

## **CONTROL NO FARMACOLÓGICO DE PARÁSITOS EN OVINOS.**

**-Nematodos gastroentéricos-**

**No-pharmacological control of sheep parasites.**

**-Gastrointestinal nematodes-**

**Cuéllar Ordaz, Alfredo.**

**Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,  
Universidad Nacional Autónoma de México.**

**[jcuellar@servidor.unam.mx](mailto:jcuellar@servidor.unam.mx)**

**Fue presentado en el V Congreso de Aleprycs en Mendoza, en mayo de 2007**

### **Introducción.**

*En la actualidad la parasitosis provocada por nematodos gastroentéricos (NGE) representa uno de los problemas sanitarios a nivel mundial y que afectan en forma continua al ganado ovino, principalmente a los animales jóvenes en desarrollo, afectando su crecimiento y productividad (Barger, 1996; Dynes y col., 1998). La elevada prolificidad, adaptabilidad y resistencia a diversas condiciones climáticas hacen que los NGE tengan una amplia distribución geográfica y alta prevalencia, tanto en regiones con clima templado como tropical (Quiroz, 2003).*

*Por lo anterior, y con la finalidad de contrarrestar los efectos negativos de los NGE, se han utilizado los antihelmínticos de manera indiscriminada para alcanzar el lograr un buen estado de salud de los animales, pero desafortunadamente por el uso excesivo y continuo, aplicación de dosis menores a las terapéuticamente recomendada de uno o más antihelmínticos y aunado a los tratamientos cuando los parásitos tienen refugios pequeños (sobrepastoreo) se ha desarrollado una resistencia hacia esos productos. La resistencia a los antihelmínticos (RA) es un problema que tiene una gran repercusión económica, trayendo como consecuencia bajas utilidades al productor y favoreciendo el desaliento y abandono de la actividad pecuaria (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 a los antihelmínticos.**

*La RA se define como el aumento significativo de los individuos de una población parásita, capaz de tolerar niveles de droga que ha probado ser letal para la mayoría de los individuos de la misma especie (Nari, 1987). Es el resultado de la selección activa hecha por los propios antihelmínticos, de los genes que regulan los mecanismos fisiológicos y bioquímicos responsables de evadir el efecto letal de estos fármacos (Coles y Simkins, 1977).*

*A partir de los años 60's cuando aparece el primer antihelmíntico de amplio espectro (Tiabendazol), nace una nueva era en el control de los NGE, caracterizada por el uso exclusivo de antihelmínticos y la ausencia de un método de diagnóstico adecuado, lo que origina el uso indiscriminado de los antihelmínticos. Existen diversos factores que pueden favorecer la presentación de la RA, entre los cuales se pueden citar:*

- *La falta de comprensión o interés que el productor tiene sobre el problema de la nematodiasis gastroentérica, lo que hace que el diagnóstico para la RA sea muy lento y en ocasiones nunca se realice por parte de éste (FAO, 2003).*
- *Escasa infraestructura para que los problemas sanitarios ocurridos a nivel de campo lleguen al laboratorio para lograr un diagnóstico adecuado de la RA, lo que conlleva a una falta de información de las autoridades sanitarias sobre los problemas existentes y que orilla a una mala planeación para tomar las medidas de control adecuadas (Coles y col., 1992; Nari y Hansen, 1999).*
- *La mayoría de los productores no pesan a sus animales antes de desparasitar, sino que dosifican de acuerdo al peso promedio del lote de animales calculado por ellos, esto implica que se provoque una subdosificación a los todos aquellos animales que estén por encima del peso promedio calculado, esto se debe a que la el ganadero o empleados no han sido capacitados para aplicar dosis completas a los animales (Torres, 2001).*
- *La mayoría de los laboratorios fabricantes de antihelmínticos no indican en sus etiquetas las dosis adecuadas para ovinos y muchas veces la dosis recomendada está hasta dos veces debajo de la dosis requerida (Jackson, 2000).*
- *El incremento en la frecuencia de desparasitaciones para el control de la nematodiasis gastroentérica realizada por el productor o por el técnico parecen estar fuera de control, sobre todo en las explotaciones de climas tropicales. Es común que las autoridades sanitarias e incluso investigadores sugieran en sus programas de extensionismo que los pequeños rumiantes deben ser desparasitados con frecuencias mensuales o bimestrales.*
- *Un inadecuado diagnóstico permite el uso de una sola familia de desparasitantes, lo que permite a los NGE resistentes sobrevivir y prevalecer sobre las poblaciones susceptibles.*
- *El usar desparasitantes con eficacia reducida ha sido también una de las causas para la presentación de la RA, en ocasiones se han encontrado antihelmínticos que pueden tener concentraciones de principio activo menores o en algunos casos las concentraciones son nulas a las indicadas en las etiquetas (Torres, 2001).*
- *Un factor que hasta cierto punto puede parecer irrelevante es el movimiento de animales que contienen NGE resistentes a varias familias de antihelmínticos, este punto se puede considerar uno de los más importantes para la diseminación de cepas de NGE resistentes (Coles y col., 1992; Cuéllar, 2002).*
- *La subpoblación de estadios libres, especialmente de huevos y larvas (refugio) no son afectadas directamente por el antihelmíntico dependiendo del tipo de resistencia, en NGE la precisión del tratamiento solo se realiza sobre una pequeña parte de la población de parásitos, por esta razón, el efecto de dilución del refugio es importante cuando el antiparasitario es aún eficaz. Muchos individuos del refugio suelen perderse por condiciones ambientales (deseccación), depredadores naturales o porque simplemente no encontraron el hospedador apropiado y llegaron al límite de sus reservas y mueren. Una vez en el hospedador los parásitos susceptibles y los resistentes estarán sujetos a las pérdidas provocadas por la defensas inmunitarias del hospedador lo que ocasiona que*

*todos aquellos individuos que lograron superar todas estas barreras y el tratamiento con el antihelmíntico tendrán una gran importancia para la presentación de la RA, ya que por el gran potencial biótico de los parásitos les permite cambiar progresivamente la composición genética del refugio (Nari, 2001).*

- *La desparasitación en épocas críticas para los NGE es un factor importante en las zonas donde las condiciones del medio causan la destrucción natural de los NGE del refugio, cuando los animales son desparasitados en el momento en que la pradera se encuentre limpia solamente los NGE que sobrevivan a esta desparasitación van a infectar a esa pradera provocando la selección de cepas de NGE resistentes (Coles y col., 1992; Nari, 2001).*
- *En aquellos lugares donde se crían juntos ovinos y caprinos, se presenta un gran problema. Los caprinos requieren una mayor cantidad de antihelmíntico que los ovinos pues la farmacocinética y farmacodinámica de la mayoría de los antihelmínticos es diferente en las cabras, además de que los caprinos son más susceptibles que los ovinos en las infecciones por NGE en sistemas de pastoreo, lo que origina que los caprinos requieran con mayor frecuencia los tratamientos antiparasitarios en comparación con los ovinos y por lo tanto en aquellos se origina una mayor selección de cepas de NGE resistentes (Bogan y col., 1987; Jackson, 1991).*
- *Las cepas de parásitos con RA que producen una gran cantidad de huevos (5,000 y 10,000 huevos al día), como el *Haemonchus contortus*, puede predominar sobre las cepas de NGE susceptibles (Nari, 2001).*
- *Los NGE *H. contortus* y *Teladorsagia* que presentan hipobiosis en sus fases histotróficas pueden volverse resistentes a diferencia de aquellos géneros que no presentan este tipo de fases evolutivas (Jackson, 1991). La reducción de la hipobiosis podría acortar los ciclos de vida y así reducir el refugio de larvas que no han tenido acceso al antihelmíntico (Wolstenholme y col., 2004).*
- *Entre lo más importante de los NGE se encuentran las elevadas tasas de evolución en la sucesión de nucleótidos y el gran tamaño de su población lo que les da un nivel excepcionalmente alto en su diversidad genética (Kaplan, 2004).*

*La reversión a la susceptibilidad ocurre si la selección en el tratamiento aplicado es con un antihelmíntico diferente, esto debe causar una disminución en la frecuencia de los alelos de resistencia al primer antihelmíntico utilizado. En teoría, la reversión a la susceptibilidad ocurre si el uso de un antihelmíntico se discontinúa y los NGE resistentes a ese antihelmíntico sufren de una disminución en su estado de salud (Kaplan, 2004). No obstante lo anterior, y basándose en los seguimientos de RA en casos de campo, la reversión a la susceptibilidad de los NGE a los antihelmínticos no parece ocurrir, lo que significa que la resistencia es perdurable.*

*Finalmente, cabe mencionar que actualmente se han desarrollado pocos antihelmínticos ya que rápidamente puede aparecer la RA. Algunas empresas farmacéuticas argumentan que no se justifican los gastos de investigación sobre el posible mercado que puedan tener los nuevos productos.*

### *Control no farmacológico de los nematodos gastroentéricos en los ovinos.*

*La dependencia total a un solo método de control de NGE, particularmente cuando existe RA, ha demostrado ser muy poco sustentable y eficiente a largo plazo, sobre todo en aquellos lugares donde el sustento de los animales se lleva a cabo únicamente mediante el pastoreo (Barger, 1996; Waller, 1997).*

*Para poder llevar a cabo medidas adecuadas de control se requiere de un diagnóstico para determinar la presencia o ausencia de RA, esto se dificulta ante la falta de infraestructura necesaria para corroborar en el laboratorio los problemas sanitarios ocurridos a nivel de campo. Además, por parte del productor hay ausencia de comprensión o interés en el conocimiento del problema de la RA, aunado al escaso apoyo para la investigación del problema de RA en salud animal, situación que se ha venido agravando en los últimos años y que cierra el círculo vicioso de la falta de opciones para disminuir la dependencia en drogas (Besier, 1997; Nari, 2001).*

*Recientemente se ha acuñado el término Control Integrado de Parásitos (CIP), particularmente cuando existe RA y se pretende controlar. Para el CIP se requiere de componentes importantes, como la disponibilidad de técnicas para el diagnóstico de RA, una verificación de la calidad de antihelmínticos, el conocimiento de la epidemiología parasitaria local y el cambio en la mentalidad al utilizar métodos menos dependientes de los antihelmínticos (Nari, 2001), entre éstos existen diversos esfuerzos, con diverso grado de avance y algunos de ellos se describirán a continuación.*

#### *Manejo del pastoreo.*

*Al ser la pradera el medio externo natural para el desarrollo y supervivencia de las larvas de NGE, es posible su manipulación a efecto de reducir el riesgo de infección. Esto puede ser realizado por medio de:*

*Descanso de potreros. Mediante este se pretende obtener pasturas seguras o eventualmente limpias de parásitos utilizando estrategias de manejo animal donde se busca minimizar la contaminación de praderas con larvas, se requiere de un conocimiento epidemiológico de la NGE, ya que se debe conocer la supervivencia de los estadios libres no parásitos en los diversos tipos de praderas y ecosistemas, ya que al no haber contacto del hospedador con el parásito se produce una baja en la reserva de larvas infectantes por acción directa de los rayos solares y de la desecación en los potreros, por lo que se requiere desocupar el potrero por un tiempo suficiente para que ocurra dicha mortalidad de las larvas (Barger, 1996). La desventaja que presenta este tipo de manejo es que se requiere que los potreros permanezcan libres semanas o meses, por lo tanto, se produce una pérdida en la calidad del forraje y es extremadamente perjudicial en los sitios donde la alimentación de los ovinos es mediante el pastoreo ya que estos requieren y consumen pasturas de excelente calidad y palatabilidad.*

*Pastoreo rotativo. En este sistema, los animales no ocupan siempre toda el área de pastoreo sino que en momentos determinados, existen áreas que se mantienen libres de animales, los tiempos de pastoreo pueden variar dependiendo la calidad y disponibilidad de forraje. Si bien en estos sistemas las cargas parasitarias aumentan, los periodos de descanso pueden ser extremadamente largos para hacer declinar drásticamente los niveles de contaminación de la pastura, en lugares templados la disponibilidad de larvas infectantes es relativamente lenta, la supervivencia larvaria es mayor y la contaminación declina también más lentamente debido a que se necesita un periodo de descanso de los potreros de aproximadamente 90 días. En climas tropicales, se ha obtenido un adecuado control de NGE con tiempos de pastoreo de cuatro días y descansos de 30 días, debido a que existe una mortandad de larvas entre las cuatro y seis semanas luego de la contaminación (Barger, 1996). Una de las ventajas que tiene este manejo es la continua reducción en la contaminación de las pasturas con la consecuente disminución en la utilización de antihelmínticos.*

*Otra opción de interés es el pastoreo mixto entre distintos tipos de rumiantes, particularmente de bovinos y ovinos. Además del mejor aprovechamiento del recurso forrajero, el pastoreo mixto favorece una disminución de la contaminación con larvas infectantes de NGE en la pradera reduciendo el riesgo de adquisición de estos parásitos por parte de los ovinos. Al introducir primero al pastoreo a los bovinos, éstos al ser menos susceptibles a los NGE, permiten el desarrollo de sólo algunos NGE en su interior y, desde luego, la excreción de huevos disminuye. A este mecanismo se le ha denominado efecto aspiradora.*

*Una experiencia diferente fue reportada por Cuéllar y col. (2002) quienes evaluaron la estabulación total de los corderos en la etapa de lactación y posdestete, encontrando una menor eliminación de huevos de NGE en los corderos mantenidos en estabulación en comparación a los que salieron a pastorear, asimismo hubo una mejor ganancia de peso en los corderos mantenidos en confinamiento durante el periodo posdestete.*

#### *Animales resistentes.*

*En los rumiantes se presenta una gran variabilidad en la susceptibilidad de las enfermedades debidas a ectoparásitos, helmintos y protozoarios (Stear y Murray, 1994). La variación genética puede ocurrir entre razas y dentro de razas. Así, algunos animales son más resistentes que otros a dichas enfermedades.*

*El término resistencia a nematodos ha sido definido como la habilidad de un hospedador para iniciar y mantener una respuesta que evite o reduzca el establecimiento de los parásitos o bien, elimine la carga parasitaria (Albers y Gray, 1987). Los animales resistentes no son completamente refractarios a la enfermedad, solo albergan menos parásitos que los animales susceptibles y por lo tanto eliminan menos huevos en las heces. Se ha demostrado que algunas razas de ovinos son más resistentes que otras a los nematodos gastroentéricos. Algunas de las razas en las que se ha demostrado esta resistencia son: Blackbelly (Yazwinski y col., 1980), Florida (Torres y col., 1994), St. Croix, Katahdin (Parker y col., 1993), Red maasai (Mugambi y col., 1996), Nali (Singh y col., 1997), Polaca de lana larga (Bouix y col., 1998), Nativa de Louisiana (Miller y col., 1998), Florida y sus cruza (Amarante y col., 1999) y Castellana (Gómez y col., 1999).*

*Por otro lado, se han realizado evaluaciones dentro de raza, encontrando que existe una variabilidad genética individual lo que ha obligado a la selección de aquellos animales con una reducida*

*eliminación de huevos en las heces (Hood y col., 1999). Dicha variabilidad probablemente está basada en la capacidad individual de un animal para responder inmunológicamente contra los parásitos (Pernthaner y col., 1995; Pernthaner y col., 1996) y es una característica altamente heredable (Sreter y col., 1994).*

*Otro factor a considerar es la capacidad de recuperación o resiliencia, que puede definirse como la capacidad que tiene un hospedador de mantener casi el mismo nivel de producción ante un desafío parasitario (Albers y Gray, 1987). No necesariamente los animales que eliminan menos huevos tienen la misma capacidad de recuperación, incluso animales con alta resistencia pueden tener baja capacidad de recuperación (Riffkin y Dobson, 1979). Por lo anterior, resulta evidente que para evaluar en forma integral algún tipo racial de ovinos, es necesario considerar las dos variables mencionadas. Cabe mencionar que una inconveniencia de contar con animales resilientes es su acción contaminante de los potreros, efecto perjudicial para el resto de los animales, sobre todo los más jóvenes.*

*Aunque existen diferentes formas de evaluar la resistencia genética a nematodos gastroentéricos, dos son las más utilizadas: La primera y más común es medir la reducción en la eliminación de huevos en las heces, con todas las limitaciones que eso implica (Stear y Murray, 1994), pues la cantidad de huevos eliminados no necesariamente está relacionada con la carga parasitaria en el animal. No obstante lo anterior, esta prueba se ha empleado para la selección de animales en Australia (Woolaston, 1993; Eady y col., 1996) y Nueva Zelanda (Pernthaner y col., 1995). La segunda y más confiable para conocer el efecto racial sobre la resistencia a los nematodos gastroentéricos en los ovinos, es conocer la cantidad de parásitos (larvas y adultos) presentes en el tracto gastrointestinal de los animales evaluados (Todd y col., 1978; Gray y col., 1992; Gill, 1994; Pfeffer y col., 1996; Hood y col., 1999).*

*Los criterios para evaluar la capacidad de recuperación ante una infección por *H. contortus* son diferentes a los utilizados para evaluar resistencia, estos deben medir el efecto patógeno de la enfermedad, por ejemplo, cambios en el peso corporal, conversión alimenticia, niveles plasmáticos de pepsinógeno, cantidad de glóbulos rojos, concentración de hemoglobina, cantidad de proteínas plasmáticas, porcentaje de hematocrito, lesiones abomasales y presencia o ausencia de signos clínicos de la enfermedad (Todd y col., 1978; Torres y col., 1994; Pfeffer y col., 1996; Romjali y col., 1996; Mugambi y col., 1997; Hood y col., 1999).*

*Aún no son de todo conocidos los mecanismos de la resistencia o de la capacidad de recuperación en una infección por *H. contortus*. Varios autores han sugerido que estos pueden tener una base inmunológica. Los datos a este respecto son contradictorios, por ejemplo, Gómez y col. (1999) no encuentran relación entre los niveles de IgG, IgM e IgA séricas con el estado de resistencia de los ovinos raza Castellana infectados con *H. contortus*, pero Gill y col. en 1994 encontraron una relación entre la resistencia genética a *H. contortus* y el número de células productoras de anticuerpos (IgA e IgG1) presentes en la mucosa del abomaso. A nivel sistémico se sabe que la inoculación de larvas de *H. contortus* induce un aumento de linfocitos en sangre, hipersensibilidad retardada hacia antígenos del parásito (Gill, 1994), proliferación de linfocitos T obtenidos de nódulos linfáticos de abomaso (Jacobs y col., 1995) y el aumento de algunas subpoblaciones de linfocitos de sangre periférica (Pernthaner y col., 1996). Por su parte, Muñoz y col. (2005) han encontrado un mayor nivel de IgG sérica específica contra L-3 de *H. contortus* en ovinos Blackbelly (resistentes) en comparación a los de raza Columbia (susceptibles).*

*Otros factores que se han asociado a la resistencia son: aumento de eosinófilos en sangre y mucosa abomasal (Douch y Morum, 1993; Pernthaner y col., 1995). Wanyangu y col. (1997) encuentran una diferencia entre la eliminación de huevos, porcentaje de hematocrito y eosinofilia en ovejas Red Maasai en comparación a la raza Dorper tras la infección artificial con H. contortus. En México, los ovinos de la raza Blackbelly que son más resistentes a la infección por H. contortus, tuvieron mayores niveles de eosinófilos que los animales de raza Columbia, susceptibles a la infección (Cuéllar y col., 2005).*

*Parker (1992) considera que la ventaja de los animales resistentes es que en ellos se da un aumento en su producción y una reducción en la utilización de antihelmínticos, sin embargo, una desventaja es que requiere de un lento proceso de selección de animales resistentes.*

### *Vacunas.*

*La vacunación contra NGE es la opción más atractiva para reducir el uso de antihelmínticos aún cuando aun no se ha establecido la RA (Smith, 1999; Dalton y Mulcahy, 2001). Los avances más importantes en las vacunas para los NGE han sido el caracterizar los antígenos protectores y antígenos ocultos, sin embargo, experimentalmente no se han logrado reducciones rápidas de la intensidad de NGE, lo que si han conseguido los tratamientos antihelmínticos con la expectativa de que los efectos de la vacunación serían más persistentes y los beneficios a largo plazo serán más grandes (Newton y Munn, 1999).*

*El antígeno oculto H11 de H. contortus que es la designación abreviada para H110D, una glicoproteína integrante de la membrana obtenida de las microvellosidades intestinales de H. contortus, ha mostrado ser eficaz probablemente por la relación específica del anticuerpo que inhibe la actividad enzimática del antígeno (Newton y Munn, 1999).*

### *Desparasitación selectiva (Sistema FAMACHA).*

*El término FAMACHA es un acrónimo del autor de la idea, Dr. Faffa Malan, FAffa MALan CHArt, relativa al método consistente en evaluar clínicamente a los animales de un rebaño para que indirectamente pueda conocerse el efecto de la parasitosis y, en base a eso, se tome la decisión de aplicar el tratamiento antihelmíntico. Malan y col. (1992) encontraron una correlación entre la coloración de la conjuntiva ocular, el valor del volumen del paquete celular (VPC) y la presencia del H. contortus. Van Wyk y col. (1997) asociaron los valores de VPC con diferentes coloraciones de la conjuntiva ocular.*

*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 coloración 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 tarjeta 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*. El objetivo de este método es identificar clínicamente animales resistentes, resilientes y susceptibles a las 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 se recomienda emplearlo en conjunción con otras medidas de control de helmintos (Van Wyk, 2001).*

*El problema con la estimación de la precisión cuando se usa el sistema FAMACHA, es que sólo son asignadas cinco categorías mientras que los valores de VPC pueden variar de 8 a 40% (más de 30 valores). Sin embargo, una categoría de FAMACHA que es asignada a un animal en el cual el VPC cae en alguna división arbitraria entre las categorías 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., 1998).*

*En evaluaciones de campo efectuadas en México (Gervacio y col., 2006), se ha encontrado que mediante el uso del sistema FAMACHA se logra disminuir la frecuencia de animales con mucosas oculares pálidas (índice 4) los que prácticamente desaparecen a los dos últimos meses de aplicado el sistema. Además sólo una mínima parte de los animales debe 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. En este sentido, 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.*

*El sistema FAMACHA, cuando se aplica por personal capacitado con experiencia, además de disminuir los tiempos de evaluación, permite un buen acercamiento para conocer indirectamente el estado parasitario y su efecto en el animal (grado de anemia). Lo anterior ya ha sido validado por Milczewski y col. (2003) quienes evaluando el entrenamiento de médicos veterinarios, encontraron certeza en la apreciación de los colores de la mucosa ocular, conociendo además la eliminación de huevos y porcentaje de hematocrito.*

*Cuando el sistema FAMACHA se evaluó en animales infectados artificialmente con *H. contortus* y con buen estado nutricional, los coeficientes de correlación entre los parámetros de interés (eliminación de huevos, PVC e índice FAMACHA), fueron muy variables y muy pocos fueron significativos (Pérez, 2006). Lo anterior indica que el sistema FAMACHA es una buena herramienta de diagnóstico y toma de decisiones cuando los ovinos están en pastoreo y la pradera tiene una calidad variable de energía y proteína.*

*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 se desarrolló el sistema FAMACHA?:*

- La infección por *H. contortus* es el problema de salud más importante en los ovinos y caprinos en la mayoría de lugares que tienen lluvias en verano y en las áreas tropicales y subtropicales. Si no se controla adecuadamente al parásito, hay grandes pérdidas en los parámetros productivos de los rebaños y puede ocasionar hasta la muerte.*
- Debido a la sobre utilización de los antihelmínticos por muchos años, la RA es un problema que se está incrementando en muchos rebaños. En varios países hay RA a todos los grupos de antihelmínticos y la viabilidad de la empresa ovina está amenazada.*
- Mientras la mayoría de los ovinos, especialmente los adultos, son capaces de sobrellevar los desfavorables efectos de la hemoncosis, una pequeña minoría no puede y es altamente susceptible.*
- Tanto la resistencia (habilidad de prevenir o eliminar la infección) como la resiliencia (habilidad de sobrellevar los efectos de parásitos) han demostrado ser en grado variable heredables, significando 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.*

*¿En qué se basa el sistema FAMACHA?:*

*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 está 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. Dado que el *H. contortus* es un parásito hematófago, 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 la cual es provocada por la anemia. Monitoreando la anemia, pueden identificarse los animales resilientes y susceptibles. Algunos animales pueden padecer una anemia leve y luego recuperarse sin tratamiento.*

*Usos y ventajas del sistema FAMACHA:*

- 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 RA en las poblaciones de parásitos puede disminuirse debido a que son tratados menos animales.*
- *A largo plazo, la eliminación de los animales susceptibles pueden permitir la crianza de ovinos mejor adaptados.*
- *Identificando a los ovinos anémicos se pueden dar los tratamientos correctos, si es necesario en dosis únicas o divididas y se tratará un número pequeño de animales 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, que fueron subdosificados o desparasitados inadecuadamente, antes de que ocurran problemas graves.*
- *Se podrá detectar la eficacia en la aplicación de un antihelmíntico. Si se utiliza un tratamiento ineficaz para *H. contortus*, se detectará más fácilmente porque habrá más animales anémicos después del tratamiento y por el contrario, si se utiliza un medicamento eficaz, las mucosas pálidas se volverán más rojas después de una semana, siempre y cuando si se provee de suficiente proteína en el alimento y la condición corporal del animal 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 inspección de los ojos de los ovinos es barata y rápida, fácilmente puede ser integrado con otras actividades como vacunación, pesaje, evaluación de condición corporal o conteo. Con una buena práctica, pueden evaluarse hasta 500 animales 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.*
- *Es conveniente instrumentar 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.*
- *Debe monitorearse regularmente el conteo de huevos en las heces (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 infección por H. contortus es la causa más importante de anemia en ovinos en clima templado de verano lluvioso y en el clima tropical húmedo.*
- *Existen ciertas condiciones que pueden hacer que las membranas mucosas de los ojos estén más rojas de lo que deberían y esto enmascara la presencia de anemia. Algunos ejemplos son: el polvo o alojamientos cerrados que irritan los ojos, el calor, en animales transportados por largo periodo sin descanso, la 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 o cada semana en la época de mayor frecuencia de H. contortus).*
- *Los corderos y ovejas gestantes o lactantes son más susceptibles y necesitan atención especial.*

#### *Uso práctico del sistema FAMACHA:*

- *El sistema debe ser utilizado después de haber sido explicado totalmente y practicado con instructores entrenados.*
- *Usarlo solo como parte de un programa integral de control parasitario diseñado por un veterinario. No es recomendable que lo emplee el productor 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 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 debe confiarse en la memoria.*
- *Los ovinos que se observen claramente anémicos (categorías 4 ó 5 con la tarjeta FAMACHA) y los casos dudosos (categoría 3), deben desparasitarse con un principio activo eficaz y se recomienda identificarlos de forma 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. De esta manera el animal será identificado fácilmente en la siguiente valoración.*

- *En el caso de los caprinos, deberán ser tratados los animales con el índice 3 del sistema FAMACHA.*
- *Durante cualquier evaluación, si una gran proporción (>10% del rebaño) se encuentra anémica (categorías 4 y 5), se aconseja dosificar a todo los animales o cambiar de área de pastoreo. Consultar al veterinario si hay dudas.*
- *Lo más importante en cada revisión es saber cuales animales deben ser tratados y cuales no, la asignación de categorías es lo menos importante.*
- *Si el rebaño ha estado en la misma área de pastoreo por más de dos meses, sólo deben tratarse los ovinos anémicos antes de que el rebaño sea cambiado de lugar. Si es necesario desparasitar a todo el rebaño, entonces debe dejarse en la misma pradera por lo menos una o dos semanas antes del cambio.*
- *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.*
- *Pueden recordarse fácilmente las proporciones del rebaño en cada categoría (de la uno a la cinco) registrando cada animal en una hoja donde se capturará la información. Esto puede ser realizado por cualquiera y su graficación constituye un recurso visual fácil sobre la situación del rebaño.*
- *Si el rebaño es muy grande, puede evaluarse una muestra aleatoria de 50 ovinos. Si el porcentaje combinado de categorías 1 y 2 excede el 80% (de preferencia el 90%) y no hay categorías 4 y 5 en la muestra, es poco probable que haya riesgo al no examinar el rebaño completo. Sin embargo, si algún ovino es evaluado como 4 ó 5, o si la categoría 3 excede del 10 al 20%, es conveniente examinar todo el rebaño.*
- *Los animales despigmentados en su piel pueden parecer anémicos inclusive a distancia, porque su nariz y/o vulva se ven pálidas.*
- *Se deben examinar especialmente los ovinos que se retrasan en el rebaño pues pueden estar padeciendo los efectos de la anemia.*
- *Independientemente de la presencia o ausencia de anemia, siempre deben desparasitarse los animales con edema submandibular.*

### **Hongos con actividad nematófaga.**

*El principio de esta medida de control es que los hongos están destinados a combatir los estados libres de NGE que se encuentran en la materia fecal, estos poseen la capacidad de capturar larvas de NGE por medio de trampas adherentes, el hongo penetra al interior de su presa perforándole su cutícula y desarrollando un bulbo a partir del cual las hifas tróficas invaden progresivamente al parásito y absorbe su contenido provocando su muerte (Mendoza y col., 1998).*

*Mendoza y Vázquez (1993) estudiaron el efecto de la adición individual y simultánea de tres hongos nematófagos (Monacrosporium eudermatum, Arthrobotrys oligospora y A. robusta) en cultivos fecales de ovinos sobre el número de larvas infestantes de Haemonchus contortus. Con el primer hongo se observó una reducción del 97.7%, con el segundo del 98.2%, con el tercero del 10.1% y la combinación de los tres del 97.4%.*

*Por otro lado, se ha utilizado el hongo Duddingtonia flagrans, el cual tiene una amplia distribución mundial, las clamidosporas de D. flagrans se adicionan al alimento, después de pasar por el tracto gastrointestinal, y ya en las heces, el hongo produce una red de tipo tridimensional, que atrapa a las larvas y las destruye (Barnes y col., 1995). En estudios de campo, Jackson y col. (2005) han encontrado que dosificando 500,000 clamidosporas de D. flagrans por kg de peso vivo en corderos y ovejas, se presenta una importante reducción (entre 24.2% y 49.2%) en la presencia de larvas infectantes en las praderas.*

*También se ha evaluado el hongo Arthrobotrys musiformis con la ventaja de después de la ingestión de conidias del hongo encapsuladas o en forma acuosa y su paso por el tracto gastrointestinal, mantienen su efecto sobre las larvas infectantes de NGE en ovinos (Graminha y col., 2005).*

*La principal ventaja de este tipo de hongos es que si se utilizan correctamente no producirá una eliminación total de la población larvaria, pero esto permite un aumento gradual de la inmunidad, lo que conlleva a una menor dependencia de los antihelmínticos (Barnes y col., 1995).*

#### *Empleo de partículas o agujas de cobre.*

*El sulfato de cobre (Cu) en algún momento se empleó para el control de los NGE en los rumiantes, sin embargo, para su correcto funcionamiento el sulfato necesita llegar directo al abomaso para encontrarse en un medio ácido donde los compuestos letales del Cu puedan ser liberados. Las partículas o agujas de óxido de Cu, al ser colocadas en cápsulas de gelatina y administradas por vía oral, pasan a través del rumen y se alojan en los pliegues del abomaso donde liberan los iones de Cu, los cuales tiene efecto antiparasitario (Langlands y col., 1989; Judson y col., 1984). En una evaluación en ovinos a los cuales se infectaron artificialmente Trichostrongylus colubriformis, T. circumcincta y H. contortus y se les administró 5g de pequeños alambres de óxido de Cu, observaron una reducción en la población adulta del 96% para H. contortus y 56% para T. circumcincta pero sin reducción para T. colubriformis (Bang y col., 1990). Lo anterior indica que esta estrategia sólo es de utilidad contra H. contortus. Apoyando lo anterior, Chartier y col. (2002) en cabras lecheras infectadas artificialmente con T. colubriformis, T. circumcincta y H. contortus y que recibieron una dosificación de 4g de óxido de Cu presentaron reducciones en las cuentas de huevos por gramo de heces entre 65% y 89%, sin embargo, el efecto solo se dio contra H. contortus, donde encontraron una disminución de parásitos adultos de un 75% en comparación al grupo de animales que no recibieron el tratamiento.*

*Por su parte Pérez y col. (2005), aplicando cápsulas comerciales con partículas de óxido de Cu (1.7 de óxido de Cu/cápsula) a ovejas de pelo en pastoreo durante la época se secas, en tres ocasiones (días 0, 60 y 120), encontraron una reducción casi total en la población de H. contortus, sin embargo, no hubo un efecto favorable sobre la tasa de crecimiento. Una situación similar ocurrió cuando las ovejas pastorearon en praderas irrigadas y se les dio suplementación alimenticia; existió*

*un efecto sobre la carga parasitaria por H. contortus, pero no en los parámetros productivos ni hematológicos (Alexandre y col., 2005).*

*Las agujas de óxido de Cu pueden representar una opción estratégica para el control de los NGE que permite reducir las pérdidas causadas por los NGE en los ovinos, especialmente cuando se asocia a otro tipo de control. Burke y col. (2005), evaluado el efecto de las partículas de óxido de Cu sobre la capacidad depredadora del hongo nematófago D. flagrans en ovinos de pelo, encontraron que las partículas de Cu no afectó la habilidad de D. flagrans para atrapar larvas residuales, existiendo un efecto aditivo benéfico para los corderos tratados.*

*Finalmente, es necesario determinar el efecto de las dosis repetidas de agujas de Cu sobre el estado de salud de los ovinos para prevenir intoxicaciones debido a que esta especie es muy susceptible a la intoxicación crónica por Cu, Burke y Miller (2005) encontraron un efecto negativo en los corderos nacidos de ovejas que se les aplicó partículas de Cu.*

#### *Uso de plantas con actividad antihelmíntica.*

*La fitomedicina es una actividad humana milenaria, desde hace mucho tiempo algunos productores marginados, muchas veces indígenas, han identificado plantas que mejoran la condición y estado de salud de sus animales (Alejandre y col., 2006). Cabe mencionar que muchos principios activos actuales se han aislado o purificado de las plantas. No obstante lo anterior, se crea la necesidad de generar trabajos científicos para validar la dosis, su acción y efectos adversos de los compuestos elaborados a partir de plantas sobre los animales. La mayoría de los datos disponibles se refieren a trabajos in vitro, faltando conocer la biodisponibilidad en animales parasitados. En general, los trabajos in vivo, los compuestos vegetales han mostrado una baja eficacia y difícilmente igualan a los antihelmínticos sintéticos disponibles (Githiori, 2005).*

*Son escasos los trabajos donde se ha logrado caracterizar químicamente los principios activos de las plantas que tienen actividad terapéutica, sin embargo, se han identificado enzimas (proteinasas de la cisteína) y metabolitos secundarios como alcaloides, glicósidos y taninos. En algunos de esos compuestos se han encontrado factores antinutricionales (Githiori, 2005).*

*Trabajando específicamente con plantas taníferas (que poseen en su composición taninos condensados), Chauveau y col. (2005) evaluaron los extractos que de cuatro plantas (Sarathammus scoparius, genista; Calluna vulgaris, brezo; Pinus sylvestris, hojas de pino; Castanea sativa, frutas de castaña) que poseen polifenoles y taninos condensados, encontraron que los extractos de pino, castaña y heather tenían un efecto (90%) sobre el desenvainamiento de L-3 de H. contortus, en el caso de la genista sólo se pudo retrasar pero no suspender el proceso de desenvainamiento larval.*

*Una evaluación interesante la efectuaron Lange y col. (2005) en corderos con una infección artificial con NGE a quienes le ofrecieron un forraje (Sericea lespedeza) que contiene taninos condensados. Encontraron una buena reducción (>75%) en la eliminación de huevos, sin embargo, sólo durante el periodo de administración del forraje (21 días), después hubo una elevación en la eliminación de huevos. Ellos concluyen que este tipo de forraje solo tiene un efecto sobre la fertilidad de los NGE.*

*En un trabajo de campo desarrollado en México, Hernández y López (2000) evaluaron el efecto de extractos de plantas medicinales (estafiate, epazote, semilla de calabaza, semilla de papaya y ajo) para el tratamiento de NGE en ovinos en pastoreo, encontrando una acción antiparasitaria muy variable y con eficacias de moderadas a bajas.*

*Por su parte Hounzangbe y col. (2005), evaluando diferentes esquemas de aplicación de tres plantas (Zanthoxylum zanthoxyloides, fagara; Newbouldia laveis; Carica papaya, semillas de papaya) en ovejas infectadas con NGE, encontraron una reducción importante en la eliminación de huevos, siendo del 87% para las que recibieron fagara y de 95% las tratadas con Newbouldia.*

#### *Consideraciones finales.*

*La RA en parásitos de importancia veterinaria es un problema mundial. Se sabe poco acerca de cómo esta resistencia se puede revertir. Mientras no que se desarrollen métodos novedosos de control de NGE, es necesario aplicar las estrategias existentes para llevar al máximo la producción ovina.*

*De igual manera, es importante hacer los máximos esfuerzos para desarrollar, validar y utilizar sistemas del control integrado de parásitos para contrarrestar los efectos producidos por la resistencia.*

*La única estrategia práctica para el control de la resistencia a los antihelmínticos está enfocada a disminuir la utilización de estos y la necesidad en la utilización de sustancias no químicas para el tratamiento de los NGE o, en su caso, utilizar un antihelmíntico eficaz de una manera más inteligente.*

*A menos que los enfoques para utilizar antihelmínticos en los pequeños rumiantes no cambien dramática y rápidamente en muchas áreas del mundo, es poco probable que haya un compuesto químico antihelmíntico eficaz para un futuro cercano.*

*Finalmente, dado que cada vez más el consumidor demanda carne libre de cualquier compuesto químico (producción verde u orgánica), para el control de NGE se requiere del empleo de opciones no farmacológicas seguras, eficaces y sustentables.*

#### *Bibliografía.*

*Albers, G.A.A., Gray G.D. (1987). Breeding for worm resistance: a perspective. Int. J. Parasitol. 17: 559-566.*

*Alejandre, O.M.E., López, V.L., Hernández, F.A. (2006). Plantas de uso medicinal en ovinos en dos comunidades de Oaxaca. Mem. XIII Congreso Nacional de Producción Ovina (AMTEO). Toluca, México.*

*Alexandre, R., Torres, A.F.J., Aguilar, C.A., Hoste, H., Vargas, M.J.J. (2005). Effect of copper oxide wire particles (COWP) in the hair sheep grazing irrigated pastures. Proc. Novel Approaches to the*

*Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control. Mérida, Yucatán, México.*

*Amarante, A.F.T., Craig, T.M., Ramsey, W.S., Davis, S.K., Bazer, F.W. (1999). Nematode burdens and cellular responses in the abomasal mucosa and blood of Florida Native, Rambouillet and crossbreed lambs. Vet. Parasitol. 80: 311-324.*

*Bang, K.S., Familton, A.S., Sykes, A.R. (1990). Effect of copper wire particle treatment on establishment of major gastrointestinal nematodes in lambs. Res. Vet. Sci. 49:132-137.*

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

*Barnes, E.H., Dobson, R.J., Barger, I.A. (1995). Worm control and anthelmintic resistance: adventures with a model. Parasitol. Today. 11: 55-63.*

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

*Besier, R.B. (1997). Ecological selection for anthelmintic resistance: re-evaluation of sheep worm control programs. En: Managing anthelmintic resistance in endoparasites. Décima Sexta Conferencia Internacional de la W.A.A.V.P. Sun City, South Africa. 30-80.*

*Bogan, J., Benoit, E., Delatour, P. (1987). Pharmacokinetics of oxfendazole in goats a comparison with sheep. J. Vet. Pharmacol. 10: 101-104.*

*Bouix, J., Krupinski, J., Rzepecki, R., Nowosad, B. (1998). Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Polish long-wool sheep. Int. J. Parasitol. 28 (11): 1797-1804.*

*Burke, J.M., Miller, J.E., Larsen, M., Terrill, T.H. (2005). Interaction between copper oxide wire particles (COWP) and *Duddingtonia flagrans* in hair breed lambs. Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control. Mérida, Yucatán, México.*

*Burke, J.M., Miller, J.M. (2005). The use of copper oxide wire particles (COWP) in pregnant ewes. Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control. Mérida, Yucatán, México.*

*Coles, G.C., Simkins, K. (1977). Resistance of nematode eggs to the ovicidal activity of benzimidazoles. Res. Vet. Sci. 22, 386-387.*

*Coles, G.C., Bauer, C., Borsteede, F.H.M., Geerts, S., Klei, T.R., Taylor, M.A., Waller, P.J. (1992). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P). Methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. Vet. Parasitol. 44: 35-44.*

**Cuéllar, O.J.A. (2002). *La resistencia a los antihelmínticos un problema emergente. Memorias X Reunión del CONASA. México, D.F.***

**Cuéllar, O.J.A., Chávez, H.A., Fernández, M.S., Silva, M.R., Miranda, M.S. (2004). *Evaluación de dos sistemas de manejo para el control de nematodos gastroentéricos de corderos en el trópico subhúmedo mexicano. Mem. XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias (PANVET). La Habana, Cuba.***

**Cuéllar, O.J.A., Muñoz, G.M.A., Valdivia, A.G., Buendía, J.J.A., Alba, H.F. (2005). *Blood eosinophil numbers and their relationship with resistance to sheep haemonchosis. Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control. Mérida, Yucatán, México.***

**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.***

**Chauveau, S., Martínez, O.C., Frevot, F., Torres, A.F.J. (2005). *Effects of extracts from 4 tanniferous plants on the vitro exsheathment of third stage larvae of parasitic nematodes. Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control. Mérida, Yucatán, México.***

**Dalton, J.P., Mulcahy, G. (2001). *Parasite vaccines -a reality?. Vet. Parasitol. 98: 149-167.***

**Douch, P.G.C., Morum, P.E. (1993). *The effect of age on the response of Romney sheep to gastrointestinal nematodes during grazing. Int. J. Parasitol. 23: 651-655.***

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

**Eady, S.J., Woolaston, R.R., Mortimer, S.I., Lewer, R.P., Raadsma, H.W., Swan, A.A., Ponzoni, R.W. (1996). *Resistance to nematode parasites in Merino sheep: sources of genetic variation. Aust. J. Agr. Res. 47: 895-915.***

**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.***

**FAO. (2003) *Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en América Latina. Roma, Italia.***

**Gervacio, N., López, M., Silva, R., Cuéllar, A. (2006). *Validación del sistema FAMACHA para la detección de animales en ovinos parasitados con nematodos gastroentéricos en el centro de México. Mem. XX Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias (PANVET). Santiago, Chile.***

**Gill, H.S. (1994). *Cell-mediated immunity in Merino lambs with genetic resistance to Haemonchus contortus. Int. J. Parasitol. 24 (5): 749-756.***

Gill, H.S., Husband, A.J., Watson, D.L., Gray, G.D. (1994). Antibody-containing cells in the abomasal mucosa of sheep with genetic resistance to *Haemonchus contortus*. *Res. Vet. Sci.* 56: 41-47.

Githiori, J.B., Thamsborg, S.M., Athanasiadou, S. (2005). Use de plants in novel approaches to control of gastrointestinal nematodes in small ruminants. *Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control.* Mérida, Yucatán, México.

Gómez-Muñoz, M.T., Cuquerella, M., Gómez, I.L.A., Méndez, S., Fernández, P.F.J., de la Fuente, C., Alunda, J.M. (1999). Serum antibody response of Castellana sheep to *Haemonchus contortus* infection and challenge: relationship to abomasal worm burdens. *Vet. Parasitol.* 81 (4): 281-293.

Gray, G.D., Barger, I.A., LeJambre, L.F., Douch, P.G.C. (1992). Parasitological and immunological responses of genetically resistant Merino sheep on pastures contaminated with parasitic nematodes. *Int. J. Parasitol.* 22 (4): 417-425.

Hernández, H.A., López, M.N. (2000). Efecto del tratamiento con extractos de plantas medicinales (estafiate, epazote, semilla de calabaza, semilla de papaya y ajo) sobre parásitos gastroentéricos en ovinos. *Tesis de licenciatura. MVZ. Universidad Autónoma de Tlaxcala, 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.

Hood, V., Yadav, C.L., Chaudhri, S.S., Rajpurohit, B.S. (1999). Variation in resistance to haemonchosis: selection of female sheep resistant to *Haemonchus contortus*. *J. Helminthol.* 73 (2): 137-142.

Hounzangbe, A.M.S., Zinsou, E., Hounpke, V., Moutairrou, K., Hoste, H. (2005). Anthelmintic effects of three plants from South Benin on infections of the gastrointestinal tract of sheep with parasitic nematodes. *Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control.* Mérida, Yucatán, México.

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

Jackson, F. (1991). Anthelmintic resistance in goats. *J. Goat Vet. Soc.* 12: 1-6.

Jackson, F. (2000). Methods for extending the efficacy of anthelmintics. *Mem. Primer curso internacional: Nuevas perspectivas en el diagnóstico y control de nematodos gastroentéricos en pequeños rumiantes.* Mérida, Yucatán. 49-52.

Jackson, F., Mc Kenzie, Y., Bartley, D., Jackson, E., Coop, R.L. (2005). Studies using the predatory fungus *Duddingtonia flagrans* in Scotland. *Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths*

*Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control. Mérida, Yucatán, México.*

Judson, G.J., Brown, T.H., Gray, D., Dewey, D.W., Edwards, J.B., McFarlane, J.D. (1984) Oxidized copper wire particles for copper therapy in sheep. *Australina J. Agric. Res.* 33:1073-1083.

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

Lange, K.C., Ocott, D.D., Miller, J.E., Mosjidis, J.A., Terrill, T.H., Burke, J.M. (2005). Effect of the condensed tannin containing forage, sericea lespedeza, fed as hay, on natural and experimental challenge infection in lambs. *Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control. Mérida, Yucatán, México.*

Langlands, J.P., Donald, G.E., Bowles, J.E., Smith, A.J. (1989) Trace element nutrition of grazing ruminants. III Copper oxide powder as a copper supplement. *Aust. J. Agric. Res.* 40:187-193.

Malan, F.S., Van Wyk, J.A. (1992). The packed cell volume and colour of the conjunctivae as aids for monitoring *Haemonchus contortus* infestations in sheep. In: *Proceedings of the South Africa Veterinary Association Biennial National Veterinary Congress. Grahamstown, FAO.* 139.

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

Mendoza, G.P., Vázquez, P.V.M. (1993). Reducción del número de larvas de *Haemonchus contortus* en heces de ovino adicionadas con hongos nematófagos. *Mem. III Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria. Mérida, Yucatán.*

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* chlamydo spores to sheep. *J. Helminthol.* 72 (4): 343-347.

Milczewski, V., Sotomaior, C., Schwartz, M.G., Barros, F.I.R., Moraes, F.R., Schmidt, P.E.M.S. (2003). Evaluación del entrenamiento para la utilización del sistema FAMACHA. *Mem. Tercer Congreso de la asociación Latinoamericana de especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRYCS). Viña del Mar, Chile.*

Miller, J.E., Bahirathan, M., Lemarie, S.L., Hembry, F.G., Kearney, M.T., Barras, S.R. (1998). Epidemiology of gastrointestinal nematode parasitism in Suffolk and Gulf Coast Native sheep with special emphasis on relative susceptibility to *Haemonchus contortus* infection. *Vet. Parasitol.* 74 (1): 55-74.

Mugambi, J.M., Bain, R.K., Wanyangu, S.W., Ihiga, M.A., Duncan, J.L., Murray, M., Stear, M.J. (1997). Resistance of four sheep breeds to natural and subsequent artificial *Haemonchus contortus* infection. *Vet. Parasitol* 69 (3-4): 265-273.

- Mugambi, J.M., Wanyangu, S.W., Bain, R.K., Kari, M., Owango, M.O., Duncan, J.L., Otear, M.J. (1996). Response of Dorper and red Maasai lambs to trickle *Haemonchus contortus* infection. *Res. Vet. Sci.* (61): 218-221.
- Muñoz, G.M.A., Cuéllar, O.J.A., Valdivia, A.G., Alba, H.F. (2005). Comparison of the levels of specific serics IgG to L-3 *Haemonchus contortus* in two breeds of different susceptibility to ovine haemonchosis. *Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control.* Mérida, Yucatán, México.
- Nari, A. (1987). Enfoque epidemiológico sobre el diagnóstico y control de resistencia a antihelmínticos en ovinos. *Edit. Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay, 60.*
- Nari, A., Hansen, J.W. (1999). Resistance of ecto and endo-parasites: Current and future solutions. *OIE. Paris.*
- 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.
- Newton, S.E., Munn, E.A. (1999). The development of vaccines against gastrointestinal nematode parasites, particularly *Haemonchus contortus*. *Parasitol. Today.* 15 (3): 116-122.
- Parker, A. (1992). Heriability of and genetic correlation among faecal egg counts and productivity traits in Romney sheep. *J. Agri. Res.* 35: 24-27.
- Parker, C.F., Mc Clure, K.E., Herd, R.P. (1993). Hair sheep potential for specific environmental conditions and production system in North America. *Mem. Sexto Congreso Nacional de Producción Ovina. Cd Valles, san Luis Potosí.*
- Pérez, B.S. (2006). Validación del método de observación del color de la mucosa ocular - FAMACHA-en ovinos Blackbelly y Columbia con infección artificial de *Haemonchus contortus*. *Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. México.*
- Pérez, G.M., Torres, E.F.J., Aguilar, C.A., Vargas, M.J.J., Canul, K.H.L., May, M.M., Hoste, H. (2005). Effect of copper oxide wire particles (COWP) on the growth rate of browsing hair sheep naturally infected with GIN. *Proc. Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control.* Mérida, Yucatán, México.
- Pernthaner, A., Stankiewicz, M., Bisset, S.A., Jonas, W.E., Cabaj, W., Pulford, H.D. (1995). The immune responsiveness of Romney sheep selected for resistance or susceptibility to gastrointestinal nematodes: lymphocyte blastogenic activity, eosinophilia and total white blood cell counts. *Int. J. Parasitol.* 25 (4): 523-529.

*Pernthaner, A., Stankiewicz, M., Cabaj, W., Pfeffer, A., Green, R.S. Douch, P.G.C. (1996). Immune responsiveness of nematode-resistant or susceptible Romney line-bred sheep to continuous infection with Trichostrongylus axei. Vet. Immunol. Parasitol. 51: 137-146.*

*Pfeffer, A., Douch, P.G.C., Shaw, R.J., Gatehouse, T.K., Rabel, B., Green, R.S., Shirer, C.L., Jonas, W.E., Bisset, S. (1996). Sequential cellular and humoral responses in the abomasal mucosa and blood of Romney sheep dosed with Trichostrongylus axei. Int. J. Parasitol. 26 (7): 765-773.*

*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. (2003). Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Ed. Limusa, México, D.F.*

*Riffkin, G.G., Dobson, C. (1979). Predicting resistance of sheep to Haemonchus contortus infections. Vet. Parasitol. 5: 365-378.*

*Romjali, E., Pandey, V.S., Batubara, A., Gatenby, R.M., Verhulst, A. (1996). Comparison of resistance of four genotypes of rams to experimental infection with Haemonchus contortus. Vet. Parasitol. 65: 127-137.*

*Singh, S., Yadav, C.L., Banerjee, D.P. (1997). Comparison of the post-parturient rise in faecal egg counts of indigenous and cross-bred ewes. J. Helminthol. 71 (3): 249-252.*

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

*Sotomaior, C., Milczewski, V., Moraes, F.R., Schwartz, M.G. (2003). Evaluation of FAMACHA system: Accuracy of anemia estimation and use of the method on commercial sheep flocks. Proc. V International Seminar in Animal Parasitology. Mérida, Yucatán, México.*

*Sreter, T., Kassai, T., Takács, E. (1994). The heritability and specificity of responsiveness to infection with Haemonchus contortus in sheep. Int. J. Parasitol. 24 (6): 871-876.*

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

*Todd, K.S., Mansfield, M.E., Levine, N.D. (1978). Haemonchus contortus infections in Targhee and Targhee-Barbados Black-belly cross lamb. Am. J. Vet. Res. 39: 865-866.*

*Torres, H.G. Castillo, R.H., López, L.R. (1994). Resultados preliminares con ovinos Florida en el trópico mexicano. Mem. Séptimo Congreso Nacional de Producción Ovina. Toluca, México.*

*Torres, A.J.F. (2001). Diagnóstico y control de resistencia a antihelmínticos en pequeños rumiantes. Mem. Curso Ovinotecnia. Pachuca, Hidalgo.*

Van Wyk, J.A. (2001). *Refugia-overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. Onderstepoort J. Vet. Res.* 68: 55-67.

Van Wyk, J.A., Malan, F.S., Bath, G.F. (1997). *Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa –What are the options?. In: Van Wyk, J.A. & Van Shalkwyk, P.C., 1997. Managing Anthelmintic Resistance in endoparasites. Workshop held at the 16<sup>th</sup> International conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. Sun City, South Africa. 51-63*

Van Wyk, J.A., Bath, G.F., Malan, F.S. (1998). *The need for alternative methods to control nematode parasites of ruminant livestock in South Africa. War. Rmz.* 91.

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.

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

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

Wanyangu, S.W., Mugambi, J.M., Bain, R.K., Duncan, J.I., Murray, M., Stear, M.J. (1997). *Response to artificial and subsequent natural infection with Haemonchus contortus in red Maasai and Dorper ewes. Vet. Parasitol.* 69 (3-4): 275-282.

Wolstenholme, J.A., Fairweather, I., Prichard, R., von Samson-Himmelstjerna, G., Sangster, C.N. (2004). *Drug evidence in veterinary helminthes. Trends. Parasitol.* 20 (10): 469-476.

Woolaston, R.R. (1993). *Factors affecting the prevalence and severity of footrot in a Merino flock selected for resistance to Haemonchus contortus. Aust. Vet. J.* 79 (10): 365-369.

Yazwinski, T.A., Goode, L., Moncol, D.J., Morgan, G.W., Linnerud, A.C. (1980). *Haemonchus contortus resistance in straight bred Barbados Blackbelly sheep. J. Anim. Sci.* 51: 279-284.