EL PAPEL DE LA SANIDAD ANIMAL EN LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE[1]

J. Uriarte, J. Valderrábano.
Unidad de Sanidad Animal, Servicio de Investigación Agroalimentaria, Gobierno de Aragón.
Apdo. 727, 50080 Zaragoza. e-mail: juriarte@aragob.es

INTRODUCCIÓN

La Sanidad Animal ha contribuido de manera importante al fuerte incremento experimentado por la producción animal en la segunda mitad del siglo pasado mediante un control cada vez más eficaz de las enfermedades del ganado. Sin embargo, las ventajas que ofrecen los fármacos frente a otras alternativas de control – amplio espectro de actividad, facilidad de empleo y bajo coste – ha motivado que la lucha y el control de las enfermedades del ganado hayan descansado casi exclusivamente en el empleo de quimioterapéuticos, dejando de lado medidas útiles de tipo sanitario y no explorando nuevas vías de control menos dependientes de los aportes químicos.

La situación expuesta ha comenzado a cambiar desde que en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medioambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992, se recogía la necesidad de fomentar la lucha integrada contra las enfermedades con el fin de eliminar la dependencia excesiva de productos químicos de síntesis en el control, y se instaba a los gobiernos a promover la aplicación de la biotecnología al desarrollo de resistencia a las enfermedades y al perfeccionamiento de las técnicas de diagnóstico y vacunación, con miras a prevenir la propagación de enfermedades.

En consecuencia, en los últimos años ha surgido un interés creciente por estudiar nuevos métodos de lucha y control de las enfermedades que minimizando la utilización de quimioterapéuticos, contribuyan al desarrollo sostenible de los sistemas ganaderos. Este interés ha sido particularmente notorio en la prevención de los parásitos de los rumiantes por tres motivos fundamentales: 1) los herbívoros y especialmente los rumiantes son las especies que más deben de contribuir a la sostenibilidad de los sistemas; 2) en tales sistemas los parásitos constituyen la patología más limitante para su desarrollo y mantenimiento; 3) en la actualidad existen graves problemas derivados del empleo reiterativo de antiparasitarios.

El presente trabajo trata de revisar brevemente la problemática planteada por el uso reiterativo de antiparasitarios en el control de los parásitos de los rumiantes así como las diferentes opciones de control actualmente exploradas y los principales avances adquiridos en cada una de ellas.

Problemas derivados del uso reiterativo de antiparasitarios

La quimioterapéutica antiparasitaria juega una parte importante en la eficiencia de los sistemas productivos y sin duda en el futuro deberá seguir jugándola, sin embargo es preciso considerar los problemas de resistencia, residuos en los productos y contaminación medioambiental que su empleo entraña y que adquiere importancia capital en la producción animal sostenible.

1) Resistencia a antiparasitarios. El fenómeno de resistencia a los antiparasitarios constituye en la actualidad una de las mayores amenazas para las ganaderías de pequeños rumiantes de todo el mundo (Waller, 1997) y es uno de los problemas limitantes del

[1] Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los Proyectos INIA SC00-060 y E.V. QLRT-2000-01843 de la Unión Europea

desarrollo ganadero sostenible. En efecto, la resistencia de los parásitos a los fármacos incrementa los costes de producción, reduce la eficiencia del sistema productivo, agota las reservas de herramientas efectivas de control e incrementa el riesgo de contaminación medioambiental como consecuencia del aumento de las dosis y frecuencia de administración, que la disminución de eficacia obliga a realizar para mantener la producción (Donald, 1994).

En los nematodos gastrointestinales el problema es general en todas las áreas de producción de ovinos y caprinos aunque ha adquirido proporciones dramáticas en Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica y algunos países de Sudamérica como Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, donde los dos grupos más comunes de antihelmínticos, benzimidazoles e imidazotiazoles, han dejado de ser efectivos y las resistencias a las lactonas macrocíclicas son cada vez más extendidas (Waller, 1997). La situación es menos aguda en Europa, aunque han sido citados casos de resistencias a los antihelmínticos en la mayoría de los países de la UE (Coles et al., 1994) incluido España (Requejo Fernández et al., 1997).

Entre los ectoparásitos también se han observado fenómenos de resistencia a los antiparasitarios, aunque no alcanzan la trascendencia de los anteriores. Quizá uno de los más importantes sea el observado en Australia, Sudáfrica y Sudamérica con la garrapata de los bovinos *Boophilus microplus* que se muestra resistente a la mayoría de los acaricidas y solamente las lactonas macrocíclicas son efectivas (Nolan et al., 1989). Así mismo en Australia, Sudáfrica y USA se han indicado resistencias en algunas moscas como *Lucilia cuprina* y *Haematobia irritans* (mosca de los cuernos) a organoclorados (ahora prohibidos), organofosforados y piretrinas sintéticas.

2) Residuos en los productos. Los residuos químicos en los alimentos se han convertido en una de las mayores preocupaciones de la sociedad y ha surgido una poderosa corriente para reducir los aportes químicos en la agricultura. Actualmente es un hecho que los consumidores han incrementado la demanda de alimentos libres de contaminantes de cualquier clase, sean o no perjudiciales.

En el caso de los antihelmínticos, los residuos no son un problema grave pues la toxicidad para los mamíferos es baja, no obstante es preciso mantener los períodos de supresión para el consumo prescritos para cada producto y que generalmente son inferiores a un mes. Es evidente que el riesgo de encontrar residuos en la carne es mínimo pues los tratamientos cercanos al sacrificio no son normales. Por el contrario en el caso de las hembras lactantes los tratamientos antiparasitarios constituyen un serio problema dado que los antihelmínticos o sus metabolitos pueden ser excretados en la leche que se destina al consumo humano. Mención especial requieren los benzimidazoles y sus precursores (probenzimidazoles) por sus conocidos efectos teratogenéticos a dosis no maternotoxicas (Delatour y Parish, 1986), así como por su actividad antifúngica de importancia en la industria quesera.

El problema es todavía menos significativo con los antiparasitarios externos desde que se prohibieron los organoclorados y los residuos en los alimentos de origen animal son muy bajos. No obstante es preciso reseñar, que se han observado cantidades significativas de residuos en lana bruta cuando se realizan tratamientos insecticidas para el control de los ectoparásitos en períodos próximos al esquileo (Donald, 1994).

***3) Contaminación medioambiental*:** En general el impacto los compuestos utilizados en el control de helmintos sobre el medioambiente es considerado de poca importancia porque ya sean los productos activos o sus metabolitos son excretados en las heces con lo que queda limitada su difusión en el medio. De los diferentes antihelmínticos disponibles tan solo las lactonas macrociclicas presentan efectos adversos sobre la fauna colonizadora de las boñigas de los bóvidos (Floate, 1998). Este efecto negativo es consecuencia del amplio espectro de actividad de las lactonas y su amplitud parece estar relacionada con la vía de administración del preparado

y con los excipientes utilizados, de modo que en las formulaciones orales cuya absorción y eliminación es rápida, las consecuencias son más pasajeras que en formulaciones inyectables o pour-on destinadas a promover absorciones lentas y períodos de acción prolongados (Wardhaugh et al., 1993).

En los ectoparásitos pese a que en ocasiones se utilizan los mismos principios activos que para el control de las plagas vegetales, por ejemplo los insecticidas, sin embargo el impacto medioambiental producido es menor debido a que la aplicación es mucho más localizada. No obstante existen algunos hechos que son motivo de preocupación, tal es el caso de la contaminación de los efluentes tras el lavado de lanas procedentes de animales tratados y los focos de contaminación que representan los lugares donde se practican los tratamientos. Especial mención requiere el uso de piretrinas de consecuencias nefastas para la fauna acuícola.

Nuevas estrategias de control

Pese a que en los últimos años la investigación ha aportado algunas soluciones innovadoras para minimizar la utilización de fármacos en el control de los parásitos, a menudo las opciones seguidas constituyen una recuperación de métodos ya conocidos desde hace tiempo pero que la eficacia de la lucha quimioterapéutica había relativizado.

Las diferentes estrategias de control barajadas responden a los objetivos siguientes:

- Racionalización en la utilización de los tratamientos antiparasitarios.
- Aumento de la resistencia de los animales a la infección.
- Reducción de la contaminación parasitaria del medio.

1) Racionalización en la utilización de los tratamientos antiparasitarios.

Aunque en la actualidad la industria farmacológica mantiene viva la prospección de principios activos con actividad antiparasitaria, es poco probable que en un futuro próximo aparezcan en el mercado nuevas moléculas para luchar contra los parásitos. Razones de tipo económico y estructural de la industria farmacéutica actual permiten hacer esta previsión. En efecto, la escalada constante de los costos de investigación y desarrollo de nuevas drogas, cifrada a principios de la década de los 90 en 230 millones de US$ (McKellar, 1994), en un proceso que puede durar más de 10 años desde que se descubre un candidato hasta que se sitúa en el mercado, constituye una inversión arriesgada y por consiguiente un fuerte freno para el desarrollo. Además la transformación ocurrida en la industria farmacéutica en los últimos años hacia la consolidación e integración ha afectado en cierta forma la investigación de nuevos compuestos eficaces.

La mayoría de las investigaciones realizadas en el campo de la terapéutica antiparasitaria tratan de mejorar la eficacia de los fármacos existentes y de prevenir y luchar contra el desarrollo de la resistencia. Estos trabajos, que se apoyan en un mejor conocimiento de la fisiología digestiva de los rumiantes, de la farmacología de los antihelmínticos y de la epidemiología de la infección, han logrado avances importantes a través de nuevas formulaciones que aumentan la biodisponibilidad de los principios activos (García et al., 1999) y mediante la utilización racional de los tratamientos.

Algunos programas de desparasitación actualmente utilizados como por ejemplo los denominados Wormkill, Drenchplan y Famacha desarrollados en Australia y Sudáfrica (Dash et al., 1985; Vatta et al., 2001), se basan en los trabajos anteriores y han demostrado a gran escala su eficacia para controlar los parásitos y para prevenir la aparición de resistencias en los rebaños. En su planteamiento contemplan los siguientes puntos:

- Reducir la frecuencia de tratamientos anuales con objeto de disminuir la presión de selección de cepas resistentes.
- Conservar en los rebaños poblaciones de parásitos sensibles a los antihelmínticos para que diluyan los genes que codifican el carácter resistencia.
- Utilizar correctamente los antihelmínticos.

2) Aumento de la resistencia de los animales a la infección.

Una de las estrategias de control más ampliamente explorada en los últimos años consiste en fomentar la resistencia de los animales a la infección parasitaria. Diferentes líneas de actuación están siendo consideradas: vacunación, selección genética para resistencia e interacción resistencia-alimentación.

- **Vacunación**

En las dos últimas décadas se han realizado numerosos estudios encaminados al conocimiento de la respuesta inmune de los rumiantes en las infecciones por helmintos, con objeto de aplicarlos a mejorar el diagnóstico y sobre todo la profilaxis mediante vacunas. Sin embargo, los avances logrados no han sido especialmente espectaculares y tan solo una vacuna viva atenuada frente a la Dictyocaulosis Bovina ha sido comercializada por el momento. No obstante, pese a la complejidad de los fenómenos biológicos estudiados y las dificultades tecnológicas encontradas, recientes avances en el conocimiento de los antígenos parasitarios, han permitido generar algunas expectativas.

En la profilaxis vacunal de los nematodos gastrointestinales los resultados más alentadores se han obtenido con *Haemonchus contortus*, a partir de los denominados "antígenos ocultos" (Munn, 1997). Con este término se definen aquellas fracciones antigénicas del parásito que normalmente no están expuestas al sistema inmune del hospedador y que por tanto no inducen una respuesta natural del animal parasitado. En consecuencia, los parásitos no han desarrollado en el curso de su evolución ningún mecanismo que les permita evadir la posible respuesta del hospedador dirigida hacia esos antígenos, con lo que su capacidad protectora permanece intacta.

El antígeno más estudiado de *H. contortus* corresponde a una fracción proteica de las microvellosidades del intestino del parásito que por su localización corresponde a la definición anterior de antígeno oculto. El grado de protección alcanzado es del orden del 75% respecto a la instalación de vermes, con reducciones en torno al 90% en la excreción fecal de huevos (Munn, 1997; Ruiz et al., 2001). Los mecanismos inmunológicos que generan esta protección no están claramente establecidos, aunque el nivel de protección esta directamente correlacionado con la tasa de anticuerpos específicos circulantes y con la respuesta celular (Munn, 1993; Domínguez et al., 1999).

A pesar de los buenos resultados experimentales obtenidos con *H. contortus*, el desarrollo de vacunas para nematodos gastrointestinales debe contemplarse con un optimismo moderado. Los resultados positivos frente a *Haemonchus* no pueden ser extrapolables al resto de los nematodos gastrointestinales. Mientras que la nutrición de este género es hematófaga, lo que podría favorecer un estrecho contacto entre los antígenos y los mediadores sanguíneos de la respuesta del hospedador vacunado, el resto de géneros (*Teladorsagia, Ostertagia, Trichostrongylus, Cooperia*), tienen nutrición histofaga que podría relativizar la eficacia de las vacunas.

Por otro lado, una de las características más comunes de las infecciones por nematodos gastrointestinales es el poliparasitismo, siendo habitual que un animal presente una infección simultánea de los diferentes órganos digestivos por varias especies parásitas. En

consecuencia, la vacuna ideal debería de ser polivalente y lamentablemente por el momento, no ha sido identificado ningún antígeno que sea común a los principales géneros patógenos.

Por último, el desarrollo y comercialización de vacunas depende directamente de la obtención en masa de antígenos protectores, lo que supone necesariamente la producción de vacunas recombinantes. La naturaleza glicoproteica de los antígenos incriminados complica en gran manera esta producción en masa.

- **Selección genética para resistencia**

La respuesta de los rumiantes domésticos a las infecciones por helmintos es muy heterogénea, lo que se traduce en amplias variabilidades individuales en la resistencia y/o resiliencia a la infección dentro de los efectivos de un rebaño. Entendiendo como resistencia la capacidad de un animal para suprimir el establecimiento de un parásito y/o entorpecer el subsecuente desarrollo de la infección y, como resiliencia, la aptitud de un animal parasitado a mostrar unos resultados productivos comparables a los obtenidos por animales libres de parásitos (Albers et al., 1987). Esta circunstancia permite explicar las grandes variaciones en la excreción de huevos, cargas parasitarias y manifestaciones patógenas del parasitismo incluso en animales homogéneos del mismo rebaño.

Las diferencias en la respuesta de los animales a la infección están relacionadas con la edad, estado fisiológico, nivel nutricional y también son debidas a factores genéticos que por tanto son heredables.

Si bien es un hecho claramente admitido que existen diferencias raciales en la resistencia a las infecciones por nematodos gastrointestinales tanto en ganado bovino como en ovino y caprino (Almería et al., 1996; Woolaston y Baker, 1996), no lo es menos que estas diferencias se observan también entre individuos de la misma raza (Bisset et al., 1997; Pralomkarn et al., 1997). Esta circunstancia ha llevado hoy día a aceptar que el factor individuo tiene mayor importancia que el factor raza, como determinante del carácter resistencia (Stear et al., 1995).

En la actualidad la resistencia genética a parásitos se asocia a un carácter poligénico del que entra a formar parte un antígeno linfocitario del complejo mayor de histocompatibilidad que es trasmisible hereditariamente. A partir de algunos trabajos que han demostrado que la heredabilidad de la resistencia frente a infecciones monoespecíficas o incluso mixtas es del orden del 0,30, valor similar al observado para otros caracteres productivos como peso, leche, lana... para los que la selección se ha mostrado eficaz, y que la correlación genética entre resistencia y resiliencia es del 0,56 (Albers y Gray, 1987), se han desarrollado en Australia y Nueva Zelanda programas en ganado ovino, con el fin de seleccionar razas o líneas intrarraciales dotadas de cualidades de resistencia o resiliencia frente a las diferentes especies de nematodos gastrointestinales, para utilizarlas como alternativa de control y profilaxis.

Aunque ocasionalmente se ha indicado que la selección para mejorar la resistencia contra parásitos gastrointestinales llevaba aparejada reducciones de las aptitudes zootécnicas de los animales e incrementos de sensibilidad frente a otros patógenos, este método de control constituye a largo plazo una de las mejores alternativas para minimizar la utilización de quimioterapéuticos, porque limita de manera permanente las consecuencias negativas del parasitismo en el hospedador y reduce de modo constante la contaminación de los pastos.

- **Interacción resistencia-alimentación**

Estudios realizados en ovinos y caprinos, pusieron en evidencia la fuerte interacción existente entre la nutrición y el parasitismo, confirmando que los animales subnutridos o

malnutridos eran más severamente afectados por los parásitos que los que recibían una dieta equilibrada (Coop y Holmes, 1996; Van Houtert y Sykes, 1996).

Se considera que el incremento de la alimentación en los animales parasitados favorece la resiliencia porque compensa, al menos parcialmente, los fenómenos de malabsorción provocados por los parásitos y permite, en determinadas ocasiones, mantener tasas de crecimiento equivalentes a la de animales libres de parasitación (Abbott et al., 1985 y 1988; Kimambo et al., 1988; Van Houtert et al., 1995). También se cree que una ración equilibrada lleva consigo un aumento de la resistencia del hospedador con reducción de la instalación y fertilidad de las poblaciones de vermes (Coop y Holmes, 1996).

Con los antecedentes anteriores, las investigaciones han tratado de evaluar la posibilidad de manipular la ración a fin de reducir la infección parasitaria y de limitar sus repercusiones negativas en el animal (Knox y Steel, 1996; Van Houtert y Sykes, 1996).

La mayoría de los trabajos realizados han estudiado el efecto de la suplementación proteica sobre la resistencia y/o resiliencia de los animales a la infección parasitaria, en base al hecho de que los mediadores de la respuesta inmune son de naturaleza proteica y que las repercusiones inducidas por el parasitismo digestivo interfieren en mayor medida sobre las demandas proteicas que energéticas. De manera general, los resultados obtenidos confirman que el incremento de la proteína de la ración lleva aparejada una mejora de la resiliencia aunque no parece mejorar el desarrollo de resistencia (Jackson, 2000). Trabajos recientes indican que el incremento de la energía de la ración, sin malnutrición proteica, lleva aparejada una reducción tanto en la excreción de huevos como en el tamaño y fecundidad de los vermes (Valderrábano et al., 2002; Valderrábano y Uriarte, 2002), lo que sugiere la existencia de una relación positiva entre la dieta energética y la respuesta del sistema inmune frente a nematodos gastrointestinales.

Los diferentes trabajos realizados en el campo de la nutrición/parásitos, parecen confirmar la idea de que un buen manejo de la alimentación incide de manera positiva en el control del parasitismo. Sin embargo es preciso dar respuesta a varias cuestiones para utilizar de manera eficaz los factores nutricionales: ¿cuales son los mejores sistemas de suplementación?, ¿como asociarlos con el pastoreo?, ¿en que momento aplicarlos?. Recientemente se ha propuesto un modelo de partición de los nutrientes que tiene en cuenta los efectos de la alimentación sobre las infecciones parasitarias (Coop y Kyriazakis, 1999). El modelo considera la expresión de la inmunidad adquirida como una función corporal que compite con otras funciones tales como la gestación, lactación o crecimiento que tienen prioridad más elevada cuando la disponibilidad de energía y nutrientes es escasa.

Otras líneas recientes de actuación tratan de explotar las propiedades antihelmínticas y/o estimulantes de la inmunidad de compuestos del metabolismo secundario de determinadas plantas. Algunas plantas ricas en taninos condensados como la zulla (*Hedysarum coronarivum*) y lotos (*Lotus pedunculatus*) han mostrado efectos beneficiosos en el control, al reducir el establecimiento larvario, incrementar la mortalidad de los nematodos adultos y mantener crecimientos normales en los animales parasitados (Niezen et al., 1998). En este mismo sentido, plantas ricas en terpenos han mostrado en ensayos "in vitro" un efecto negativo sobre la maduración de huevos y larvas terceras infectantes (Valderrábano y Uriarte, 2001).

3) Reducción de la contaminación parasitaria del medio

Desde los trabajos de Spedding en la década de los 50 y de manera asociada al empleo de antihelmínticos, se han venido utilizado ampliamente técnicas de manejo del pastoreo tendentes a reducir la contaminación parasitaria del medio ambiente con objeto de minimizar el contacto entre el hospedador y el parásito. En la actualidad estos métodos siguen vigentes

con algunas matizaciones que veremos y se están desarrollando nuevas estrategias basadas en el control biológico.

- **Métodos de control biológico**

Utilizar las propiedades de un organismo vivo para limitar la población de otra especie dañina o patógena, es una idea que se inscribe perfectamente en el marco de la agricultura sostenible. La idea no es nueva y ha sido ampliamente utilizada en campos distintos de la parasitología; uno de los ejemplos más conocido y de consecuencias posteriores nefastas, es el intento de control de las poblaciones de conejos en Australia, en la década de los 50, por medio del virus de la Mixomatosis.

Una de las condiciones indispensables para poder aplicar métodos de control biológico, es que exista una fuerte especificidad entre las dos especies, con el fin de que el agente de control biológico tenga únicamente efecto negativo sobre la especie que se quiere controlar.

En el caso de los nematodos gastrointestinales, los estadios libres en el medio ambiente son los más idóneos para aplicar el control biológico y la mayoría de las investigaciones han tenido como blanco de actuación los huevos y las larvas terceras infectantes. De los diferentes agentes biológicos que potencialmente ofrecen posibilidades (toxinas del *Bacillus thuringiensis*, escarabajos coprófagos), los mejores resultados se han conseguido con hongos hyphomycetos, capaces de atrapar o de destruir los huevos y las larvas de los parásitos (Waller y Faedo, 1996). Aunque han sido testadas más de 200 especies de hongos nematofagos, los resultados más relevantes se han obtenido con *Arthrobotrys oligospora* y *Duddingtonia flagrans*. Ensayos de eficacia de ambas especies indican reducciones de la contaminación larvaria que alcanzan hasta el 98% en las heces y entre el 73 y 85% en el pasto (Fernandez et al., 1999; Faedo et al.,2000; Waghorn et al., 2001).

La aplicación del control biológico mediante hongos precisa la incorporación de los hongos predadores a las heces parasitadas. Es por ello que los trabajos actuales, además de buscar especies fúngicas que soporten el paso por el tubo digestivo, tratan de incorporar los esporos en la alimentación de los animales, bien mediante suplementos nutricionales o mediante bolos de liberación intraruminal, con el fin asegurar una diseminación continua del medio.

A pesar de los excelentes resultados obtenidos con la incorporación de hongos nematofagos, no es presumible que este método pueda sustituir completamente la utilización de antihelmínticos, los problemas tecnológicos para producir esporos en masa y las dificultades para su incorporación, aventuran que es un método complementario de control a utilizar en los períodos de riesgo de infección elevado.

- **Manejo del pastoreo**

La necesidad de asociar el empleo de antiparasitarios a un manejo racional del pastoreo es una regla conocida desde hace tiempo. Este principio ha conducido a formular diversas recomendaciones según la especie de rumiante explotada, el sistema de producción utilizado y las condiciones medioambientales de la zona.

Globalmente, el manejo del pastoreo con vistas al control de los parásitos tiene como objetivo minimizar el contacto entre el animal sensible y las larvas infectantes con el fin de mantener la productividad a niveles aceptables. En definitiva, se trata de colocar a los animales sobre pastos débilmente contaminados, para ello es necesario el conocimiento de factores tales como: la bionomía de los estadios libres en el medio ambiente, la sensibilidad de los hospedadores, la especificidad parásito/hospedador. La interacción de estos factores y

el sistema de explotación ha permitido el desarrollo de técnicas de manejo destinadas a reducir la contaminación de los pastos que básicamente podrían agruparse en: saneamiento por medio del reposo de las praderas, saneamiento por técnicas agronómicas y saneamiento por técnicas de pastoreo.

a) Saneamiento del pasto por reposo prolongado de la pradera.

Tiene como objetivo la limpieza del pasto por muerte natural de los elementos contaminantes. El reposo a que debe de ser sometida una pradera, si no va acompañado de medidas agronómicas, será lo suficientemente prolongado para permitir una reducción real de la contaminación de la hierba. En regiones tropicales, en las que la supervivencia de las larvas infectantes es corta, pueden ser suficientes períodos relativamente pequeños, en torno a tres meses. Por el contrario en zonas templadas la duración del reposo no debe de ser menor de seis meses. Este método de control puede contemplar dos tipos de estrategias:

- Retraso en la salida al pasto en primavera, con el fin de evitar la infección por la población de larvas que han permanecido en el pasto desde el año anterior. Los animales salen a pastar a mitad de primavera, a praderas que previamente han sido segadas para producir heno o ensilado. Esta alternativa es sencilla y eficaz, aunque costosa pues supone alargar el período de estabulación.
- Pastoreo limpio ("clean grazing"), consiste en utilizar en primavera pastos que no han sido utilizados desde mitad de julio del año anterior. La aplicación de esta estrategia depende en gran medida de las condiciones climatológicas de la zona y su implantación resulta problemática en el manejo integral de la explotación.

b) Saneamiento de los pastos por prácticas agronómicas.

La roturación de los pastos constituye una medida eficaz para disminuir su contaminación parasitaria. Se estima que una pradera roturada cada 2 o 3 años permite mantener un nivel moderado de parasitismo (Echevarria et al., 1993). Por el contrario, la aplicación de diversos compuestos químicos como cianamida cálcica, sulfato de hierro, escorias potásicas etc, no ofrecen garantías (Cabaret y Mangeon, 1994).

c) Saneamiento por pastoreo mixto o alternativo.

Se basa en el principio de la especificidad parásito-hospedador y/o la diferente sensibilidad a la infección entre animales jóvenes y adultos. Dos estrategias pueden contemplarse:

- Pastoreo de varias especies de hospedadores: El pastoreo mixto (varias especies a la vez) o alternativo (sucesión de especies) se basa en el principio de la especificidad y busca la limpieza recíproca de los parásitos presentes en el pasto. En la práctica es preciso tener en cuenta que el grado de especificidad de las especies parásitas es muy variable. Mientras que los géneros *Ostertagia* y *Teladorsagia* son relativamente específicos, otras especies como *Trichostrongylus axei* o *T. colubriformis* son más universales. Por otra parte, el método no puede justificarse más que en el marco de una lógica comercial. Por último se ha indicado que ciertas asociaciones entrañan un riesgo evidente en la aparición de resistencia a los antihelmínticos, tal es el caso del pastoreo de ovinos y caprinos, en el que se sospecha que la presencia de la cabra acelera la difusión del fenómeno (Hennessy, 1997).
- Pastoreo con una sola especie: Se apoya en la diferente sensibilidad a la infección entre individuos jóvenes y adultos. La práctica consiste en hacer que los animales jóvenes precedan a los adultos en la utilización de las praderas o dispongan de áreas exclusivas de pasto en los períodos de máximo riesgo de infección, como puede ser el del periparto. Esta última estrategia ha demostrado ser eficaz para reducir el número de desparasitaciones en condiciones intensivas de producción (Uriarte y Valderrábano, 1990).

En ciertas circunstancias epidemiológicas, los métodos propuestos no siempre son trasladables de unos sistemas o condiciones de producción a otras. En este sentido, el pastoreo rotacional parece teóricamente aplicable en condiciones tropicales, dado que la supervivencia de las larvas infectantes en el medio ambiente es corta. Sin embargo no parece ser aplicable en las regiones templadas en las que la supervivencia de las larvas en la hierba es larga. De la misma manera, ciertas recomendaciones desarrolladas para el ganado ovino, que se apoyan en el papel descontaminante de los animales adultos, merced al desarrollo de resistencia, no son aplicables al ganado caprino porque la resistencia de las cabras adultas frente a las infecciones es relativa (Hoste y Chartier, 1998).

Por otra parte algunos resultados recientes han señalado la necesidad de considerar algunos métodos con cierto cuidado. Los estudios de Bairden et al., (1995) han demostrado que si bien el pastoreo alternante entre ovinos y bovinos parece reducir el parasitismo de estos últimos después del segundo año, los resultados se invierten al cabo de cuatro años.

Por último la aparición de resistencias a los antihelmínticos ha llevado a reconsiderar algunas medidas ampliamente difundidas hasta el momento. El principio de "dose and move" (tratar y mover), que consiste en trasladar los animales a pastos limpios después del tratamiento, es pertinente en ausencia de resistencia. Sin embargo, en caso contrario parece a todas luces desaconsejable, pues se favorece la contaminación exclusiva del medio por poblaciones de parásitos resistentes.

CONCLUSIÓN

Es obvio que la Sanidad Animal debe contribuir de manera relevante en el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles manteniendo la salud de los animales y en consecuencia contribuyendo a garantizar la rentabilidad del sistema productivo. Sin embargo es necesario que modifique las estrategias de control por otras menos dependientes del aporte de quimioterapéuticos.

Desde hace unas décadas los antiparasitarios constituyen la principal arma para luchar contra los parásitos de los rumiantes y es de esperar que en los próximos años seguirá siendo una herramienta fundamental en el control. Sin embargo, la emergencia de parásitos resistentes exige preservar la eficacia de estos compuestos para el futuro. En este sentido las diversas modalidades de control revisadas en este artículo, lejos de oponerse a los tratamientos quimioterapéuticos, son complementarias y se inscriben en un mayor o menor grado en el marco de una agricultura más respetuosa con el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

Albers G.A.A., Gray G.D., Piper L.R., Baker J.S.F., Lajambre L.F., Barger I.A., 1987. Int.J.Parasitol., 17:1355-1363.

Abbot E.M., Parkins J.J., Holmes P.H., 1985. Res. Vet Sci., 38: 6-13.

Abbot E.M., Parkins J.J., Holmes P.H., 1988. Res. Vet Sci., 45: 41-49.

Almería S., Gracia M.J., LLorente M., Uriarte J., 1996. Vet. Parasitol.,63: 345-353.

Bairden K., Armour J., Duncan J.L., 1995. Vet. Parasitol., 60: 119-132.

Bisset S.A., Vlassoff A., West C.J., Morrison L., 1997. Vet. Parasitol., 70: 255-269.

Cabaret J., Mangeon N., 1994. Small Rum. Res., 16:269-276.

Coles G.C., Borgsteede F.H.M., Geerts S., 1994. Anthelmintic resistance in nematodes of farm animals. European Commission, Brussels, 191 pp.

Coop R.L., Holmes P.H., 1996. Int. J. Parasitol., 26: 951-962.

Coop R.L., Kyriazakis I., 1999. Vet. Parasitol., 84: 187-204.

Dash K.M., Newman R., Hall E., 1985. Recomendations to minimise selection for anthelmintic resistance in nematode control programmes. En: Anderson N. y Waller P.J., (ed) "Resistance in nematodes to anthelmintic drugs. CSIRO, Division of Animal Health. Australian Woll Corporation. NSW Australia. pp: 161-169.

Delatour P., Parish R., 1986. Benzimidazole anthelmintics and related compounds: toxicity and evaluation of residues. En: Rico A. (ed), Drug residues in animals. Academic Press, Orlando, FL, pp: 175-204.

Dominguez-Toraño I.A., Cuquerella M., Gómez-Muñoz M.T., Gómez-Iglesias L.A., Fernández-Pérez F.J., Alunda J.M., 1999. VI Congreso Ibérico de Parasitología. Córdoba (España). Abs. 190-C, p: 118.

Donald A.D., 1994.Vet. Parasitol., 54: 27-47.

Echevarria F.A.M., Armour J., Duncan J.P., Pinheiro A.C., 1993. Vet. Parasitol., 50: 151-155.

Faedo M., Larsen M., Thamsborg S., 2000. Vet . Parasitol., 94: 55-65.

Fernandez A.S., Larsen M., Nansen P., Henningsen E., Gronvold J., Wolstrup J., Henriksen S.A., Bjorn H., 1999. J.Helminthol., 73: 115-122.

Floate K.D., 1998. Bull. Ent. Reas., 88:25-35.

García J.J. Torrado J.J. Bolas F., 1999. VI Congreso Ibérico de Parasitología. Córdoba (España). Abs. 286-O, p: 174.

Hennessy D., 1997. Int.J.Parasitol., 27: 145-152.

Hoste H., Chartier Ch., 1998. Le Point Veterinaire, 29: 69-73.

Jackson F., 2000. Options for the sustainable control of gastrointestinal nematode infections in goat production system in Europe. En: Proceedings of the Seventh International Conference on Goats, pp. 789-792.

Kimambo A.E., McRae J.C., Walker A., Watt., C.F., Coop R.L., 1988. Vet. Parasitol., 28: 191-203.

Knox M., Steel J.W., 1996. Int. J. Parasitol., 26: 963-970.

McKellar Q.A., 1994. Vet. Parasitol., 54: 249-258.

Munn E.A., 1993. Parasitology Today, 9: 338-339.

Munn E.A., 1997. Int. J. Parasitol., 27: 359-366.

Niezen J.H., Robertson H.A., Waghorn G.C., Charleston W.A.G., 1998. Vet. Parasitol., 80: 15-27.

Nolan J., Wilson J.T., Green P.E., Bird P.E., 1989. Aust. Vet. J., 66: 179-182.

Pralomkarn W., Pandey V.S., Ngampongsai W., Choldumrongkul S., Saitthanoo S., Rattaanachon L., Verhulst A., 1997. Vet. Parasitol., 68: 143-152.

Requejo-Fernández J.A., Martínez A., Meana A., Rojo-Vazquez F.A., Osoro K., Ortega-Mora L.M., 1997. Vet. Parasitol., 73: 83-88.

Ruiz A., Molina J.M., González J.F., Rodríguez-Ponce E., Conde M.M., 2001. Acta Parasitológica Portuguesa, 8, (2) Abs. HP-341, p: 364.

Stear M.J., Bairden K., Bishop S.C., Duncan J.L., Karimi S.C., Mckellar Q.A., Murray M., 1995. Vet. Parasitol., 59 29-38.

Uriarte J., Valderrábano J., 1990. Vet.Parasitol., 37: 243-255.

Valderrábano J., Uriarte J., 2001. ITEA, Extra 22: 179-181.

Valderrábano J., Uriarte J., 2002. Anim. Sci. (en prensa)

Valderrábano J., Delfa R., Uriarte J., 2002. Vet. Parasitol., 104: 327-338.

Van Houtert M.F.J., Barger I.A., Steel J., 1995. Vet. Parasitol., 60: 283-295.

Van Houtert M.F.J., Sykes A.R., 1996. Int. J. Parasitol., 26: 1151-1168.

Vatta A.F., Letty B.A., Van der Linde M.J., Van Wijk E.F., Hansen J.W., Krecek R.C., 2001. Vet Parasitol., 99: 1-14.

Waller P.J., 1997. Vet. Parasitol., 72: 391-412.

Waller P.J., Faedo M., 1996. Int.J.Parasitol., 26: 915-925.

Wardhaugh K.J., Mahon R.J., Axelsen A., Rowland M.W., Wanjura W., 1993. Vet. Parasitol., 48: 139-158.
Waghorn T.S., Leathwick D.M., Chen L.-Y., Gray R.A.J., Skipp R.A., 2001. Vet. Parasitol., 2266: 1-11.
Woolaston R.R., Baker R.L., 1996. Int. J. Parasitol., 26: 845-856.