



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

DETECCION DE NEMATODOS GASTROENTERICOS CON
RESISTENCIA A ANTIHELMINTICOS EN REBAÑOS OVINOS
DE LOS ESTADOS DE HIDALGO Y MEXICO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A N :
VERONICA BELIN LOPEZ TODD
ROGELIO CUANDON MENDOZA

ASESOR: M. en C. JORGE ALFREDO CUELLAR ORDAZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

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

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

Detección de nematodos gastroentéricos con resistencia
a antihelmínticos en rebaños ovinos de los estados de
Hidalgo y México.

que presenta la pasante: Verónica Belín López Todd
 con número de cuenta: 9207685-1 para obtener el título de :
Médica Veterinaria Zootecnista

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 2 de julio de 2004

PRESIDENTE	<u>M.C. J. Gabriel Ruiz Cervantes</u>	
VOCAL	<u>M.C. J. Alfredo Cuéllar Ordaz</u>	
SECRETARIO	<u>MVZ. Gloria Josefina Ortiz Gasca</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MVZ. E. Valentino Villalobos García</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. Tiziano Santos Morín</u>	



SECRETARÍA NACIONAL
AVENIDA 14
MEXICO

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

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

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

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

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

Detección de nematodos gastroentéricos con resistencia
a antihelmínticos en rebaños ovinos de los estados de
Hidalgo y México.

que presenta el pasante: Rogelio Cuandón Mendoza
con número de cuenta: 9556264-1 para obtener el título de
Médico Veterinario Zootecnista

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

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

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 2 de julio de 2004

PRESIDENTE	<u>M.C. J. Gabriel Ruiz Cervantes</u>	
VOCAL	<u>M.C. J. Alfredo Cuéllar Ordaz</u>	
SECRETARIO	<u>MVZ Gloria Josefina Ortiz Gasca</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MVZ. E. Valentino Villalobos García</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. Tiziano Santos Morín</u>	

DEDICATORIAS

A Belín y Marco por ser unos padres excepcionales y llenos de virtudes, que me han servido como ejemplo para salir adelante.

A Gabriela por su cariño y apoyo incondicional.

Y a Rogelio por sus consejos, su apoyo y amor.

DEDICATORIAS

A mis Padres Ma. de la Luz y Martín, por su ejemplo de voluntad, trabajo, dedicación, tenacidad y esfuerzo.

A mis hermanos Andrea, Abraham, Araceli, Manuela, Cristina, Adriana (q.e.p.d.), Martín y Marilú, por sus consejos, apoyo y motivación para alcanzar las metas que me propongo.

A ti, Verónica por todos los momentos felices que he vivido a tu lado, de corazón...Gracias

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

A Alfredo Cuéllar y a Rocío Silva por su enseñanza, disciplina, compromiso y profesionalismo.

Hoy nos sentimos un logro más en su exitosa carrera profesional, con orgullo y respeto...

MUCHAS GRACIAS.

RECONOCIMIENTO

A todos nuestros profesores por su entrega y dedicación para contribuir en nuestra formación profesional.

A nuestra querida escuela: FES Cuautitlán UNAM

ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	2
Objetivos	14
Material y métodos	14
Resultados	19
Discusión	34
Conclusiones	38
Bibliografía	39

RESUMEN.

El presente trabajo se efectuó para detectar la presencia de nematodos gastroentéricos (NGE) resistentes a ivermectina, levamisol y albendazol en algunos rebaños ovinos de los estados de México e Hidalgo por medio de la prueba de reducción del conteo de huevos en heces. Además se realizó la identificación de los géneros de parásitos involucrados en la resistencia antihelmíntica (RA) por medio de la técnica de cultivo larvario. También se pretendían conocer los factores que pudieran estar asociados en la inducción de poblaciones de nematodos gastroentéricos resistentes a los antihelmínticos en los rebaños ovinos estudiados.

El trabajo se desarrolló en explotaciones ovinas particulares de los estados de México e Hidalgo. En total se consideraron 51 rebaños de 30 municipios. De ellos, 35 ubicados en 19 municipios del Estado de México y 16 rebaños de 11 municipios del Estado de Hidalgo. Para la evaluación de resistencia a antihelmínticos, se eligieron rebaños que tenían de 40 a 60 ovinos, se consideraron tanto hembras como machos. Se tomó como referencia el protocolo de trabajo para la evaluación a campo de cepas potencialmente resistentes a los antihelmínticos, empleando la prueba de reducción del recuento de huevos en materia fecal según las recomendaciones de la Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria (WAAVP por sus siglas en inglés). De los 35 rebaños evaluados en 19 municipios en el Estado de México para la detección de nematodos gastroentéricos (NGE) con resistencia a antihelmínticos (RA), sólo fueron de utilidad 10 y de ellos, en 6 se detectó el problema. En tres rebaños de esta entidad hubo evidencia de RA para los tres principios activos evaluados (albendazol, levamisol e ivermectina). En otros dos hubo resistencia al albendazol y en uno de ellos ligera resistencia a antihelmínticos (LRA) a ivermectina. En un rebaño se presentó LRA a levamisol. Para los rebaños del Estado de Hidalgo, de los 16 evaluados para RA de 11 municipios, fueron útiles sólo cuatro, en sólo uno se detectó LRA a levamisol e ivermectina. Los géneros de NGE diagnosticados en los rebaños evaluados para RA son similares a los detectados en los rebaños ovinos de México, existiendo una mayor proporción de *Hemonchus contortus*. Después de la desparasitación y en los casos donde se diagnosticó el problema de RA, sólo fue identificado el *H. contortus*. Para ambos estados, la baja frecuencia de desparasitación se asoció a la ausencia de RA en los rebaños estudiados. Cuando esa frecuencia se incrementó, se dió la aparición de RA. Los criterios para aplicar los desparasitantes fueron las características clínicas de problemas parasitarios y la estacionalidad. La selección del antiparasitario en la mayoría de los casos se basó en el diagnóstico del problema. Una situación importante y grave se dió en dos rebaños, uno del Estado de México y otro de Hidalgo, donde existían ovejas importadas de Australia y se presentó RA, presumiblemente de cepas de NGE de origen australiano. Basándose en los resultados obtenidos, se crea la necesidad de establecer las estrategias tecnológicas que contribuyan a disminuir o evitar la presencia de RA en los rebaños ovinos de los Estado de México e Hidalgo.

INTRODUCCIÓN.

Las enfermedades parasitarias, específicamente la nematodiasis gastroentérica, representan uno de los problemas de salud más importante que repercute negativamente en la eficiencia biológica y económica de los rebaños ovinos de México. Los nematodos gastrointestinales (NGE) de los rumiantes provocan trastornos digestivos que interfieren en la nutrición y desarrollo normal del individuo, además de favorecer a enfermedades secundarias, así como pérdidas cuantiosas a la producción. La nematodiasis gastroentérica de los rumiantes es una parasitosis que se adquiere en los sistemas productivos donde se practica el pastoreo, aunque también resulta un problema sanitario frecuente en los sistemas donde existen praderas irrigadas. Es una enfermedad multietiológica ocasionada por la acción conjunta de varios géneros y especies de parásitos, que comparten los bovinos, ovinos y caprinos y puede considerarse como un complejo parasitario, causante de un síndrome de mala digestión y en consecuencia, de la absorción de nutrientes (Cuéllar, 1992).

De acuerdo a su localización los géneros de los parásitos responsables de la nematodiasis gastrointestinal en los rumiantes son:

- **Abomaso:** *Haemonchus*, *Teladorsagia*, *Trichostrongylus*, *Mecistocirrus*.
- **Intestino delgado:** *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Nematodirus*, *Strongyloides* y *Bunostomum*
- **Ciego:** *Skrjabinema* y *Trichuris*
- **Colon:** *Chabertia* y *Oesophagostomum*.

Para que la nematodiasis se presente debe existir un ambiente adecuado. La razón es que para adquirir esta enfermedad los animales requieren ingerir larvas infectantes que están presentes en el pasto, que actúa como vehículo para que la larva pueda introducirse al hospedador (Vázquez y Nájera, 1987).

Se conoce que el desarrollo de la larva infectante abarca desde la eliminación de huevo junto con las heces de los animales, la incubación para la formación de la larva 1, la eclosión de la larva 1, muda a larva 2 y finalmente el desarrollo de la larva 3. La larva 3 además de una humedad relativa alta, requiere para su supervivencia de otros factores ambientales como son: temperatura entre 10 y 20° C, ausencia de la luz solar directa y ausencia de predadores, entre otros (Blood y col., 1992).

Las larvas pueden resistir las condiciones adversas durante varios meses de frío o sequía y reinfestar en temporadas consideradas no habituales (Carballo, 1987).

Otro aspecto importante es la resistencia que tienen de un género a otro, por ejemplo, las larvas infectantes de *Nematodirus*, a diferencia de los demás parásitos, resisten temperaturas de hasta -10° C (Dunn, 1983).

Otro factor, es que requiere de una hora del día en especial en la que pastorean los animales. Los pastoreos diurnos facilitan la infestación al ingerir los animales grandes cantidades de larvas infectantes que se encuentran en ese momento en las pequeñas gotas de rocío que se forman al amanecer. También los días nublados ejercen similar efecto sobre las larvas y favorecen a la infestación (Quiroz, 1989; Cuéllar, 1992).

Las condiciones de los hospedadores son también importantes para la parasitosis, por ejemplo:

Los ovinos se consideran la especie en que con mayor frecuencia se encuentran estos parásitos, asimismo son los animales más sensibles a la acción de los mismos. Influye el hecho de que pastorean al ras del suelo y son sumamente selectivos consumiendo forraje muy tierno que contiene mucha humedad y por lo tanto con mayor posibilidad de tener gran cantidad de larvas infectantes (Cuéllar, 1986).

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

La presencia de estos parásitos provoca un fenómeno inmunológico para combatirlos llamado de *autocura* y es debido a la aparición de una gran cantidad de larvas mudando de tercer a cuarto estadio y por lo tanto secreta antígenos que actúan como alérgenos, lo que tiende a provocar una reacción local aguda de hipersensibilidad tipo I en las regiones parasitadas del intestino y abomaso. La combinación de los antígenos de las larvas con los anticuerpos IgE fijados sobre las células cebadas tienen como resultado la degranulación de dichas células, con liberación de aminas vasomotoras. Estos compuestos estimulan la contracción del músculo liso y aumentan la permeabilidad vascular. Por lo tanto, en la reacción de autocuración se observan contracciones violentas de musculatura abomasal e intestinal, con aumento de la permeabilidad de los capilares locales lo que permite la salida de líquido a la luz del órgano. Esta da como resultado el desalojo y la expulsión de la mayor parte de los gusanos implantados en la mucosa digestiva (Tizard, 1998; Soulsby, 1991).

La reacción de autocuración se presenta principalmente en *Haemonchus contortus*, sin embargo, larvas del mismo pueden inducir a la autocuración en infestaciones por *Trichostrongylus* sp, pero éstas no inducen ese mecanismo contra *H. contortus*. La autocuración es un importante mecanismo de terminación de parasitosis gastroentérica en borregos pero no tiene la eficiencia deseada debido a la adaptación del parásito a una vida parasitaria estricta y a una subadaptación en el sistema inmune del hospedador ya sea oponiéndose a su intervención o sustrayéndose a ella (Soulsby, 1991).

La IgE tiene una alta importancia en la reacción de autocuración pero también desempeña otros papeles en la disminución de la población de helmintos en los animales, como ayudar a la participación de macrófagos, además al degranular células cebadas, la IgE estimula la liberación del factor quimiotáctico de los eosinófilos para la anafilaxia. A su vez esta sustancia permite utilizar la reserva de eosinófilos del organismo pasando a la circulación gran número de estos. Lo anterior explica que la eosinofilia sea tan característica de las infestaciones por helmintos. Los eosinófilos, contienen enzimas capaces de neutralizar los agentes vasomotores liberados por las células cebadas y junto con los anticuerpos IgG probablemente puedan matar algunas larvas de helmintos, desempeñando así una función protectora (Tizard, 1998).

En rumiantes jóvenes existe una falta de respuesta contra helmintos gastroentéricos lo que contribuye a un aumento en la morbilidad y mortalidad, esta se ha asociado a la edad, pues conforme esta avanza, aumenta la respuesta contra los antígenos de los parásitos; también a la transferencia de sustancias tolerogénicas en el calostro y a una inmunosupresión en la respuesta inducida por altas dosis de larvas infectantes (Abbot y col., 1986).

Se ha demostrado que la respuesta inmune tiene importancia en la inhibición del desarrollo de larvas de nematodos gastroentéricos (hipobiosis) (Soulsby, 1991).

En lo referente al estado nutricional del animal, debe considerarse que la base de una buena alimentación no es volumen de forraje sino la cantidad de nutrientes adecuados; se asegura que este factor ayuda a la formación de procesos inmunológicos contra estas enfermedades (Blood y col., 1992).

En un estudio se observó que corderos sometidos a una dieta baja en proteínas son menos resistentes a los efectos patógenos de *Haemonchus* que los corderos que recibieron una dieta alta en proteínas (Abbott y col., 1986).

En cuanto al estado fisiológico del ovino parasitado, básicamente en el caso de las ovejas, ocurre un aumento en la eliminación de huevos de nematodos gastroentéricos cuando está cerca el parto o en la lactancia. Esa elevación es consecuencia de una mayor población de nematodos adultos en el abomaso e intestino y se conoce como *alza posparto* o *alza lactacional* (Quiroz, 1989).

Existe una relajación de la inmunidad alrededor del parto y la lactación, esto se ha asociado a un aumento de prolactina. Inmunológicamente existe una marcada supresión del fitomitoígeno y de la respuesta inmunológica mediada por células contra el antígeno específico de *H. contortus*, así como en la disminución de blastogénesis de linfocitos en la sangre periférica, resultando en un aumento en la eliminación de huevos en este tiempo (Gibbs, 1986; Soulsby, 1991).

Durante este periodo, hay estimulación hormonal hipotálamo pituitaria, que también ejerce acción sobre las larvas que están en estado hipobiótico, favoreciendo que continúe con su desarrollo (Quiroz, 1989).

Alba y Cuéllar (1990) reportan que el mayor aumento en la eliminación de huevos en las heces; se presentó en la 4a y 8a semana después del parto de las ovejas en un estudio realizado en México. Existen variaciones raciales para que el fenómeno de alza posparto se presente, Romjali y col. (1997) encuentran mayores eliminaciones en ovejas de la raza nativa de Sumatra con relación a sus cruces con Blackbelly, asimismo existe un efecto del alza posparto con el tamaño de la camada.

Existen dos aumentos en cuanto a la eliminación de huevo que en general coinciden en tiempo, uno es lactacional de las hembras en cualquier etapa fisiológica y el de primavera que se presenta en hembras primerizas y que en machos es de menor intensidad (Alba y Cuéllar, 1990).

Es muy importante conocer el ciclo biológico de los parásitos para así poder atacarlos. El ciclo de todos los nematodos gastrointestinales es directo y comprende dos fases, una exógena y otra endógena. La primera involucra desde la eliminación de huevos en el excremento de los animales parasitados hasta la formación de la larva infectante. En la mayoría de los casos, esta larva es del tercer estadio, excepto *Trichuris* y *Skrjabinema*, en la que es la larva 1 (Lapage, 1981; Soulsby, 1991; Quiroz, 1989).

Después de que se han desarrollado las larvas infectantes, éstas pueden migrar vertical u horizontalmente en su microhábitat. La migración vertical les permite subir a las gotas de rocío que se encuentran en la punta de los pastos en las mañanas o en los días nublados (Quiroz, 1989; Cuéllar, 1992). Los mecanismos que facilitan la migración larvaria son: un hidrotropismo positivo, geotropismo negativo y fototropismo positivo a la luz tenue y negativo a la luz intensa. La migración horizontal aunque ocurre en forma activa, o sea, donde la larva por sí sola recorre algunos centímetros, también se puede dar por medios indirectos o pasivos, pudiendo ser por el pisoteo de los animales en los potreros, por la esporulación de hongos que crecen sobre las heces o por medio de artrópodos coprófagos (Soulsby, 1991).

La fase endógena del ciclo vital de los nematodos del tracto gastrointestinal de los ovinos se inicia con la ingestión de la larva 3 infectante hasta el desarrollo de los parásitos adultos, la cópula y la producción de huevos (Cuéllar, 1992).

A diario cada animal consume miles de larvas que al llegar al abomaso pierden su cutícula (de la larva 2 la cual han retenido) en el rumen favorecida por la anaerobiosis existente, se introduce a la mucosa y submucosa abomasal (*Haemonchus*) o intestino delgado (*Trichostrongylus*), donde muda a larva 4 regresa a la luz del órgano parasitado y realiza su última muda a larva 5 (adulto inmaduro) y finalmente se forman los adultos maduros (sexualmente activos) que tienen la capacidad de copular y la hembra inicia la postura de huevos (Carballo, 1987).

La duración de la fase exógena varía entre 7 y 15 días dependiendo de las condiciones microambientales prevaletentes, los climas cálidos o templados con suficiente humedad aceleran esta fase y los climas fríos o la desecación la retardan, inhiben e incluso provocan la muerte de algunas larvas o huevos en sus diferentes estadios (Uriarte y Valderrabano, 1989).

El ciclo biológico completo, comprendiendo las dos fases, tiene una duración de 28 a 35 días pero en situaciones prácticas se han detectado 3 ó 4 ciclos que se desarrollan básicamente durante épocas favorables para la fase exógena del ciclo. Esto hace suponer que el parásito se mantiene en condiciones de latencia, hipobiosis, *arresto larvario* o *desarrollo inhibido*, el cual consiste en enquistamiento durante varios meses de las larvas 4, presentes en las mucosa y submucosa abomasal o intestinal, según sea el caso (Carballo, 1987).

Aún son poco claros los mecanismos que favorecen el desenquistamiento de esas larvas 4 para continuar el desarrollo de su ciclo (Carballo, 1987). 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*, ya mencionado antes (Fleming y Conrad, 1989).

El desarrollo del parasitismo clínico depende no sólo del número y la actividad de los parásitos, sino también de la edad, resistencia y estado nutricional del hospedador, así como de las condiciones climatológicas y prácticas de manejo, además de tomar en cuenta si es una especie con elevada susceptibilidad a la enfermedad (Quiroz, 1989).

Es importante puntualizar en el hecho de que la enfermedad parasitaria no es solo el resultado de la simple relación hospedador-parásito, sino más bien es consecuencia de la conjunción de diversos factores, que al presentarse y muchas veces al interactuar entre sí, hacen que el problema se presente. Por lo tanto, el simple uso de fármacos antiparasitarios, solo lleva a un control parcial de la parasitosis si no son modificadas aquellas situaciones que la favorecen (Cuéllar, 1992).

Los signos del cuadro clínico de las nematodiasis gastroentérica varían según la especie de nematodos presentes en la infestación y el estado nutricional del animal (Lapage, 1981; Soulsby, 1991).

En los animales jóvenes, se observa baja de peso, pérdida de la lana, anorexia, mucosas y conjuntivas pálidas y apatía (Enguilo, 1985), también puede haber diarreas intermitentes y edema submandibular (Cuéllar, 1986).

Cuando estas enfermedades parasitarias se deben a la presencia de nematodos pertenecientes a los géneros *Haemonchus* u *Ostertagia*, que se localizan en la pared del abomaso, los signos más aparentes son mucosas pálidas, debilidad general, emaciación indicativo de anemia ferropriva, por ser parásitos hematófagos (Lapage, 1981; Soulsby, 1991).

Los nematodos adultos de *Trichostrongylus* y *Ostertagia* no se alimentan a expensas del contenido intestinal, sino que ingieren con su pequeña cápsula bucal, contenidos variables de células epiteliales y que pueden lesionar vasos sanguíneos con la siguiente pérdida de sangre (Quiroz, 1989).

Tanto las larvas 4, como los adultos de *Haemonchus contortus* son hematófagos y al ingerir grandes cantidades de líquido corporal del hospedador (el promedio ingerido por parásito es 0.05 ml por día) produce pérdida de componentes sanguíneos, incluyendo eritrocitos y proteínas plasmáticas lo cual puede ocasionar anemias e hipoproteinemia (Jennings, 1976; Blood y col., 1992).

Los corderos jóvenes infestados por *H. contortus* suelen estar afectados por la forma sobreaguda de la enfermedad y se les encuentra con frecuencia muertos sin que se haya presentado signo alguno. A la necropsia se observa inflamación catarral en abomaso o intestino, ulceración y nódulos en pared intestinal o abomasal; a veces hay hemorragia en el sitio de fijación del parásito (Jennings, 1976; Quiroz, 1989; Cuéllar, 1986).

El diagnóstico de laboratorio será una herramienta útil para el control parasitario, si además se toman en cuenta las circunstancias en que estén los animales, así como todos aquellos factores relacionados con la enfermedad parasitaria. Es fundamental que las enfermedades parasitarias sean diagnosticadas antes de que exista la aparición masiva de casos clínicos en el hato, lo cual ya denota pérdidas para el productor y diseminación de los parásitos. Por lo tanto, se recomienda efectuar muestreos periódicos (por ejemplo cada mes) para conocer el tipo de parásitos presentes y la cantidad eliminada, y basándose en esa información tomar la decisión para efectuar la desparasitación en forma estratégica (Cuéllar, 1986).

El diagnóstico se debe realizar basándose en el cuadro clínico observando los signos ya descritos y exámenes de laboratorio (pruebas coproparasitológicas

como la técnica de flotación, técnica de Mc Master y cultivo larvario) donde se conoce el número de huevos eliminados por gramo de heces, así como el género del parásito a que pertenecen dichos huevos (Dunn, 1983). El diagnóstico diferencial se debe realizar con fasciolosis, otras nematodiasis diarreicas tóxicas bacterianas, coccidiosis, cestodosis y desnutrición (Quiroz, 1989).

Algunos de los antihelmínticos actuales administrados de manera rutinaria para el tratamiento de la nematodiasis gastrointestinal de los rumiantes se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Antihelmínticos más utilizados en rumiantes.

Principio activo	Nombre comercial
Levamisol	<i>Antilmin, Coopersol, Ripercol, Vermifin</i>
Febantel	<i>Bayverm</i>
Netobimin	<i>Hapadex</i>
Albendazol	<i>Valbazen, Albendaphorte</i>
Fenbendazol	<i>Panacur</i>
Oxfendazol	<i>Synanthic</i>
Closantel	<i>Closantil, Flukiver, Seponver</i>
Nitroxinil	<i>Trodax</i>
Rafoxanide	<i>Ranide</i>
Ivermectina	<i>Ivertec, Dectiver, Ivomec</i>
Moxidectina	<i>Cydectín</i>
Doramectina	<i>Dectomax</i>

Como ya se citó, la nematodiasis gastroentérica ocurre en los sistemas de pastoreo al igual que en otras partes del mundo, su control se basa casi exclusivamente por la administración de compuestos químicos con actividad antihelmíntica.

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 ya 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 col., 1996; Chartier y col., 1998; Van Wyk y col., 1999).

La resistencia antihelmíntica (RA) se define como el aumento significativo de los individuos de una población parasitaria, capaces de tolerar niveles de droga que han probado ser letales para la mayoría de los individuos de la misma especie. Es importante enfatizar que la RA es un fenómeno normal resultado de la magnificación de un hecho biológico ya existente mediante el cual se selecciona, dentro de una población de gran variación genotípica, a aquellos individuos capaces de resistir mayores niveles de droga.

El problema de RA se ha reportado en varias especies animales, para distintos parásitos y diferentes grupos de antihelmínticos. En el cuadro 2 se muestran algunos ejemplos.

Cuadro 2. Ejemplos de resistencia a antihelmínticos ante diversos parásitos de interés veterinario.

Hospedador	Parásito	Bencimidazoles	Imidazotiazoles	Lactonas macrocíclicas	Salicilamidos	Organofosforados
Ovinos y caprinos	<i>Haemonchus contortus</i>	X	Rara	X	X	X
	<i>Ostertagia sp.</i>	X	X	X		
	<i>Trichostrongylus sp.</i>	X	X	X		
	<i>Fasciola hepatica</i>	X				
Cerdos	<i>Oesophagostomum sp.</i>	X	X	X		
Equinos	Ciatostomidos	X	X			
Bovinos	<i>Cooperia sp.</i>	X		X		
	<i>Haemonchus placei</i>	X	X			
	<i>Ostertagia ostertagi</i>	X	X			
	<i>Trichostrongylus axei</i>	X				

Fuente: Sangster (1999).

Es de esperarse que esa resistencia sea un problema de todas aquellas áreas de producción ovina donde la quimioterapéutica es el único método de control de los parásitos, de hecho ha surgido como el problema más importante que enfrenta el control de las infestaciones por nemátodos gastroentéricos (NGE) de pequeños rumiantes en varios países. Entre los principales factores que contribuyen al desarrollo de RA se incluyen: tratamientos frecuentes con antihelmínticos, el uso de antihelmínticos con un modo similar de acción durante varios años, los tratamientos cuando los parásitos tienen refugios pequeños (sobrepastoreo), aplicación de drogas con menores dosificaciones a las terapéuticamente recomendadas, la introducción de animales que posean gusanos resistentes, o algunos otros medios de contaminación como partículas fecales desde lugares con RA a través de equipos, vehículos automotores o incluso por pájaros.

Existen distintos tipos de RA dependiendo de la cantidad y modo de acción de las drogas involucradas (Nari, 1987):

- a) *Resistencia única*. Cuando hay resistencia hacia un solo antihelmíntico.
- b) *Resistencia colateral*. Es cuando la resistencia a un antihelmíntico es el resultado de la selección de otra droga con un modo de acción similar.
- c) *Resistencia cruzada*. Se produce cuando la resistencia es el resultado de la selección de otra droga con un modo de acción diferente.
- d) *Resistencia múltiple*. Se presenta hacia 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.

Los grupos químicos donde se ha reportado RA son:

A. Bencimidazoles:

Tiabendazol
Oxfendazol
Albendazol
Mebendazol

B. Probencimidazoles:

Tiofanato
Febantel

C. Imidazotiazoles:

Morantel
Levamisol

D. Derivados salicilanílicos:

Closantel

E. Lactonas macrocíclicas:

Ivermectina

El mismo autor menciona que existen evidencias de RA en combinaciones de drogas pertenecientes a grupos diferentes (p.e. combinación de levamisol con algún bencimidazol).

Hay varias técnicas *in vivo* e *in vitro* disponibles para la detección de RA, pero la prueba de reducción del conteo de huevos en heces, por su capacidad para evaluar la eficacia de cualquier antihelmíntico, es la más comúnmente usada.

La resistencia de NGE a antihelmínticos disponibles en la actualidad ocurre mundialmente. Algunos géneros de parásitos son resistentes a uno o más tipos de antihelmínticos de amplio espectro disponibles en el mercado.

Se han reportado casos de RA en Australia, Nueva Zelanda, Gran Bretaña, Dinamarca, Holanda, Brasil, Argentina, Uruguay, Paraguay y Kenia.

En México los hallazgos de NGE resistentes a antihelmínticos son escasos. Campos y col. (1988) reportan la detección de una cepa de *H. contortus* resistente a bencimidazoles, específicamente al albendazol. Esa cepa fue aislada de una explotación ovina de raza Pelibuey en clima subtropical húmedo. Se empleó una prueba *in vitro* para conocer el factor de resistencia. Cabe mencionar que el rebaño estudiado había sido desparasitado frecuentemente con albendazol y se habían detectado fracasos en la terapia antihelmíntica, donde, a los pocos días de la aplicación del fármaco, algunos animales morían y poseían grandes cantidades del nematodo.

Profundizando en el estudio de ese caso, Mendoza (1991) no encuentra diferencias en la cinética de anticuerpos contra cepas de *H. contortus* resistentes y susceptibles a bencimidazoles en ovinos infestados experimentalmente. Heras y col. (1992) no encontraron diferencias en los parámetros sanguíneos de corderos infestados con cepas de *H. contortus* resistente y susceptible de albendazol.

Por su parte, Manifacio y col. (1992) evaluaron cuatro antihelmínticos contra esa cepa de *H. contortus* resistente al albendazol. Emplearon el levamisol (7.5 mg/kg PV por vía intramuscular), ivermectina (200 µg/kg PV subcutánea), netobimín (7.5 mg/ PV por vía oral) y albendazol (5 mg/kg PV por vía oral). A los 7 días postratamiento, el levamisol, ivermectina y netobimín mostraron una eficacia del 100%, mientras que para el albendazol fue del 68.8%, sin embargo, existió la presencia de huevos de NGE a los 15, 21 y 28 días en los animales tratados con netobimín.

Asimismo, Heras y Quiroz (1992) evaluaron la eficacia del netobimín y albendazol contra cepas de *H. contortus* resistente y susceptible al albendazol. Encontraron una eficacia del netobimín del 77.4% y 100% contra la cepa resistente y susceptible respectivamente. Por su parte, el albendazol tuvo una eficacia del 76.6% y 97.8% también para ambas cepas.

Por otro lado, se ha detectado baja eficacia al tratamiento empleando fenbendazol y oxfendazol en *H. contortus* de Chapa de Mota, Estado de México (Negrete col., 1998) y Tlapacoyan, Veracruz (Salas y col., 1998) respectivamente.

Una compilación de los datos de RA en México se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Reportes de resistencia a antihelmínticos en México

Lugar	Antihelmíntico ¹	Género de NGE	Autor (año)
Hueytamalco, Puebla	ABZ, FEN, OXF, FEB	<i>Haemonchus</i>	Campos y col. (1992)
Tizimín, Yucatán	ABZ, FEN, OXF, FEB	<i>Haemonchus</i>	Campos y col. (1992)
Tlapacoyan, Veracruz	SO-ABZ	<i>Haemochus</i>	Figueroa y col. (2000)
Este de Yucatán	ABZ	<i>Haemonchus</i>	Torres y col. (2003a)
Centro y sur de Yucatán	FEN, IVM	<i>Haemonchus</i> y <i>Trichostrongylus</i>	Torres y col. (2003b)
Tlaxcala	IVM	<i>Haemonchus</i>	Montalvo y col. (2003)
Tabasco	NET, IVM	<i>Haemonchus</i> , <i>Ostertagia</i> y <i>Oesophagostomum</i>	González y col. (2003)
Tierra Blanca, Veracruz	ABZ, IVM	<i>Haemonchus</i>	Cuéllar (2003)
Altamira, Tamaulipas	IVM	<i>Haemonchus</i>	
Campeche, Campeche	ABZ, SO-ABZ, IVM	<i>Haemonchus</i>	

¹ABZ= Albendazol, FEN= Fenbendazol, OXF= Oxfendazol, FEB= Febantel, SO-ABZ= Sulfóxido de albendazol, NET= Netobimín

La aparición de RA en los rebaños ovinos de México es una realidad, pues existen las condiciones climáticas y de manejo del pastoreo que la favorecen. Es necesario establecer todas las acciones necesarias para continuar con su detección, especialmente en aquellas regiones con alta frecuencia de desparasitación y en donde se han introducido animales con cepas presumiblemente resistentes.

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

- El desarrollo de vacunas específicas contra nematodos gastroentéricos (Newton y Munn, 1999; Smith, 1999; Domínguez y col., 2000).
- La suplementación alimenticia, especialmente de nitrógeno proteico (Fox, 1997; Wallace y col., 1998; 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 como hongos apatógenos para el hospedador pero nocivos para las larvas han sido empleados exitosamente (Mendoza y col., 1998; Mendoza y col., 1999), visualizando su empleo masivo como un método de control para la hemoncosis (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 infestación por parásitos.
- Sistema FAMACHA. Es la identificación clínica del desarrollo de anemia. Este sistema está enfocado en el mantenimiento de infestaciones de *H. contortus* en ovejas y cabras. Se identifican aquellos animales con mucosas pálidas equivalentes a un hematocrito por debajo del 15%. Se ha encontrado que esa apreciación visual de la anemia requiere de un entrenamiento para dominar el procedimiento pero puede ser aplicable a cualquier tipo de explotación ovina y disminuyendo en gran medida el uso de antihelmínticos. El sistema FAMACHA sólo es aplicable para el control de *H. contortus* en una región endémica y se debe usar conjuntamente con otras medidas para el control de helmintos (Van Wyk y col., 2001).

OBJETIVOS.

Detectar la presencia de nematodos gastroentéricos resistentes a ivermectina, levamisol y albendazol en rebaños ovinos de los Estados de México e Hidalgo por medio de la prueba de reducción del conteo de huevos en heces.

Identificar los géneros de parásitos involucrados en la resistencia antihelmíntica por medio de la técnica de cultivo larvario.

Conocer los factores que pudieran estar asociados en la inducción de poblaciones de nematodos gastroentéricos resistentes a los antihelmínticos en los rebaños ovinos estudiados.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Localización.

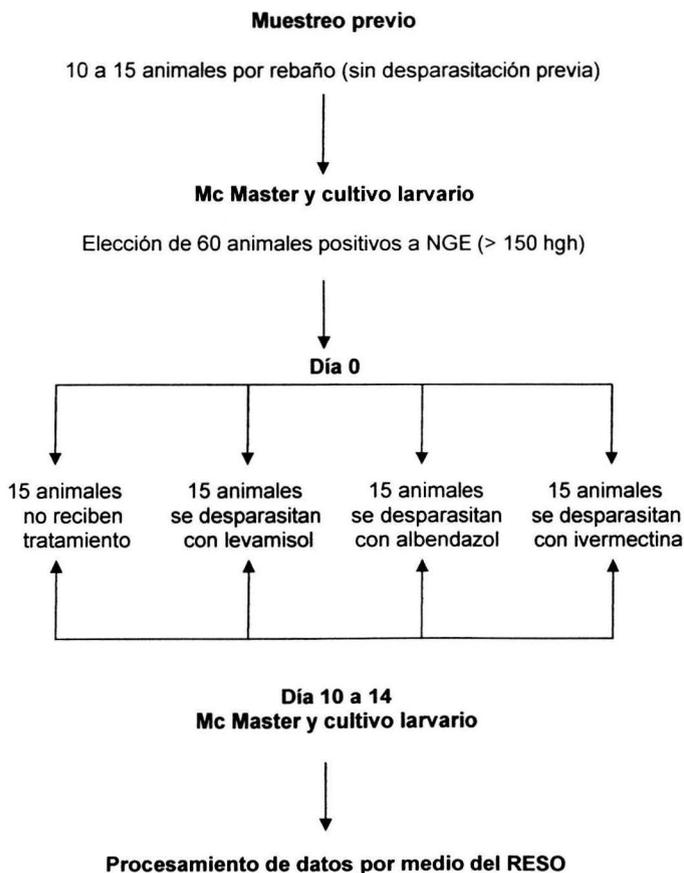
El presente trabajo se desarrolló en explotaciones ovinas particulares de los estados de México e Hidalgo. En total se consideraron 51 rebaños de 30 municipios. De ellos, 35 ubicados en 19 municipios del Estado de México (Acambay, Atizapan, Cuautitlán Izcalli, Huehuetoca, Ixtapaluca, Jilotepec, Juchitepec, Melchor Ocampo, Nicolás Romero, San Andrés Jaltenco, San Felipe del Progreso, Santa Ana Nextlalpan, Sultepec, Tecamac, Temoaya, Teoloyucan, Teotihuacan, Tequixquiac y Zumpango) y 16 rebaños de 11 municipios del Estado de Hidalgo (Acatlán, Actopan, Apan, Chimalpa, Ixmiquilpan, Palo Hueco, San Miguel de Allende, Singuilucan, Tepatepec, Tepeapulco y Texcatzongo).

Animales.

Para la evaluación de resistencia a antihelmínticos, se eligieron rebaños que tenían de 40 a 60 ovinos, preferentemente se trabajó con un grupo homogéneo de animales de tres a seis meses de edad. Se consideraron tanto hembras como machos.

Diseño experimental.

Se tomó como referencia el protocolo de trabajo para la evaluación a campo de cepas potencialmente resistentes a los antihelmínticos (Nari, 1987), empleando la prueba de reducción del recuento de huevos en materia fecal (FECRT= *fecal egg count reduction test*) según las recomendaciones de la Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria (WAAVP por sus siglas en inglés) (Coles y col., 1992).



Muestreo previo.

Se emplearon rebaños ovinos sin tratamiento previo con algún antiparasitario en las últimas cuatro semanas. Ese lapso se amplió a diez, cuando fue utilizado el closantel, dada la alta persistencia terapéutica de este antiparasitario. Los rebaños a considerar tenían un promedio de huevos por gramo de heces (hgh) mayor a 150.

Se enviaron al laboratorio entre 10 y 15 muestras individuales de materia fecal. Aproximadamente de 15 gramos por muestra.

Primer muestreo (día 0):

Se formaron cuatro grupos al azar entre 10 a 15 animales cada uno que recibieron el siguiente tratamiento:

Grupo	Tratamiento	Dosis (mg/kg)	Vía de administración
0	Sin tratamiento	---	---
1	Levamisol	6.0	Subcutánea
2	Albendazol	5.0	Oral
3	Ivermectina	0.2	Subcutánea

En este momento se registró el número de cada animal así como su peso y sexo. La aplicación de los medicamentos se basó en la dosis mencionada por kg de peso vivo.

Segundo muestreo (día 10-14):

Después de 10 ó 14 días del tratamiento, se tomaron muestras de heces de todos los animales para verificar la eventual reducción en la eliminación de huevos de NGE.

Identificación de los animales.

Se consideró la identificación normal que empleaba cada ovinocultor (arete o tatuaje), cuando carecían de identificación, se marcaron con pintura a todos los ovinos que participaron en la prueba.

Colección y envío de muestras.

La toma de muestra de materia fecal se realizó extrayendo el excremento directamente del recto utilizando una bolsa de plástico, posteriormente se identificó la bolsa con el número correspondiente del animal.

Para la conservación de la muestra en el campo se utilizaron refrigerantes o hielo para después mantenerlos en el refrigerador hasta su revisión.

Procesamiento de las muestras.

Todas las muestras colectadas se procesaron por medio de la técnica de Mc. Master (modificada por O'Sullivan) para la cuantificación de huevos por gramo de heces, También se efectuó un cultivo larvario para identificar los géneros de los parásitos involucrados.

Tratamientos.

La vía de administración en el caso del albendazol (*Albendaphorte*, Laboratorio Salud y Bienestar Animal) se hizo por vía oral. El levamisol (*Antilmin*, Laboratorio Lapisa) e ivermectina (*Dectiver*, Laboratorio Lapisa) se aplicaron por vía subcutánea en la zona de la axila.

Para la administración de los antiparasitarios se emplearon jeringas desechables que permitieron una dosificación con mayor exactitud.

Todos los animales fueron pesados en forma individual, por medio de un dinamómetro con capacidad máxima para 100 kg, previamente a la desparasitación para aplicar la dosis adecuada del fármaco.

Análisis de resultados.

Los datos de hgh obtenidos en el día 10 se procesaron empleando el programa de análisis de la reducción de conteo de huevos (*RESO*) desarrollado por la División de Salud Animal de CSIRO de Australia.

Para que un resultado se considere indicativo de resistencia deberán cumplirse dos condiciones:

- Que la reducción en la media aritmética de hgh en el grupo tratado sea menor de 95% en comparación con el grupo control.

- Que el límite inferior del intervalo del 95% de confianza para el porcentaje de reducción, sea menor de 90%.

El análisis estadístico indica que si el verdadero porcentaje de reducción estimado es 95%, la probabilidad de declarar resistencia empleando solo el primero de los dos criterios es 50-50. Por ejemplo, empleando solo el primer criterio, si el verdadero porcentaje de reducción es de 95%, la mitad de las veces de estimación puede llegar a ser un poco mayor por lo que se llegará a diagnosticar susceptibilidad de la cepa al antiparasitario y la otra mitad de las veces la estimación será un poco menor por lo que se declarará resistencia. Sin embargo, si se toma en consideración ambos criterios, el diagnóstico de resistencia, se efectúa con seguridad.

El análisis de los datos experimentales en pruebas llevadas a cabo en Australia (CSIRO, 1989), indica que si ambos criterios se tiene en cuenta, se debe declarar resistencia presente. Si se cumple solo uno de los dos criterios, entonces debe sospecharse resistencia.

También se aplicó un cuestionario a los dueños o encargados de los rebaños evaluados y considerados para la prueba de RA con la finalidad de conocer los aspectos relativos a su actividad, tipo de manejo alimenticio, raza(s) empleada(s), así como de sus los antecedentes de desparasitación, intervalo de aplicación, los criterios de utilización y el por qué de la elección de los antiparasitarios.

RESULTADOS.

Evaluación de la resistencia a antihelmínticos en el Estado de México.

Para la detección de nematodos gastroentéricos (NGE) con resistencia a antihelmínticos (RA) en ovinos del Estado de México, se efectuaron evaluaciones parasitológicas en 19 municipios (Acambay, Atizapan, Cuautitlán Izcalli, Huehuetoca, Ixtapaluca, Jilotepec, Juchitepec, Melchor Ocampo, Nicolás Romero, San Andrés Jaltenco, San Felipe del Progreso, Santa Ana Nextlalpan, Sultepec, Tecamac, Temoaya, Teoloyucan, Teotihuacan, Tequixquiac y Zumpango). En total se hizo un muestreo en 35 rebaños de esos municipios.

Según las recomendaciones para la evaluación de RA en los rebaños ovinos, existen criterios de inclusión para ser considerados en dicha evaluación. Por lo tanto, hubo un total de 25 rebaños en 12 municipios, que fueron estudiados, sin embargo, no cumplieron con las características para la evaluación de RA. En el cuadro 4 se exponen algunas de esas características. Se observa que en general en esos rebaños había dos situaciones que los hacían no elegibles. En primer lugar, existía una gran cantidad de animales negativos pues el 64.5% de animales no mostraron eliminación de huevos de NGE; el otro elemento que influyó para que no fueran considerados, fue la baja eliminación de huevos, no obstante que el rango de eliminación fue entre los 50 y 9,850 huevos por gramo de heces (hgh), con excepción de los rebaños ovinos de Atizapan, Juchitepec y Teotihuacan, en los otros los conteos no excedieron los 550 hgh. En el caso particular del rebaño de Juchitepec, el propietario de los animales no accedió a la evaluación de la RA. Cabe mencionar que los 25 rebaños si contaban con el número recomendado ($n \geq 40$) de animales para efectuar el estudio.

En el cuadro 5 se exponen la localización de los rebaños ovinos que fueron considerados para efectuar la prueba de reducción del conteo de huevos en heces como un criterio para detectar la RA. Fueron un total de diez rebaños ubicados en ocho municipios del Estado de México. Sólo en los municipios de Ixtapaluca (Río Frío) y Teoloyucan se evaluaron dos rebaños diferentes en cada uno de ellos.

Entre los 10 y 15 días después de la aplicación de los tres antihelmínticos (albendazol, levamisol e ivermectina) en esos diez rebaños, se encontró el porcentaje de reducción que se muestra en el cuadro 6. Existió un 100% de reducción de la eliminación de huevos de NGE en los rebaños ovinos de los municipios de San Andrés Jaltenco, San Felipe del Progreso, Santa Ana Nextlalpan y Sultepec para los tres principios activos utilizados. En los ovinos de Teoloyucan-1, se observó el 100% de reducción cuando se empleó ivermectina.

Las reducciones más bajas en la eliminación de huevos se encontraron en los municipios de Temoaya, Teoloyucan-1 y Cuautitlán Izcalli. Para Temoaya, la eficacia del albendazol y el levamisol fueron las más bajas (35.6 y 48.1% respectivamente) del presente estudio.

Reducciones moderadas se detectaron en el caso de la ivermectina en Temoaya (89.3%), del albendazol en Cuautitlán Izcalli (78.0%) y del albendazol en Teoloyucan-1 (77.5%). Para el resto de los municipios, la reducción en la eliminación osciló entre el 90.5 y 99.4%.

En lo que respecta a los géneros de NGE encontrados en los diez rebaños evaluados para la detección de RA, se encontró como el género más frecuente el *Haemonchus* (cuadro 7), con porcentajes que variaron entre el 93% (Temoaya) y 13% (Ixtapaluca-1). Nueve rebaños tuvieron *Teladorsagia* en porcentajes que oscilaron entre el 2 y 28%. La presencia de los otros géneros fue muy irregular. Es de destacar que en el municipio de Ixtapaluca-1, el género más abundante fue el de *Oesophagostomum* con un 80% de frecuencia.

Cuadro 4. Ubicación de los rebaños ovinos del Estado de México que fueron evaluados pero no considerados para la prueba de resistencia a antihelmínticos.

Municipio	Número de rebaños	Número total de animales muestreados	Número de positivos a NGE ¹	Número de negativos a NGE	Rango de número de hgh ² de los positivos a NGE
Acambay	2	28	3	25	50
Atizapan	1	9	4	5	100-2,650
Huehuetoca	2	37	9	28	100-150
Jilotepec	4	33	7	26	50-350
Juchitepec	1	16	15	1	100-3,500
Melchor Ocampo	1	10	4	6	50-100
Nicolás Romero	1	10	10	0	50-550
San Andrés Jaltenco	3	46	13	33	50-200
Tecamac	1	5	0	5	-
Teotihuacan	5	57	27	30	50-9,850
Tequixquiác	1	14	1	13	50
Zumpango	3	48	13	35	50-150
Total	25	313	111	202	50 - 9,850

¹NGE= Nematodos gastroentéricos

²hgh= Huevos por gramo de heces

Cuadro 5. Ubicación de los rebaños ovinos del Estado de México que fueron evaluados y considerados para la prueba de resistencia a antihelmínticos.

Municipio	Número de rebaños muestreados
Cuautitlán Izcalli	1
Ixtapaluca	2
San Andrés Jaltenco	1
San Felipe del Progreso	1
Santa Ana Nextlalpan	1
Sultepec	1
Temoaya	1
Teoloyucan	2
Total	10

Cuadro 6. Porcentaje de eficacia a tres antihelmínticos en los rebaños ovinos del Estado de México donde se realizó la prueba de resistencia a antihelmínticos

Municipio	% Eficacia		
	Albendazol	Levamisol	Ivermectina
Cuautitlán Izcalli	100	79.4	95.6
Ixtapaluca –1	100	96.0	100
Ixtapaluca –2	98.4	90.5	92.1
San Andrés Jaltenco	100	100	100
San Felipe del Progreso	100	100	100
Santa Ana Nextlalpan	100	100	100
Sultepec	100	100	100
Temoaya	35.6	48.1	89.3
Teoloyucan –1	77.5	99.4	99.1
Teoloyucan –2	94.1	97.5	96.7

Cuadro 7. Géneros de NGE¹ en los rebaños ovinos del Estado de México donde se realizó la prueba de resistencia a antihelmínticos

Municipio	Géneros de NGE ¹ (%)					
	<i>Haemonchus</i>	<i>Teladorsagia</i>	<i>Trichostrongylus</i>	<i>Cooperia</i>	<i>Oesophagostomum</i>	<i>Chabertia</i>
Cuautitlán Izcalli	80	2	6	10	2	0
Ixtapaluca-1	13	7	0	0	80	0
Ixtapaluca-2	36	28	18	0	18	0
San Andrés Jaltenco	87	9	4	0	0	0
San Felipe del Progreso	58	24	2	0	0	16
Santa Ana Nextlalpan	85	6	9	0	0	0
Sultepec	48	25	15	0	12	0
Temoaya	93	7	0	0	0	0
Teoloyucan-1	91	0	6	1	2	0
Teoloyucan-2	81	10	0	9	0	0

¹NGE= Nematodos gastroentéricos

Después de la desparasitación en los rebaños que mostraron RA, el único género identificado fue *Haemonchus* (cuadro 8).

En el cuadro 9 se indican los resultados de evaluación de RA utilizando el procedimiento RESO que evalúa la reducción en la eliminación de hgh, cabe mencionar que en cada una de esas evaluaciones se tomó en cuenta la totalidad de los NGE y para el caso particular de *Haemonchus* ya que fue el género más abundante, excepto como ya se mencionó, el rebaño de Ixtapaluca-1 donde el mayoritario fue *Oesophagostomum*.

No se detectó RA a ninguno de los medicamentos evaluados en San Andrés Jaltenco, San Felipe del Progreso, Santa Ana Nextlalpan y Sultepec.

En el municipio de Temoaya se detectó RA para albendazol, levamisol e ivermectina. Asimismo en el municipio de Ixtapaluca-2 hubo RA para levamisol e ivermectina y resistencia ligera a antihelmínticos (RLA) para el albendazol. En el caso de Cuautitlán Izcalli se presentó RA a albendazol e ivermectina y RLA al levamisol.

Existieron situaciones de RA para albendazol en Teoloyucan-1 y Teoloyucan-2. Para la ivermectina se encontró la RA en Teoloyucan-1.

Finalmente, existió RLA para levamisol en Ixtapaluca-1 y para ivermectina en Teoloyucan-2.

En relación al cuestionario aplicado a los propietarios o encargados de los rebaños empleados para la prueba de RA (cuadro 10), en los ocho municipios, la cría de ovinos siempre fue una actividad secundaria, asociada a la agricultura, comercio, servicios o explotación de bosques. El tamaño de los rebaños fue superior a las 60 cabezas con un rango de 60 a 288 animales. En la mayoría de los casos, el pastoreo fue la principal manera de alimentar a los ovinos, excepto en San Andrés Jaltenco y Sultepec, donde, además del pastoreo, los animales recibían una suplementación alimenticia en el corral. Las características raciales de los animales en los rebaños estudiados fue muy heterogénea, fueron más frecuentes los animales resultado de cruces, en dos casos (Sultepec y Temoaya), de origen australiano, no obstante hubo dos explotaciones con ovinos de pelo (Pelibuey) y uno con la raza Columbia. En los rebaños considerados para la detección de RA existían antecedentes del empleo de antihelmínticos pertenecientes a los cuatro grupos químicos de esos medicamentos (bencimidazoles, imidazotiazoles, derivados salicilanídeos y lactonas macrocíclicas). El intervalo de utilización de los antiparasitarios fue de tres meses en el rebaño de Temoaya, de tres a cuatro meses en Cuautitlán Izcalli, cada cuatro meses en Ixtapaluca, Santa Ana Nextlalpan y Teoloyucan y de seis meses para los rebaños ovinos de San Andrés Jaltenco y Sultepec. Para el caso de San Felipe del Progreso, se reportó que nunca han empleado desparasitantes químicos.

El criterio para la desparasitación fue hacerla en forma estacional, sólo en el rebaño de Cuautitlán Izcalli se empleó el criterio clínico para efectuar esa práctica. La selección del antiparasitario en cinco de los ocho municipios se basó en el diagnóstico clínico o de laboratorio, sólo en dos situaciones se argumentó que la selección del medicamento se hizo por costumbre.

Cuadro 8. Géneros de NGE¹ en los rebaños ovinos del Estado de México donde se detectó resistencia a antihelmínticos

Municipio	Géneros de NGE (%)					
	<i>Haemonchus</i>	<i>Teladorsagia</i>	<i>Trichostrongylus</i>	<i>Cooperia</i>	<i>Oesophagostomum</i>	<i>Chabertia</i>
Cuautitlán Izcalli	100	0	0	0	0	0
Temoaya	100	0	0	0	0	0
Teoloyucan-1	100	0	0	0	0	0
Teoloyucan-2	100	0	0	0	0	0

¹NGE= Nematodos gastroentéricos

Cuadro 9. Resultados por medio del procedimiento RESO¹ para la detección de resistencia a antihelmínticos en rebaños ovinos de municipios del Estado de México.

Municipio	Testigo		Albendazol					Levamisol					Ivermectina				
	n	hgh ²	N	Hgh	% reducción	95% IC (%) ³	Resultado ⁴	n	hgh	% reducción	95% IC (%)	Resultado	n	hgh	% reducción	95% IC (%)	Resultado
Cuatitlán Izcalli	15	273	15	60	78	23-94	R	15	13	95	82-99	RL	15	20	93	72-98	R
Ixtapaluca-1	15	293	15	0	100	100-100	S	15	7	98	80-100	RL	15	0	100	100-100	S
Ixtapaluca-2	15	210	15	3	98	86-100	RL	15	20	90	66-97	R	15	17	92	52-99	R
San Andrés Jaltenco	15	240	15	0	100	100-100	S	15	0	100	100-100	S	15	0	100	100-100	S
San Felipe del Progreso	15	527	15	0	100	100-100	S	15	0	100	100-100	S	15	0	100	100-100	S
Santa Ana Nextlalpan	15	1,143	15	7	99	97-100	S	15	0	100	100-100	S	15	0	100	100-100	S
Sultepec	15	730	15	0	100	100-100	S	15	0	100	100-100	S	15	0	100	100-100	S
Temoaya	15	160	15	103	35	0-77	R	15	83	48	0-80	R	15	17	90	66-97	R
Teoloyucan-1	15	3,073	15	1,070	65	46-78	R	15	27	99	97-100	S	15	40	99	92-100	S
Teoloyucan-2	15	1,713	14	120	94	72-99	R	15	7	98	85-100	S	15	67	97	88-99	RL

¹RESO= Programa de análisis de reducción del conteo de huevos fecales.

²hgh= Huevos por gramo de heces

³intervalo de confianza del 95%

⁴S= Susceptible, R= Resistente, RL= Resistencia ligera

Cuadro 10. Resultados del cuestionario aplicado a los ovinocultores del Estado de México para la detección de resistencia a antihelmínticos en sus rebaños.

Municipio	La ovinocultura es una actividad	Tamaño del rebaño	Pastoreo (P), estabulación (E) o semiestabulado (SE)	Tipo racial ¹	Tipo de antihelmínticos empleados ²	Intervalo de utilización ³	Criterio para desparasitar	Selección del antiparasitario
Cuatitlán Izcalli	Secundaria	86	P	P y Co	ABZ, LEV, IVM	3 - 4	Clínico	Diagnóstico
Ixtapaluca	Secundaria	75	P	Cr	ABZ, LEV, IVM	4	Estacional	Costumbre
San Andrés Jaltenco	Secundaria	265	SE	P	IVM, CLO	6	Estacional	Diagnóstico
San Felipe del Progreso	Secundaria	60	P	Cr	-	-	-	-
Santa Ana Nextlalpan	Secundaria	75	P	Cr	ABZ, IVM	4	Estacional	Diagnóstico
Sultepec	Secundaria	146	SE	Cr y Cr (A)	ABZ, LEV, IVM	6	Estacional	Costumbre
Temoaya	Secundaria	237	P	Cr (A)	ABZ, LEV, IVM, CLO, NET	3	Estacional	Diagnóstico
Teoloyucan	Secundaria	288	P	Cr	ABZ, CLO	4	Estacional	Diagnóstico

¹ P= Pelibuey, Co= Columbia, Cr= Cruza, (A)= Ovejas australianas

² ABZ= Albendazol, LEV= Levamisol, IVM= Ivermectina, NET= Netobimín, CLO= Closantel

³ Meses

Evaluación de la resistencia a antihelmínticos en el Estado de Hidalgo.

Se muestrearon un total de 16 rebaños en 11 municipios del Estado de Hidalgo para detectar la posible presencia de NGE con RA. Los municipios fueron Acatlán, Actopan, Apan, Chimalpa, Ixmiquilpan, Palo Hueco, San Miguel Allende, Singuilucan, Tepatepec, Tepeapulco y Texcatzongo.

Hubo 12 rebaños de ocho municipios, que fueron evaluados pero no cumplieron con las características para la detección de RA. En el cuadro 11 se observa que en esos rebaños había muchos animales (87.8%) que no eliminaban huevos de NGE. Otra situación de esos rebaños era que tenían una baja eliminación de huevos, el rango de eliminación estuvo entre los 50 y 1,800 hgh, este rango coincide con el del rebaño de Texcatzongo, donde hubo un 80.3% de animales negativos a NGE. En los demás rebaños los conteos no fueron mayores a los 500 hgh. Igual que en los rebaños del Estado de México, estos 12 rebaños contaban con el número recomendado de animales ($n \geq 40$) para efectuar el estudio.

En el cuadro 12 se expone la ubicación de los rebaños que tuvieron las características para efectuar la prueba de RA. Los cuatro rebaños se localizaron en los municipios de San Miguel Allende, Chimalpa (dos rebaños) y Tepeapulco.

El porcentaje de reducción de la eliminación de huevos de NGE del albendazol a los 10 y 15 días después de su aplicación fue de 100% de reducción en los cuatro rebaños evaluados (cuadro 13). Para el levamisol e ivermectina también fue del 100% en tres de los rebaños, en el otro (Chimalapa) fue de 98%.

Los resultados de los cultivos larvarios arrojaron los siguientes resultados (cuadro 14): En tres rebaños el género *Haemonchus* fue el más frecuente (Chimalapa-1 con 93%, Chimalapa-2 89% y Tepeapulco 92), en ellos también fueron identificados *Trichostrongylus*, *Teladorsagia* y *Cooperia*. En el otro rebaño (San Miguel de Allende) el género más abundante de NGE identificado fue *Teladorsagia* (63%), seguido por *Haemonchus* (35%).

Cuadro 11. Ubicación de los rebaños ovinos del Estado de Hidalgo que fueron evaluados pero no considerados para la prueba de resistencia a antihelmínticos.

Municipio	Número de rebaños	Número total de animales muestreados	Número de positivos a NGE ¹	Número de negativos a NGE	Rango de número de hgh ² de los positivos a NGE
Acatlán	1	47	4	43	100-350
Actopan	2	78	15	63	50-400
Apan	1	53	3	50	150-250
Ixmiquilpan	1	28	0	28	0
Palo Hueco	1	22	5	1	50-500
Singuilucan	1	12	0	12	0
Tepatepec	1	26	0	26	0
Texcatzongo	4	71	14	57	50-1,800
Total	12	337	41	296	50 - 1,800

¹NGE= Nematodos gastroentéricos

²hgh= Huevos por gramo de heces

Cuadro 12. Ubicación de los rebaños ovinos del Estado de Hidalgo que fueron evaluados y considerados para la prueba de resistencia a antihelmínticos.

Municipio	Número de rebaños muestreados
Chimalapa	2
San Miguel Allende	1
Tepeapulco	1
Total	4

Cuadro 13. Porcentaje de eficacia a tres antihelmínticos en los rebaños ovinos del Estado de Hidalgo donde se realizó la prueba de resistencia a antihelmínticos

Municipio	% Eficacia		
	Albendazol	Levamisol	Ivermectina
Chimalapa –1	100	98.0	98.0
Chimalapa –2	100	100	100
San Miguel Allende	100	100	100
Tepeapulco	100	100	100

Cuadro 14. Géneros de NGE¹ en los rebaños ovinos del Estado de Hidalgo donde se realizó la prueba de resistencia a antihelmínticos

Municipio	Géneros de NGE ¹ (%)					
	<i>Haemonchus</i>	<i>Teladorsagia</i>	<i>Trichostrongylus</i>	<i>Cooperia</i>	<i>Oesophagostomum</i>	<i>Chabertia</i>
Chimalapa –1	93	0	2	5	0	0
Chimalapa –2	89	11	0	0	0	0
San Miguel Allende	35	63	0	2	0	0
Tepeapulco	92	0	7.7	0	0	0

¹NGE= Nematodos gastroentéricos

Después de la desparasitación en los cuatro rebaños para evaluar la presencia de RA por medio del procedimiento RESO (cuadro 15), sólo en uno de ellos (Chimalpa-1) se diagnosticó ligera RA para el caso de levamisol e ivermectina, en estos casos no fue posible identificar los géneros de NGE involucrados dada la baja eliminación de huevos en los animales que se mantuvieron positivos en el periodo postratamiento. De igual manera que en los rebaños del Estado de México en los cuadros de los resultados del RESO se tomó en cuenta la totalidad de los NGE y *Haemonchus* ya que fue el género más frecuente, excepto en San Miguel Allende que fue *Teladorsagia*.

El cuestionario aplicado a los propietarios o encargados de los rebaños del Estado de Hidalgo donde se realizó la prueba de RA (cuadro 16), en tres municipios, también indicó que la ovinocultura fue una actividad secundaria. Igual que en el Estado de México, el número de animales que poseían los rebaños fue superior a las 60 cabezas (rango de 62 a 158). En todos los rebaños se practicaba el pastoreo. En cuanto al aspecto racial, los animales evaluados eran resultado de cruzas, en un rebaño con ovinos importados de Australia (Chimalpa). En los rebaños estudiados existían antecedentes del empleo de antihelmínticos pertenecientes a los cuatro grupos químicos de esos medicamentos (bencimidazoles, imidazotiazoles, derivados salicilanídeos y lactonas macrocíclicas). El intervalo de utilización de los antiparasitarios fue de cuatro a cinco meses en el rebaño de Tepeapulco, de seis meses en San Miguel Allende y entre seis y doce meses en el rebaño ovino de Chimalpa. El criterio para la desparasitación fue hacerla en forma estacional, sólo en el rebaño de Tepeapulco se empleó el criterio clínico para hacerla. La selección del antiparasitario en San Miguel Allende se basó en el diagnóstico clínico o de laboratorio y en los otros dos, la selección del medicamento se basó en la costumbre.

Cuadro 15. Resultados por medio del procedimiento RESO¹ para la detección de resistencia a antihelmínticos en rebaños ovinos de municipios del Estado de Hidalgo.

Municipio	Testigo		Albendazol					Levamisol					Ivermectina				
	n	hgh ²	n	Hgh	% reducción	95% IC (%) ³	Resultado ⁴	n	hgh	% reducción	95% IC (%)	Resultado	N	hgh	% reducción	95% IC (%)	Resultado
San Miguel Allende	10	260	10	0	100	100-100	S	10	0	100	100-100	S	10	0	100	100-100	S
Chimalpa-1	15	163	15	0	100	100-100	S	15	3	98	82-100	RL	15	3	98	82-100	RL
Chimalpa -2	10	775	10	0	100	100-100	S	10	0	100	100-100	S	10	0	100	100-100	S
Tepeapulco	15	287	15	0	100	100-100	S	15	0	100	100-100	S	15	0	100	100-100	S

¹RESO= Programa de análisis de reducción del conteo de huevos fecales.

²hgh= Huevos por gramo de heces

³Intervalo de confianza del 95%

⁴S= Susceptible, R= Resistente, RL= Resistencia ligera

Cuadro 16. Resultados del cuestionario aplicado a los ovinocultores del Estado de Hidalgo para la detección de resistencia a antihelmínticos en sus rebaños.

Municipio	La ovinocultura es una actividad	Tamaño del rebaño	Pastoreo (P) o estabulación (E)	Tipo racial ¹	Tipo de antihelmínticos empleados ²	Intervalo de utilización ³	Criterio para desparasitar	Selección del antiparasitario
San Miguel Allende	Secundaria	62	P	Cr	IVM, CLO	6	Estacional	Diagnóstico
Chimalpa	Secundaria	158	P	Cr y Cr (A)	ABZ, LEV, IVM, CLO	6 - 12	Estacional	Costumbre
Tepeapulco	Secundaria	125	P	Cr	IVM, CLO	4 – 5	Signos	Costumbre

¹ Cr= Cruza, (A)= Ovejas australianas

² ABZ= Albendazol, LEV= Levamisol, IVM= Ivermectina, CLO= Closantel

DISCUSIÓN.

En México el control de los nematodos gastroentéricos (NGE) de los rumiantes se basa generalmente en el uso de compuestos químicos (antihelmínticos), situación que en muchos lugares del mundo ha favorecido la aparición de cepas de NGE con resistencia a los mismos (Nari, 2001).

Aunque escasos, existen reportes de resistencia a antihelmínticos (RA) en México, la mayoría de ellos son de lugares con clima tropical subhúmedo y seco, donde la aplicación de desparasitantes es muy frecuente, tal es el caso de Veracruz (Figuroa y col., 2000; Cuéllar, 2003), Yucatán (Campos y col., 1992; Torres y col., 2003 a y b) y Tamaulipas y Campeche (Cuéllar, 2003).

En los Estados de México e Hidalgo se localizan la mayoría de los rebaños ovinos del país. Según las cifras oficiales (SAGARPA, 2003), en el primero existen 1,025,000 cabezas de ganado ovino y en Hidalgo cerca de 800,000, lo que representa el 29% de la población ovina actual.

Para el Estado de México, cuatro (Cuautitlán Izcalli, Temoaya y los dos de Teoloyucan) de los diez rebaños evaluados para la detección de RA exhibieron ese problema cuando se empleó el albendazol, adicionalmente, en uno más (Ixtapaluca-2) existió resistencia ligera al antihelmíntico (RLA). En los bencimidazoles, incluido en ellos el albendazol, fue el primer grupo químico donde se observó el problema de RA en el mundo (Sangster, 1999), en la actualidad existen problemas de RA a los bencimidazoles que ha orillado a prescindir de este grupo de medicamentos. Para México, es el antiparasitario donde más se ha detectado la presencia de *Haemonchus* con RA (Campos y col., 1992; Cuéllar, 2003; Torres y col., 2003 a y b). Lo anterior se explica por la amplia utilización del albendazol en los diversos ecosistemas donde se crían ovinos, quizás lo que condiciona su empleo es el éxito terapéutico contra una de las parasitosis más objetivas para el ovinocultor, la monieziosis (*teniasis, solitaria* o lombrices), en otras palabras, el productor detecta la presencia de esa parasitosis al encontrar proglótidos grávidos, que son macroscópicos, en el excremento de los animales (Cuéllar, 1986), siendo este el motivo de la desparasitación. Entonces, los NGE son atacados en forma indirecta. Es importante mencionar que no se diagnosticó resistencia a albendazol en los rebaños del Estado de Hidalgo.

Para el levamisol, se presentó RA en dos rebaños del Estado de México (Ixtapaluca-2 y Temoaya); en tres más (Cuautitlán Izcalli e Ixtapaluca-1 del Estado de México y Chimalpa-1 de Hidalgo) hubo RLA. El levamisol es uno de los antihelmínticos menos empleados en el ganado ovino en México, quizás exceptuando aquellas regiones donde la dictiocaulosis es una parasitosis frecuente y ese principio activo es la opción farmacológica a elección para su control (Cuéllar, 2002). Eso coincide con las prácticas antiparasitarias en los ovinos de la región de Río Frío (Cuéllar, 1997), perteneciente al municipio de Ixtapaluca, donde se efectuó la evaluación. A nivel mundial son escasos los trabajos donde se establece RA de *Haemonchus* al levamisol (Sangster, 1999), no existiendo antecedentes al respecto en el país.

Existió una pobre disminución en el conteo de huevos de NGE, evidenciando RA cuando se usó ivermectina en tres rebaños del Estado de México (Cuautitlán Izcalli, Ixtapaluca-2 y Temoaya) y RLA en uno de la misma entidad (Teoloyucan-2) y otro de Hidalgo (Chimalpa-1). Empleando las lactonas macrocíclicas como la ivermectina es cuando más recientemente se ha detectado problema de RA en el contexto de los desparasitantes de empleo en ovinos (Sangster, 1999), de hecho puede afirmarse que su desarrollo y presencia en el mercado obedece para contrarrestar los problemas de resistencia a bencimidazoles y levamisol, sin embargo, por su amplio uso ya existen antecedentes de resistencia a ivermectina en Sudáfrica, Australia, Uruguay, Argentina, Brasil y Paraguay (Barger, 2001). En México existen antecedentes de resistencia a ivermectina en Yucatán (Torres y col., 2003 b), Tlaxcala (Montalvo y col., 2003), Tabasco (González y col., 2003) y en Veracruz, Tamaulipas y Campeche (Cuéllar, 2003).

En forma global, el problema de RA detectada en los rebaños del Estado de México e Hidalgo está por debajo a lo observado en otros lugares del mundo. Por ejemplo en Uruguay el 1.2% de las explotaciones ovinas tiene ese problema (Nari y col., 1996), el 7% en Argentina (Eddi y col., 1996), 13% en Brasil (Echevarría y col., 1996) y cerca del 70% de las explotaciones ovinas en Paraguay (Maciel y col., 1996). En Sudáfrica la situación es aun más grave pues el 79% de los rebaños ovinos tiene resistencia a bencimidazoles, el 23% resistencia a levamisol y el 73% a lactonas macrocíclicas (Van Wyk y col., 1999).

Los géneros de NGE diagnosticados en los rebaños evaluados para RA fueron los que ya se han detectado para los rebaños ovinos de México (Cuéllar, 2002). En prácticamente todos la mayor proporción la tuvo *H. contortus*, situación similar a la mayoría de los países donde se crían ovinos (Carballo, 1987).

Después de la desparasitación y en los casos donde se diagnosticó el problema de RA, sólo fue identificado el *H. contortus*. Es conocido que ese nematodo es de los que más está asociado a los problemas de RA a nivel mundial (Nari, 2001).

En los Estados de México e Hidalgo existe una época definida de lluvias (de junio a septiembre) y secas (diciembre a mayo). Para Teoloyucan, Estado de México, se ha observado que se inhibe el desarrollo exógeno de las larvas de *Haemonchus contortus* cuando se depositan heces con huevos del parásito durante la primavera, no obstante que la temperatura prevaleciente osciló entre los 6 y 29 C, la precipitación pluvial fue prácticamente nula entre enero y marzo (Fernández, 1984). En esos ecosistemas, pero durante el invierno, hay un mejor desarrollo y supervivencia de larvas de *Trichostrongylus* en comparación a *Chabertia*, *Haemonchus* y *Ostertagia*, tardando en desarrollarse las larvas infectantes (L-3) 24 días a una temperatura de 10.7 C, con una precipitación pluvial de 10 mm en un mes (González, 1989).

El desarrollo de las larvas de NGE y de su supervivencia depende en primera instancia de la temperatura y humedad ambiental. No se descartan en este sentido a los depredadores naturales de las larvas, particularmente los hongos

que crecen sobre la materia fecal. En términos generales las bajas temperaturas retrasan el desarrollo y favorecen una alta mortandad de larvas. Así por ejemplo, temperaturas menores a los 9 C logran detener la fase exógena de los NGE. Para *Teladorsagia* y *Haemonchus*, las temperaturas críticas son de 5 y 12 C respectivamente. Cuando la temperatura aumenta, se acelera el desarrollo larvario alcanzando su máximo entre los 26 y 27 C, después de esas temperaturas se presenta una elevada mortandad de larvas. El otro factor importante es la humedad, existe desarrollo cuando hay entre el 70 y 100% de humedad relativa (Meana y Rojo, 1999).

Todo lo anterior, explica la razón por la cual es poco frecuente, no muy intensa y estacional la infección por NGE en los rebaños ovinos del altiplano mexicano. De hecho para el presente trabajo no fueron considerados 25 rebaños del Estado de México y 12 del Estado de Hidalgo pues, aunque contaban con el número adecuado de animales ($n \geq 40$) para la prueba de evaluación de RA, no existían suficientes animales positivos a NGE y la eliminación de huevos en el excremento no alcanzaba la cantidad mínima requerida para dicha prueba (150 hgh). La única excepción fue el rebaño de Juchitepec del Estado de México, donde existían todas las condiciones para evaluar la RA, sin embargo, el propietario se negó a ello, siendo evidente el desconocimiento y apatía de algunas personas para conocer y enfrentar el problema de RA en sus animales.

De igual manera, los factores climáticos influyen en la presencia de NGE y esa es la razón por la cual se hace necesaria la aplicación de una o dos desparasitaciones al año. Para los rebaños del Estado de México evaluados para RA, se encontró que en uno de ellos (San Felipe del Progreso) nunca se habían aplicado desparasitantes y, desde luego, no existió el problema de RA. En otros dos municipios (San Andrés Jaltenco y Sultepec) el intervalo fue de seis meses y tampoco se presentó esa situación. Lo anterior coincide con lo encontrado por Guevara y Romero (1986) quienes estudiando la presencia de NGE en ovinos criados en la parte central de México (Apan, Hidalgo) con clima templado, encuentran una mayor infección en relación con la edad (corderos), tipo de explotación (pastoreo) y un intervalo de desparasitación anual. Es muy conocido que uno de los factores que más se asocia a la aparición de RA es la frecuencia en la aplicación de desparasitantes (Nari, 2001), donde el contacto con antihelmínticos fuerza a las poblaciones de NGE presentes en los animales hacia la selección de parásitos resistentes a los medicamentos.

Fue notorio que cuando la frecuencia de aplicación de antiparasitarios se incrementó, hubo la aparición de RA, tal fue el caso de los rebaños ubicados en Cuautitlán Izcalli, Ixtapaluca, Temoaya y Teoloyucan para el Estado de México. Evidentemente, a nivel mundial, en aquellos casos donde se ha presentado RA, se ha asociado a una gran frecuencia en el uso de antiparasitarios (Chartier y col., 1998), esto porque el uso de los antihelmínticos permite la sobrevivencia de los parásitos resistentes (Sangster, 1999). Otro de los factores que tienen relación con la aparición de RA es la inadecuada dosificación en los animales. No obstante que existen recomendaciones explícitas relativas a la dosis a utilizar en los instructivos de los medicamentos comerciales.

En México, es común el cálculo de la dosificación del medicamento en función al promedio de peso de los animales que conforman el rebaño, con la consecuente sobre y subdosificación, siendo más grave esta última.

Por otro lado, también existió el criterio clínico para tomar la decisión de desparasitar, esto ocurrió por lo menos en un rebaño de cada Estado evaluado (Hidalgo y México). Cuando la desparasitación se dio en base al cuadro clínico que evidencia la presencia de NGE, por ejemplo edema submandibular, disminución de peso o condición corporal y, en casos extremos, la muerte (Cuéllar, 1986), se corre el riesgo de incrementar la frecuencia de desparasitación, pues siempre existirán en los rebaños ovinos animales altamente susceptibles que con bajas cargas parasitarias muestren signos manifiestos de la enfermedad (Armour, 1980)). Para el rebaño evaluado en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México, el criterio clínico obligó a la desparasitación cada 3 a 4 meses con la consecuente aparición de resistencia al albendazol e ivermectina y ligera resistencia a levamisol. En ese sentido, la situación se hace más grave cuando ese criterio de desparasitación se basa en la aparición de signos clínicos de otra naturaleza parasitaria, tal situación sería en el caso de la estrosis o la cestodosis intestinal (Cuéllar, 1986).

Otro aspecto importante para considerar, es la posible introducción de cepas de NGE con RA a partir de la importación de ganado ovino de aquellas regiones del mundo donde, además de haberse detectado el problema, representa una de las principales limitantes de la producción ovina.

Como es sabido, en México se han introducido alrededor de 650 mil cabezas de ovino provenientes de Australia para fortalecer los programas estatales de repoblación ovina (Arteaga, 2003). A pesar de que el protocolo sanitario de importación incluye la práctica de desparasitación interna y externa, en numerosos animales de distintos embarques, se ha diagnosticado la presencia de moderadas o abundantes cantidades de huevos de NGE, lo que hace pensar en dos cosas, la primera es que los australianos no cumplen con la aplicación de antihelmínticos, o más grave aún, que si aplicaron el desparasitante pero los NGE fueron resistentes al mismo. De los rebaños considerados para la prueba de RA, en dos del Estado de México (Sultepec y Temoaya) y en uno de Hidalgo (Chimalpa), había ovejas provenientes de Australia. En Temoaya se encontró el caso más grave de RA pues hubo una escasa reducción en los conteos de huevos tras la desparasitación con albendazol, levamisol e ivermectina, lo anterior hace sospechar que dichos animales poseían cepas de *Haemonchus* con RA de origen australiano. Cabe mencionar que en Australia la RA es un problema grave muy difundido en prácticamente todas las áreas de crianza ovina (Overend y col., 1994). Otro caso, no tan marcado ocurrió en un rebaño de Chimalpa del Estado de Hidalgo, donde sólo hubo RLA a levamisol e ivermectina.

CONCLUSIONES.

De los 35 rebaños evaluados de 19 municipios en el Estado de México para la detección nematodos gastroentéricos (NGE) con resistencia a antihelmínticos (RA), sólo fueron de utilidad 10 y de ellos, en seis se detectó el problema.

En los rebaños ubicados en Cuautitlán Izcalli, Ixtapaluca-2 y Temoaya hubo evidencia de RA para los tres principios activos evaluados (albendazol, levamisol e ivermectina). En los dos de Teoloyucan hubo resistencia a albendazol y en uno de ellos ligera resistencia a antihelmínticos (LRA) a ivermectina. En el rebaño de Ixtapaluca-1 hubo LRA a levamisol.

Para los rebaños del Estado de Hidalgo, de los 16 evaluados para RA de 11 municipios, fueron útiles sólo cuatro, en sólo uno (Chimalpa-1) se detectó LRA a levamisol e ivermectina.

Los géneros de NGE diagnosticados en los rebaños evaluados para RA son similares a los detectados para los rebaños ovinos de México, existiendo una mayor proporción de *Hemonchus contortus*. Después de la desparasitación y en los casos donde se diagnosticó el problema de RA, sólo fue identificado el *H. contortus*.

Para ambos estados, la baja frecuencia de desparasitación se asoció a la ausencia de RA en los rebaños estudiados. Cuando esa frecuencia se incrementó, se presentó la aparición de RA.

Los criterios para aplicar los desparasitantes fueron las características clínicas de problemas parasitarios y la estacionalidad. La selección del antiparasitario en la mayoría de los casos se basó en el diagnóstico del problema.

Una situación importante y grave se dio en dos rebaños, uno del Estado de México (Temoaya) y otro de Hidalgo (Chimalpa-1), donde existían ovejas importadas de Australia y se presentó RA, presumiblemente de cepas de NGE de origen australiano.

Basándose en los resultados obtenidos, se crea la necesidad de establecer estrategias tecnológicas que contribuyan a disminuir o evitar la presencia de RA en los rebaños ovinos de los Estado de México e Hidalgo.

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.
- Alba, H. F., Cuéllar, O.J.A. (1990). El fenómeno "alza posparto" de nematodos gastroentéricos en borregas criollas de México. Mem. III Congreso Nacional de Producción Ovina, AMTEO. Tlaxcala, Tlaxcala.
- 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.* 73 (1-2): 89-104.
- Armour, J. (1980). The epidemiology of helminth disease in farm animals. *Vet. Parasitol.* 6: 7-46.
- Arteaga, C.J.D. (2003). La industria ovina en México. Mem. Primer Simposium Internacional de Ovinos de Carne. Pachuca, Hidalgo.
- Barger, I. (2001). El manejo de la resistencia a las lactonas macrocíclicas en nematodos parásitos del ovino. Mem. The 18th international conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. Stresa, Italia.
- Blood, D.C., Radostits, M.O., Gay, C.C. (1992). Medicina veterinaria. 7ª. Edición. Edit. Interamericana, México.
- Campos, R.R., Herrera, R.D., Quiroz, R.H., Jenkins, S. (1988). Hallazgo de una cepa de *Haemonchus contortus* resistente a bencimidazoles. Mem. I Congreso Nacional de Producción Ovina, AMTEO. Calera, Zacatecas.
- Campos, R.R., Herrera, R.D., Quiroz, R.H. (1992). Diagnóstico *in vitro* de *Haemonchus contortus* resistente al albendazol, fenbendazol, oxfendazol, y febantel en tres rebaños ovinos Tabasco o Peñibuey. *Vet. Méx.* 23 (1): 51-56.
- Carballo, M. (1987). Enfermedades parasitarias. En: Enfermedades de los lanares, edit. por J. Bonino M., A. Durán del Campo y J.J. Mari. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.
- Chartier, C., Pors, I., Hubert, J., Rocheteau, D., Benoit, C., Bernard, N. (1998). Prevalence of anthelmintic resistant nematodes in sheep and goats in Western France. *Small Ruminant Res.* 29: 33-41.
- Coles, G.C., Bauer, C., Borgsteede, F.H.M., Geerts, S., Klei, T.R., Taylor, M.A., Waller, P.J. (1992). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) methods for detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 44: 35-44.
- CSIRO (1989). Anthelmintic resistance. Report of the working party for the Animal Health Committee of the Standing Committee on Agriculture. SCA Technical Report Series. No. 28.
- Cuéllar, O. J. A. (1986). Nematodiasis gastroentérica. En: Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. Edit. P. Pijoan A. y J. Tórtora. 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 rumiantes y cerdos*. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Cuéllar, O. J. A. (1997). Transferencia de tecnología para la ovinicultura de subsistencia en ecosistemas de alta montaña en el centro de México. (Memorias del Primer Encuentro de Facultades Latinoamericanas con Servicios de Asistencia Técnica a Pequeños Productores. Temas de Arapey, Salto, Uruguay. Agosto de 1997).

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 de 2002.

Cuéllar, O. J. A. (2003). La resistencia a antihelmínticos y métodos para reducir su presencia en los sistemas ovinos tropicales. Mem. Segundo Seminario de Producción Intensiva de Ovinos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco.

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.

Domínguez, 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. *Parasite Immunol.* 22 (3): 131-138.

Duun, M.A. (1983). *Helmintología veterinaria*. 1ª Edición. Edit. El Manual moderno. México.

Echevarría, F., Borba, M.F.S., Pinheiro, A.C., Waller, P.J., Hansen, J.W. (1996). The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Brazil. *Vet. Parasitol.* 62: 199-206.

Eddi, C., Caracastantogolo, J., Peña, M., Schapiro, L., Marangunich, L., Waller, P.J., Hanser, J.W. (1996). The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Argentina. *Vet. Parasitol.* 62: 189-197.

Edwards, J.R., Wroth, R., de Chaneet, G.C., Besier, R.B., Karlsson, J., Morcombe, P.W., Dalton, M.G., Roberts, D. (1986). Survey of anthelmintic resistance in Western Australian sheep flocks. I. Prevalence. *Aust. Vet. J.* 63: 135-138.

Enguilo, G.V. M. (1985). Aspectos clínicos de la verminosis gastroentérica con infestación natural e inducida. Tesis Licenciatura. FES-Cuautitlán, UNAM. México.

Fernández, T.S. (1984). Viabilidad de las fases libres de *Haemonchus contortus* en pastura durante la primavera en la explotación ovina "El Alamo", municipio de Teoloyucan, México. Tesis Licenciatura FES-Cuautitlán, UNAM. México.

Figuroa, C.J.A., Méndez, M.R.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.

Fleming, M.W., Conrad, S.D. (1989). Effects of exogenous progesterone and/or prolactin on *Haemonchus contortus* infections in ovariectomized ewe. *Vet. Rec.* 34: 57-62.

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

Gibbs, H.C., Barger, I.A. (1986). *Haemonchus contortus* and other trichostrongylid infections in parturient, lactating and dry ewes. *Vet. Parasitol.* 22: 57-66.

Gómes, 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.

- González, A.J.L. (1989). Factores ambientales que determinan la viabilidad de las larvas de nematodos gastroentéricos en praderas pastoreadas durante el invierno por ovinos en el rancho "El Alamo" municipio de Teoloyucan, Estado de México. Tesis Licenciatura. FES-Cuautitlán, UNAM. México.
- 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.
- Guevara, H.N., Romero, G.J. (1986). Identificación y frecuencia de nematodos gastrointestinales en ovinos y su relación con los factores ambientales y socio-económicos del municipio de Apan, Hidalgo. Tesis Licenciatura. FES-Cuautitlán UNAM. México.
- Heras, B.F.R., Quiroz, R.H. (1992). Eficacia del netobimín contra poblaciones de *Haemonchus contortus* resistentes y sensibles al albendazol. Mem. II Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria. Veracruz, Veracruz.
- Heras, B.F.R., Quiroz, R.H., Herrera, R.D., Campos, R.R. (1992). Efecto de la infestación de *Haemonchus contortus* resistentes y susceptibles al albendazol sobre parámetros hemáticos en ovinos. Mem. II Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria. Veracruz, Veracruz.
- 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.
- Jennings, F.W. (1976). The anaemias of parasitic infection. En: *Pathophysiology of parasitic infection*. Edit. por: E. J. L. Soulsby. Academic Press. London.
- 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*. 1ª Edición. Edit. Compañía Editorial Continental. México.
- Maciel, S., Jiménez, A.M., Gaona, C., Waller, P.J., Hansen, J.W. (1996). The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Paraguay. *Vet. Parasitol.* 62: 207-212.
- Manifacio, N.B., Tovar, S.S., Quiroz, R.H., Guerrero, M.C. (1992). Eficacia de cuatro antihelmínticos contra un aislado de *Haemonchus contortus* albendazol-resistente. Mem. II Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria. Veracruz, Veracruz.
- Meana, M.A., Rojo, V.F.A. (1999). Tricostrongilidosis y otras nematodosis. En: *Parasitología veterinaria*. Edit. por: M. Cordero, C y F.A. Rojo, V. McGraw Hill-Interamericana. España.
- Mendoza, C.M. (1991). Cinética de anticuerpos de ovino infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus* (poblaciones resistentes y susceptibles abencimidazoles). Tesis Licenciatura. FES-Cuautitlán, UNAM. México.
- 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 faeces by administering and oral suspension of *Duddingtonia flagrans* chlamydospores to sheep. *J. Helminthol.* 72 (4): 343-347.
- 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.

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

Nari, A. (1987). Enfoque epidemiológico sobre el diagnóstico y control de resistencia a antihelmínticos en ovinos. Mim. División Parasitologías del CIVET Miguel C. Rubino. Montivideo, Uruguay.

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.

Nari, A., Salles, J., Gil, A., Waller, P.J., Hansen, J.W. (1996). The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Uruguay. Vet. Parasitol. 62: 213-222.

Negrete, T.P., Méndez, 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.

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

Overend, D.J., Phillips, M.L., Poulton, A.L., Foster, C.E.D. (1994). Anthelmintic resistance in Australian sheep nematode populations. Aust. Vet. J. 71: 117-121.

Prichard, R.K., Hall, C.A., Kelly, J.D., Martin, C.A., Donald, A.D. (1980). The problem of anthelmintic resistance in nematodes. Aust. Vet. J. 56: 239-250.

Quiroz, R. H. (1989). Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Ed. Limusa, México, D.F.

Romjali, E., Dorny, P., Batubara, A., Pandey, V.S., Gatenby, R.M. (1997). Peri-parturient rise in faecal strongyle egg counts of different genotypes of sheep in North Sumatra, Indonesia. Vet. Parasitol. 68: 191-196.

SAGARPA (2003). Producción Anual Pecuaria en México. Centro de Estadística Agropecuaria.

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, Zacatecas.

Sangster, N.C. (1999). Anthelmintic resistance: past, present and future. Int. J. Parasitol. 29: 115-124.

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

Sousby, J.L. (1991). Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. 7ª Edición. Edit. Interamericana. México.

Tizard, I. (1998). Inmunología veterinaria. 2ª Edición. Edit. Interamericana. México.

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

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

Uriarte, J., Valderrabano, J. (1989). An epidemiological study of parasitic gastroenteritis in sheep under an intensive grazing system. *Vet. Parasitol.* 31: 71-81.

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., Malan, F.S. (2001). The need for alternative methods to control nematode parasites of ruminant livestock in South Africa. <http://www.fao.org/docrep/w9980/w9980T05.htm>.

Vázquez, P.V., Nájera, F.R. (1987). Determinación de estadios infectivos de nemátodos gastroentéricos en ovinos en un clima subtropical húmedo. *Tec. Pec. Méx.* 25(1): 25-31.

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., Echevarria, F., Maciel, S., Nari, A., Hansen, J.W. (1996). The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: General overview. *Vet. Parasitol.* 62: 181-187.