayito.

*Gracias por compartir este trabajo conmigo,
por el apoyo que me brindaste,
por todo lo que pasamos juntos,
por comprenderme y ayudarme.
Muchas gracias por ser parte de mi vida.*

M. C. MVZ. Jorge Alfredo Cuellar.

MVZ. Rocío Silva Mendoza.

*Por su tiempo, dedicación, apoyo y paciencia,
para la realización de este trabajo
y formar parte del mismo. Muchas gracias.*

*Al honorable jurado por el tiempo
empleado en la revisión de este trabajo.*

*Agradezco profunda y sinceramente a quienes
me apoyaron, guiaron y creyeron en mi.*

AGRADECIMIENTOS

A mi madre le debo mucho si no es que todo lo que soy ahora y sere mañana, este trabajo es un fruto de lo que me diste y espero seguir retribuyendote mas de lo que me entregaste, sin ti no hubiera subsistido en este mundo y gracias a todo lo que me diste de amor, cuidados, educación y cariño pude concluir con mis estudios y trabajo de tesis.

se que en este papel es imposible plasmar lo mucho que estoy agradecido de tenerte y espero darte un poco de lo que me entregaste....

A mi padre gracias por darme una educación plena y contribuir a mi desarrollo, aunque no lo demuestre eres un ejemplo a seguir, pero eso lo tengo que superar para ser mejor aun. se que no pasabas mucho tiempo conmigo pero ahora comprendo que te esforzabas al maximo para entregarme lo mejor que podias, esas ausencias tenían una razon y se que tendras alguna recompensa y espero que esta sea una de ellas.

A mi hermana Tania a pesar de no ser tan ligados se que me consideras y me quieres aunque muy a tu modo es por ello que tambien tu construiste parte de este trabajo que concluyo hoy pero espero no finalizarlo, tambien colaboraste en toda mi formación personal y de educación, gracias por ser mi hermana.

A mis tios Isamu y Vicky, a mis primos Koshi y Sayuri a todos ustedes tambien les debo mucho de lo que soy, gracias a sus consejos, cuidados, cariño, confianza y educacion he podido concluir uno de los objetivos de mi vida. sayuri te agradezco todos esos trabajos que me ayudaste a pasar en la compu y sin tu ayuda es muy probable que hubiera reprobado algunas materias

A mis tios Tavo y Carmelita, que siempre se han preocupado por mi como si fuera su hijo y me han aconsejado, cuidado y querido, no tengo palabras para expresarle lo mucho que me han dado, simplemente GRACIAS, y la culminación de este trabajo es en gran parte a su ayuda.

a mis primos Ady y Luis Fernando que tambien me han apoyado y enseñado muchas cosas es incalculable e invaluable lo que han aportado en mi y en este trabajo. Por ello les agradezco y se que seguire contando con ustedes

A mi tia Angelica gracias por el amor y cuidados que me diste desde niño este trabajo es una conjuncion de esfuerzos en la que tambien formaste parte y siente este trabajo de tesis como si fuera el de alguno de tus hijos.

A mis primos Alejandro y Ricardo que este trabajo les aliente para seguir estudiando y que no dejen a la deriba sus estudios, lo que sea que estudien concluyanlo.

A Nely gracias por ayudarme a cristalizar este trabajo, ya que sin tu ayuda no hubiera sido posible, tambien te agradezco por todo el apoyo que me haz dado en estos años, es inaclculable lo mucho que hemos pasado, lo que haz tolerado y todo lo padre que hemos pasado, es imposible describir lo que significas en mi vida es por ello que solo me concreto a decirte GRACIAS...

Al M en C. Jorge Alfredo Cuellar y a la MVZ Rocio Silva gracias por el tiempo y apoyo brindado a la realizacion de este trabajo, por los valiosos consejos y por considerarnos mas que solo alumnos de alguna de sus clases, se que dejamos huella en ustedes y que dificilmente se olvidaran de nosotros por muchas razones.

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	4
Objetivos.....	25
Material y métodos.....	26
Resultados.....	32
Discusión.....	40
Conclusiones.....	47
Bibliografía.....	49

Resumen.

El presente trabajo se efectuó con la finalidad de evaluar el sistema FAMACHA como un método de desparasitación selectiva en un rebaño ovino mantenido en pastoreo infectado en forma natural por nematodos gastroentéricos (NGE), particularmente cuando *Haemonchus* es el género más frecuente, considerando las variables parasitológicas (eliminación de huevos por gramo de heces -hgh- e identificación de géneros de NGE involucrados), hematológicas (porcentaje del volumen del paquete celular -VPC-), el índice del sistema FAMACHA y la variable productiva de condición corporal, así como las correlaciones de interés existentes entre estas variables.

El rebaño consistía de 119 ovejas encastadas con la raza Columbia y se encontraba en pastoreo diurno en una pradera de alfalfa (*Medicago sativa*) y pasto Orchard (*Dactylis glomerata*) y en el encierro nocturno se suplementaba con alimento balanceado. El trabajo tuvo una duración de seis meses (agosto de 2004 a enero de 2005) en los cuales el rebaño fue muestreado mensualmente para obtener sangre, heces, evaluación de la condición corporal e índices del sistema FAMACHA. Las muestras de materia fecal se procesaron por la técnica modificada de Mc Master para conocer la cantidad de hgh de NGE y por cultivo larvario para identificar los géneros de NGE involucrados. A las muestras de sangre se les practicó la técnica de microhematocrito para obtener el porcentaje del VPC. La condición corporal se evaluó mediante la palpación en los procesos espinosos y transversos de las vértebras lumbares para determinar la cubierta de grasa y la masa muscular. Para conocer los índices del sistema FAMACHA se empleó la tarjeta que existe para ese propósito. Estas dos últimas variables, al ser subjetivas las realizó el mismo evaluador durante todo el ensayo. Los resultados obtenidos fueron procesados para la obtención de promedios, rangos y el coeficiente de correlación entre las variables de interés.

Se encontró que existió una eliminación de huevos que tuvo una fase descendente de agosto a octubre y luego una ascendente para el mes de enero donde se

observó la máxima eliminación de huevos (2,352 hgh). El género más frecuente en todas las evaluaciones fue el *Haemonchus* (entre el 42.0% y 95.6%). Ambas condiciones parasitológicas son indispensables para el empleo del sistema FAMACHA. El porcentaje del VPC mostró un comportamiento estable durante las primeras cinco evaluaciones, disminuyendo un 16% para el último muestreo (enero), lo que demuestra que los ovinos evaluados al inicio se mantuvieron en un estado de resiliencia, padeciendo los efectos del parasitismo sólo hasta el final de las evaluaciones. En cuanto a los índices del sistema FAMACHA, el índice 2 fue el más frecuente en todas las evaluaciones, los animales con índice 4 tendieron a disminuir y prácticamente desaparecieron al final de las evaluaciones, estos animales recibieron moxidectina como desparasitante. Estadísticamente se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los valores de eliminación de huevos, el porcentaje del VPC y la condición corporal entre los cuatro índices comparados.

En forma general, los ovinos con índice 1 tendieron a disminuir y los de índice 3 se incrementaron, reflejo del incremento en la eliminación de huevos al final de las evaluaciones. Cabe mencionar que en ninguno de los meses fueron detectados animales con índice 5 del sistema FAMACHA. De igual manera, la evaluación de la condición corporal, que fue muy constante durante los seis meses de estudio, mostró dos caídas, una en octubre y la otra en enero, la primera se asocia a la posible disminución de la oferta forrajera y la segunda a una susceptibilidad evidente a la parasitosis. Las correlaciones entre las variables de interés (índice del sistema FAMACHA, eliminación de huevos de NGE, porcentaje del VPC y condición corporal), fueron altamente significativas ($P < 0.01$) encontrando que el sistema FAMACHA y la condición corporal pueden ser elementos muy importantes para determinar una parasitosis por NGE al detectarse una palidez de las mucosas y pérdida de la masa corporal. En este sentido, se encontraron correlaciones positivas importantes entre los índices FAMACHA y la eliminación de huevos en prácticamente todos los muestreos, lo que sustenta la utilidad de este sistema para la predicción de una infección por NGE. Existieron altas correlaciones negativas entre los índices FAMACHA y el porcentaje del VPC y la

condición corporal, así como entre la condición corporal y el VPC e índices FAMACHA, indicando que tanto los criterios del índice FAMACHA como la condición corporal son buenos estimadores para la detección de los parásitos y sus efectos, medidos con el porcentaje del VPC.

Introducción.

Los nematodos gastrointestinales son los parásitos más frecuentes de los rumiantes en todo el mundo, especialmente en zonas templadas y húmedas en animales mantenidos en pastoreo, causando gastroenteritis parasitarias, de curso crónico y mortalidad baja. Ese problema parasitario se caracteriza por alteraciones digestivas, retraso del crecimiento, disminución de la producción, anemia y muerte. La intensidad de la parasitosis varía con la edad de los animales y con el sistema de producción (Quiroz, 1989; Meana y Rojo, 1999).

La nematododiasis o verminosis gastroentérica en los rumiantes es un complejo etiológico de nematodos parásitos que tienen diversa clasificación taxonómica y localización en su hospedador. Los principales nematodos gastroentéricos se enlistan en los cuadros 1, 2 y 3.

Cuadro 1. Nematodos gastroentéricos de ovinos y caprinos localizados en el abomaso.

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

Cuadro 2. Nematodos gastroentéricos de ovinos y caprinos localizados en el

intestino delgado.

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

Cuadro 3. Nematodos gastroentéricos de ovinos y caprinos con otras localizaciones.

Orden	Superfamilia (Familia)	Género y especie	Localización	Hospedador
Spirurida	Spiruroidea (Gongyloematidae)	<i>Gongylonema pulchrum</i>	Esófago y rumen	Rumiantes
Strongylida	Strongyloidea (Trichonematidae)	<i>Oesophagostomum venulosum</i>	Colon	Ovinos, caprinos
		<i>Oesophagostomum columbianum</i>	Colon	Ovinos, caprinos
		<i>Chabertia ovina</i>	Colon	Rumiantes
Ascaridida	Oxiuroidea (Oxyuridae)	<i>Skrjabinema ovis</i>	Ciego	Ovinos, caprinos
Enoplida	Trichuroidea (Trichuridae)	<i>Trichuris ovis</i>	Ciego	Rumiantes

De esa amplia gama de nematodos, sobresale el *Haemonchus contortus*, que por sus hábitos hematófagos se convierte en uno de los de mayor virulencia (Quiroz, 1989; Velasco y col., 1991).

El *H. contortus* es hematófago y se localiza en el abomaso, los machos miden de 19 a 22 mm y las hembras 25 a 34 mm de longitud. Los machos tienen un color rojizo uniforme, mientras que en la hembra, los ovarios están enrollados en espiral alrededor del intestino (rojo), lo cual le da un aspecto de *palo de barbería al* parásito. Las papilas cervicales son prominentes y espiniformes, en la cavidad bucal hay una lanceta dorsal, ésta permite erosionar la mucosa del abomaso del hospedador (Lapage, 1981; Soulsby, 1988).

El macho tiene una bolsa copulatoria con dos lóbulos laterales alargados y sustentados por radios largos y lisos. El lóbulo dorsal es pequeño y asimétrico y está desviado hacia el lóbulo lateral izquierdo. Las espículas miden de 0.46 a 0.50 mm de longitud y cada una tiene una pequeña lengüeta cerca del extremo. La

vulva de la hembra está cubierta por una solapa vulvar, que suele ser grande y prominente (Lapage, 1981; Soulsby, 1988).

El ciclo biológico es directo. Los animales parasitados excretan huevos con sus heces, el tamaño de éstos es de 60 a 80 x 40 a 80 μm (Borchet, 1981), prácticamente son indiferenciables a los de otras especies excepto los de *Nematodirus* y *Marshallagia* que miden más de 130 μm de longitud. La excreción de huevos es variable y depende del hospedador y del parásito. *H. contortus* son parásitos muy prolíficos produciendo entre 5,000 y 10,000 huevos al día (Soulsby, 1988; Quiroz, 1989; Meana y Rojo, 1999; Radostits y col., 2002).

Una vez eliminados con las heces, si las condiciones son adecuadas, en el interior del huevo se desarrollan las larvas en primer estadio (L_1), que eclosionan en la masa fecal, mudan dos veces pasando a L_2 y L_3 que ya son infectantes, las L_3 retienen la cutícula de la fase anterior la cual la protege de la desecación y migran a la hierba donde permanecen hasta ser ingeridas por un hospedador (Soulsby, 1988; Meana y Rojo, 1999).

En circunstancias óptimas las L_3 de *H. contortus* se forman entre los 5 y 14 días de su ingestión, aunque en condiciones naturales puede alargarse hasta los 5 ó 7 meses.

Los factores relacionados con la sobrevivencia de las larvas de *H. contortus* son la temperatura, precipitación pluvial, luminosidad y tipo de pasto. La temperatura crítica por debajo de la cual el desarrollo no tiene lugar es de 12° C, comprendiendo el rango ideal para su desarrollo de 26 a 27° C, por arriba de éste las larvas mueren. La humedad relativa para que las larvas se desarrollen oscila entre 70 al 100% de lo contrario mueren (Meana y Rojo, 1999).

Las larvas presentan un geotropismo negativo, hidrotropismo positivo y un fototropismo a la luz tenue, estos tropismos provocan una migración vertical hacia

los pastos que favorece la infección de los rumiantes (Cuéllar, 1986; Liebano y col., 1998).

La dispersión horizontal de las larvas se da por factores como la lluvia, el mismo ganado con las patas, insectos y ácaros coprófagos, así como las esporas de hongos del género *Pilobulus* (Quiroz, 1989).

Otro factor ambiental es el sobrepastoreo que permite un incremento en la población de la infección y de la ingestión de un mayor número de larvas por animal (Cuéllar, 1986; Soulsby, 1988).

La infección de los animales se realiza por la ingestión de L₃ con el forraje. Tras la ingestión, a los 30 minutos aproximadamente, las larvas pierden la vaina en el aparato digestivo del animal por efecto del amortiguador bicarbonato-CO₂, CO₂ 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 (Meana y Rojo, 1999).

Después de liberarse, las larvas se localizan preferentemente en la mucosa fúndica. Una vez ahí, las larvas mudan otra vez y pasan a L₄ en el interior de las glándulas. Después de la última muda, se transforma en L₅ o preadultos que maduran sexualmente y pasan a adultos. Tras la cópula las hembras empiezan a poner huevos y se cierra el ciclo (Meana y Rojo, 1999).

En determinadas circunstancias, el desarrollo larvario en el hospedador puede detenerse durante cuatro o cinco meses inmediatamente después de formadas las L₄. Aunque la naturaleza exacta del estímulo no está totalmente aclarada, el fenómeno denominado hipobiosis o inhibición larvaria, tiene lugar cuando las condiciones ambientales son adversas o a la resistencia del hospedador. En ausencia de hipobiosis, la duración de la prepatencia es de unos 20 días (Meana y Rojo, 1999; Radostits y col., 2002).

Uno de los factores más importantes en la epidemiología de las tricostrongilidosis es la elevación periparto, que constituye una importante fuente de contaminación en los animales. Consiste en un incremento en la excreción fecal de huevos (Meana y Rojo, 1999).

Los animales jóvenes son más susceptibles que los adultos debido a la falta de anticuerpos, a la primoinfección y a la falta de madurez del sistema inmunológico (Quiroz, 1989).

La enfermedad es más frecuente en los ovinos que en las cabras. Esta diferencia esta basada en los hábitos alimenticios de estas especies, ya que es sabido que los ovinos pastorean muy al ras del suelo y los caprinos ramonean en los árboles y arbustos donde es muy difícil que se encuentren las larvas infectantes (Cuéllar, 1986; Radostits y col., 2002)

Los ovinos y caprinos nativos son considerados más resistentes de adquirir la enfermedad en relación con los animales exóticos, ya que los primeros han tenido con el paso del tiempo una selección natural sobreviviendo los animales más resistentes a los parásitos gastrointestinales de la región (Cuéllar, 1986).

La parasitosis en el abomaso da lugar a la disminución del ácido clorhídrico, que facilita el aumento de pH gástrico coincidiendo con la emergencia de las L₄ de la mucosa gástrica. Ese aumento del pH gástrico repercute negativamente en la digestión proteica, debido a que el pepsinógeno no se transforma en pepsina y las proteínas no pueden ser digeridas; ocasionando también un aumento del pepsinógeno plasmático (Meana y Rojo, 1999).

La acción expoliatriz del estado adulto es hematófaga y se calcula que el consumo diario de sangre es de 0.05 ml por gusano (Dunn, 1983; Soulsby, 1988; Quiroz,

1989). La acción tóxica es generada por las sustancias anticoagulantes que infiltra en los tejidos para succionar sangre alrededor de las heridas que provoca.

La forma sobreaguda dura de cero a siete días se debe a una súbita y masiva ingestión de larvas infectantes, asociada a clima caluroso y húmedo; la morbilidad es baja, hay gastritis hemorrágica con anemia severa y fatal. La muerte se presenta súbitamente en ovinos previamente sanos, hay marcada anemia con heces de color oscuro, no hay diarrea (Quiroz 1989).

La forma aguda es común entre una y seis semanas, se presenta en adultos con carga parasitaria con continua reinfección, en temporada calurosa con lluvias intermitentes. La morbilidad es media o alta, con aguda gastritis, anemia, hipoproteinemia y edema generalizado. Las mucosas están pálidas, hay edema submandibular; la condición corporal es pobre, hay letargo, la lana se cae fácilmente y las heces de color café son comunes; no hay diarrea. La agalactia precede a la muerte de corderos y la baja de condición de las ovejas es algunas veces fatal (Quiroz 1989).

La forma crónica es muy común, se presenta entre dos y seis meses. Corresponde a una carga relativamente baja de parásitos adultos sin reinfección. Es independientemente del clima, pero se presenta principalmente cuando los pastos son de pobre calidad. La morbilidad es alta. La gastritis es crónica con pérdida de sangre y disfunción abomasal, con progresiva pérdida de peso y retardo en el crecimiento. La progresiva pérdida de peso semeja un estado de desnutrición. No hay marcada anemia ni edemas por lo que el diagnóstico se dificulta; hay decaimiento y anorexia no hay diarrea. La presentación depende mucho del estado de nutrición, la producción de los animales resulta baja ante la presencia de buenos pastos y decae severamente cuando los pastos son pobres. Se presentan muchas muertes durante el periodo de sequía (Quiroz, 1989; Martín y Aitken, 2002).

En el abomaso se observan diferentes grados de ulceración, la mucosa se observa hiperémica e inflamada, presencia de coágulos en los puntos donde el gusano succiona sangre (Lapage, 1981; Meana y Rojo, 1999; Radostits y col., 2002).

En áreas endémicas de *H. contortus* se ha observado que después de los periodos de lluvia, los conteos de huevos en heces de ovejas infectadas con *H. contortus* caen a niveles cerca de cero, debido a una expulsión de la mayor parte de los adultos. Este evento es comúnmente llamado autocura (Urquhart y col., 1996).

En algunas zonas el fenómeno de autocuración se puede asociar a una mejora en el estado nutricional, pero ocurre más frecuentemente en ovejas cuando un animal sensibilizado ingiere una gran cantidad de larvas infectantes y estas afectan a la carga de vermes ya establecida (Radostits y col., 2002).

Esta reacción que conduce a la eliminación de la carga parasitaria, puede ser inducida en ovinos adecuadamente infectados y sensibilizados por la aplicación de una dosis de larvas infectantes, iniciándose la reacción al producirse la muda a L₄ de las larvas inoculadas (Soulsby, 1988).

Es más fácil que se produzca la reacción de autocura en aquellos animales que han tenido infecciones larvarias convenientemente espaciadas que en aquellos que portan solo una infección inicial. Se requiere un periodo latente de seis a siete semanas entre la infección inicial y la administración de la dosis que inducirá la reacción de autocura. Esta va acompañada por una elevación transitoria de la histamina hemática, un incremento del título de anticuerpos fijadores del complemento y un edema notorio de la mucosa abomasal (Soulsby, 1988).

Tradicionalmente, se ha aceptado que la inmunidad contra estos parásitos compromete la producción de anticuerpos Ig E específicos, eosinofilia y

mastocitosis de la mucosa abomasal y eso es dependiente en la activación de células TH2 cooperadoras (Schallig, 2000).

Se ha descrito una relación entre los anticuerpos Ig A e Ig G y la resistencia del animal contra *H. contortus*. En general se ha observado un incremento en anticuerpos séricos contra los antígenos de larvas y adultos después de una infección primaria o secundaria. Sin embargo, aun es dudosa la relación directa entre los niveles de anticuerpos séricos y el estado inmune de la oveja, probablemente debido a que el *H. contortus* está confinado a la superficie del abomaso y su mucosa por lo que la respuesta inmune periférica es probablemente un reflejo no relacionado con la respuesta mucosa local. No obstante eso, otros estudios han demostrado que la Ig A juega un papel importante en la respuesta inmune local en ovinos (Schallig, 2000).

La Ig E, ante la presencia de nematodos gastrointestinales muestra un aumento sérico total. La infección de ovinos con *H. contortus* resulta en un incremento de los niveles séricos de Ig E entre las 2 y 4 semanas posinfección. Se ha encontrado una correlación negativa entre conteo de nematodos a la necropsia y niveles de Ig E sérica. Además, después de la infección se han detectado niveles crecientes en los títulos de Ig E contra los antígenos excretores-secretores del adulto. En contraste, ningún cambio significativo puede detectarse después de la infección en los niveles de Ig E antígenos-específicos de la L₃ en el suero. Esto indica que los antígenos L₃ del *H. contortus* son probablemente menos alergénicos que los antígenos del excretores-secretores del adulto. En los ovinos, las concentraciones de Ig E en la linfa y suero se incrementaron respectivamente entre los 8 y 14 días posinfección; la respuesta de Ig E de animales previamente infectados fue más rápida, pero no necesariamente mayor, en comparación con los que tuvieron una primoinfección. Las concentraciones de Ig E generalmente son cuatro veces más elevadas en linfa gástrica que en el suero, independientemente de si los animales respondían del desafío a una infección primaria. Eso indica la producción local de Ig E en linfonodos regionales (Shallig, 2000).

Existen una gran variedad de principios activos útiles contra la hemoncosis entre ellos están: netobimín, febantel, albendazol, fenbendazol, oxfendazol, levamisol, rafoxanida, closantel, nitroxinil, ivermectina, moxidectina, doramectina y triclorfón (Cuéllar, 1986; Meana y Rojo, 1999). La elección de cual de ellos emplear dependerá del costo, eficacia del producto, otros parásitos presentes y la presencia de cepas de parásitos resistentes (Meana y Rojo, 1999).

En México, igual que en otras partes del mundo, el control de esta parasitosis se basa casi exclusivamente en la administración de compuestos químicos con actividad antihelmíntica. Desgraciadamente uno de los problemas que se han generado por el uso masivo e indiscriminado de los antihelmínticos, es la resistencia hacia los mismos, situación que es un problema de grandes dimensiones en aquellos países donde la producción ovina es una de las principales actividades económicas (Prichard y col., 1980; Edwards y col., 1986; Hong y col., 1996; Waller y Faedo, 1996; Chartier y col., 1998; Van Wyk y col., 1999).

La resistencia a los antihelmínticos ha sido reportada en algunos de los ecosistemas mexicanos donde hay cría de ovinos. Campos y col. (1992) informan el primer hallazgo de una cepa de *H. contortus* resistente a bencimidazoles, particularmente el albendazol. Dicha cepa fue aislada de una explotación ovina de raza Pelibuey en Hueytamalco, Puebla con un clima tropical subhúmedo.

Otros reportes de resistencia a antihelmínticos incluyen:

Resistencia a albendazol, fenbendazol y febantel en ovinos Pelibuey de Yucatán (Campos y col., 1992).

Baja eficacia al tratamiento empleando fenbendazol y oxfendazol en *H. contortus* de Chapa de Mota, Estado de México (Negrete y col., 1998) y Tlapacoyan, Veracruz (Salas y col., 1998) respectivamente.

Detección de *H. contortus* con resistencia a sulfóxido de albendazol en borregos de Tlapacoyan, Veracruz (Figueroa y col., 2000).

Resistencia a netobimín e ivermectina en rebaños ovinos del Estado de Tabasco (González y col., 2002).

En otros estudios efectuados en la FES-Cuautitlán Cuéllar (2002), reporta que se han detectado casos de resistencia a albendazol y ligera resistencia en rebaños de Veracruz, resistencia a albendazol e ivermectina en Tamaulipas, específicamente en un rebaño ovino de Altamira. En Campeche se identificaron nematodos resistentes a albendazol y sulfóxido de albendazol y ligera resistencia a ivermectina y sólo susceptibilidad a levamisol. En los rebaños ovinos del Estado de México la situación es muy variable, por ejemplo en Ixtapaluca, con un clima templado frío se ha encontrado resistencia ligera a levamisol; en Teoloyucan con clima templado con lluvias en verano, se ha diagnosticado resistencia a albendazol e ivermentina, mientras que en San Felipe del Progreso no se han detectado nematodos resistentes a los antihelmínticos. Finalmente, después de varios muestreos, no se han diagnosticado NGE en los ovinos de los Estados de Hidalgo y Jalisco.

Aunado al problema de resistencia a los antihelmínticos, se ha incrementado la necesidad de reducir los residuos de medicamentos en los alimentos para los humanos y el ambiente, lo que obliga a que se generen otras estrategias de control antiparasitario que no dependan del empleo de sustancias químicas. Entre algunas de las estrategias propuestas están:

- El desarrollo de vacunas específicas contra nematodos gastroentéricos (Newton y Jun, 1999; Smith, 1999; Domínguez y col., 2000).

- La suplementación alimenticia, especialmente de nitrógeno proteico (Wallace y col., 1998; Fox, 1997; Datta y col., 1998) o no proteico (Knox y Steel, 1999), donde se puede producir una disminución en la severidad de la parasitosis por *H. contortus*, así como un incremento en el desarrollo de inmunidad contra el parásito y mejores niveles de producción en los animales (Datta y col., 1999).
- El uso de depredadores naturales de las larvas exógenas de los nematodos parásitos. Han sido empleados exitosamente distintos tipos de hongos apatógenos para el hospedador pero nocivos para las larvas de nematodos parásitos (Mendoza y col., 1998; Mendoza y col., 1999; Gomes y col., 1999).
- Efectuar modificaciones en los sistemas de manejo en la cría ovina. Por ejemplo, Amarante y col. (1997) evalúan el efecto del pastoreo mixto de novillos con ovinos sobre la disminución de la parasitosis en los segundos al encontrar en los bovinos un hospedador poco propicio para su desarrollo.
- El empleo de genotipos resistentes a la infección por parásitos (uno de los motivos del presente proyecto).

El problema a la fecha ha sido la falta de métodos prácticos y baratos que puedan ser aplicados en los rebaños para identificar a los animales que no pueden tolerar la carga parasitaria, más que dejar una proporción sin tratamiento, meramente al azar. El tratamiento al azar de una población fija de un rebaño, inevitablemente conducirá a tratamientos innecesarios de muchos individuos que no lo requieren mientras que se dejan sin tratamiento algunos animales que lo requieren urgentemente (Van Wyk y col., 2001). En ese sentido, se ha sugerido el uso de la desparasitación selectiva, tratando solamente a una proporción del rebaño, dejando muchos animales sin tratamiento en los cuales los nematodos no resistentes sobreviven y se propagan, lo cual es una forma de mantener un

reservorio de larvas susceptibles en el refugio y de esta manera retrasar el desarrollo de cepas resistentes a antihelmínticos (Van Wyk y col., 2001; Vatta y col., 2001).

Existe una forma de evaluar un animal/rebaño por medio de informaciones que correlacionan datos clínicos y de laboratorio, Malan y Van Wyk (1992) observaron una correlación entre la coloración de la conjuntiva ocular, el valor del volumen del paquete celular (VPC) y la incidencia del *H. contortus*. Van Wyk y col. (1997) asociaron los valores de VPC con diferentes coloraciones de la conjuntiva ocular, lo cual posteriormente (Van Wyk y col., 2001) permitió definir el índice del sistema FAMACHA, la coloración de la mucosa de la conjuntiva ocular y los rangos del porcentaje del volumen del paquete celular para cada uno de los índices del sistema (cuadro 4).

Cuadro 4. Índice del sistema FAMACHA en relación al rango de hematocrito.

Índice del sistema FAMACHA	Color	Rango del volumen del paquete celular
1	Rojo	> 31 %
2	Rojo – rosa	21 – 30 %
3	Rosa	16 – 20 %
4	Rosa- blanco	12 – 15 %
5	Blanco	≤ 11 %

Fuente: Van Wyk y col. (2001).

A principios de los noventa en Sudáfrica se investigó si era posible conocer el grado de anemia clínica causado por la infección con los nematodos por la clasificación del color de la mucosa de las membranas oculares (Malan y Van Wyk, 1992; Malan y col., 2001). Para tal fin se evaluaron de forma subjetiva las variaciones de color, sin estándares de color, cuando se obtuvieron los resultados, se desarrolló una carta de colores, en la cual podían compararse los colores de las membranas de la mucosa ocular del animal (Bath y col., 1996).

Estas coloraciones fueron preestablecidas con auxilio de la computación gráfica, representando cinco grados de anemia, incluyendo pequeñas variaciones para cada grado. Estos autores también 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*. Fue entonces que estos autores presentaron el método FAMACHA, que es un acrónimo del autor de la idea, Dr. *Faffa* Malan (**FA**ffa **MA**lan **CHA**rt). El objetivo de este método es identificar clínicamente animales resistentes, resilientes y sensibles a infecciones parasitarias, optimizando el tratamiento de forma selectiva en situaciones reales en el campo, sin la necesidad de recursos de laboratorio.

Cabe señalar que el sistema FAMACHA sólo debe ser utilizado a las infecciones con *H. contortus* y debe ser empleado en conjunción con otras medidas de control de helmintos (Van Wyk y col., 2001).

El problema con la estimación de la precisión cuando se usa el sistema FAMACHA, es que sólo son asignadas cinco índices mientras que los valores de VPC pueden variar de 8 a 40% (más de 30 valores). Sin embargo, una índice de FAMACHA que es asignada a un animal en el cual el VPC cae en alguna división arbitraria entre los índices de FAMACHA, podría ser asignada de manera casi

igualmente correcta a la más alta o a la más baja. Las evaluaciones incorrectas son entonces relativas al grado en el cual cada evaluación clínica varía del VPC (Van Wyk y col., 2001).

Existe un folleto explicativo elaborado por la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Pretoria, The Onderstepoort Veterinary Institute, The Word Workshop Veterinary Association e Intervet Sudáfrica y con el apoyo de la FAO que explica lo que a continuación se presenta:

Por qué fue desarrollado el sistema FAMACHA:

- La infección por *H. contortus* (*gusano palo de barbería*) es el problema de salud más importante en los ovinos y caprinos en la mayoría de lugares que tienen lluvias en verano, particularmente en áreas tropicales y subtropicales. Si no se controla adecuadamente al parásito, hay grandes pérdidas en la producción y hasta la muerte.
- Debido a la sobre utilización de los antihelmínticos por muchos años, la resistencia a los antihelmínticos es un problema que se está incrementando, en muchos rebaños. En varios países hay resistencia a todos los grupos de antihelmínticos y la viabilidad de la producción ovina está amenazada.
- Mientras la mayoría de los ovinos (especialmente adultos) son capaces de sobrellevar los desfavorables efectos de la hemoncosis, una pequeña minoría no puede.
- Ambos, resistentes (habilidad de prevenir o eliminar la infección) y resilientes (habilidad de sobrellevar los efectos de parásitos) han demostrado ser heredables, aunque no altamente. Esto significa que los ovinos pueden ser seleccionados y criados para desarrollar estas características.

- Una vez que son detectados los ovinos incapaces de soportar la hemoncosis, pueden ser identificados para una atención especial sin tener que tratar a todo el rebaño. A largo plazo por medio de la selección de ovinos se puede lograr un rebaño resiliente y genéticamente adaptado al medio.

Principio en que el sistema es basado:

- La sangre consiste en una parte clara y fluida denominada plasma y un componente celular (principalmente células rojas) la proporción de células rojas/plasma determina si el animal esta sano o enfermo. Esta proporción puede ser medida en el laboratorio por métodos especiales pero con práctica y entrenamiento también puede ser estimada casi con exactitud observando los cambios de coloración de las membranas mucosas de los ojos. Como los *H. contortus* son hematófagos, los efectos de una carga parasitaria severa en animales susceptibles provoca una disminución en las células rojas. Esto se observa en las membranas mucosas como una visible palidez generalmente conocida como anemia. Monitoreando la anemia, pueden identificarse los animales resilientes y susceptibles. Algunos animales pueden volverse levemente anémicos y luego recuperarse sin tratamiento.

Usos y ventajas:

- Puede esperarse una disminución en la cantidad y frecuencia de las desparasitaciones para la mayoría de los animales del rebaño donde la carga parasitaria es alta.
- El desarrollo de la resistencia a antihelmínticos en las poblaciones de parásitos puede disminuirse debido a que menos animales son tratados.
- A largo plazo la eliminación de los animales susceptibles pueden permitir la crianza de ovinos mejor adaptados.

- Identificando los ovinos anémicos se pueden dar los tratamientos correctos, si es necesario en dosis únicas o divididas, y probablemente se tratará un número pequeño de ovinos cada vez que se examine al rebaño.
- Si el rebaño se examina periódicamente, los animales pueden desparasitarse antes de que los signos de enfermedad y los efectos se vuelvan muy severos.
- Pueden identificarse y eliminarse del rebaño a los ovinos que repetidamente no pueden soportar la hemoncosis a pesar de llevar un eficaz programa de control.
- Pueden identificarse los animales que se escaparon al tratamiento o fueron subdosificados o desparasitados inadecuadamente, antes de que ocurran problemas graves.
- Si se utiliza un tratamiento ineficaz para la hemoncosis, se detectará más fácilmente porque habrá más animales anémicos después del tratamiento y, si se utiliza un medicamento eficaz, las mucosas pálidas se volverán más rojas después de una semana, si se provee de suficiente proteína en el alimento y la condición corporal es adecuada.
- Si hay una severa acumulación de larvas infectantes en la pastura, un aviso temprano del daño inminente es el aumento súbito en el número de ovinos anémicos.
- La técnica una vez aprendida es relativamente barata, si no es considerado el costo de mano de obra (que debe calcularse como costo fijo).
- El proceso de inspección de los ojos de los ovinos es rápido y fácilmente puede ser integrado con otras actividades como vacunación, pesaje,

evaluación de condición corporal o conteo. Con buena práctica, pueden evaluarse hasta 500 ovinos por hora.

- Debido a que los ovinos son examinados frecuentemente, se pueden detectar otros problemas no relacionados con la parasitosis.
- La técnica es muy fácil y suficientemente confiable una vez aprendida bajo la guía de un instructor competente.

Precauciones y problemas potenciales:

- Sólo la hemoncosis puede monitorearse usando esta técnica. Debe emplearse un programa para el control de otros parásitos.
- Debe emplearse un programa integral de control de la hemoncosis conjuntamente con el sistema FAMACHA, ya que éste solo mejorará pero no reemplazará el programa de control.
- El conteo de huevos en las heces debe ser medido regularmente (cada 4 a 6 semanas).
- Hay otras causas de anemia que pueden causar confusión. Algunos ejemplos son: bunostomiasis, fasciolosis, parásitos externos, hemoparásitos, infecciones y deficiencias nutricionales. Aunque, hasta el momento la causa más importante de anemia en ovinos en clima templado de verano lluvioso como en Sudáfrica es el *H. contortus*.
- Por el otro lado, ciertas condiciones pueden hacer que las membranas mucosas de los ojos aparenten ser más rojas de lo que deberían y esto enmascara la presencia de anemia. Algunos ejemplos son: polvo o establecimientos cerrados que irritan los ojos, calor, animales transportados

por largo periodo sin descanso, fiebre, infecciones de los ojos y enfermedades asociadas a falla en la circulación sanguínea.

- Los ovinos deben monitorearse regularmente (por lo menos cada dos semanas, y posiblemente cada semana en la época de mayor frecuencia de *Haemonchus*).
- Los corderos y ovejas gestantes o lactantes son más susceptibles y necesitan atención especial.

Uso práctico del sistema FAMACHA:

- Este sistema debe ser utilizado sólo después de haber sido totalmente explicado y demostrado por instructores propiamente entrenados.
- Usarlo solo como parte de un programa integral de control parasitario diseñado por un veterinario. No se debe usar por si solo.
- En la primera mitad del verano, 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 caprinos o caballos. 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 más temprano en áreas con climas templados con alta humedad, lluvias o irrigación, puede ser necesario monitorear al rebaño más seguido, inclusive semanalmente.

- Continuar con el programa integral de control parasitario hasta el final del periodo de hemoncosis.
- Siempre utilizar la tarjeta FAMACHA en las evaluaciones, no confiar en la memoria de veces anteriores.
- Cualquier ovino que se observe claramente anémico (índices 4 ó 5) con la tarjeta FAMACHA, y casos dudosos (índice 3), debe ser tratado (dosificado o desparasitado) con un principio activo apropiado (en consulta con el veterinario supervisor) y marcado o identificado de alguna manera permanente (aretes, marcas en las orejas, muescas, cordones amarrados, etcétera).
- Se recomienda que los animales marcados permanentemente también tengan una marca temporal (crayones marcadores de lana) de diferentes colores o en diferentes sitios así el mismo ovino no es marcado permanentemente en la siguiente valoración.
- Si el sistema es usado en cabras se recomienda que cualquier animal que tenga índice 3 deberá ser tratado.
- Si una gran proporción (>10%) del rebaño se encuentra anémica (índices 4 y 5) en cualquier evaluación, puede ser aconsejable dosificar todo el rebaño o cambiar de parcela si es apropiado. Consultar al veterinario si hay dudas.
- La decisión esencial que debe ser tomada en cada revisión es cuales animales deben ser tratados y cuales no. La asignación de índices es lo menos importante.
- Si el rebaño ha estado en la misma parcela por más de dos meses, sólo deben tratarse los ovinos anémicos antes de que el rebaño sea cambiado de parcela.

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.

- Los ovinos identificados que necesitan dos dosis extras (más de la dosis normal de tratamiento del rebaño), son elegibles para ser eliminados, los que necesiten tres o más dosis extras necesariamente se eliminarán.
- Si el rebaño es muy grande, puede evaluarse una muestra aleatoria de 50 ovinos. Si el porcentaje combinado de índices 1 y 2 excede el 80% (de preferencia el 90%) y no hay índices 4 y 5 en la muestra, es poco probable que haya riesgo al no examinar el rebaño completo. Sin embargo, si algún ovino es categorizado como 4 ó 5, o si el índice 3 excede del 10 al 20%, será 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.
- Se deben examinar especialmente los ovinos que se retrasan en el rebaño. Ellos pueden estar padeciendo los efectos de la anemia.
- Siempre revisar a los animales con edema submandibular (cuello de botella), es decir, la presencia de un suave abultamiento debajo de la mandíbula. Se deben desparasitar todos los ovinos con edema submandibular, independientemente de la presencia o ausencia de anemia.

Objetivos.

- Aplicar el sistema FAMACHA como un método de desparasitación selectiva en un rebaño ovino mantenido en pastoreo e infectado en forma natural por nematodos gastroentéricos.
- Estudiar las variables parasitológicas (eliminación de huevos por gramo de heces e identificación de los géneros de los nematodos involucrados), hematológicas (porcentaje del volumen del paquete celular), el índice del sistema FAMACHA y la condición corporal en los animales de estudio.
- Conocer las correlaciones de interés existentes entre las variables estudiadas.

Material y métodos.

Localización

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Parasitología y en las instalaciones del Módulo de Ovinos ubicadas en el Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. El clima donde se hizo dicho trabajo es templado subhúmedo con lluvias en verano.

Animales

Todos los ovinos que se emplearon para el desarrollo de este trabajo se encontraban en pastoreo rotacional; en la pradera consumían alfalfa (*Medicago sativa*), pasto orchard (*Dactylis glomerata*), dicha área se encontraba delimitada con cercos eléctricos, posteriormente en los corrales se les suministraba paja de avena y silo de maíz. Existen antecedentes de que el rebaño se encontraba parasitado por nematodos gastroentéricos y *Eimeria* spp.

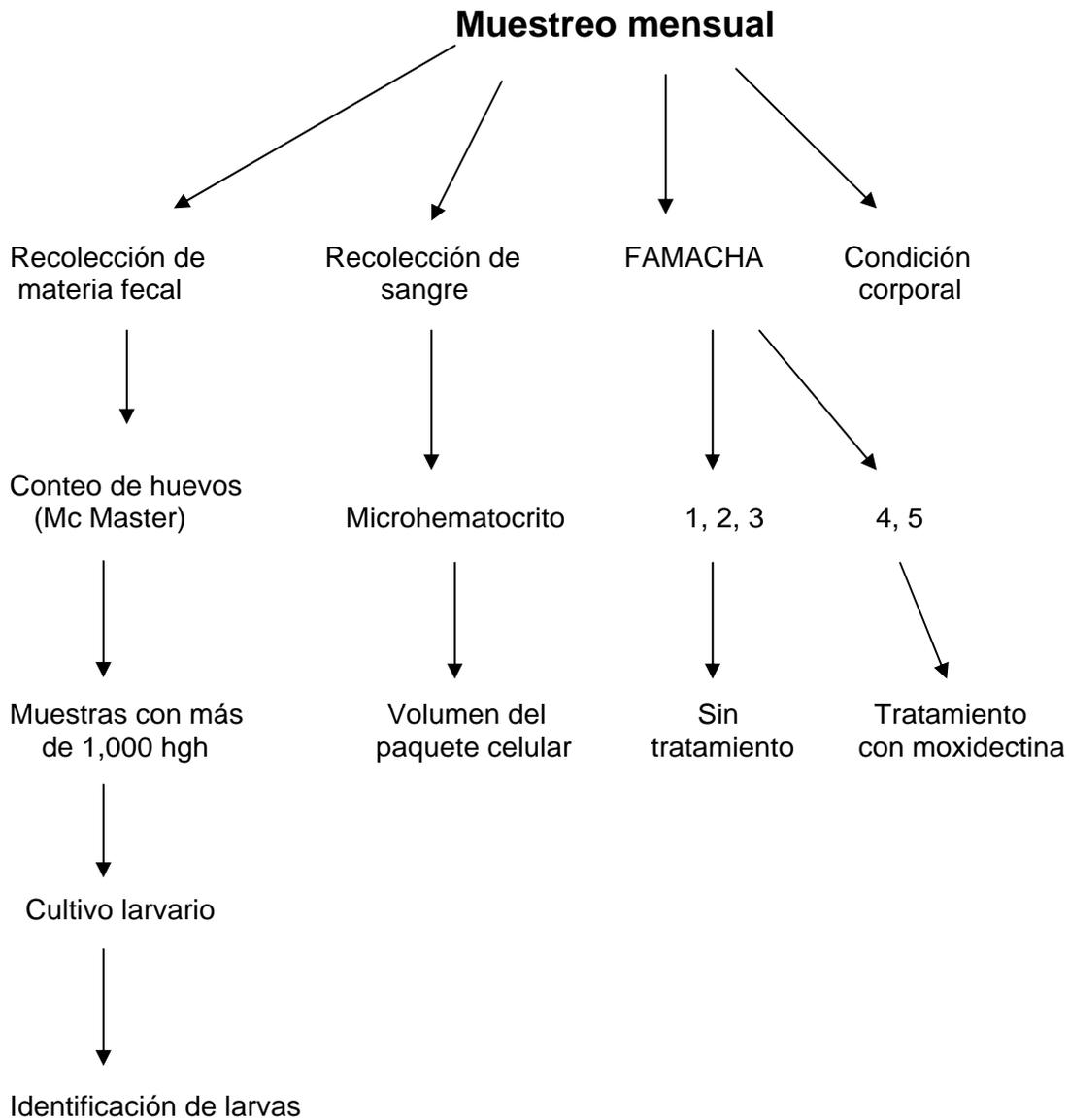
Se emplearon 119 ovejas no gestantes, con encaste racial de Columbia que oscilaban entre nueve meses y cinco años de edad, estos animales se mantuvieron en pastoreo diurno (de las 9:00 a las 16:00 horas) y encierro vespertino y nocturno. El corral donde se alojaban está dividido en tres partes con dos comunicaciones entre sí, había dos grupos de 40 y otro con 39 ovejas.

Diseño experimental.

La evaluación de todos los animales se hizo en forma mensual durante seis meses. Siempre se efectuó a la misma hora, previo a que los animales salieran a pastorear. A todos los animales se les tomaron muestras de heces y sangre para determinar la intensidad en la eliminación de huevos de nematodos gastroentéricos y el volumen del paquete celular, respectivamente. Al mismo

tiempo y en forma individual se evaluó la condición corporal y se registro el índice del sistema FAMACHA.

El esquema general de las actividades desarrolladas para cumplir con los objetivos del presente trabajo fue:



Colección y procesamiento de muestra

Las muestras de heces se recolectaron con bolsas de polietileno introduciendo dos dedos por vía rectal, identificándolas con el número del animal. Se

mantuvieron en refrigeración hasta su procesamiento en el Laboratorio de Parasitología. A cada muestra de excremento se le efectuó la técnica de McMaster para conocer el número de huevos por gramo de heces que estaba eliminando el animal. Todas las muestras de heces con una eliminación mayor a 1,000 huevos de nematodos gastroentéricos (NGE) fueron empleadas para los cultivos larvarios y así poder identificar los géneros de NGE involucrados.

La sangre se colectó por venopunción yugular con agujas del calibre 20 y tubos al vacío con EDTA como anticoagulante, se identificaron y se mantuvieron refrigeradas hasta su procesamiento en el Laboratorio de Parasitología. Para conocer el volumen del paquete celular (VPC), las muestras sanguíneas fueron procesadas por la técnica de microhematocrito, la cual consistió en tomar con un capilar la muestra de sangre del tubo con EDTA, enseguida se selló con plastilina blanca. Después los tubos capilares se centrifugaron (12,000 rpm durante tres minutos) en una microcentrífuga. Posterior a la centrifugación el paquete sanguíneo se dividía en tres porciones, la que se encontraba sedimentada eran los glóbulos rojos, la siguiente era una línea blanca correspondiente a los leucocitos y por último el plasma, primero se media todo el paquete celular que representaba el 100%, y después se media solo el paquete rojo, obteniendo de esta manera el porcentaje de VPC.

Evaluación de la condición corporal

La condición corporal se evaluó considerando las recomendaciones de la Comisión de Ganado y Carne (Haresing, 1989) y que se explican en el cuadro 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.

Índice del sistema FAMACHA

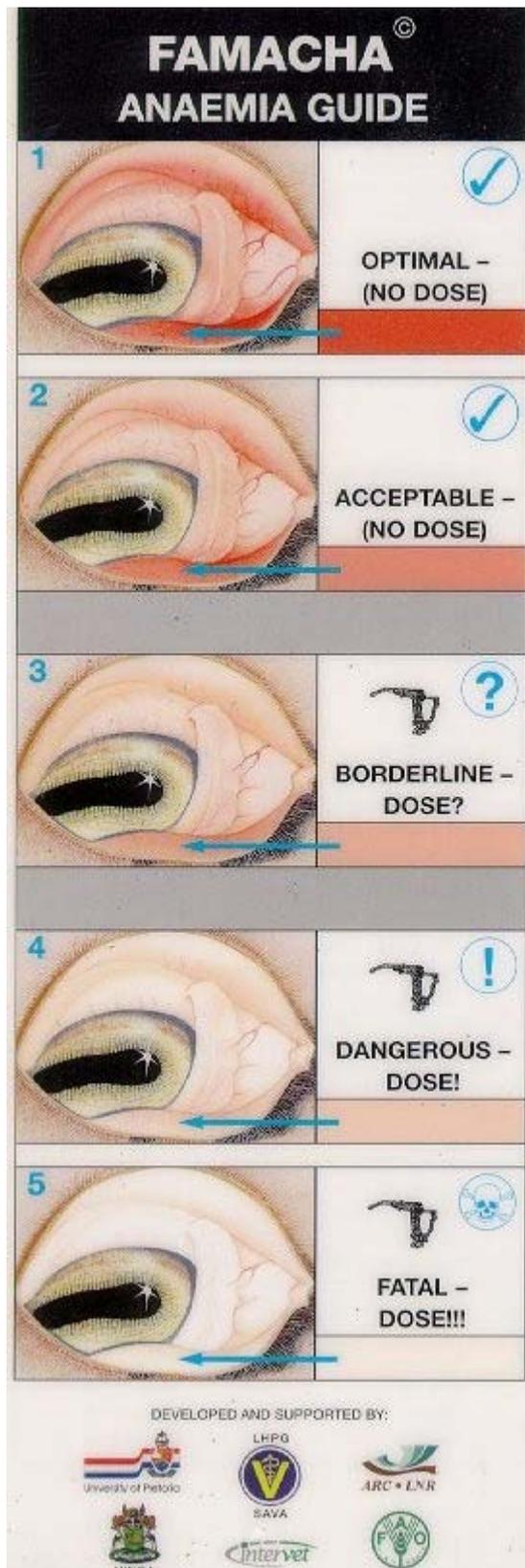
La evaluación del índice del sistema FAMACHA se realizó mediante la comparación del color de la mucosa conjuntival de la tarjeta que para ese propósito fue desarrollada por (Van Wyk y col., 1997)

El índice FAMACHA se determinó de la siguiente manera: Una persona sostuvo al ovino de la cabeza para conservarlo inmóvil, se colocó donde hubiera luz natural, el ojo se abrió para exponer la conjuntiva, con el dedo pulgar se presionaba sobre el párpado superior mientras que con el dedo índice se bajaba el párpado inferior para así poder revisar la mucosa ocular. La tarjeta FAMACHA (descrita anteriormente) se colocaba muy próxima a la mucosa ocular para comparar la coloración de referencia con la del animal, esto se realizaba en menos de cinco segundos para evitar la congestión de los vasos y se leyeron falsos positivos. Los ovinos que tuvieron un índice de 1, 2 y 3 se dejaban sin desparasitar, los que presentaron 4 y 5 fueron desparasitados inmediatamente con moxidectina. Hay que señalar que la evaluación siempre fue hecha por la misma persona (Van Wyk y col., 2001).

Análisis de resultados

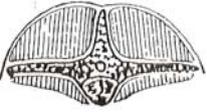
Los resultados obtenidos fueron procesados para la obtención de promedios y rangos. Además se realizó un análisis de varianza para conocer las diferencias estadísticas entre las variables estudiadas en función a los índices del sistema FAMACHA. Finalmente se obtuvo el coeficiente de correlación entre las variables de interés.

Figura 1. Tarjeta FAMACHA (Fuente: Van Wyk y col., 2001).



Cuadro 5. Clasificación de la condición corporal en corderos según la Comisión de Ganado y Carne.

Índice de condición	Lomo	Cola	
---------------------	------	------	--

corporal			
1	<p>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.</p>	<p>Cubierta de grasa muy delgada. Los huesos individuales son muy fáciles de detectar.</p>	 <p>NOTE 1</p>
2	<p>Los procesos espinosos son prominentes. Cada proceso se palpa fácilmente. Procesos transversos: cada proceso se palpa fácilmente.</p>	<p>La cubierta de grasa es delgada. Los huesos individuales se detectan fácilmente con presión leve.</p>	 <p>NOTE 2</p>
3	<p>Procesos espinosos y transversos: Las puntas son redondas. Con una presión leve los huesos individuales se palpan como corrugaciones.</p>	<p>Los huesos individuales se detectan fácilmente con presión leve.</p>	 <p>NOTE 3</p>
4	<p>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.</p>	<p>La cubierta de grasa algo gruesa. Los huesos individuales son detectados con presión fuerte.</p>	 <p>NOTE 4</p>
5	<p>Procesos espinosos y transversos: Los huesos individuales no pueden ser detectados aún con una presión fuerte.</p>	<p>La cubierta de grasa es gruesa. Los huesos individuales no pueden detectarse aún con presión fuerte.</p>	 <p>NOTE 5</p>

Fuente: Haresing (1989).

Resultados.

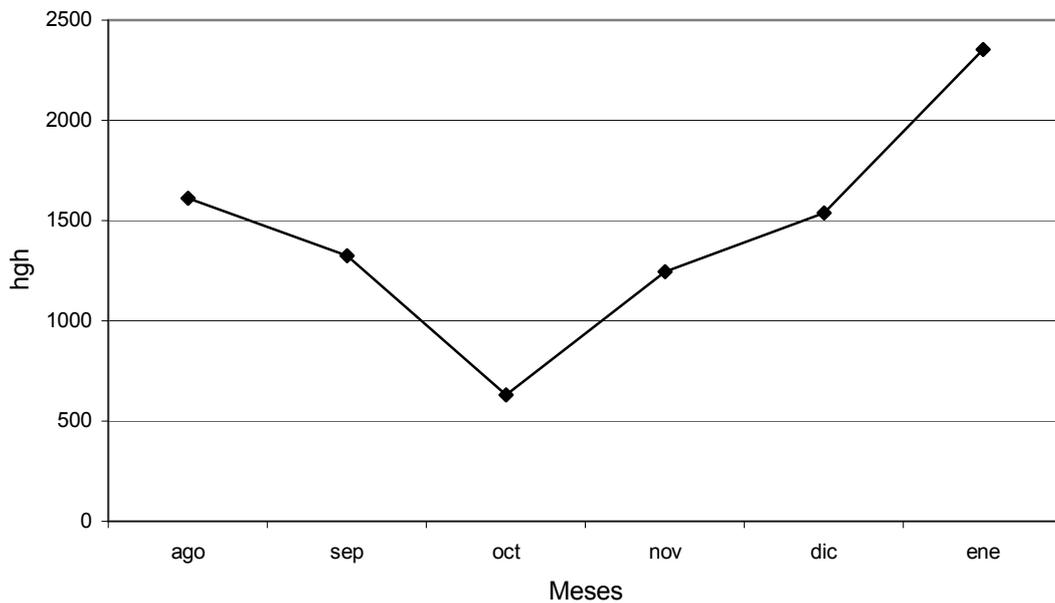
Con la finalidad de evaluar el sistema FAMACHA como un método de desparasitación selectiva, se estudió un rebaño ovino mantenido en pastoreo infectado en forma natural por nematodos gastroentéricos (NGE), considerando variables parasitológicas (eliminación de huevos por gramo de heces -hgh- e identificación de géneros de NGE involucrados), hematológicas (porcentaje del volumen del paquete celular -VPC-), el índice FAMACHA y la condición corporal, así como las correlaciones de interés existentes entre esas variables.

Eliminación de huevos y géneros de NGE involucrados en el rebaño.

La eliminación inicial (agosto de 2004) de huevos fue de 1,612 hgh en promedio, para después presentarse una disminución hacia el mes de septiembre llegando a un promedio de 1,324 hgh, en octubre se registró el conteo de eliminación más bajo de todas las evaluaciones llegando a 629 hgh.

Entre noviembre y enero se presentó un notorio incremento en la excreción de huevos llegando a su máximo en enero de 2005 con 2,352 hgh. Es importante mencionar que en este último mes, por razones ajenas a lo originalmente planeado, se redujo considerablemente el número de animales evaluados (pasando de 119 en octubre a 53 en enero).

Fig. 2 Eliminación promedio de huevos de nematodos gastroentéricos en heces de ovinos en pastoreo (agosto 2004 a enero 2005).



En cuanto a los géneros de NGE identificados a través de cultivos larvarios mensuales (cuadro 6), el nematodo que con mayor porcentaje se encontró fue el *Haemonchus contortus*, oscilando entre 42.0% y 95.6%. Su proporción fue mayor al 80% en agosto (95.6%), noviembre (81.0%) y diciembre (80.4%), en los otros meses el porcentaje fue menor al 50%.

En el muestreo de enero, fueron insignificantes los porcentajes de los otros NGE identificados, a excepción de *Teladorsagia* sp. el cual ocupó el segundo lugar en cuanto a proporción, ésta varió del 11.3% en diciembre al 41.0% en enero. En el muestreo de octubre, su porcentaje fue similar al de *Oesophagostomum* (25.8%).

Fueron muy bajos los porcentajes encontrados para *Trichostrongylus* y *Cooperia* y en algunos meses no fueron detectados esos géneros de NGE. Para *Oesophagostomum*, su proporción fue muy variable siendo nula su presencia en noviembre y su máximo en octubre con el 25.8%.

Cabe mencionar que por problemas técnicos no pudieron identificarse los géneros de NGE correspondientes al mes de septiembre.

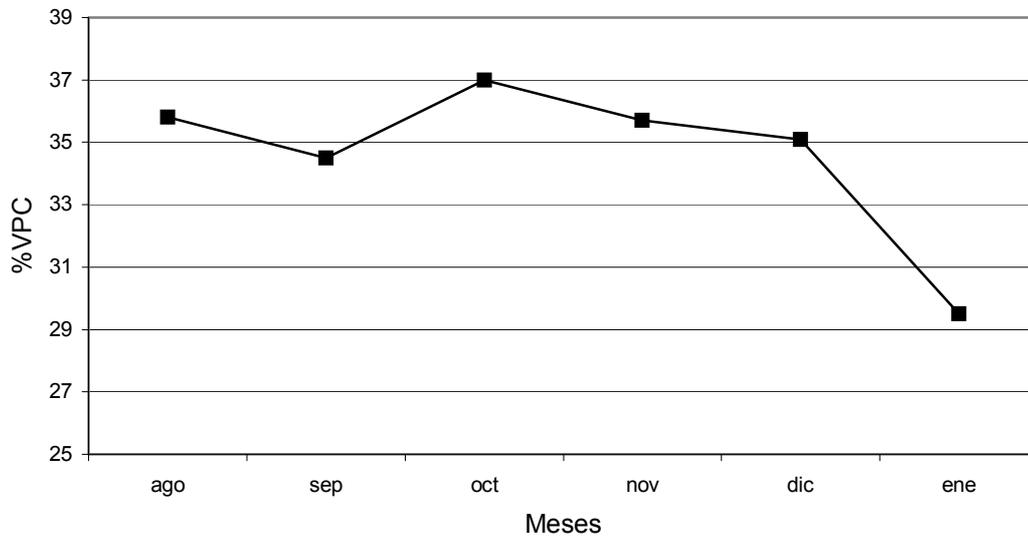
Cuadro 6. Géneros de nematodos gastroentéricos en ovinos en pastoreo (agosto 2004 a enero 2005).

	%				
	Ago	oct	nov	dic	ene
<i>Cooperia</i>	0.4	0.2	0.0	0.7	0.0
<i>Haemonchus</i>	95.6	48.4	81.0	80.4	42.0
<i>Oesophagostomum</i>	2.2	25.8	0.0	6.5	13.7
<i>Teladorsagia</i>	1.8	25.8	18.9	11.3	41.0
<i>Trichostrongylus</i>	0.4	0.9	0.0	1.1	2.3

Volumen del paquete celular.

Los valores del volumen del paquete celular (VPC) se expresan en la figura 3. Se observa un comportamiento estable en este parámetro entre los meses de agosto a diciembre de 2004, variando entre los 35% y 37% de VPC. Para el muestreo de enero de 2005 se observa una caída del VPC llegando a 29.5%.

Fig. 3 Promedio del volumen del paquete celular en el rebaño.
(octubre 2004 a enero 2005)



Índice FAMACHA.

En la figura 4 se muestran las proporciones obtenidas con la utilización del sistema FAMACHA en seis meses de evaluación en el rebaño parasitado con NGE. Es notorio que la mayor proporción de ovinos tuvieron el índice 2 del sistema FAMACHA, oscilando entre el 47.0% (agosto) y 55.5% (noviembre y diciembre). Los valores intermedios fueron los de índice 1 (entre 16.2% y 41.2%) y 3 (de 4.2% a 27.3), en cuatro evaluaciones (de agosto a noviembre) se detectaron animales con índice 4. En ninguno de los muestreos se observaron ovinos que tuvieran el índice 5.

Para este parámetro, resultó evidente que tendieron ligeramente a disminuir los animales con el índice 1 del sistema FAMACHA, los que se ubicaron en el índice 2 fueron muy constantes, sin embargo, se presentó un ligero ascenso en los animales con índice 3. Los que tuvieron el índice FAMACHA 4 disminuyeron paulatinamente, hasta no aparecer en las últimas dos evaluaciones (diciembre y enero).

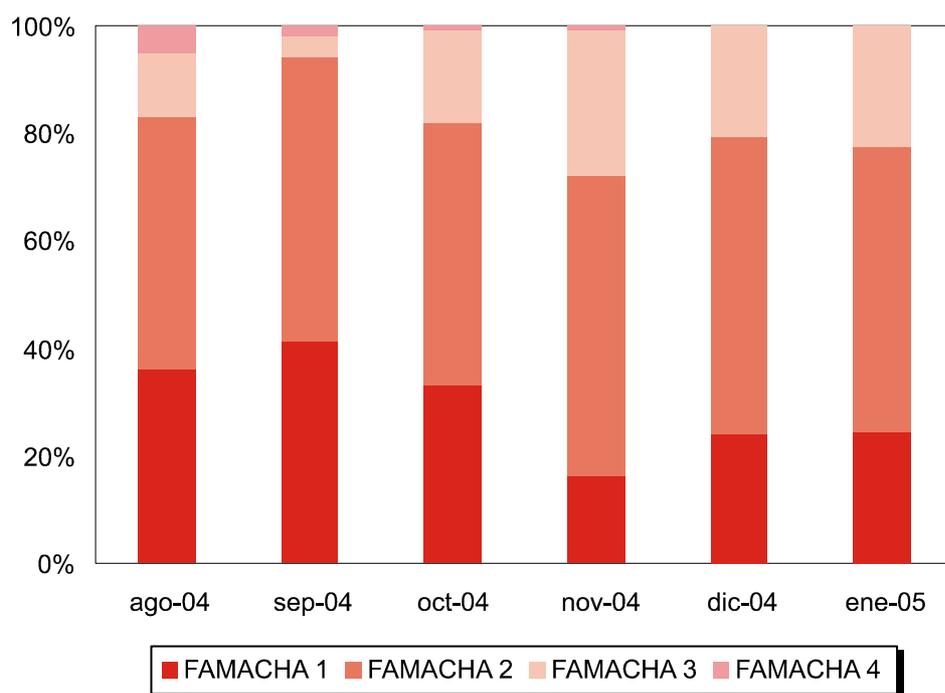
Los resultados referentes a la relación de los índices del sistema FAMACHA con la eliminación de huevos, el volumen del paquete celular y la condición

corporal se muestran en el cuadro 7. Se puede observar que el mayor número de observaciones (333) correspondieron a los animales que tuvieron el índice 2 del sistema FAMACHA, seguidos del índice 1 (190) y 3 (108). Sólo hubo 10 animales que durante los seis meses de duración del muestreo presentaron el índice 4 y ninguno el índice 5.

Asimismo, se puede observar que a medida que se incrementó el índice del sistema FAMACHA, hubo una mayor eliminación de huevos, por ejemplo, los extremos fueron de 250.6 hgh para los animales con índice 1 y 16,445 para los de índice 4. Estadísticamente se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los valores de eliminación entre los cuatro índices comparados. No obstante eso, en los tres primeros índices el rango menor de eliminación fue 0. Por su parte, el promedio del porcentaje del VPC tendió a disminuir a medida que se incrementaba el índice del sistema FAMACHA, pasando de 37.9% para los de índice 1 a 19.1% para los de índice 4. Los índices 2 y 3 mostraron valores intermedios (35.3% y 31.0% respectivamente). Se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre los porcentajes del VPC entre los cuatro índices evaluados.

De igual manera, la condición corporal tendió a disminuir conforme se incrementó el índice del sistema FAMACHA, para el índice 1 fue de 3.4 y para los del 4 de 1.0, encontrando también cifras intermedias para los índices 2 (2.7) y 3 (2.2). Se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) en la condición corporal entre los índices del 1 a 4 del sistema.

Fig. 4 Proporción del índice FAMACHA en el rebaño con infección natural por nematodos gastroentéricos.



Cuadro 7. Índices del sistema FAMACHA y su relación con la eliminación de huevos, el volumen del paquete celular y la condición corporal en ovinos infectados en forma natural por nematodos gastroentéricos.

Índice FAMACHA	n	HGH	%VPC	CC
		Promedio* \pm Desv. Stnd	Promedio* \pm Desv. Stnd	Promedio* \pm Desv. Stnd.
1	190	250.6 ^a \pm 0.60	37.9 ^a \pm 4.20	3.4 ^a \pm 0.73
2	333	1,034.0b \pm 0.84	35.3b \pm 4.82	2.7b \pm 0.75
3	108	2,911.7c \pm 1.01	31.0c \pm 5.69	2.2c \pm 0.83
4	10	16,445.0d \pm 0.68	19.1d \pm 7.27	1.0d \pm 0
5	0	-	-	-

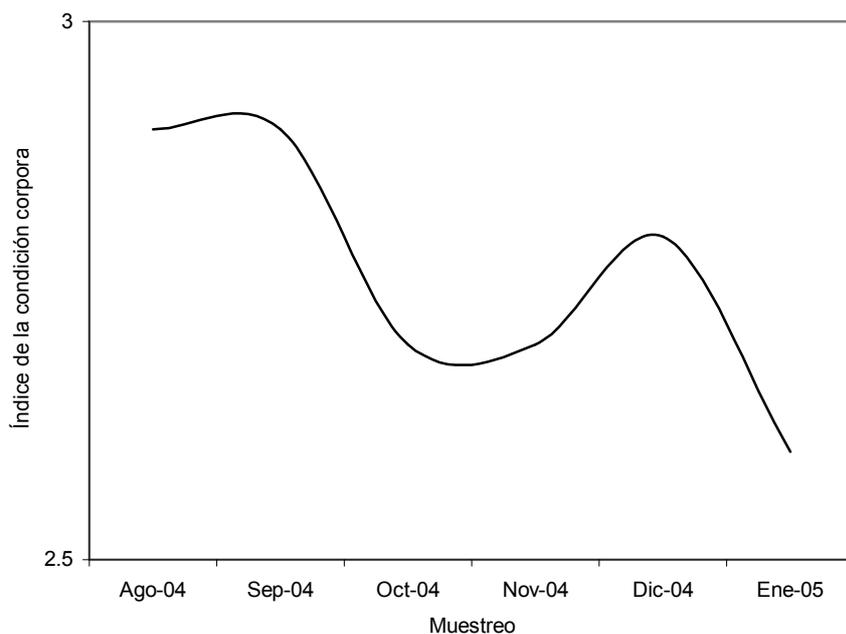
*Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Condición corporal.

Los resultados de la condición corporal de los ovinos mantenidos en pastoreo y que estaban infectados naturalmente con NGE se exponen en la figura 5. Se puede observar que los rangos de ese parámetro fueron entre 2.6 y 2.9,

existiendo una tendencia a decrecer conforme avanzó el tiempo del muestreo. Ese descenso fue más notorio entre agosto y octubre, posteriormente se presenta una pequeña recuperación en el mes de diciembre, terminando con la menor cifra de condición corporal (2.6) en enero.

Fig.5. Condición corporal de ovinos en pastoreo infectados por nematodos gastroentéricos.



Correlaciones entre las variables de interés.

En el cuadro 8 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.

Prácticamente todas las correlaciones obtenidas, tanto durante los meses de estudio como las totales fueron elevadas y altamente significativas ($P < 0.01$). Las excepciones se observaron en los muestreos de octubre y enero, para el índice FAMACHA y la eliminación de huevos donde fueron muy bajas (0.15 y

0.20) y no significativas ($P > 0.05$). Otra baja correlación se obtuvo en el mes de enero con -0.28, sin embargo, si tuvo una significancia del 95%.

Cuadro 8. Correlaciones entre las variables de interés de ovinos en pastoreo infectados con nematodos gastroentéricos.

	n	FAMACHA:hgh	FAMACHA:VPC	FAMACHA:CC	CC:hgh	CC:VPC
Agosto 2004	119	0,51**	-0,67**	-0,58**	-0,52**	0,56**
Septiembre 2004	118	0,51**	-0,48**	-0,48**	-0,39**	0,30**
Octubre 2004	117	0,15 ns	-0,55**	-0,48**	-0,48**	0,58**
Noviembre 2004	117	0,32**	-0,45**	-0,56**	-0,46**	0,62**
Diciembre 2004	117	0,30**	-0,49**	-0,63**	-0,30**	0,60**
Enero 2005	53	0,20 ns	-0,37**	-0,44**	-0,28 *	0,64**
General	641	0,36**	-0,49**	-0,54**	-0,42**	0,52**

ns Correlaciones no significativas ($P > 0.05$)

* Correlaciones estadísticamente significativas ($P < 0.05$)

** Correlaciones estadísticamente significativas ($P < 0.01$)

Discusión.

En México, la nematodiasis gastroentérica de los rumiantes es controlada casi exclusivamente mediante el uso de antihelmínticos, situación que en diversos lugares del mundo ha favorecido la aparición de cepas de nematodos gastroentéricos (NGE) resistentes a los mismos (Nari, 2001). La resistencia antihelmíntica (RA) es un problema que está presente en diversos lugares de México donde la producción ovina es una importante actividad pecuaria (Cuéllar, 2003). De hecho, según López y Cuandón (2004) en estudios realizados en el mismo rebaño utilizado para el presente trabajo, se ha reportado RA múltiple (bencimidazoles, imidazotiazoles y lactonas macrocíclicas).

Son muchos los factores que están involucrados en la evolución de la RA, la proporción de la población parasitaria bajo la selección de antihelmínticos puede ser el factor más importante que influye en el desarrollo de una resistencia rápida (Van Wyk y col., 2002). Lo anterior obliga a cada vez más prescindir del uso de compuestos químicos con actividad antiparasitaria.

En ese sentido, recientemente se creó en Sudáfrica un novedoso sistema llamado FAMACHA, que identifica la anemia clínica en ovejas y cabras, a través de la palidez de la mucosa ocular cuando *H. contortus* es el principal parásito presente (Bath y col., 1996). Este sistema puede ser empleado a nivel de campo para aplicar una desparasitación selectiva, incrementando la proporción de la población de NGE susceptibles a fármacos en el refugio (Van Wyk y col., 2002).

El presente trabajo se realizó con la finalidad de emplear el sistema FAMACHA en un rebaño ovino con infección natural con NGE. Los resultados del índice del sistema FAMACHA se correlacionaron con la eliminación de huevos por gramo de heces (hgh), parámetros hematológicos y la condición corporal de los animales evaluados.

La eliminación de huevos de NGE por los animales en este estudio fue importante y consecuencia del sistema de producción donde se encontraba, pues como es sabido la presencia de estos parásitos se asocia al pastoreo (Quiroz, 1989, Radostits y col., 2002) y al clima prevaleciente, que en este caso fue hacia el final de la época de lluvia, otoño e invierno. El clima donde se efectuó el trabajo es templado subhúmedo con lluvias en verano, momento en que se favorece la infección parasitaria al presentarse condiciones microambientales propicias para el desarrollo y supervivencia de las larvas de NGE (Quiroz, 1989, Radostits y col., 2002). Al inicio del trabajo la eliminación de huevos fue elevada y a través de los muestreos subsecuentes, se pudo constatar que hubo una disminución en la eliminación de huevos de agosto hasta octubre, que pudo estar asociada a una respuesta inmune contra los NGE (Schallig, 2000) o al fenómeno de autocura que se define como la expulsión masiva de parásitos por una reacción local aguda de hipersensibilidad tipo I (Urquhart y col., 1996, Radostits y col., 2002), sin embargo, de noviembre a enero se detectó una tendencia ascendente en la eliminación de huevos, llegando a su máximo (2,352 hgh) en enero. La situación anterior la atribuimos a que en el mes de enero se redujo sustancialmente el tamaño del rebaño de 119 a 53, y las ovejas que quedaron fueron de las mas flacas y parasitadas.

El género de NGE que con mayor frecuencia se identificó fue el *Haemonchus contortus* (69%), coincidiendo con los reportes en diversos lugares del centro del país con un clima similar (Cervantes, 2005). Esto es debido a que las condiciones climáticas fueron adecuadas para la presencia, desarrollo y supervivencia de este género (Soulsby, 1988). Por otra parte, el género que siguió en frecuencia fue *Teladorsagia* sp., que se presentó de los meses de septiembre a enero, (otoño e inicio del invierno) coincidiendo con las características climáticas propicias para ese parásito ya que resisten mucho el frío y menos la desecación, asimismo se ha demostrado que sobreviven si los huevos son depositados en el otoño y se presenta un invierno húmedo (Cuéllar, 2004).

A pesar de la parasitosis, expresada por la elevada eliminación de huevos, el porcentaje del volumen del paquete celular (VPC) durante los cinco primeros meses tuvo ligeras variaciones, siempre dentro del rango considerado como normal (27-45%) para los ovinos (Kaneko y Cornelius, 1970; Schalm y col., 1975). En esta primera etapa, los animales se mantuvieron 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). Para el último muestreo hay una disminución del VPC equivalente al 16%, denotando que el animal se encontraba en un franco estado de susceptibilidad, pues es muy probable que la parasitosis haya inducido el decremento de los niveles del VPC, ya que, como es conocido el *H. contortus*, que fue el NGE más frecuente, produce un estado de anemia por su efecto hematófago y por la pérdida de sangre por la lesión que produce en la mucosa abomasal (Coop y Kyriazakis, 1999; Meana y Rojo, 1999).

La otra variable estudiada, que tuvo un comportamiento variable fue la condición corporal, donde se identificaron dos caídas en los seis meses de evaluación, la primera entre octubre y noviembre, coincidiendo con una disminución en los conteos de hgh, lo cual puede ser explicada con la disminución en la oferta de forraje, en cuanto a calidad y cantidad, que pudo determinar una pérdida de la condición corporal. Después se presenta un estado de resiliencia (Van-Houtert y Sykes, 1996), entre noviembre y diciembre, donde al existir una elevada cantidad huevos eliminados, la condición corporal mejora, en otras palabras, el animal, a pesar de poseer parásitos mantuvo e incluso mejoró su estatus de salud, medido este como la condición corporal. Para la última evaluación (enero) ese comportamiento cambia, se da una disminución drástica de la condición corporal que coincide con una cada vez más elevada eliminación de huevos, lo que evidencia un estado de susceptibilidad a la parasitosis. Entre los principales efectos en la infección por NGE está la disminución de la masa corporal, principalmente en lo que se refiere al tejido muscular ya que los aminoácidos se desvían de su incorporación a ese tejido o a la piel, hacia el hígado o epitelio digestivo con la consecuente reducción en la producción de carne o lana (Hoste, 2004). Los animales que no pueden sobrellevar la infección por NGE se consideran

susceptibles, siendo hereditario este rasgo y es recomendable que dichos animales se desechen ya que heredarían al rebaño una pobre habilidad para enfrentar una infección parasitaria (Van Wyk y col., 2001).

Por otro lado, a mediante el uso del sistema FAMACHA se logró una disminución de aquellos animales que mostraron mucosas oculares pálidas (índice 4) los que prácticamente desaparecieron en los dos últimos meses de evaluación. Estos animales con índice 4 del sistema FAMACHA fueron tratados con moxidectina, que es una lactona macrocíclica que tiene una acción eficaz contra NGE de ovinos (Sumano y Ocampo, 1997), además posee un 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), además se ha visto que este fármaco evita la resistencia durante largo tiempo (Kerboeuf y col., 1995). Los animales desparasitados no volvieron a caer en un índice 4, estos animales llegaron a presentar un índice 3 después del tratamiento.

La proporción de animales que poseían el índice 1 del sistema FAMACHA tendió a disminuir con el avance de las evaluaciones y, en contraste, la cantidad de ovinos que tuvieron el índice 3 se incrementaron, lo que indica que a través del tiempo, en particular hacia el final del trabajo, los animales padecieron una mayor parasitosis que se manifestó con la presencia de animales con mucosas más pálidas, esto es consecuencia de los hábitos hematófagos de algunos NGE (Quiroz, 1989) y las alteraciones en la fisiología digestiva en los ovinos parasitados (Quiroz, 1989, Radostits y col., 2002). Cabe mencionar que la mayoría de los animales tuvieron un índice 1 ó 2, indicando que a pesar de la parasitosis, los animales fueron capaces de soportar los efectos de la enfermedad, permaneciendo en estado de resiliencia como ya se mencionó para el caso del porcentaje del VPC y condición corporal.

Tomando en cuenta las recomendaciones para el uso del sistema FAMACHA (Van Wyk y col. 2001), las cuales indican que sólo los animales con índice 4 ó 5 deben recibir un tratamiento antiparasitario, en este trabajo y durante los seis meses de evaluación, sólo fueron diagnosticados pocos ovinos (1.6%) que tenían índice 4 y ninguno con índice 5. 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, definido éste como la subpoblación de estadios libres de NGE, especialmente de huevos y larvas que no son afectados directamente por un antihelmíntico (Nari, 2001) y como consecuencia, se disminuye la probabilidad de generar la RA, que de hecho es uno de los principales objetivos del sistema FAMACHA (Van Wyk y col., 2001), 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.

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, existió una cifra distinta, estadísticamente significativa ($P < 0.05$), para cada una de esas variables estudiadas en los cuatro índices comparados (1 a 4).

Por otra parte, en este trabajo se encontraron variaciones importantes en los tres parámetros evaluados (eliminación de huevos, porcentaje del VPC y condición corporal) en función al índice del sistema FAMACHA. Fue muy claro que a medida que la mucosa ocular estaba más pálida, se detectaron mayores eliminaciones de huevos y el porcentaje del VPC y condición corporal disminuyeron. No obstante eso, los rangos para la variable de eliminación de huevos fueron muy amplios, existiendo para los índices 1, 2 y 3 del sistema FAMACHA, casos donde no existió eliminación de huevos de NGE, lo que demuestra que ese sistema tiene baja especificidad, esto ha sido demostrado en rebaños de distintas entidades de los EUA donde se ha reportado una especificidad cercana al 60% (Kaplan y col., 2004). Esto indica que existen

otras condiciones, infecciosas y no infecciosas (Cuéllar, 2003) que alteran la coloración de la mucosa ocular y pueden favorecer la aparición de falsos positivos.

Para el porcentaje de VPC, se observó una disminución en función al incrementó en el índice del sistema FAMACHA, los promedios de ese parámetro tuvieron una variación hasta del 100% entre el índice 1 y el 5. Los rangos para el VPC fueron muy amplios y sólo en el índice 4 los resultados fueron muy bajos. Es de suponer que entre más pálida esté la mucosa ocular, se presenta una disminución en el porcentaje del VPC, haciendo que el sistema FAMACHA tenga una alta sensibilidad (Kaplan y col., 2004), en otras palabras, el sistema identifica a los animales verdaderamente anémicos.

La condición corporal disminuyó 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. Desde luego que también existen diversas condiciones patológicas que afectan negativamente la condición corporal (Cuéllar, 2003).

Cuando se consideraron las correlaciones entre las variables de interés (índice del sistema FAMACHA, eliminación de huevos de NGE, porcentaje del VPC y condición corporal), se encontró que la mayoría de los coeficientes calculados fueron altamente significativos. Indicando que el sistema FAMACHA y la condición corporal pueden ser elementos muy importantes para determinar una parasitosis por NGE al detectarse una palidez de las mucosas y pérdida de la masa corporal. En este sentido, se encontraron correlaciones positivas importantes entre los índices FAMACHA y la eliminación de huevos en prácticamente todos los muestreos, lo que sustenta la utilidad de este sistema para la predicción de una infección por NGE, coincidiendo con lo descrito por Van Wyk y col. (2001) en una de las validaciones de esta metodología.

Un hecho interesante fue que existieron altas correlaciones negativas entre los índices FAMACHA y el porcentaje del VPC y la condición corporal, así como entre la condición corporal y el VPC e índices FAMACHA, indicando que tanto los criterios del índice FAMACHA como la condición corporal son buenos estimadores para detectar indirectamente la presencia de los parásitos y sus efectos medidos con el porcentaje del VPC.

Finalmente, se puede afirmar que el sistema FAMACHA ofrece una excelente opción de control antiparasitario al efectuar una desparasitación selectiva al hacer una evaluación de la coloración de la mucosa ocular, la palidez progresiva de la mucosa puede dar una aproximación relativamente confiable del estado hematológico de los animales que padecen la infección parasitaria dada por gusanos hematófagos particularmente por *H. contortus* y otros hematófagos lo que obliga a sólo desparasitar a los animales que realmente lo requieran (Van Wyk y col., 2001), disminuyendo la frecuencia de tratamientos y la selección de parásitos con RA.

Conclusiones.

Después de evaluar el sistema FAMACHA como un método de desparasitación selectiva en un rebaño ovino mantenido en pastoreo infectado en forma natural por nematodos gastroentéricos (NGE), considerando las variables parasitológicas (eliminación de huevos por gramo de heces -hgh- e identificación de géneros de NGE involucrados), hematológicas (porcentaje del volumen del paquete celular -VPC-), el índice del sistema FAMACHA y la variable productiva de condición corporal, así como las correlaciones de interés existentes entre estas variables, se llegaron a las siguientes conclusiones:

Existió una eliminación de huevos que tuvo una fase descendente de agosto a octubre y luego una ascendente para el mes de enero donde se observó la máxima eliminación de huevos.

El género más frecuente en todas las evaluaciones fue el *Haemonchus* siendo su presencia indispensable para el empleo del sistema FAMACHA.

El porcentaje del VPC mostró un comportamiento estable durante las primeras cinco evaluaciones, disminuyendo para el último muestreo, lo que demostró que los ovinos evaluados al inicio se mantuvieron en un estado de resiliencia, padeciendo los efectos del parasitismo sólo hasta el final de las evaluaciones.

El índice 2 del sistema FAMACHA fue el más frecuente en todas las evaluaciones, los animales con índice 4 tendieron a disminuir y prácticamente desaparecieron al final de las evaluaciones, estos animales recibieron moxidectina como desparasitante.

En forma general, los ovinos con índice 1 tendieron a disminuir y los de índice 3 se incrementaron, que coincidió con el incremento en la eliminación de huevos al final de las evaluaciones. No se detectaron animales con índice 5 del sistema FAMACHA.

La condición corporal, que fue muy constante durante los seis meses de estudio, mostró dos caídas, una en octubre y la otra en enero, la primera se asoció a la posible disminución de la oferta forrajera y la segunda a una susceptibilidad evidente a la parasitosis.

Las correlaciones entre las variables de interés fueron altamente significativas, siendo el sistema FAMACHA y la condición corporal elementos muy importantes para determinar una parasitosis por NGE al detectarse una palidez de las mucosas y pérdida de la masa corporal. Se encontraron correlaciones positivas importantes entre los índices FAMACHA y la eliminación de huevos en prácticamente todos los muestreos, lo que sustenta la utilidad de este sistema para la predicción de una infección por NGE.

Existieron altas correlaciones negativas entre los índices FAMACHA y el porcentaje del VPC y la condición corporal, así como entre la condición corporal y el VPC e índices FAMACHA, indicando que tanto los criterios del índice FAMACHA como la condición corporal son buenos estimadores indirectos para la detección de los parásitos y sus efectos medidos con el porcentaje del VPC.

Finalmente, se puede afirmar que el sistema FAMACHA ofrece una excelente opción de control antiparasitario al efectuar una desparasitación selectiva al hacer una evaluación de la coloración de la mucosa ocular, la palidez progresiva de la mucosa puede dar una aproximación confiable del estado hematológico de los animales que padecen la infección parasitaria dada por NGE hematófagos, particularmente por *H. contortus*, lo que obliga a sólo desparasitar a los animales que realmente lo requieran, disminuyendo la frecuencia de tratamientos y la selección de parásitos con RA.

Bibliografía.

Amarante, A.F.T.; Bangola, J.J.; Amarante, M.R.; Barbosa, M.A. 1997. Host specificity of sheep and cattle nematodes in Sao Paulo State, Brazil. *Vet. Parasitol.* 79 (1-2): 89-104.

Bath, G.; Malan, F.; Van Wyk, J. 1996. The FAMACHA Ovine Anemia 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, FAO.

Borchet, A. 1981. parasitología veterinaria. 3^a edición. Edit. Acribia. España.

Campos, R.R.; Herrera, R.D.; Quiroz, R.H. 1990. Resistencia de *Haemonchus contortus* a bencimidazoles en ovinos de México. *Téc. Pec. Méx.* 28 (1). 30-34.

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 de pelibuey en Tabasco. *Vet. Méx.* 23(1): 51-56.

Cervantes R.M.T 2005. Detección de resistencia a antihelmínticos en ovinos infectados naturalmente con nematodos gastroentéricos y el uso del sistema FAMACHA como método alternativo de control. Tesis de Maestría. FES Cuautitlán, UNAM.

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.* 1616: 1-18.

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

Cuéllar, O.J.A. 2002. Dictiocaulosis ovina. Memoria en disco compacto: Curso de Educación Continua: Medicina y enfermedades de los ovinos y caprinos en el trópico. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. 29 de mayo al 1 de junio 2002.

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

Cuéllar, O.J.A. 2004. El ambiente y su efecto sobre la cantidad de parásitos en las praderas y agostaderos. Notas del Tercer Curso Internacional: Epidemiología y Control Integral de Nematodos Gastroentéricos de Importancia Económica en Pequeños Rumiantes. Campeche, Campeche.

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 Rum. Res.* 29: 33-41.

Datta, F.U.; Nolan, J.V.; Rowe, J.B.; Gray, G.D. 1998. Protein supplementation improves the performance of parasited sheep fed a straw-based diet. *Int. J. Parasitol.* 28 (8): 1269-1278.

Datta, F.U.; Nolan, J.V.; Rowe, J.B.; Gray, G.D. 1999. Long-term effects of short-term provision of protein-enriched diets on resistance to nematode infection, and live-weight gain and wool growth in sheep. *Int. J. Parasitol.* 29 (3): 479-488.

Dominguez, T.I.A.; Cuquerella, M.; Gómez, M.M. Méndez, S.; Fernández, P.F.; Malunda, J. 2000. Vaccination of Manchego lambs against *Haemonchus contortus* with somatic fraction (p26/23) of adult parasites. *Parasit Immunol.* 22 (3): 131-138.

Dunn, M.A. 1983. *Helmintología veterinaria*. 1ª edición. Edit. El Manual Moderno. México.

Edwards, J.R.; Wroth, R.; Chaneet, G.C. de; Beiser, R.B.; Karisson, J.; Morcombes, P.W.; Dalton-Morgan, G; Roberts, D. 1986. Survey of anthelmintic resistance in Western Australian Sheep flocks, 1. Prevalence. *Aust. Vet. J.* 63:5, 135-138.

Figuroa, 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. *Rev. Méx.* 31(4): 309-312.

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

Gomes, A.P.; Araujo, J.V.; Ribeiro, R.C. 1999. Differential in vitro pathogenicity of predatory fungi of the genus *Manocrosporium* for phytonematodes, free-living nematodes and parasitic nematodes of cattle. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 32 (1): 79-83.

Haresing, 1989. *Producción ovina*. AGT Editor. México.

Hong, C.; Hunt, K.R.; Coles, G.C. 1996. Occurrence of anthelmintic resistant nematodes of sheep farms in England and goat farms in England and Wales. *Vet. Rec.* 139: 83-86.

Hoste, H. 2004. Entendiendo los mecanismos fisiopatológicos y patogénesis de la infección por nematodos parásitos en borregos y cabras. Notas del Tercer Curso Internacional: Epidemiología y Control Integral de Nematodos Gastroentéricos de Importancia Económica en Pequeños Ruminantes. Campeche, Campeche.

Kaneko, J.J., Cornelius, C.E. 1970. Clinical biochemistry of domestic animals. 2nd ed. Academic Press. USA.

Kaplan, R.M. Burke, J.M.; Terril, T.H.; Miller, J.E.; Getz, W.R.; Mobini. S.; Valencia, E.; Williams, M.J.; Williamson, L.H.; Larsen, M.; Vatta, A.F. 2004. Validation of the FAMACHA eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. *Vet. Parasitol.* 123: 105-120.

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.

Knox, M.R.; Steel, J.W. 1999. The effects of urea supplementation on production and parasitological response of sheep infected with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Vet. Parasitol.* 83 (2): 123-135.

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

Liebano, H.E., Vázquez, P.V., Fernández, R.M. 1998. Sobrevivencia de las larvas infectantes de *Haemonchus contortus* en un clima subcálido subhúmedo en México. *Vet. México.* 29: 245-249.

Malan, F.S.; Van Wyk, J.A. 1992. The packed cell volume and color of the conjunctivae as aids for monitoring *Haemonchus contortus* infestations in sheep. In anonymous, 1992. Proceedings of the South Africa Veterinary Association Biennial National Veterinary Congress, 7-10 sept. Grahamstown, 139. FAO.

Malan, F.S.; Van Wyk, J.A.; Wessels, C.D. 2001. Clinical evaluation of anemia in sheep: early trials. *Onderstepoort J. of Vet. Res.* 68: 165-174. FAO.

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

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

Mendoza, G.P.M.; Davies, K.G.; Clark, S.J.; Behnke, J.M. 1999. Predatory behaviour of trapping fungi against erf mutants of *Caenorhabditis elegans* and different plant and animal parasitic nematodes. *Parasitol.* 119: 95-114.

Mendoza, G.P.M.; Flores, C.J.; Herrera, R.D.; Vázquez, P.V.; Liébano, H.E.; Ontiveros, F.G.E. 1998. Biological control of *Haemonchus contortus* infective larvae in ovine faces by administering and oral suspension of *Duddingtonia flagrans* chlamydospores to sheep. *J. Helminthol.* 72 (4): 343-347.

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

Negrete, T.P.; Mendez, M.D.; Figueroa, C.J.A.; Quiroz, R.H.; Dávalos, N.E.; 1998. Efecto de la extensión e intensidad de moxidectina, ivermectina, y fenbendazol contra nematodos gastrointestinales en ganado ovino en pastoreo en bosque. Mem. XII Congreso Nacional de Parasitología. Zacatecas, Zacatecas, México.

Newton, S.E.; Jun, E.A. 1999. The development of vaccines against gastrointestinal nematode parasites, particularly *Haemonchus contortus*. Parasitol Today 15 (3): 116-122.

Prichard, R.K.; Hall, C.A.; Kellys, J.D.; Martin, I.C.A; Donald, A.D. 1980. The problem of anthelmintic resistance in nematodes. Aust. Vet. J., May, 239-252.

Quiroz, R.H. 1989, Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. 1ª ed. 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. 1599-1601

Romjali, E.; Drny, P.; Batubara, A.; Pandey, V.S.; Ganteby, R.M. 1997. Periparturient in faecal strongyle egg counts in different genotypes of sheeps in North Sumatra, Indonesia. Vet. Parasitol. 68 (1-2). 191-196.

Salas, G.B.; Méndez, M.D.; Figueroa, C.J.A.; Quiroz, R.H. 1998. Eficacia de antihelmínticos en ovinos de la raza Tabasco en trópico húmedo. Mem. XII Congreso Nacional de Parasitología. Zacatecas, México.

Schalm, O.W., Jain, N.C., Carroll, E.J. 1975. Veterinary Hematology. 3ª edición. Edit. Lea and Febiger. Philadelphia, USA.

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

Smith, W.D. 1999. Prospects for vaccines of helminthes parasites of grazing ruminants. Int. J. Parasitol. 29 (1): 17-24.

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. 7ª ed. Edit. Interamericana. México.

Sumano, L.H.C.; Ocampo, C.L. 1997. Farmacología Veterinaria. Edit Mc. Graw Hill Interamericana, segunda edición. México, D.F.

Urquhart, M.G., Duncan, J.L., Jennings, F.W. 1996. Veterinary Parasitology. 2ª edición. Edit. Blackwell Science. Estados Unidos de América.

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.; Malan, F.S.; Bath, G.F. 1997. Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa –What are the opinions?. In: Van Wyk, J.A. & Van Shalkwyk, P.C. 1997. Managing Anthelmintic Resistance in endoparasites. Workshop held at the 16th International Conference of the World Association of the Advancement of Veterinary Parasitology, 10-15 August 1007, Sun City, South Africa; 51-63.

Van Wyk, J.A.; Van der Merwe, J.S.; Vorster, R.J.; Viljoen, P.G. 1999. Anthelmintic resistance in South Africa: surveys indicate an extremely serious situation in sheep and goat farming. Onderstepoort J. Vet. Res. 66 (4): 273-284.

Van Wyk J.A., Bath G.F., Hansen J.W., Krecek R.C., Vatta A.F. 2001. Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats. Edit. FAO. Sudáfrica.

Vatta, A.F.; Letty, B.A.; Van der Linde, M.J; Van Wyk, E.F.; Hansen, J.W.; Krecek, R.C. 2001. Testing for clinical anemia caused by *Haemonchus spp*. In goats farmed under poor conditions in South Africa using an eye color chart developed for sheep. Vet. Parasitol. 99: 1-14.

Velasco, G.S., Campos, R.R., Herrera, R.D., Heras, R.F., Quiroz, R.H. 1991. Efectividad de la ivermectina contra *Haemonchus contortus* resistentes a los bencimidazoles. Vet. México 22: 451-455.

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

Waller, P.J.; Faedo, M. 1996. The prospects for biological control of the free-living stages of nematode parasites of livestock. Int. J. Parasitol. 26: 8/9, 915-925.