

Controle alternativo de nematódeos gastrintestinais dos ruminantes: atualidade e perspectivas

Alternative control of the gastrointestinal nematodes of the ruminants: actuality and perspectives

Alfredo Skrebsky Cezar^I João Batista Catto^{II} Ivo Bianchin^{II}

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

RESUMO

Infecções por nematódeos gastrintestinais causam prejuízos significativos à produção de ruminantes. A intensificação do processo produtivo tende a agravar os efeitos das parasitoses. O fácil acesso do produtor a anti-helmínticos, aliado à falta de orientação profissional adequada, tem levado ao uso indiscriminado destes fármacos e, conseqüentemente, à resistência parasitária, reduzindo a eficácia do tratamento. Soma-se a isso, a tendência pela valorização dos produtos orgânicos, originários de sistemas de produção em que o uso dos quimioterápicos é restrito ou proibido. Este contexto aumenta a importância do controle alternativo baseado em: manejo do rebanho e das pastagens, controle biológico dos parasitas, estímulo à resposta imunológica do hospedeiro e fitoterapia. Há alguns métodos promissores para utilização futura e outros viáveis para aplicação imediata, os quais, combinados com os anti-helmínticos convencionais, podem garantir sucesso e sustentabilidade no controle das nematodíases.

Palavras-chave: *nematódeos gastrintestinais, ruminantes, manejo, controle biológico, imunidade, fitoterapia.*

ABSTRACT

Infections by gastrointestinal nematodes cause significant losses in the production of ruminants. Intensification of production process tends to enhance the effects of parasitosis. Easy access for producers to anthelmintics, in addition to poor professional assistance, has led to indiscriminate use of these chemicals and, consequently, to parasite resistance, reducing the effectiveness of treatment. Compounding the issue there is a

trend towards valorization of organic products, originating from production systems where the use of chemotherapics is restricted or prohibited. This context emphasizes the importance of alternative approaches based on: management of livestock and pastures, biological control of parasites, stimulation of immunological response of host and phytotherapy. There are some promising methods by future utilization and others viable by immediate application, which, combined with conventional anthelmintics, can guarantee success and sustainability in controlling the nematodiasis.

Key words: *gastrointestinal nematodes, ruminants, management, biological control, immunity, phytotherapy.*

INTRODUÇÃO

As infecções por nematódeos gastrintestinais causam prejuízos extremamente significativos à criação de ruminantes. O *deficit* produtivo em infecções subclínicas acarreta o maior impacto econômico (FORBES et al., 2002). Além disso, há perdas produtivas em infecções clínicas, custos com tratamentos e, em casos extremos, mortalidade de animais, especialmente jovens e fêmeas ovinas no parto. As doenças parasitárias podem, ainda, forçar a seleção de animais menos susceptíveis aos parasitas em detrimento da sua performance produtiva (MOTA et al., 2003). O controle destas infecções é, portanto, imprescindível para o sucesso dos sistemas de produção de ruminantes.

^IPrograma de Pós-graduação em Medicina Veterinária Preventiva - Doenças Parasitárias, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Av. Roraima, 1000, prédio 44, CCR-2, sala 5149, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: alfredosp@hotmai.com. Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Parasitologia, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte – EMBRAPA, Campo Grande, MS, Brasil.

Com a domesticação dos animais, as alterações ambientais (como aumento da densidade populacional e restrição de movimento dos rebanhos) e a seleção baseada apenas em características de produção, o homem alterou o equilíbrio natural parasita/hospedeiro em favor da população de parasitas (WALLER, 2002). Isso gerou demanda por produtos veterinários capazes de controlar as infecções e incentivou o investimento industrial em fármacos eficientes, com amplo espectro de ação nos parasitas.

Devido à boa aplicabilidade e aos preços acessíveis, houve emprego em larga escala destes fármacos. O uso indiscriminado acarretou queda da eficácia pela seleção de parasitas resistentes (LEATHWICK et al., 2001; MOLENTO, 2004), havendo, em alguns casos, resistência múltipla (MEJÍA et al., 2003) causada por tratamento supressivo com diferentes bases sobre uma população de parasitas.

Inicialmente a resistência parasitária tornou-se um problema mundial na produção de pequenos ruminantes, especialmente ovinos, pela excessiva frequência de tratamentos com anti-helmínticos (ECHEVARRIA et al., 1996; WILLIAMS, 1997). No entanto, também já foi amplamente descrita em bovinos (COLES, 2002; MEJÍA et al., 2003; MELLO et al., 2006).

O diagnóstico do grau de infecção animal e da contaminação ambiental por meio de exames clínicos e laboratoriais (EYSKER & PLOEGER, 2000) e o conhecimento da epidemiologia das nematodíases com suas particularidades regionais são indispensáveis na formulação de um programa de controle eficiente (BIANCHIN et al., 1993; WALLER, 1999), devendo-se, ainda, comprovar a eficácia dos anti-helmínticos eleitos para o uso no rebanho. Testes para este fim foram revisados por COLES et al. (2006).

Embora os mecanismos de desenvolvimento de resistência parasitária aos anti-helmínticos ainda não estejam claros (GILLEARD, 2006), sabe-se que qualquer fármaco utilizado exerce uma pressão de seleção de genótipos resistentes na população. Assim, preconiza-se a associação de métodos alternativos e a utilização correta dos anti-helmínticos para controlar as infecções com a menor frequência de tratamentos possível e sem evitar por completo a exposição dos ruminantes aos parasitas, uma vez que este contato é necessário para o estímulo à resposta imune dos primeiros. Com os métodos alternativos de controle, são reduzidos, ainda, resíduos na carne e no leite e a agressão ambiental, que são conseqüências da aplicação dos quimioterápicos no rebanho (FLOATE, 2006; MARTÍNEZ & LUMARET, 2006).

Os métodos alternativos de controle dos nematódeos gastrintestinais dos ruminantes abordados nesta revisão baseiam-se em técnicas de manejo do

rebanho e das pastagens, no controle biológico dos parasitas, no estímulo à resposta imune do hospedeiro e na fitoterapia.

1. Manejo do rebanho e das pastagens

A união das práticas de manejo adotadas em um sistema de produção de ruminantes pode influenciar tanto na manutenção do equilíbrio parasita/hospedeiro quanto no agravamento dos prejuízos, dificultando o controle das parasitoses (STAFFORD & COLES, 1999; WALLER, 2002; MOLENTO, 2004). Há diversas estratégias de manejo possíveis para o controle de nematódeos gastrintestinais, as quais baseiam-se no fato de que parte do ciclo biológico destes parasitas ocorre na pastagem. Em resumo, estas visam impedir ou diminuir o contato entre as formas infectantes dos parasitas e os hospedeiros susceptíveis.

Para isto, é necessário conhecimento de fatores epidemiológicos variáveis em função do clima, das espécies de parasitas e hospedeiros, do tipo e da utilização da pastagem e de outros fatores ambientais (BARGER, 1999; URIARTE et al., 2003; EYSKER et al., 2005). O principal fator climático regulador do ciclo dos nematódeos gastrintestinais em climas tropicais e subtropicais é a pluviometria, cuja elevação tende a aumentar a disponibilidade das larvas infectantes na pastagem (CATTO & UENO, 1981; SOUZA et al., 2000). A temperatura ganha importância em regiões onde são atingidos valores críticos ao desenvolvimento das fases de vida livre (NOGAREDA et al., 2006).

1.1. Pastejo rotacionado

O pastejo rotacionado consiste na divisão da área de pastagem em piquetes que recebem elevada densidade animal por curtos períodos. Depois da retirada dos animais, há um intervalo para a recuperação do ponto ideal de pastejo. Este manejo visa prover o melhor aproveitamento da pastagem do ponto de vista nutricional, porém, pode ser compatível a um propósito anti-parasitário caso o período de permanência em cada piquete seja inferior ao período de desenvolvimento das larvas infectantes oriundas de ovos depositados nas fezes dos animais e o período de intervalo seja suficiente à destruição/inviabilidade destas larvas.

Por outro lado, em densidades elevadas, aumenta a taxa de contaminação da pastagem e os animais são induzidos a pastar mais próximo às massas fecais, onde a concentração de larvas infectantes é maior (BIANCHIN et al., 1993), por isso, caso os animais permaneçam em cada piquete por período suficiente para o desenvolvimento e a migração das larvas na pastagem e/ou retornem enquanto estas ainda

estiverem viáveis a ingestão de larvas infectantes será maior do que em condições normais.

Em climas tropicais úmidos, a eclosão dos ovos e o desenvolvimento das larvas infectantes se dá em cerca de uma semana, porém, sua viabilidade é mais curta se comparado a climas temperados (BARGER, 1999). As larvas não se alimentam neste estágio e sobrevivem exclusivamente da energia já armazenada. Calor e umidade estimulam as larvas, elevando seus gastos energéticos que se esgotam mais rapidamente. Assim, em climas tropicais é viável, teoricamente, deixar vazias as pastagens até que estas se tornem descontaminadas sem que, com isso, exceda-se o seu período ideal de crescimento. Porém, em caso de regiões com estações seca e chuvosa bem definidas, massas fecais depositadas no início da estação seca podem permanecer até seis meses com larvas infectantes sendo liberadas para o pasto de forma fracionada e proporcional à intensidade e à frequência das chuvas (CATTO, 1987).

Condicionar o aproveitamento da pastagem ao ciclo dos parasitas em detrimento do valor nutricional e custo/benefício acarreta perdas econômicas. Assim, esta alternativa pode tornar-se inviável.

1.2. Descontaminação prévia das pastagens

Pastagens livres de contaminação parasitária são, obviamente, ambientes benéficos aos animais e, ao mover os mais susceptíveis para estas áreas, como, por exemplo, os jovens ao desmame, pode-se obter um eficaz controle das nematodíases gastrintestinais (AMARANTE, 2004). Porém, o desenvolvimento da sua resposta imunológica pode ser prejudicado pela falta do suficiente contato com os parasitas (WALLER, 2002). Para descontaminar uma área pode-se: mantê-la vazia por tempo suficiente à inviabilidade de ovos e/ou larvas (BARGER, 1999); alternar atividades pecuárias e agrícolas (STUEDEMANN et al., 2004); utilizar pastejo rotacionado com alternância de espécies de herbívoros (AMARANTE, 2004) ou implantar nova pastagem (ECHEVARRIA et al., 1993).

WALLER (2002) preconiza que, devido ao aumento da liberação de ovos de helmintos nas fezes em fêmeas no período periparto, após o parto estas sejam transferidas junto às suas crias para pastagens previamente descontaminadas com o objetivo principal de evitar o contato dos recém nascidos (altamente susceptíveis), com o elevado número de larvas que provirão daqueles ovos. Além disso, preconiza que se mantenha baixa a contaminação da nova pastagem com a utilização, por exemplo, de

O tratamento anti-helmíntico prévio à entrada dos animais na pastagem descontaminada pode ser útil (STUEDEMANN et al., 2004), porém, é prejudicial à manutenção da refúgia (estoque ambiental de genótipos susceptíveis) ao promover a seleção de genótipos resistentes (MOLENTO, 2004). LARSEN (2002) destaca que em sistemas orgânicos de produção, em que o uso dos anti-helmínticos é restrito ou vedado, é necessário utilizar técnicas de manejo que possibilitem a descontaminação das pastagens.

1.3. Pastejo com alternância de categorias (faixas etárias) e/ou espécies de hospedeiros

Compartilhando a pastagem com animais adultos, os jovens competem com os primeiros na ingestão de larvas infectantes que, assim, diminui. Além disso, adultos já suficientemente expostos aos parasitas apresentam maior imunidade, eliminando grandes volumes fecais com baixo OPG, o que reduz a concentração de larvas na pastagem (COLES, 2002). No caso de pastagem compartilhada por diferentes espécies como eqüinos, bovinos e pequenos ruminantes, seja em conjunto ou períodos sucessivos, a diminuição das infecções por nematódeos gastrintestinais se deve à especificidade dos parasitas em relação aos hospedeiros. Assim, quando uma larva é ingerida por um hospedeiro não-preferencial, seu desenvolvimento, seu estabelecimento e sua reprodução ficam impedidos ou dificultados (AMARANTE, 2004). Em resumo, com estes métodos reduz-se o contato do parasita com o hospedeiro mais susceptível.

DIMANDER et al. (2003) demonstraram a redução de infecções por nematódeos gastrintestinais em bovinos jovens introduzidos em pastagem ocupada anteriormente por adultos. Porém, CATTO et al. (2005) verificaram aumento do OPG em fêmeas bovinas do pré-parto ao desmame em nível suficiente para aumentar a contaminação das pastagens por larvas infectantes. WALLER (2002) alerta para o mesmo fato em fêmeas ovinas. Por isso, é recomendável o tratamento das fêmeas nestas condições.

AMARANTE (2004) revisou estudos que validam a alternância de espécies de hospedeiros na redução da contaminação das pastagens e das nematodíases dos ruminantes. SOUZA (2004) cita este método como adjuvante no controle integrado das parasitoses. FERNANDES et al. (2004) alcançaram redução de 2,03 vezes na frequência de tratamentos anti-helmínticos em ovinos submetidos a pastejo rotacionado, com período de descanso de 35 dias, em alternância com bovinos e LARSEN (2002) aponta este método como alternativa para diminuição da contaminação das pastagens em criações orgânicas.

Por outro lado, BARGER (1999) afirma que o método perde eficácia na presença de *Haemonchus placei* – que parasita bovinos, ovinos e caprinos - e *Trichostrongylus axei*, de baixa especificidade parasitária. Em ovinos e caprinos, há várias espécies de nematódeos patogênicos para ambos (FRITSCHÉ et al., 1993) e, por isso, a alternância entre pequenos ruminantes não é eficaz, além disso, BARGER (1997) alerta para a possibilidade de adaptação gradativa de parasitas a hospedeiros não-preferenciais, o que deve ser considerado em longo prazo.

2. Controle biológico

O controle biológico consiste no uso de antagonistas naturais para restringir a um limiar sub-clínico e economicamente aceitável a ação de parasitas por meio da diminuição da fonte de infecção para os hospedeiros finais. Há vários antagonistas naturais de nematódeos descritos, entre eles: vírus, bactérias, amebas, fungos, nematódeos, vermes de vida livre, anelídeos e artrópodes (GRØNVOLD et al., 1996). WALLER & FAEDO (1996) destacam que a maioria da biomassa parasitária reside no ambiente onde está vulnerável a métodos bióticos e abióticos de controle, entre os quais, os antagonistas naturais. LARSEN (2002) destaca que, no combate aos nematódeos gastrintestinais, o antagonista natural é mais efetivo se aplicado no momento de maior concentração de larvas na pastagem.

O controle biológico é uma alternativa sustentável de combate às parasitoses, possibilita redução da frequência de tratamentos com quimioterápicos (FONTENOT et al., 2003), reduzindo a pressão de seleção de parasitas resistentes, resíduos nos produtos de origem animal e danos ambientais. Por isso, deve receber atenção especial em sistemas de produção que visem o mercado de produtos orgânicos e em locais onde haja resistência múltipla aos anti-helmínticos. O método utilizado deve ser isento de impacto ambiental, por exemplo, aos nematódeos de solo e invertebrados não patogênicos.

Os atuais métodos de controle biológico de nematódeos enfrentam barreiras de custo/benefício, aplicabilidade e segurança da obtenção de resultados (WALLER, 2002). São necessárias mais pesquisas para determinar os procedimentos mais adequados para que se obtenha êxito na sua utilização a campo.

2.1. Fungos nematófagos

Estes fungos podem ser classificados como: oportunistas, parasitos de ovos; endoparasitos, capazes de infectar os nematódeos; e predadores (a maioria das espécies nematófagas), os quais fazem

aprisionamento das larvas, seguido pela penetração das hifas e digestão dos conteúdos internos destas (MOTA et al., 2003). Fungos predadores são, experimentalmente, os únicos capazes de atingir redução satisfatória de larvas no ambiente (LARSEN, 2002) e sua ação efetiva é nos primeiros estágios larvais dos nematódeos (MOTA et al., 2003). Portanto, sua utilidade depende da capacidade de sobreviver à passagem pelo trato gastrintestinal dos animais, germinar nas fezes e capturar larvas infectantes.

Entre os predadores, os gêneros *Arthrobotrys*, *Monacrosporium* e *Duddingtonia* têm sido apontados como alternativas viáveis para o controle biológico das nematodíases em ruminantes e outros animais domésticos (FONTENOT et al., 2003; ARAÚJO et al., 2006), com destaque para a espécie *Duddingtonia flagrans*, com resultados positivos em diversos estudos conduzidos em várias regiões do mundo (FAEDO et al., 1998; LARSEN, 2002; CHARTIER & PORS, 2003).

É preciso garantia da ausência de efeitos nocivos para possibilitar a comercialização destes fungos (FAEDO et al., 1998). Estudos iniciais apontam que, nas concentrações utilizadas para controle biológico, estes não causam nenhum impacto ambiental significativo (LARSEN, 2002). FAEDO et al. (2002) e WALLER et al. (2004) demonstraram que não há efeito negativo ao ambiente ou a invertebrados não-patogênicos ao redor das fezes de animais que receberam *D. flagrans* na dieta.

Embora o emprego dos fungos nematófagos seja viável em sistemas comerciais manejados por fazendeiros (WALLER et al., 2004), não há formulações seguras e eficazes para comercialização do material fúngico e a forma de administração (em curtos intervalos por via oral) dificulta o manejo em sistemas de produção que não prevejam suplementação alimentar diária.

2.2. Besouros coprófagos

Besouros coprófagos agem na destruição, na decomposição e na dessecação das massas fecais nas pastagens, competindo com os parasitas dos animais domésticos que as utilizem em alguma fase de seu ciclo biológico (como moscas e helmintos), exercendo, dessa forma, um controle biológico indireto sobre estes parasitas (GRØNVOLD et al., 1996). Além disso, formam galerias, nas quais enterram aos poucos as fezes para alimentar posteriormente sua prole, resultando em aeração e incorporação de nutrientes e nitrogênio ao solo (BERTONE et al., 2005). A espécie *Digitonthophagus gazella* tem demonstrado adaptabilidade a diferentes condições climáticas e

satisfatória ação competitiva aos nematódeos gastrintestinais em suas fases de vida livre nas fezes (GRØNVOLD et al., 1996; BERTONE et al., 2005).

Os resíduos de anti-helmínticos e pesticidas podem ter efeitos nocivos sobre besouros coprófagos e outros agentes importantes na decomposição das fezes (BIANCHIN et al., 1997; IWASA et al., 2005; FLOATE, 2006), o que mais uma vez justifica a minimização do uso destes produtos.

3. Resposta imune do hospedeiro

Estimular a imunidade do rebanho aos nematódeos gastrintestinais é uma maneira de reduzir os prejuízos causados pelas nematodíases. A presença e o nível da resposta imune do hospedeiro depende, além dos fatores genéticos, do histórico de exposição, da idade e da nutrição. Basicamente, há três diferentes meios estudados neste sentido: seleção genética, nutrição e vacinação, com os quais objetiva-se promover aumento da resposta imunológica do hospedeiro para expulsar vermes adultos ou evitar o estabelecimento das larvas ingeridas.

3.1. Seleção genética

Este método tem sido aplicado principalmente na ovinocultura (GRAY, 1997; GRUNER et al., 2002; BAKER et al., 2003) e pode basear-se na escolha de raças resistentes (puras ou cruzadas) ou indivíduos mais resistentes dentro de uma raça, especialmente quando esta supera as demais em termos produtivos ou de mercado. Porém, assim como a seleção para caracteres produtivos, pode aumentar a susceptibilidade aos parasitas a relação inversa também pode ocorrer.

A resistência - ou capacidade do animal de evitar a infecção - e a resiliência - ou capacidade do animal de, uma vez infectado, sofrer nulas ou baixas perdas produtivas (WOOLASTRON & BAKER, 1996) sobrepõem-se na prática, o que dificulta tratá-las de forma isolada em um processo de seleção genética, porém, os resilientes (ou tolerantes) tendem a ser responsáveis pela maior parte da contaminação ambiental. Em acordo a isso, GRAY (1997) aponta redução de perdas produtivas, da contaminação das pastagens e dos custos com tratamentos anti-helmínticos como benefícios diretos da seleção genética para resistência aos nematódeos gastrintestinais. BISSET et al. (1997) obtiveram redução da contaminação das pastagens, da reinfecção e da frequência de tratamentos anti-helmínticos em ovinos selecionados para resistência, porém, não comprovaram benefícios econômicos desta seleção, já que, ao dividirem a pastagem com os susceptíveis, não houve diferenças produtivas significativas.

GASBARRE et al. (2001) afirmam que, em bovinos, o OPG é o melhor indicador das infecções pelo gênero *Cooperia*, enquanto nível de pepsinogênio sérico, ganho de peso e hematócrito são melhores para o gênero *Ostertagia*. VANIMISSETTI et al. (2004) demonstraram que seleção para resistência a *Haemonchus contortus* baseada no OPG, em animais jovens, com várias contagens sucessivas, apresenta bons resultados, porém, quando selecionadas proles com base no OPG das mães no período periparto, o sucesso não se repete. MORRIS et al. (2004) selecionaram cordeiros resilientes com base em ganho de peso e frequência de tratamentos anti-helmínticos requerida quando expostos à pastagem contaminada, o que resultou em incremento de resiliência ao rebanho.

SONSTGARD & GASBARRE (2001) citam diversos estudos que apontam resultados contraditórios ao determinar a correlação entre contagem de OPG e quantidade de vermes adultos estabelecidos no organismo animal. Mesmo assim, a contagem de OPG é o parâmetro mais utilizado para seleção de animais resistentes aos nematódeos gastrintestinais. Pesquisas a respeito da herdabilidade da contagem de OPG e sua correlação com a resistência aos parasitas têm demonstrado resultados diversos o que torna difícil uma avaliação do tema.

O estudo dos genomas e dos genes marcadores, entre outros fatores, genéticos, hormonais e imunológicos são alguns focos da pesquisa veterinária. Muitas destas pesquisas relacionam-se a nematódeos gastrintestinais (DOMINIK, 2005; ESCOBEDO et al., 2005; HU & GASSER, 2006), o que sugere que será possível aperfeiçoar os métodos de seleção genética de hospedeiros resistentes e resilientes.

3.2. Nutrição

Há uma relação de proporcionalidade entre a qualidade da dieta e a intensidade da infecção do hospedeiro, sendo que sua imunidade aos parasitas é diminuída em condições de restrição nutricional. Nesses casos, as diferenças entre genótipos de hospedeiros susceptíveis e resistentes (com o OPG como parâmetro do grau de resistência) se exacerbam e ambos costumam apresentar redução de OPG ao receberem suplementação protéica (WALKDEN-BROWN & EADY, 2003). KNOX & STEEL (1996) reuniram estudos que apontam a ação dos nematódeos gastrintestinais como causa de alterações no metabolismo do nitrogênio e na síntese protéica pelos ruminantes acarretando *deficit* produtivo.

PHENGVICHITH & LEDIN (2007) alcançaram melhores índices produtivos e menor

necessidade de tratamentos anti-helmínticos em caprinos com dieta de alta qualidade protéica e energética quando comparados a outros com dieta nutricionalmente mais pobre. KNOX & STEEL (1996) obtiveram maiores ganho de peso, produção de lã e de cordeiros, além de menor quantidade de vermes adultos em ovinos suplementados com uréia e minerais do que naqueles suplementados apenas com minerais.

A adequada suplementação nutricional, especialmente a protéica, é capaz de ampliar a resiliência dos animais às nematodíases e, possivelmente, incrementar o desenvolvimento de resistência aos parasitas, porém, estes mecanismos carecem de estudos mais esclarecedores.

3.3. Vacinas

Uma vacina anti-helmíntica eficiente deve incorporar os diferentes componentes que geram a resposta imune natural que consiste no reconhecimento de antígenos, na indução da resposta e na ativação dos mecanismos de defesa contra o parasita (MEEUSEN & PIEDRAFITA, 2003). Comparadas às vacinas de subunidades ou de proteínas recombinantes - as quais, ambas parecem necessitar da associação de várias moléculas para estimular melhor resposta (VERCRUYSSSE et al., 2004) - as vacinas com larvas mortas ou atenuadas geram resposta e proteção mais amplas, já que contam com antígenos múltiplos e diversos, porém, sua produção é mais complexa, cara e sua margem de segurança é menor. Ainda não se chegou à formulação de vacinas anti-helmínticas de eficácia e aplicabilidade comprovadas.

São dificuldades inerentes à pesquisa de vacinas: variações genéticas dos parasitas; pontos obscuros e variações dos mecanismos da resposta imune; não-invasividade de alguns parasitas (que dificulta a atuação dos mecanismos de defesa); e a identificação de possíveis antígenos (VERCRUYSSSE et al., 2004). Há ainda dificuldades mercadológicas como a ausência de vacinas de amplo espectro; necessidade de praticidade de uso e efeito duradouro para minimizar o manejo; e custos elevados de produção, transporte e armazenamento (SONSTEGARD & GASBARRE, 2001). Não é essencial que as vacinas sejam capazes de eliminar os parasitas, mas que controlem as infecções, mantendo níveis satisfatórios de produtividade no rebanho. Havendo efeito sinérgico entre vacina e anti-helmíntico, reduz-se a frequência de tratamentos e dificulta-se o aparecimento de resistência parasitária.

Avanços em biologia molecular (KNOX et al., 2001), mapeamento de genomas (KNOX, 2004), identificação de antígenos (KNOX & SMITH, 2001) e

de proteínas que interagem na resposta imune (KNOX, 2004) e técnicas de interferência em RNA (RNAi) (KNOX et al., 2007) têm aumentado as perspectivas de desenvolvimento de vacinas anti-helmínticas eficazes.

4. Fitoterapia

Embora o uso de plantas, sementes ou extratos de vegetais seja comum no combate às nematodíases de ruminantes, esta prática geralmente baseia-se em conhecimento empírico, sem comprovação científica de seus benefícios (CABARET et al., 2002). A ação terapêutica dos extratos vegetais (ou óleos essenciais) está frequentemente associada a metabólitos secundários, os quais não têm função aparente no metabolismo primário da planta, e sim um papel ecológico, por exemplo, na defesa a eventuais predadores (CHAGAS, 2004). Diversos fitoterápicos com suposta ação anti-helmíntica têm sido testados cientificamente (CABARET et al., 2002; FAJIMI & TAIWO, 2005).

Testes *in vitro* apenas podem demonstrar um efeito potencial da planta ou do extrato. Nos testes *in vivo*, além da análise das reais propriedades anti-helmínticas em condições naturais, é necessário avaliar possíveis efeitos negativos na performance dos animais, os quais podem ser provocados por fatores antinutricionais do fitoterápico (KETZIS et al., 2006) ou toxicidade aguda ou crônica (CABARET et al., 2002). Isso significa que muitos dos fitoterápicos utilizados popularmente podem não ter o efeito a eles atribuído ou mesmo causar efeitos adversos não conhecidos, sendo necessária cautela na adoção destes tratamentos.

Entre as plantas ricas em metabólitos secundários denominados taninos, as mais pesquisadas têm sido forrageiras leguminosas da família *Fabacea* (HOSTE et al., 2006). Os taninos podem exercer ação anti-helmíntica direta, ao interferir no ciclo natural dos helmintos, ou indireta, ao proteger a proteína ingerida da degradação ruminal (com incremento da disponibilidade protéica no trato gastrointestinal inferior), o que dificulta a determinação do seu real efeito anti-parasitário (BUTTER et al., 2000; KETZIS et al., 2006). Além disso, os resultados de testes *in vivo* conduzidos com estas forragens podem ser influenciados por variações naturais na composição da planta (por fatores ambientais ou próprios do seu ciclo) que alteram a concentração de taninos na ingesta dos animais (ATHANASIADOU & KYRIAZAKIS, 2004).

De uma forma geral, tanto as plantas ricas em taninos quanto os demais fitoterápicos carecem de estudos que comprovem cientificamente sua aplicabilidade no combate aos nematódeos gastrintestinais.

CONCLUSÃO

O controle das nematodíases é mais eficiente se baseado em um bom conhecimento epidemiológico básico e de particularidades regionais ou mesmo específicas do local e do tipo de sistema produtivo. Os quimioterápicos têm sido utilizados de forma equivocada levando a resultados abaixo do esperado, aumento dos custos de produção e à ampliação dos seus efeitos nocivos.

Muitos dos métodos de controle alternativo pesquisados, embora promissores, apresentam restrições ou limitações para uso em larga escala, porém, dão a perspectiva de diminuição da dependência aos quimioterápicos conforme evoluam as pesquisas nesta área. O emprego de métodos já aplicáveis, especialmente quando associados e visando à redução do uso de fármacos anti-helmínticos, é viável e tem apresentado resultados satisfatórios quando observados critérios técnicos na sua escolha e utilização.

Compete aos médicos veterinários orientar os produtores a respeito dos métodos de controle dos nematódeos gastrintestinais e sua correta utilização; ampliar pesquisas na busca de métodos alternativos viáveis nos diferentes sistemas de produção; visar à sustentabilidade e à minimização do impacto ambiental das práticas agropecuárias utilizadas e desestimular o uso excessivo do controle químico das parasitoses.

Tecnologias ainda em desenvolvimento, como o controle biológico de nematódeos, a determinação de parâmetros mais acurados na seleção genética e as vacinas e fitoterápicos anti-helmínticos, dão perspectivas da validação de novos métodos de controle alternativo de nematódeos gastrintestinais no futuro. Espera-se que estes avanços tecnológicos alcancem, em larga escala, a produção rural, levando consigo os benefícios econômicos, ambientais e de saúde pública advindos da utilização de métodos de controle alternativos aos quimioterápicos em nematódeos gastrintestinais de ruminantes.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, A.F.T. Controle integrado de helmintos de bovinos e ovinos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.13, supl.1, p.68-71, 2004.
- ARAÚJO, J.V. et al. Efeito antagônico de fungos predadores dos gêneros *Monacrosporium*, *Arthrobotrys* e *Duddingtonia* sobre larvas infectantes de *Cooperia* sp. e *Oesophagostomum* sp. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.3, p.373-380, 2006.
- ATHANASIADOU, S.; KYRIAZAKIS, I. Plant secondary metabolites: antiparasitic effects and their role in ruminant production systems. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.63, p.631-639, 2004.
- BAKER, R.L. et al. Resistance and resilience to gastro-intestinal nematode parasites and relationships with productivity of Red Maasai, Dorper and Red Maasai X Dorper crossbred lambs in the sub-humid tropics. **Animal Science**, v.76, p.119-136, 2003.
- BARGER, I.A. Control by management. **Veterinary Parasitology**, v.72, p.493-506, 1997.
- BARGER, I.A. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. **International Journal for Parasitology**, v.29, p.41-47, 1999.
- BERTONE, M. et al. Seasonal activity and species composition of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae and Geotrupidae) inhabiting cattle pastures in North Carolina. **Annals of Entomological Society of America**, v.98, n.3, p.309-321, 2005.
- BIANCHIN, I. et al. **Epidemiologia dos nematódeos gastrintestinais em bovinos de corte nos cerrados e o controle estratégico no Brasil**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1993. 120p. (Circular Técnica, 24).
- BIANCHIN, I. et al. Efeito de carrapaticidas/inseticidas aspersão sobre adultos do besouro coprófago africano *Onthophagus gazella* (F.). **Ecossistema**, v.22, p.116-119, 1997.
- BISSET, S.A. et al. Epidemiology of nematodosis in Romney lambs selectively bred for resistance or susceptibility to nematode infection. **Veterinary Parasitology**, v.70, p.255-269, 1997.
- BUTTER, N.L. et al. Effect of dietary tannin and protein concentration on nematode infection (*Trichostrongylus colubriformis*) in lambs. **Journal of Agricultural Science**, v.134, p.89-99, 2000.
- CABARET, J. et al. Managing helminths of ruminants in organic farming. **Veterinary Research**, v.33, p.625-640, 2002.
- CATTO, J.B. Longevidade de larvas infectantes de nematódeos gastrintestinais de bovinos no Pantanal Mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.8, p.847-854, 1987.
- CATTO, J.B.; UENO, H. Nematodioses gastrintestinais em bezerras zebus no pantanal matogrossense. I – prevalência, intensidade de infecção e variação estacional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, n.1, p.129-140, 1981.
- CATTO, J.B. et al. Efeitos da everminação de matrizes e de bezerras lactentes em sistema de produção de bovinos de corte na região de Cerrado. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.25, n.3, p.188-194, 2005.
- CHAGAS, A.C.S. et al. Controle de parasitas utilizando extratos vegetais. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.13, supl.1, p.156-160, 2004.
- CHARTIER, C.; PORS, I. Effect of the nematophagous fungus, *Duddingtonia flagrans*, on the larval development of goat parasitic nematodes: a plot study. **Veterinary Research**, v.34, p.221-230, 2003.

- COLES, G.C. Cattle nematodes resistant to anthelmintics: why so few cases? **Veterinary Research**, v.33, p.481-489, 2002.
- COLES, G.C. et al. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. **Veterinary Parasitology**, v.136, p.167-185, 2006.
- DIMANDER, S.-O. et al. Evaluation of gastro-intestinal nematode parasite control strategies for first-season grazing cattle in Sweden. **Veterinary Parasitology**, v.111, p.193-209, 2003.
- DOMINIK, S. Quantitative trait loci for internal nematode resistance in sheep: a review. **Genetics Selection Evolution**, v.37, supl.1, p.S83-S96, 2005.
- ECHEVARRIA, F.A.M. et al. Use of resseeded pastures as an aid in the control of gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v.50, p.151-155, 1993.
- ECHEVARRIA, F.A.M. et al. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites in sheep in Southern Latin America: Brazil. **Veterinary Parasitology**, v.62, p.199-206, 1996.
- ESCOBEDO, G. et al. Parasite regulation by host hormones: an old mechanism of host exploitation? **Trends in Parasitology**, v.21, n.12, p.588-593, 2005.
- EYSKER, M.; PLOEGER, H.W. Value of present diagnostic methods for gastrointestinal nematode infections in ruminants. **Parasitology**, v.120, p.S109-S119, 2000.
- EYSKER, M. et al. The possibilities and limitations of evasive grazing as a control measure for parasitic gastroenteritis in small ruminants in temperate climates. **Veterinary Parasitology**, v.129, p.95-104, 2005.
- FAEDO, M. et al. The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: Pasture plot study with *Duddingtonia flagrans*. **Veterinary Parasitology**, v.76, p.129-135, 1998.
- FAEDO, M. et al. Growth of the fungus *Duddingtonia flagrans* in soil surrounding feces deposited by cattle or sheep fed the fungus to control nematode parasites. **Biological Control**, v.23, p.64-70, 2002.
- FAJIMI, A.K.; TAIWO, A.A. Herbal remedies in animal parasitic diseases in Nigeria: a review. **African Journal of Biotechnology**, v.4, n.4, p.303-307, 2005.
- FERNANDES, L.H. et al. Efeito do pastejo rotacionado e alternado com bovinos adultos no controle da verminose em ovelhas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.6, p.733-740, 2004.
- FLOATE, K.D. Endectocide use in cattle and fecal residues: environmental effects in Canada. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v.70, p.1-10, 2006.
- FONTENOT, M.E. et al. Efficiency of feeding *Duddingtonia flagrans* chlamydozoospores to grazing ewes on reducing availability of parasitic nematode larvae on pasture. **Veterinary Parasitology**, v.118, p.203-213, 2003.
- FORBES, A.B. et al. Sub-clinical parasitism in spring-born, beef suckler calves: epidemiology and impact on growth performance during the first grazing season. **Veterinary Parasitology**, v.104, p.339-344, 2002.
- FRITSCHKE, T. et al. Parasite spectrum and seasonal epidemiology of gastrointestinal nematodes of small ruminants in The Gambia. **Veterinary Parasitology**, v.49, n.2-4, p.271-283, 1993.
- GASBARRE, L.C. et al. Role of the bovine immune system and genome in resistance to gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v.98, p.51-64, 2001.
- GILLEARD, J.S. Understanding anthelmintic resistance: the need for genomics and genetics. **International Journal for Parasitology**, v.36, p.1227-1239, 2006.
- GRAY, G.D. The use of genetically resistant sheep to control nematode parasitism. **Veterinary Parasitology**, v.72, p.345-366, 1997.
- GRØNVOLD, J. et al. Biological control - Aspects of biological control with special reference to arthropods, protozoans and helminthes of domesticated animals. **Veterinary Parasitology**, v.64, p.47-64, 1996.
- GRUNER, L. et al. Evolution of nematode community in grazing sheep selected for resistance and susceptibility to *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis*: a 4-year experiment. **Veterinary Parasitology**, v.109, p.277-291, 2002.
- HOSTE, H. et al. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. **Trends in Parasitology**, v.22, n.6, p.253-261, 2006.
- HU, M.; GASSER, R.B. Mitochondrial genomes of parasitic nematodes – progress and perspectives. **Trends in Parasitology**, v.22, n.2, p.78-84, 2006.
- IWASA, M. et al. Nontarget effects of ivermectin on coprophagous insects in Japan. **Environment Entomology**, v.34, n.6, p.1485-1492, 2005.
- KETZIS, J.K. et al. Evaluation of efficacy expectations for novel and non-chemical helminth control strategies in ruminants. **Veterinary Parasitology**, v.139, p.321-335, 2006.
- KNOX, D.P. Technological advances and genomics in metazoan parasites. **International Journal for Parasitology**, v.34, p.139-152, 2004.
- KNOX, D.P.; SMITH, W.D. Vaccination against gastrointestinal nematode parasites of ruminants using gut-expressed antigens. **Veterinary Parasitology**, v.100, p.21-32, 2001.
- KNOX, D.P. et al. The contribution of molecular biology to the development of vaccines against nematode and trematode parasites of domestic ruminants. **Veterinary Parasitology**, n.101, p.311-335, 2001.
- KNOX, D.P. et al. RNA interference in parasitic nematodes of animals: a reality check? **Trends in Parasitology**, v.23, n.3, p.105-107, 2007.

- KNOX, M.; STEEL, J. Nutritional enhancement of parasite control in small ruminant production systems in developing countries of south-east Asia and the Pacific. **International Journal for Parasitology**, v.26, n.8/9, p.963-970, 1996.
- LARSEN, M. Biological control in a global perspective – a review with emphasis on *Duddingtonia flagrans*. In: FAO. Animal Production and Health Division. Biological control of nematode parasites of small ruminants in Asia. **Final proceedings...** Rome, Italy: FAO, 2002. 104p. (FAO Animal Production and Health Paper).
- LEATHWICK, D.M. et al. Anthelmintic resistance in New Zealand. **New Zealand Veterinary Journal**, v.49, n.6, p.227-235, 2001.
- MARTÍNEZ M.I.; LUMARET, J.-P. Las prácticas agropecuarias y sus consecuencias en la entomofauna y el entorno ambiental. **Folia Entomológica Mexicana**, v.45, n.1, p.57-68, 2006.
- MEEUSEN, E.N.T.; PIEDRAFITA, D. Exploiting natural immunity to helminth parasites for the development of veterinary vaccines. **International Journal for Parasitology**, v.33, p.1285-1290, 2003.
- MEJÍA, M.E. et al. Multispecies and multiple anthelmintic resistance on cattle nematodes in a farm in Argentina: the beginning of high resistance? **Veterinary Research**, v.34, p.461-467, 2003.
- MELLO, M.H.A. et al. Resistência lateral às macrolactonas em nematodas de bovinos. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n.1, p.8-12, 2006.
- MOLENTO, M.B. Resistência de helmintos em ovinos e caprinos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.13, supl.1, p.82-87, 2004.
- MORRIS, C.A. et al. Resilience to nematode parasite challenge in industry and AgResearch selection flocks. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v.64, p.300-303, 2004.
- MOTA, M.A. et al. Controle biológico de helmintos parasitos de animais: estágio atual e perspectivas futuras. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.23, n.3, p.93-100, 2003.
- NOGAREDA, C. et al. Dynamics of infestation of cattle and pasture by gastrointestinal nematodes in an atlantic temperate environment. **Journal of Veterinary Medicine**, v.53, n.9, p.439-444, 2006.
- PHENGVICHITH, V.; LEDIN, I. Effect of a diet high in energy and protein on growth, carcass characteristics and parasite resistance in goats. **Tropical Animal Health and Production**, n.39, p.59-70, 2007.
- SONSTEGARD T.S.; GASBARRE, L.C. Genomic tools to improve parasite resistance. **Veterinary Parasitology**, v.101, p.387-403, 2001.
- SOUZA, A.P. Controle integrado das principais parasitoses de bovinos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.13, supl.1, p.72-79, 2004.
- SOUZA, P. et al. Período para desinfestação das pastagens por larvas de nematóides gastrintestinais de ovinos, em condições naturais nos campos de Lages, SC. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.9, n.2, p.159-164, 2000.
- STAFFORD, K.; COLES, G.C. Nematode control practices and anthelmintic resistance in dairy calves in the south west of England. **Veterinary Record**, v.144, n.24, p.659-661, 1999.
- STUEDEMANN, J.A. et al. Bermudagrass management in the Southern Piedmont USA. V: Gastrointestinal parasite control in cattle. **Veterinary Parasitology**, v.126, p.375-385, 2004.
- URIARTE, J. et al. Seasonal changes of gastrointestinal nematode burden in sheep under an intensive grazing system. **Veterinary Parasitology**, v.118, p.79-92, 2003.
- VANIMISETTI, H.B. et al. Inheritance of fecal egg count and packed cell volume and their relationship with production traits in sheep infected with *Haemonchus contortus*. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1602-1611, 2004.
- VERCRUYSSSE, J. et al. Veterinary parasitic vaccines: pitfalls and future directions. **Trends in Parasitology**, v.20, n.10, p.488-492, 2004.
- WALKDEN-BROWN, S.W.; EADY, S.J. Nutritional influences on the expression of genotypic resistance to gastrointestinal nematode infection in sheep. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.43, n.12, p.1445-1454, 2003.
- WALLER, P.J. International approaches to the concept of integrated control of nematode parasites of livestock. **International Journal for Parasitology**, v.29, p.155-164, 1999.
- WALLER, P.J. Global perspectives on nematode parasite control in ruminant livestock: the need to adopt alternatives to chemotherapy, with emphasis on biological control. In: FAO. Animal Production and Health Division. Biological control of nematode parasites of small ruminants in Asia. **Final proceedings...** Rome, Italy: FAO, 2002. 104p. (FAO Animal Production and Health Paper).
- WALLER, P.J.; FAEDO, M. The prospects for biological control of the free-living stages of nematode parasites of livestock. **International Journal for Parasitology**, v.26, n.8/9, p.915-925, 1996.
- WALLER, P.J. et al. Evaluation of biological control of sheep parasites using *Duddingtonia flagrans* under commercial farming conditions on the island of Gotland, Sweden. **Veterinary Parasitology**, v.126, p.299-315, 2004.
- WILLIAMS, J.C. Anthelmintic treatment strategies: current status and future. **Veterinary Parasitology**, v.72, p.461-477, 1997.
- WOOLASTRON, R.R.; BAKER, R.L. Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites. **International Journal for Parasitology**, v.26, n.8/9, p.845-855, 1996.