

Manejo integrado de parasitos como alternativa sustentável na produção de pequenos ruminantes

Integrated parasite management as a sustainable alternative for small ruminant production

Adriane Holtz Tirabassi^[a], Humberto Maciel França Madeira^[b], Rudiger Daniel Ollhoff^[c], Cristina Santos Sotomaior^[d]

^[a] Médica veterinária, Mestre em Ciência Animal pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Boituva, SP - Brasil, e-mail: adriane_ht@yahoo.com.br

^[b] Engenheiro agrônomo, Doutor em Ciência Animal, professor titular do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), São José dos Pinhais, PR - Brasil, e-mail: h.madeira@pucpr.br

^[c] Médico veterinário, Doutor em Microbiologia Clínica, professor titular do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), São José dos Pinhais, PR - Brasil, e-mail: ollhoff@gmail.com

^[d] Médica veterinária, Doutora em Processos Biotecnológicos, professora titular do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), São José dos Pinhais, PR - Brasil, e-mail: cristina.sotomaior@pucpr.br

Resumo

A ovinocaprinocultura representa uma atividade em ascensão no Brasil e no mundo. Um importante fator limitante na criação desses animais são as infecções causadas por nematódeos gastrointestinais, particularmente por *Haemonchus contortus*, considerado o parasita mais prevalente e patogênico. Entretanto, o controle parasitário realizado de forma inapropriada, com a utilização maciça de drogas anti-helmínticas, levou ao surgimento da resistência parasitária, atualmente reconhecida como o maior problema na criação de pequenos ruminantes. Soluções alternativas e complementares ao tratamento químico convencional têm sido propostas na busca de um controle mais sustentável, o chamado manejo integrando de parasitas (MIP). Mesmo sendo sua implantação e gerenciamento mais complexo, se comparado a métodos de tratamento exclusivamente químicos, mostra-se prático e efetivo. Levando-se em consideração que a erradicação parasitária é improvável, conviver com os parasitos, de maneira controlada e sustentável, parece ser o caminho mais adequado. Esta revisão discute algumas das ferramentas do MIP.

Palavras-chave: Nematódeos gastrointestinais. *Haemonchus contortus*. Drogas anti-helmínticas. Ovinos.

Abstract

*Sheep and goat production are activities on the rise in Brazil and worldwide. Major limiting factors in the farming of these animals are infections caused by gastrointestinal nematodes, particularly *Haemonchus contortus*, which is considered the most prevalent and pathogenic parasite for these species. However, improper parasite control, with*



massive use of anthelmintic drugs, has led to the emergence of parasite resistance, which is now recognized as the biggest problem in small ruminant production. A more sustainable control, called as Integrated Parasite Management (IPM), was proposed as an alternative and complementary measure to the conventional chemical treatment. Although its implementation and management is more complex than the conventional chemical treatments, IPM is practical and effective. Taking into account that parasite eradication is unlikely to occur, the coexistence with parasites in a more sustainable way seems to be more appropriate. This review discusses some of the tools of IPM.

Keywords: *Gastrointestinal nematodes. Haemonchus contortus. Anthelmintic drugs. Sheep.*

Introdução

A ovinocultura é uma importante atividade em ascensão no Brasil, sendo o país, atualmente, o 12º maior produtor de ovinos do mundo. Segundo dados do IBGE (2013), o efetivo estimado de ovinos em 2011 era de 17,6 milhões de cabeças, apresentando um crescimento de 5,1% frente às 16,8 milhões de cabeças de 2009. No Estado do Paraná, por sua vez, ovinos representam a espécie de animais de fazenda com o maior índice de crescimento, graças ao aumento da demanda de seus produtos e da utilização de novas tecnologias (MOLENTO, 2008). O efetivo de rebanhos em 2011 era de 643,5 mil cabeças de ovinos, apresentando um aumento contínuo nos últimos anos (IBGE, 2013).

Um importante fator limitante na criação desses animais são as infecções causadas por nematódeos gastrointestinais (NGI), particularmente por *Haemonchus contortus*, considerado o parasito mais prevalente e patogênico (COSTA et al., 2007; TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008; SOTOMAIOR et al., 2009).

O controle parasitário realizado de forma inapropriada, com a utilização maciça de drogas anti-helmínticas, levou ao aparecimento de populações de parasitos resistentes às diferentes classes de drogas (VAN WYK et al., 2006; PAPADOPOULOS, 2008). A resistência parasitária é atualmente conhecida como o maior problema na criação de pequenos ruminantes em todo o mundo (KAPLAN, 2004; THOMAZ-SOCCOL et al., 2004; COLES et al., 2006; GALLIDIS; ANGELOPOULOU; PAPADOPOULOS, 2012; TORRES-ACOSTA et al., 2012a).

Soluções alternativas e complementares ao tratamento químico convencional têm sido propostas na busca de um controle mais sustentável (VAN WYK et al., 2006; TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008). A maior parte das estratégias se baseia na conservação de

genes que transmitem susceptibilidade, reduzindo a frequência na administração de anti-helmínticos, mantendo uma porção do rebanho sem tratamento, integrando-o a outras medidas de controle, o chamado Manejo Integrado de Parasitos (MIP). Esta revisão tem o objetivo de discutir algumas das principais ferramentas do MIP.

Principais helmintos de pequenos ruminantes

As infecções por NGI, muito prevalentes em todo o mundo, são responsáveis por importantes perdas econômicas na indústria ovina, graças aos seus efeitos diretos (mortalidade do hospedeiro, decréscimo na produção) ou indiretos (necessidade de tratamentos, custos com mão de obra, instalações) (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008).

Os mais importantes nematódeos que infectam pequenos ruminantes são membros da família Trichostrongylidae, particularmente *Trichostrongylus columbriformis*, *Teladorsagia circumcincta* e *Haemonchus contortus*. O primeiro parasita, o intestino e os outros dois, o abomaso (URQUHART et al., 2003; O'CONNOR; WALKDEN-BROWN; KAHN, 2006). Em estudo envolvendo pequenos ruminantes no Brasil, *H. contortus* tem sido reportado como sendo a espécie que mais infecta o abomaso de ovinos (AMARANTE, 2009). Pode ser encontrado em todas as partes do mundo; no entanto, infecções são mais prevalentes e intensas em regiões tropicais e subtropicais (WALLER, 2003).

Por sua característica reprodutiva, o *Haemonchus* é considerado um dos nematódeos de maior potencial biótico, por causa da sua grande prolificidade. Ovos são colocados por fêmeas adultas que contaminam o ambiente pelas fezes e, sob condições favoráveis, quentes e úmidas, eclodem para liberar seu

primeiro estágio larval (L1), que se desenvolve para L2. Ambos os estágios se alimentam de bactérias presentes nas fezes. A L2 se desenvolve, realizando uma muda para L3, o estágio de larva infectante, o qual não se alimenta e retém a cutícula da L2 como uma bainha de proteção. Após a ingestão e o desencapsulamento no rúmen, as larvas sofrem duas mudas, em íntima aposição às glândulas gástricas. Antes da muda final, desenvolvem a lanceta perfurante, que lhes permite obter sangue diretamente dos vasos da mucosa (URQUHART et al., 2003). A fêmea de *H. contortus* é bastante fértil, colocando 5.000 a 10.000 ovos por dia. Os ovos começam a aparecer nas fezes a partir de 12-15 dias totalizando 18 a 21 dias de período pré-patente (URQUHART et al., 2003; GONZÁLEZ-RUIZ et al., 2008).

A fêmea e o macho de *H. contortus* adultos possuem várias características morfológicas distintas. A fêmea do parasito adulto possui 18-30 mm de comprimento, enquanto o macho possui 10-20 mm. Fêmeas são facilmente reconhecidas pela coloração “barber pole”, ocasionado pelo espiral de cores brancas, referentes aos ovários e útero, e vermelhas, referentes ao sangue nos intestinos. O macho possui a coloração vermelha e pode ser ainda distinguido pelo bom desenvolvimento da bursa copulatória (URQUHART et al., 2003).

O fator determinante para a infecção por *H. contortus* nas pastagens, como citado anteriormente, é a presença de larvas em estágio L3. Estas são altamente resistentes a fatores externos, quer sejam químicos ou físicos, sendo a taxa de sobrevivência influenciada pelas condições climáticas. Segundo O'Connor et al. (2006), em áreas tropicais/subtropicais, o tempo de vida médio é relativamente curto, variando de um a três meses. Em contraste, a sobrevivência é significativamente maior em condições de clima temperado. Dependendo da espécie, as taxas médias de sobrevivência variam de 6 a 12/18 meses. No entanto as larvas de terceiro estágio são susceptíveis a seca prolongada e/ou condições de frio (geada).

A intensidade da infecção, por sua vez, depende de características da população parasitária, onde as condições climáticas predominantes, a resistência imunológica natural adquirida pelo hospedeiro e a patogenicidade do parasito, são os fatores mais importantes (AGUILAR-CABALLERO et al., 2008). Essas infecções podem seguir diferentes cursos

clínicos, variando de casos crônicos, em animais adultos com baixa carga parasitária, a casos agudos, menos frequentes, mas que quando ocorrem são normalmente fatais em animais jovens ou sem contato prévio com o parasito.

A patofisiologia inclui diferentes desordens no trato digestivo como a perda de apetite, alterações na motilidade e fluxo intestinal (síndrome da má digestão/absorção), aumento do pH gástrico, prejuízos no metabolismo proteico e energético, e uma reorientação no metabolismo de nutrientes dos hospedeiros infectados a fim de manter a homeostase (FOX, 1997; HOSTE, 2001; ROY et al., 2003). O principal mecanismo patogênico, no entanto, é relatado pela característica hematófaga dos pré-adultos e adultos sobre a mucosa abomasal, causando anemia, hipoproteïnemia, edema e morte em casos de altas infecções (RAHMAN; COLLINS, 1990). A diarreia não é frequente, porém a palidez das membranas mucosas é bastante comum (BATH; VAN WYK, 2009).

Como consequência de tantas desordens, graças à hemoncose, grandes perdas econômicas podem ser citadas, tais como: redução no ganho de peso, diminuição no crescimento, qualidade da carne e da lã, ocasionalmente, a morte dos hospedeiros e um alto custo com tratamentos (COSTA et al., 2007; ALMEIDA et al., 2010).

Resistência anti-helmíntica

O controle dos parasitos gastrintestinais é ainda, muitas vezes, baseado exclusivamente em tratamentos com drogas anti-helmínticas (KAWANO; YAMAMURA; RIBEIRO, 2001; THOMAZ-SOCCOL et al., 2004). Em alguns casos são utilizados de forma profilática, buscando evitar os efeitos indesejados das infecções; em outras ocasiões, essas drogas têm sido utilizadas para aumentar a produtividade do animal a um nível máximo, ao invés de se buscar um equilíbrio entre hospedeiro e parasito, o que pode ser mais sustentável; e ainda, porém com menor frequência, endoparasiticidas são utilizados inadvertidamente visando o tratamento de ectoparasitas (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008).

Apesar de o tratamento reduzir de forma significativa o nível de infecção por NGI nos animais (KAWANO; YAMAMURA; RIBEIRO, 2001), a identificação de isolados resistentes aos anti-helmínticos

é cada vez mais frequente, havendo uma redução drástica da eficiência dessas drogas no controle de infecções por nematódeos (WALLER, 1997), principalmente em ovinos (PAPADOPOULOS, 2008; TORRES-ACOSTA et al., 2012a). As falhas mais comuns identificadas são a ausência de quarentena para animais recém-introduzidos nas propriedades, tratamento de todos os animais do rebanho, subdosagens, uso da mesma família de anti-helmínticos por um longo período de tempo, tratamentos frequentes (realizados em curtos intervalos de tempo) e sistemáticos (realizados periodicamente e em intervalos fixos) e tratamentos inadvertidos (por exemplo, utilização de drogas para ectoparasitos com efeito também para endoparasitos) (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008).

A resistência anti-helmíntica é definida como uma mudança genética na habilidade do parasita em sobreviver a tratamentos nas doses recomendadas da droga, ou seja, os NGI herdaram a habilidade de sobreviver e evitar os efeitos tóxicos das drogas após administrações repetidas (VÁRADY et al., 2011). Durante o tratamento anti-helmíntico, um pequeno número de parasitos sobrevive, sendo essa a proporção da população que possui genes de resistência. Esses nematódeos contaminam as pastagens disseminando seus genes (VAN WYK, 2001; COLES, 2005). Por isso, a grande importância dos parasitos não expostos ao tratamento, chamados de população refúgio, que permanecem nas pastagens e contribuirão para a próxima geração de descendentes (VAN WYK, 2001; COLES, 2005; LEATHWICK et al., 2008). O tamanho da população refúgio depende diretamente da quantidade de animais que permanecem sem tratamento dentro do rebanho (VAN WYK, 2001).

A resistência anti-helmíntica tornou-se um problema ainda maior para ovinos infectados por NGI da família Trichostrongylidae. Desses, o *H. contortus* foi a primeira espécie cuja resistência foi relatada (DRUDGE et al., 1964). Outros parasitos, também de grande importância, cuja resistência foi relatada, são a *Teladorsagia circumcincta*, *Trichostrongylus colubiformis*, *Ostertagia* spp. e *Cooperia* spp. (MACIEL et al., 1996; WAGHORN et al., 2006; DíEZ-BAÑOS et al., 2008; PAPADOPOULOS, 2008). Essa resistência ocorre principalmente nas Américas (VÁRADY et al., 2011; TORRES-ACOSTA et al., 2012a), sendo relatada em diversas regiões brasileiras (MATTOS et al., 2004;

THOMAZ-SOCCOL et al., 2004; ROSALINSKI-MORAES et al., 2007; MELO, BEVILAQUA; REIS, 2009; CRUZ et al., 2010; VERÍSSIMO et al., 2012).

A resistência anti-helmíntica afeta os diversos gêneros de parasitos e classes de drogas, como os benzimidazóis, imidazotiazóis e lactonas macrocíclicas (CHANDRAWATHANI et al., 2004; KAPLAN, 2004; JAMES; HUDSON, DAVEY, 2009; VÁRADY et al., 2011).

O surgimento de nematódeos resistentes não significa, necessariamente, que todas as espécies de parasitos são resistentes a todas as famílias de anti-helmínticos disponíveis em uma propriedade. No entanto, com o tempo, as diferentes espécies de nematódeos presentes em um mesmo ambiente podem se tornar resistentes a todas as drogas disponíveis (CHANDRAWATHANI et al., 2004). A multirresistência às drogas anti-helmínticas, ou resistência cruzada, é um agravamento do problema de resistência, frequentemente encontrado. O termo se refere à resistência a dois ou mais anti-helmínticos, a partir de grupos químicos não relacionados e com diferentes mecanismos de ação (MOLENTO; PRICHARD, 1999; VÁRADY et al., 2011). Tal situação é geralmente identificada com o tempo (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008).

A técnica mais utilizada para detecção de resistência anti-helmíntica em animais é a redução na contagem de OPG ou *Faecal Egg Count Reduction Test* (FECRT), recomendada pela *World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology* (WAAVP) (COLES et al., 2006).

O surgimento de novos compostos anti-helmínticos era uma questão de urgência para o controle de nematódeos resistentes a classes anti-helmínticas de amplo-espectro e para retardar o desenvolvimento de resistência em regiões onde este fenômeno ainda não era um problema maior (KAMINSKY et al., 2008a). Desde o início de 2009, alguns países têm utilizado duas novas classes de anti-helmínticos derivados de acetoneitrilo-amino (AAD) e a associação de AAD com spiroindole (SI) (GEORGE et al., 2012). Monepantel, um AAD, amplo-espectro, foi o primeiro “novo” princípio ativo aprovado para o uso em ovinos, registrado como Zolvix® (*Novartis Animal Health*) (KAMINSKY et al., 2008b). Subsequente ao lançamento do Monepantel, a combinação de abamectin (lactona macrocíclica) e um segundo “novo” princípio,

o derquantel (SI), um curto-espectro, foi lançado com o nome de Startect® (*Pfizer Animal Health*) na Nova Zelândia em 2010 (GEORGE et al., 2012).

Estudos recentes têm demonstrado um excelente potencial das novas classes anti-helmínticas contra o quarto estágio e adultos das espécies multirresistentes *H. contortus*, *T. columbriformis* e *Teladorsagia* spp. (KAMINSKY et al., 2011; GEORGE et al., 2012). Segundo Sager et al. (2012). O tratamento com monepantel resultou em 100% de eficácia contra adultos de *H. contortus*. A abamectina não demonstrou nenhum efeito quando administrada isoladamente, enquanto em combinação com o derquantel, resultou em 95% de eficácia contra *H. contortus* nas mesmas condições.

Uma vez que o desenvolvimento de novas drogas anti-helmínticas é um processo muito lento comparado com a velocidade com que emerge a resistência (JAMES; HUDSON, DAVEY, 2009), é essencial que esta seja detectada precocemente (COLES, 2005). Ainda é ideal que se busque conservar a eficácia das drogas atualmente utilizadas e as que poderão ser desenvolvidas no futuro, com a finalidade de manter altos níveis de produção e o bem-estar animal (VAN WYK, 2001).

Manejo integrado de parasitos (MIP)

Não só o aparecimento da resistência aos anti-helmínticos (ATHANASIADOU et al., 2000), mas a escassez de medicamentos, o seu alto custo (NNADI; KAMALU; ONAH, 2009; GWAZE; CHIMONYO; DZAMA, 2009) e, ainda, a tendência dos últimos anos de mudança para sistemas de produção orgânicos, requerem alternativas ou soluções complementares ao tratamento químico convencional. A maioria das estratégias se baseia na conservação de genes que conferem susceptibilidade aos anti-helmínticos, por meio da redução na frequência de tratamentos, a realização de tratamentos seletivos dos animais e a sua integração a outras medidas de controle (ATHANASIADOU et al., 2000; NNADI; KAMALU; ONAH, 2009; GWAZE; CHIMONYO; DZAMA, 2009; TORRES-ACOSTA et al., 2009).

O conhecimento da epidemiologia das infecções por NGI, em âmbito regional ou mesmo local, é um pré-requisito para o Manejo Integrado de Parasitos (MIP), buscando combinar as soluções mais relevantes para cada situação e um controle mais efetivo (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008; VERÍSSIMO

et al., 2012). A escolha do conjunto de alternativas depende primeiramente dos objetivos da produção e dos fatores que regem o sistema de gestão. Os diversos fatores relacionados ao rebanho (tamanho, raça, lotação) ou ao ambiente em geral (físico, climático, técnicos) que definem um sistema de produção, exercem uma influência decisiva sobre a dinâmica da infecção pelo nematódeo e as consequências para o hospedeiro. Portanto as escolhas dentro do "leque de opções" têm de ser adaptadas para sistemas de produção diferentes (KRECEK; WALLER, 2006).

Inúmeras opções são atualmente exploradas, buscando uma melhora tanto na resistência do hospedeiro (geneticamente; nutricionalmente; imunologicamente), quanto diminuindo a contaminação do ambiente (gerenciamento de pastagens; controle biológico) com consequente diminuição da infecção do hospedeiro (BUKHARI; SANYAL, 2011). Mesmo sendo sua implantação e gerenciamento mais complexos, se comparados a métodos de tratamento exclusivamente químicos, em países onde foi utilizado, mostrou-se prático e efetivo (BATH, 2006; KENYON et al., 2009).

Tratamento seletivo

Uma importante questão a ser levada em consideração no controle de NGI é o fato de que dentro de um mesmo rebanho ovino, nematódeos não estão, necessariamente, igualmente distribuídos entre os indivíduos (STEAR et al., 1995). Pelo contrário, geralmente um pequeno número de animais apresenta uma alta infecção, enquanto a maioria dos indivíduos do rebanho apresenta uma moderada carga parasitária (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008; SOTOMAIOR et al., 2009; ROSALINSKI-MORAES et al., 2011).

Alguns fatores podem explicar porque determinados animais são capazes de limitar as populações de parasitos e modular a sua biologia, melhor que outros. Alguns desses fatores dependem do próprio hospedeiro, como a idade, contato prévio com parasitos, sexo, raça ou características genéticas individuais. Ainda, fatores ambientais e de manejo, bem como estado de nutrição dos animais e presença de outros parasitas envolvidos (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008), também contribuem para tanto.

Quando realizando um tratamento seletivo, apenas os animais que necessitam realmente, que possuem altas cargas parasitárias ou os mais afetados por ele, são tratados, mantendo o restante sem tratamento e preservando a população refúgio. Reduzindo o número de tratamentos, ocorre uma diminuição na pressão de seleção dentro do rebanho, o que permite que haja a sobrevivência e propagação da população refúgio, bem como diminuição no custo com a criação (VAN WYK; BATH, 2002; VAN WYK et al., 2006; LEATHWICK et al., 2008; BATH; VAN WYK, 2009). Uma importante vantagem é que o número de animais tratados é reduzido sem afetar sua saúde e atividade reprodutiva, induzindo os animais a serem cada vez mais adaptados ao manejo. Isso pode permitir o acompanhamento e observação de outros aspectos de saúde do rebanho (TORRES-ACOSTA et al., 2012a).

O desafio ao se aplicar esse tipo de esquema é conseguir identificar de forma confiável quais animais dentro do rebanho necessitam ser tratados. Estudos têm demonstrado que a combinação de indicadores fenotípicos como condição corporal, FAMACHA[®] e OPG, como método de tratamento seletivo, oferece resultados satisfatórios (BISSET et al., 1994; VAN WYK; BATH, 2002; HOSTE; CHARTIER; FRILEUX, 2002; VAN WYK et al., 2006; PAPADOPOULOS, 2008; GALLIDIS et al., 2009). O método que recebeu o nome de "THE FIVE POINT CHECK[®]" (5.√ ©), em inglês, propõe um tratamento seletivo mais abrangente em pequenos ruminantes, baseado na avaliação de cinco lugares no corpo do animal: nariz (*Oestrus ovis*), olhos (anemia), mandíbula (edema submandibular), dorso (condição corporal) e cauda (diarreia) (BATH; VAN WYK, 2009).

FAMACHA[®]

O FAMACHA[®] foi um método desenvolvido visando o tratamento seletivo de ovinos infectados por *H. contortus*, utilizando a anemia clínica, em seus diferentes graus, como determinante (BATH et al., 2001). É uma sigla derivada do nome de um dos autores da ideia, Dr. Francois (Faffa) Malan (Faffa MALAN CHArt). O método foi desenvolvido na África do Sul, região de clima quente e úmido (MALAN; VAN WYK; WESSELS, 2001).

Nesse método, um prático cartão foi produzido para auxiliar nas avaliações a campo, de forma individual, retratando mucosas conjuntivas de

ovinos em cinco valores de hematócrito (Ht). As ilustrações apresentam as reais colorações das mucosas de ovinos com Ht de $\geq 28\%$ (categoria 1 – coloração vermelho brilhante) 23-27% (categoria 2), 18-22% (categoria 3), 13-17% (categoria 4) e $\leq 12\%$ (categoria 5 – coloração quase branca, mucosa pálida) (VAN WYK; BATH, 2002).

O método FAMACHA[®] foi introduzido no Brasil no início dos anos 2000, com o objetivo de comprovar a validade desse método em ovinos e caprinos, identificando características próprias em condições brasileiras e informar o profissional ligado à área de sanidade animal sobre essa nova alternativa (SOTOMAIOR et al., 2003; MOLENTO et al., 2004; SOTOMAIOR et al., 2012).

Vantagens na utilização desse método incluem o auxílio na decisão de quais animais devem ser tratados, o baixo custo e a capacidade de ser realizado por pessoas com diferentes graus de instrução (VAN WYK; BATH, 2002). Vatta et al. (2001) e Kaplan et al. (2004) relatam que as desverminações podem ser reduzidas em 40 e 50% em rebanhos ovino e caprino, com uma redução correspondente do OPG em rebanhos entre 35% a 83%, dependendo do critério utilizado para o tratamento. Ainda, com a utilização do método, características de resistência/resiliência foram associadas a classificações pelo FAMACHA[®] e, sendo essas características hereditárias, podem ser utilizadas para seleção de animais geneticamente resistentes (SOTOMAIOR et al., 2007).

Desvantagens da técnica também podem ser observadas. Os sinais clínicos decorrentes de infecções podem ser confundidos com situações de desnutrição e animais em constante atividade reprodutiva. Segundo Torres-Acosta et al. (2009), nesses casos, a anemia não está necessariamente determinando uma infecção severa por parasitos. Ainda, como o tratamento se baseia no aparecimento do sinal clínico (anemia), realizando-se o tratamento individual dos animais, a infecção já poderá ter causado consideráveis perdas econômicas quando a anemia for observada. E quando na presença de infecções por outros parasitos, em grandes proporções, além do *H. contortus*, o método será limitado na interpretação do grau do parasitismo por esses parasitos (SOTOMAIOR et al., 2009; BATH; VAN WYK, 2009).

Dados produtivos e condição corporal

Esquemas baseados em níveis de produção animal buscam monitorar critérios como o crescimento,

a produção de leite e a conversão alimentar de cada indivíduo, a fim de detectar infecções sem que haja sinais clínicos de infecção aparente. A aplicação de “límiars de produção”, para a decisão no tratamento dos animais, é a parte mais difícil dessa abordagem, uma vez que deve ser calculada com base em cada um dos sistemas de produção (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008).

A qualificação da condição corporal (CC) pode ser um importante marcador para identificação desses animais, especialmente em áreas onde não existem parasitos hematófagos. A CC é estimada pelo desenvolvimento muscular e gorduroso nos ovinos e é realizada com base na palpação ao nível das vértebras na região lombar, com uma escala de 1-5, em que 1 indica um animal muito magro e 5 um animal obeso (RUSSEL, 1991). É afetada por muitos fatores e pode não ser afetada drasticamente durante a haemoncose. É relatado, em condições de infecções agudas e superagudas por *H. contortus*, que não há correlação entre a condição corporal e a eliminação de ovos de nematódeos nas fezes (VAN WYK et al., 2006; TORRES-ACOSTA et al., 2009).

Segundo Rosalinski-Moraes et al. (2012), tanto o grau do CC quanto o do FAMACHA® mostraram-se significativamente correlacionados com o OPG, Ht e proteína plasmática, tornando o CC associado ao FAMACHA® uma alternativa viável para a melhor acurácia da avaliação clínica dos animais a campo, visando o tratamento seletivo. Entretanto, de acordo com Torres-Acosta e Hoste (2008), não existem trabalhos suficientes que validam a qualificação da CC como indicador de animais afetados por parasitoses em esquemas de desverminações seletivas.

Contagem de ovos por grama de fezes (OPG)

A técnica do OPG pode ser utilizada como indicador no tratamento de animais quando se buscam intervalos aumentados entre tratamentos (KENYON et al., 2009). Pode ser realizada visando o tratamento seletivo dos animais, quando todos os animais são avaliados; no entanto, somente um número reduzido de produtores utiliza esse método como rotina, enquanto outros, em sua maioria, consideram a atividade inviável, principalmente em grandes rebanhos (MOLENTO, 2008; SOTOMAIOR et al., 2009). Em contrapartida, quando se trabalha apenas com

amostragens, este deixa de ser um tratamento individual (SOTOMAIOR et al., 2009).

Existem algumas limitações para o seu uso na prática. O material para análise deve ser encaminhado a um laboratório, a não ser que os materiais e equipamentos estejam disponíveis para utilização na propriedade. Além disso, a realização de exames demanda tempo. Logo, a decisão em tratar ou não o animal, deixa de ser momentânea (KENYON et al., 2009; TORRES-ACOSTA et al., 2009). Além disso, não existe um parâmetro definido para realização do tratamento; ou seja, a partir de qual valor de OPG se deve tratar ou não um animal. É evidente que esse limiar pode variar bastante entre as diferentes espécies de nematódeos (KENYON et al., 2009). Em animais infectados por *H. contortus*, o OPG é fortemente correlacionado com a carga parasitária (ROBERTS; SWAN, 1981). Ainda, em áreas onde ocorre infecção por diversas espécies de nematódeos, a alta prevalência de ovos de *H. contortus* tende a mascarar a produção muito menor de ovos de *T. columbriformes* e *T. circumcincta* (KENYON et al., 2009). A baixa sensibilidade, precisão e repetibilidade do McMaster, utilizado para a realização da técnica do OPG, foi mencionado por Mês, Eysker e Ploeger (2007).

Redução no contato entre hospedeiro e estágio infectante do parasita

O manejo e as condições climáticas exercem grande influência na prevalência de parasitoses (desenvolvimento e sobrevivência das larvas) (AMARANTE, 2008). Métodos baseados em estratégias na gestão de pastagens vêm sendo descritas desde o fim da década de 1960 (BARGER, 1999). A implantação de medidas de controle que se baseiam nesse tipo de manejo depende, em grande parte, do conhecimento da relação existente entre o parasito e o ambiente (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008).

De maneira geral, o objetivo do manejo de pastagens é fornecer pastagens com o mínimo de contaminação, apresentando um baixo risco para animais susceptíveis (BARGER, 1999; TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008). Dentro do rebanho, há duas categorias muito susceptíveis à verminose, que devem ser protegidas da exposição às larvas de nematódeos. São os animais jovens, com até seis meses de idade, em época de desmame e fêmeas no periparto (BARGER,

1999; SOTOMAIOR; SOCCOL, 2001; BUENO et al., 2008; AMARANTE, 2008).

Para isso, o manejo se baseia em três critérios distintos: a redução da densidade larvária (diluição do risco); exploração da taxa de mortalidade natural de larvas infectantes e a aceleração na mortalidade dessas larvas (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008).

Duas das principais práticas de manejo utilizadas são (1) sistema de pastejo alternado, em que duas ou mais espécies de hospedeiros que não compartilham espécies de parasitas comuns, coabitam (BARGER et al., 1994). Este sistema tem sido utilizado com sucesso no auxílio ao controle de *H. contortus* (VERÍSSIMO, 2008). (2) Sistema de pastejo seguro, em que se alterna a permanência dos animais nas pastagens com agricultura (BARGER et al., 1994).

Essas estratégias apresentam, normalmente, baixos custos diretamente relacionados, mas podem ser associadas a um alto custo na mão de obra e, algumas vezes, há a necessidade de investimentos iniciais (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008).

Melhora na resposta do hospedeiro contra NGI e/ou sobre as consequências de infecções

A resposta do hospedeiro aos desafios parasitários é influenciada pela interação entre fatores genéticos e ambientais (KADARMIDEEN; WATSON-HAIGH; ANDRONICOS, 2011). A resistência genética à verminose é determinada por diversos genes e é influenciada pelo ambiente nutricional, manejo, meio (COOP; KYRIAZAKIS, 1999; TORRES-ACOSTA et al., 2012b) e a exposição contínua de ovinos aos nematódeos que, normalmente, gera a aquisição de imunidade contra eles (BARGER, 1987). É reconhecido que a resistência do hospedeiro aos nematodes gastrointestinais é mediada por uma série de mecanismos de imunidade adquirida e inata (KADARMIDEEN; WATSON-HAIGH; ANDRONICOS, 2011).

A resposta imune contra NGI é mediada pelo recrutamento de mastócitos, leucócitos e eosinófilos na mucosa digestiva (MEEUSEN; BALIC; BOWLES, 2005). Ainda, a resposta envolve a produção de imunoglobulinas parasito-específicas A (IgA), IgE e IgG1 (SHAW; GATEHOUSE; McNEILL, 1998). Segundo Pernthaner et al. (2005), uma maior expressão de imunoglobulinas A e E está associada com resistência contra infecções por NGI em ovinos. O mesmo foi observado em cabras crioulas, por Chevrotière et al. (2012). Esses

mesmos autores, no entanto, afirmam que pouco se sabe sobre o controle genético da produção de IgA e IgE em pequenos ruminantes e sugere-se que a resposta imune humoral não é específica aos estágios de vida do parasita.

A resistência genética à NGI compreende resistência, resiliência e susceptibilidade. A resistência aos parasitos seria a capacidade de o hospedeiro suprimir o estabelecimento e/ou subsequente desenvolvimento da infecção (GRAY, 1987; BISHOP; MORRIS, 2007). A resiliência, que é a capacidade do animal infectado manter níveis de produção relativamente normais (BISSET; MORRIS, 1996). Geralmente, uma melhora na resistência está associada com uma melhora na resiliência, com base no pressuposto de que os efeitos patológicos no hospedeiro são diretamente provocados por parasitos e, portanto, relacionados com a carga parasitária. No entanto, segundo Torres-Acosta e Hoste (2008), em algumas circunstâncias, os dois conceitos de resistência e resiliência parecem ser dissociados.

Nesse item três principais abordagens serão levantadas, influenciando diretamente na imunidade do hospedeiro: resistência genética dos animais aos NGI, *status* nutricional e utilização de vacinas.

Animais geneticamente resistentes

A existência de animais geneticamente resistentes aos NGIs é amplamente conhecida e relatada (SOTOMAIOR, 1997; BRICARELLO et al., 2004; GOOD et al., 2006; SOTOMAIOR et al., 2007; CHIEJINA et al., 2010). A capacidade dos animais adquirirem e expressarem resistência é controlada geneticamente e varia substancialmente entre as diferentes raças, bem como entre os indivíduos de uma mesma raça (STEAR; MURRAY, 1994; BISHOP; MORRIS, 2007; AMARANTE, 2008). Essa característica é determinável e passível de ser selecionada, e tem sido o objetivo dentro de programas de pesquisa em vários países, representando uma das opções mais promissoras em longo prazo para o controle NGI (BISHOP; MORRIS, 2007).

Diferenças entre raças têm sido documentadas em ambas as espécies de pequenos ruminantes, sendo mais bem estudados os ovinos (BISHOP; MORRIS, 2007). Animais de origem tropical, com ancestrais africanos, como as raças deslanadas brasileiras, apresentam maior resistência à hemonose que animais oriundos de regiões de clima temperado

(ROSALINSKI-MORAES et al., 2001; BUENO et al., 2002; AMARANTE et al., 2004; AMARANTE et al., 2009), pois sofreram a pressão de seleção para a característica de resistência a esse nematódeo. Ao contrário, os animais de origem europeia, onde a presença de *H. contortus* é pequena ou mesmo ausente, não sofreram pressão de seleção para essa característica (BUENO et al., 2008).

Entretanto, diferenças podem existir dentro de uma mesma raça ou animais de um mesmo rebanho. Tendo em vista que a maioria das ovelhas de um plantel se mostra resistente aos parasitos gastrointestinais (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008; SOTO-MAIOR et al., 2009), a identificação das fêmeas susceptíveis por meios eficientes e economicamente viáveis, pode ser mais um critério a ser considerado no momento de realizar o descarte de matrizes, como alternativa importante para diminuir o impacto da verminose gastrointestinal nos rebanhos (ROSALINSKI-MORAES et al., 2011).

Critérios fenotípicos podem ser utilizados para estimar indiretamente a resistência aos parasitas, como o OPG, contagem de eosinófilos, hematócrito, perfil imunológico e FAMACHA® (BATH et al., 2001; DOMINIK, 2005; SOTOMAIOR et al., 2007; RILEY; VAN WYK, 2009). A contagem de ovos nas fezes tem sido o método mais utilizado como critério de seleção (SOTOMAIOR, 1997; GOOD et al., 2006; ROSALINSKI-MORAES et al., 2011). No entanto, segundo Riley e Van Wyk (2009), programas de seleção baseados em análises genéticas pelo FAMACHA® são mais efetivos e apresentam menor custo. Ainda, a contagem do número de eosinófilos periféricos pode ser considerada uma boa opção (ROSALINSKI-MORAES et al., 2011).

Os benefícios da seleção para resistência resultam em ambos efeitos: redução da carga parasitária no animal e diminuição na contaminação de pastagens. Programas de seleção para resiliência, com o objetivo de definir melhores critérios de produção em animais sob desafio parasitário, representam outra opção que visa neutralizar os efeitos negativos dos parasitos no hospedeiro. Resultados mostram que programas de seleção têm levado a uma modulação dinâmica da infecção com diminuições substanciais na produção de ovos nas fezes após várias gerações (VAGENAS et al., 2002).

Esses processos de seleção necessitam levar em conta as condições ambientais locais (SIMM et al.,

1996). Segundo Torres-Acosta e Hoste (2008), apesar de algum sucesso, a opção de seleção genética para a resistência de nematódeos em pequenos ruminantes ainda permanece na maioria dos países como uma área de pesquisa, com aplicações atualmente limitadas na prática.

Enquanto os pesquisadores tentam selecionar animais resistentes dentro de uma raça, outras raças que naturalmente já são mais resistentes têm sido substituídas por raças mais produtivas, consequentemente, mais susceptíveis. Essa tendência é comum em todo o mundo, onde produtores buscam maximizar ao invés de otimizar a sua produtividade (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008).

Status nutricional

De maneira geral, animais adequadamente nutridos apresentam melhores condições orgânicas e uma resposta imune mais efetiva (COOP; KYRIAZAKIS, 1999; BRICARELLO et al., 2005; TORRES-ACOSTA et al., 2012b). Deficiências nutricionais, em especial a deficiência proteica (COOP; KYRIAZAKIS, 2001), resultam em maior susceptibilidade à verminose e outras enfermidades (COOP; KYRIAZAKIS, 1999; BRICARELLO et al., 2005).

A manipulação nutricional pode representar uma opção para melhorar a resposta do hospedeiro contra parasitas (KNOX; TORRES-ACOSTA; AGUILAR-CABALLERO, 2006), por meio de uma melhora na imunidade inata, bem como no grau de expressão da imunidade adquirida (COOP; KYRIAZAKIS, 1999). A utilização de dietas com níveis adequados de nutrientes, principalmente de proteína, apresenta-se como uma maneira bastante efetiva de se diminuir a susceptibilidade dos animais aos nematódeos, notadamente aqueles de maior exigência nutricional (COOP; KYRIAZAKIS, 1999; BRICARELLO et al., 2005). A suplementação proteica apresentou uma melhora em ambas, resistência e resiliência, em ovinos (KNOX, 2003). Estudos realizados por Haile et al. (2004) e Bricarello et al. (2005) em cordeiros infectados com *H. contortus* demonstraram que aqueles que recebem dietas com alto teor de proteína mostraram efeitos fisiopatológicos e sinais clínicos menos severos que animais com baixa suplementação proteica.

Apesar da demonstração dos efeitos da nutrição em ovinos e caprinos sobre as manifestações de

imunidade aos parasitas gastrointestinais em nível fenotípico, as interações moleculares entre nutrição e imunidade são desconhecidas (ATHANASIADOU, 2012). O entendimento de tais interações é de importância estratégica para definir a predisposição à doença e o desenvolvimento de medidas sustentáveis para o controle de parasitas em ruminantes. Tal conhecimento é ainda de extrema importância para identificar novos biomarcadores, caracterizar e combinar a genética dos hospedeiros com o ambiente nutricional adequado, e investigar os efeitos epigenéticos de nutrição na resistência do parasita.

Vacinação

Na busca de formas alternativas no controle parasitário, esforços para o controle imunológico dos animais têm levado a resultados promissores na pesquisa (KNOX; SMITH, 2001), apesar de não haver vacinas comerciais atualmente disponíveis (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008). A habilidade da vacina de DNA para induzir uma resposta imune efetiva tem sido demonstrada para *H. contortus* (SMITH; ZARLENGA, 2006; MULEKE et al., 2007) e outros parasitos (SMOOKER et al., 2004).

A H11, uma proteína integral da membrana das microvilosidades intestinais de fases parasitárias do *H. contortus*, é o mais conhecido antígeno protetor contra esse nematódeo (YAN; XU; LI, 2007). Em estudo realizado por Zhao et al. (2012), a vacina de DNA que codifica o antígeno H11 e a IL-2 induziu a uma proteção parcial contra a infecção por *H. contortus*, resultando na redução de ovos eliminados e na carga parasitária abomasal em 56,6% e 46,7%, respectivamente. Esses níveis de proteção são baixos se comparados com estudos que utilizaram antígeno natural purificado H11, no qual se obteve uma redução de 75% na carga parasitária por *H. contortus* (NEWTON; MUNN, 1999). No entanto, muitos fatores influenciam na resposta imune de vacinas de DNA, como a dose, a eficiência da expressão do gene no tecido e a rota de administração (ZHAO et al., 2012).

No caso de uma vacina eficaz contra uma espécie de parasita em particular for desenvolvida, a próxima etapa será a de provar a sua viabilidade econômica em condições de campo, onde ocorrem infecções mistas (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008).

Anti-helmínticos não convencionais e controle biológico

Em alternativa aos medicamentos desenvolvidos pela indústria farmacêutica, existe um interesse na busca de compostos com propriedades anti-helmínticas (HAMMOND; FIELDING; BISHOP, 1997; WALLER et al., 2001; TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008). O aumento de interesse se deve aos seus benefícios, em que o impacto ambiental e os resíduos de produtos de uso veterinário, nos alimentos de origem animal, podem ser minimizados, além da possibilidade de redução de custos, do tempo de carência para comercialização e da valorização dos produtos (CHAGAS, 2008). Porém, faltam evidências científicas com relação às propriedades anti-helmínticas de medicamentos fitoterápicos, apesar do crescente número de estudos *in vitro* e *in vivo*, com o objetivo de tal validação (STEPEK et al., 2004; GITHIORI; ATHANASIADOU; THAMSBORG, 2006).

Os resultados mais consistentes e promissores que se têm adquirido com relação ao possível efeito nematocida de plantas, está relacionada com plantas taníferas (forrageiras ou extratos de Quebracho e Acácia) e seus taninos condensados (TC) (TORRES-ACOSTA et al., 2012a). Seus efeitos anti-helmínticos foram relatados em ovinos, caprinos e cervídeos (NIEZEN et al., 2002), sendo que em ovinos foi obtida a maior parte das informações (TORRES-ACOSTA et al., 2012a) e sua ação descrita inclusive contra o *H. contortus* (NIEZEN et al., 2002). Nesse sentido, levanta-se a possibilidade da integração de plantas taníferas no manejo do pastoreio para ovinos e caprinos (ALONSO-DÍAZ et al., 2010).

Segundo Gronvold et al. (1996) e Aguilar-Marcelino et al. (2012) algumas espécies de fungos e bactérias demonstram ter potencial para utilização em programas de controle biológico de nematódeos. Dentre as espécies mais estudadas de fungos estão *Arthrobotrys oligospora* e *Duddingtonia flagrans* (LARSEN et al., 1999), sendo o segundo o que vem apresentando os melhores resultados e a melhor eficácia com a sua utilização (TORRES-ACOSTA; HOSTE, 2008). Em se tratando de bactérias, estudos indicam que cepas de *Bacillus thuringiensis* poderiam ser utilizadas no controle de endoparasitas de ovinos, pelo efeito tóxico sobre larvas, avaliados em testes *in vitro* (KOTZE et al., 2005; O'GRADY; AKHURST; KOTZE, 2007). A eficácia da toxina dessa bactéria tem sido

comparada com a ação do tiabendazol e levamisol, como anti-helmíntico, contra larvas e estágios adultos dos três principais NGIs de ovinos: *H. contortus*, *T. columbriformes* e *T. circumcincta* (KOTZE et al., 2005).

O controle biológico inclui ainda a utilização de protozoários, nematódeos predadores e ácaros predadores (BILGRAMI; TAHSEEN, 1992; BILGRAMI; BREY; GAUGLER, 2008).

Conclusões

Pode-se concluir que antigas práticas de controle de verminose, baseadas no uso exclusivo de anti-helmínticos, não são mais sustentáveis para os sistemas atuais de criação de pequenos ruminantes; portanto, buscam-se novas alternativas de controle. O tratamento seletivo, independente do critério para a definição do tratamento, e a seleção de animais geneticamente mais resistentes aos helmintos gastrintestinais são duas das mais importantes ferramentas do Manejo Integrado de Parasitos.

Referências

- AGUILAR-CABALLERO, A. J. et al. Inmunidad contra los nematodos gastrointestinales: la historia caprina. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 9, n. 1, p. 73-82, 2008.
- AGUILAR-MARCELINO, L. et al. Evaluation of predation of the mite *Lasioseius penicilliger* (Aracnida: Mesostigmata) on *Haemonchus contortus* and bacteria-feeding nematodes. **Journal of Helminthology**, p. 1-4, 2012. doi:10.1017/S0022149X12000624.
- ALMEIDA, F. A. et al. Multiple resistance to anthelmintics by *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in sheep in Brazil. **Parasitology International**, v. 59, n. 4, p. 622-625, 2010. doi:10.1016/j.parint.2010.09.006.
- ALONSO-DÍAZ, M. A. et al. Tannins in tropical tree fodders fed to small ruminants: a friendly foe? **Small Ruminant Research**, v. 89, n. 2-3, p. 164-173, 2010. doi:10.1016/j.smallrumres.2009.12.040.
- AMARANTE, A. F. T. et al. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France lambs to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. **Veterinary Parasitology**, v. 120, n. 1-2, p. 91-106, 2004. doi:10.1016/j.vetpar.2003.12.004.
- AMARANTE, A. F. T. Fatores que afetam a resistência dos ovinos à verminose. In: VERÍSSIMO, C. J. (Ed.). **Alternativas de controle de verminoses em pequenos ruminantes**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2008. p. 25.
- AMARANTE, A. F. T. et al. Nematoides gastrintestinais em ovinos. In: CAVALCANTE, A. C. R. (Ed.). **Doenças parasitárias de caprinos e ovinos: epidemiologia e controle**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 19-61.
- ATHANASIADOU, S. et al. Consequences of long-term feeding with condensed tannins on sheep parasitised with *Trichostrongylus colubriformis*. **International Journal of Parasitology**, v. 30, n. 9, p. 1025-1033, 2000. doi:10.1016/S0020-7519(00)00083-7.
- ATHANASIADOU, S. Nutritional deficiencies and parasitic disease: lessons and advancements from rodent models. **Veterinary Parasitology**, v. 189, n. 1, p. 97-103, 2012. doi:10.1016/j.vetpar.2012.03.038.
- BARGER, I. A. Population regulation in trichostrongylids of ruminants. **International Journal for Parasitology**, v. 17, n. 2, p. 531-540, 1987. doi:10.1016/0020-7519(87)90129-9.
- BARGER, I. A. et al. Rotational grazing for control of gastrointestinal nematodes of goats in a wet tropical environment. **Veterinary Parasitology**, v. 53, n. 1-2, p. 109-116, 1994. doi:10.1016/0304-4017(94)90023-X.
- BARGER, I. A. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. **International Journal of Parasitology**, v. 29, n. 1, p. 41-47, 1999. doi:10.1016/S0020-7519(98)00176-3.
- BATH, G. F. et al. **Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats**. FAO (Technical Cooperation Project No TCP/SAF/8821A), Rome: FAO, 2001.
- BATH, G. F. Practical implementation of holistic internal parasite management in sheep. **Small Ruminant Research**, v. 62, n. 1-2, p. 13-18, 2006. doi:10.1016/j.smallrumres.2005.08.006.
- BATH, G. F.; VAN WYK, J. A. The Five Point Check© for targeted selective treatment of internal parasites in small ruminants. **Small Ruminant Research**, v. 86, n. 1-3, p. 6-13, 2009. doi:10.1016/j.smallrumres.2009.09.009.

- BILGRAMI, A. L.; BREY, C.; GAUGLER, R. First field release of a predatory nematode, *Mononchoides gaugleri* (Nematoda: Diplogasterida) to control plant-parasitic nematodes. **Nematology**, v. 10, p. 143-146, 2008.
- BILGRAMI, A. L.; TAHSEEN, Q. A nematode feeding mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Sarcoptiformis: Acaridae). **Fundamental and Applied Nematology**, v. 15, n. 5, p. 477-478, 1992.
- BISHOP, S. C.; MORRIS, C. A. Genetic of disease resistance in sheep and goats. **Small Ruminant Research**, v. 70, n. 1, p. 48-59, 2007. doi:10.1016/j.smallrumres.2007.01.006.
- BISSET, S. A.; MORRIS, C. A. Feasibility and implications of breeding sheep for resilience to nematode challenge. **International Journal for Parasitology**, v. 26, n. 8-9, p. 857-868, 1996. doi:10.1016/S0020-7519(96)80056-7.
- BISSET, S. A. et al. Genetics of resilience to nematode parasites in Romney sheep. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 37, n. 4, p. 521-534, 1994. doi:10.1080/00288233.1994.9513091.
- BRICARELLO, P. A. et al. Worm burden and immunological responses in Corriedale and Crioula Lanada sheep following natural infection with *Haemonchus contortus*. **Small Ruminant Research**, v. 51, n. 1, p. 75-83, 2004. doi:10.1016/S0921-4488(03)00188-3.
- BRICARELLO, P. A. et al. Influence of dietary protein supply on resistance to experimental infections with *Haemonchus contortus* in Ile de France and Santa Inês lambs. **Veterinary Parasitology**, v. 134, n. 1-2, p. 99-109, 2005. doi:10.1016/j.vetpar.2005.05.068.
- BUENO, M. S. et al. Infección por nematodos en razas de ovejas cárnicas criadas intensivamente em la región del Sudeste del Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 51, n. 193, p. 271-278, 2002.
- BUENO, M. S. et al. O controle da verminose em sistema intensivo de produção de Ovinos para abate. In: VERÍSSIMO, C. J. (Ed.). **Alternativas de controle de verminoses em pequenos ruminantes**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2008. p. 35-47.
- BUKHARI, S.; SANYAL, K. Epidemiological intelligence for grazing management in strategic control of parasitic gastroenteritis in small ruminants in India: a review. **Veterinary World**, v. 4, n. 2, p. 92-96, 2011. doi:10.5455/vetworld.2011.92-96.
- CHAGAS, A. C. S. Fitoterapia como alternativa no controle de verminose em caprinos e ovinos. In: VERÍSSIMO, C. J. (Ed.). **Alternativas de controle de verminoses em pequenos ruminantes**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2008. p. 75.
- CHANDRAWATHANI, P. et al. Total anthelmintic failure to control nematode parasites of small ruminants on government breeding farms in Sabah, East Malaysia. **Veterinary Research Communications**, v. 28, n. 6, p. 479-489, 2004. doi:10.1023/B:VERC.0000040240.69004.dc.
- CHEVROTIÈRE, C. et al. Genetic analysis of the potential role of IgA and IgE responses against *Haemonchus contortus* in parasite resistance of Creole goats. **Veterinary Parasitology**, v. 186, n. 3-4, p. 337-343, 2012. doi:10.1016/j.vetpar.2011.11.071.
- CHIEJINA, S. N. et al. Resistance and resilience of West African dwarf goats of the Nigerian savanna zone exposed to experimental escalation primary and challenge infections with *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v. 171, n. 1-2, p. 81-90, 2010. doi:10.1016/j.vetpar.2010.03.007.
- COLES, G. C. Anthelmintic resistance – looking to the future: a UK perspective. **Research Veterinary Science**, v. 78, n. 2, p. 99-108, 2005. doi:10.1016/j.rvsc.2004.09.001.
- COLES, G. C. et al. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. **Veterinary Parasitology**, v. 136, n. 3-4, p. 167-185, 2006. PMID:16427201.
- COOP, R. L.; KYRIAZAKIS, I. Nutrition-parasite interaction. **Veterinary Parasitology**, v. 84, n. 3-4, p. 187-204, 1999. PMID:10456415.
- COOP, R. L.; KYRIAZAKIS, I. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. **Trends in Parasitology**, v. 17, n. 7, p. 325-330, 2001. doi:10.1016/S1471-4922(01)01900-6.
- COSTA, R. L. D. et al. Performance and nematode infection of ewe lambs on intensive rotational grazing with two different cultivars of *Panicum maximum*. **Tropical Animal Health and Production**, v. 39, n. 4, p. 255-263, 2007. PMID:17847820.
- CRUZ, D. G. et al. Anthelmintic efficacy and management practices in sheep farms from the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 170, n. 3-4, p. 340-343, 2010. doi:10.1016/j.vetpar.2010.02.030.

- DÍEZ-BAÑOS, P. et al. Field evaluation for anthelmintic-resistant ovine gastrointestinal nematodes by *in vitro* and *in vivo* assays. **The Journal of Parasitology**, v. 94, p. 925-928, 2008. doi:10.1645/GE-1366.1.
- DOMINIK, S. Quantitative trait loci for internal nematode resistance in sheep: a review. **Genetics, Selection, Evolution**, v. 37, Suppl. 1, p. S83-S96, 2005. PMID:15601597.
- DRUDGE, J. H. et al. Field studies on parasite control of sheep: Comparison of thiabendazole, ruelene and phenotiazine. **American Journal of Veterinary Research**, v. 25, p. 1512-1518, 1964. PMID:14204835.
- FOX, M. T. Pathophysiology of infection with gastrointestinal nematodes in domestic ruminants: recent developments. **Veterinary Parasitology**, v. 72, n. 3-4, p. 285-308, 1997. doi:10.1016/S0304-4017(97)00102-7.
- GALLIDIS, E.; ANGELOPOULOU, K.; PAPADOPOULOS, E. First identification of benzimidazole resistant *Haemonchus contortus* in sheep in Greece. **Small Ruminant Research**, v. 106, n. 1, p. 27-29, 2012. doi:10.1016/j.smallrumres.2012.04.016.
- GALLIDIS, E. et al. The use of targeted selective treatments against gastrointestinal nematodes in milking sheep and goats in Greece based on parasitological and performance criteria. **Veterinary Parasitology**, v. 164, n. 1, p. 53-58, 2009. doi:10.1016/j.vetpar.2009.04.011.
- GEORGE, S. D. et al. The comparative efficacy of abamectin, monepantel and an abamectin/derquantel combination against fourth-stage larvae of a macrocyclic lactone-resistant *Teladorsagia spp.* Isolate infecting sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 188, n. 1-2, p. 190-193, 2012. doi:10.1016/j.vetpar.2012.03.001.
- GITHIORI, J. B.; ATHANASIADOU, S.; THAMSBORG, S. M. Use of plants in novel approaches for control of gastrointestinal helminths in livestock with emphasis on small ruminants. **Veterinary Parasitology**, v. 139, n. 4, p. 308-320, 2006. doi:10.1016/j.vetpar.2006.04.021.
- GONZÁLEZ-RUIZ, J. L. et al. Phenotype characterization of Pelibuey native lambs resistant to *Haemonchus contortus*. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1149, n. 1, p. 177-179, 2008. doi:10.1196/annals.1428.043.
- GOOD, B. et al. Texel sheep are more resistant to natural nematode challenge than Suffolk sheep based on fecal egg count and nematode burden. **Veterinary Parasitology**, v. 136, n. 3-4, p. 317-327, 2006. doi:10.1016/j.vetpar.2005.12.001.
- GRAY, G. D. Genetic resistance to haemonchosis in sheep. **Parasitology Today**, v. 3, n. 8, p. 253-255, 1987. PMID:15462974.
- GRONVOLD, J. et al. Aspects of biological control with special reference to arthropods, protozoans and helminths of domesticated animals. **Veterinary Parasitology**, v. 64, n. 1-2, p. 47-64, 1996. doi:10.1016/0304-4017(96)00967-3.
- GWAZE, F. R.; CHIMONYO, M.; DZAMA, K. Prevalence and loads of gastrointestinal parasites of goats in the communal areas of the Eastern Cape Province of South Africa. **Small Ruminant Research**, v. 84, n. 1-3, p. 132-134, 2009. doi:10.1016/j.smallrumres.2009.06.013.
- HAILE, A. et al. Effects of dietary protein supplementation and infection with gastrointestinal nematode parasites on some nutritional and metabolic parameters in Ethiopian Menz and Horro sheep. **Livestock Production Science**, v. 91, n. 1-2, p. 183-195, 2004. doi:10.1016/j.livprodsci.2004.08.003.
- HAMMOND, J. A.; FIELDING, D.; BISHOP, S. C. Prospects for plant anthelmintics in tropical veterinary medicine. **Veterinary Research Communications**, v. 21, n. 3, p. 213-228, 1997. PMID:9090048.
- HOSTE, H. Adaptive physiological processes in the host during gastrointestinal parasitism. **International Journal of Parasitology**, v. 31, n. 3, p. 231-244, 2001. doi:10.1016/S0020-7519(00)00167-3.
- HOSTE, H.; CHARTIER, C.; FRILEUX, Y. Control of gastrointestinal parasitism with nematodes in dairy goats by treating the host category at risk. **Veterinary Research**, v. 33, n. 5, p. 531-545, 2002. doi:10.1051/vetres:2002037.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=24&u1=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1&u2=32>>. Acesso em: 20 mar. 2013.
- JAMES, C. E.; HUDSON, A. L.; DAVEY, M. W. Drug resistance mechanisms in helminths: is it survival of the fittest. **Trends in Parasitology**, v. 25, n. 7, p. 328-335, 2009. doi:10.1016/j.pt.2009.04.004.
- KADARMIDEEN, H. N.; WATSON-HAIGH, N. S.; ANDRONICOS, N. M. Systems biology of ovine intestinal parasite resistance: disease gene modules and biomarkers. **Molecular BioSystems**, v. 7, n. 1, p. 235-246, 2011. doi:10.1039/c0mb00190b.

- KAPLAN, R. M. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. **Trends in Parasitology**, v. 20, n. 10, p. 477-481, 2004. doi:10.1016/j.pt.2004.08.001.
- KAMINSKY, R. et al. A new class of anthelmintics effective against drug-resistant nematodes. **Nature**, v. 452, p. 176-180, 2008a. doi:10.1038/nature06722.
- KAMINSKY, R. et al. Identification of the amino-acetonitrile derivative monepantel (AAD 1566) as a new anthelmintic drug development candidate. **Parasitology Research**, v. 103, n. 4, p. 931-939, 2008b. doi:10.1007/s00436-008-1080-7.
- KAMINSKY, R. et al. Differences in efficacy of monepantel, derquantel and abamectin against multi-resistant nematodes of sheep. **Parasitology Research**, v. 109, n. 1, p. 19-23, 2011. doi:10.1007/s00436-010-2216-0.
- KAWANO, E. L.; YAMAMURA, M. H.; RIBEIRO, E. L. A. Efeitos do tratamento com anti-helmínticos em cordeiros naturalmente infectados com helmintos gastrintestinais sobre os parâmetros hematológicos, ganho de peso e qualidade de carcaça. **Arquivos da Faculdade de Veterinária (UFRGS)**, v. 29, n. 2, p. 113-121, 2001.
- KENYON, F. et al. The role of targeted and targeted selective treatments in the development of refugia-based approaches to the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. **Veterinary Parasitology**, v. 164, n. 1, p. 3-11, 2009. doi:10.1016/j.vetpar.2009.04.015.
- KNOX, M. R. Impact of non protein nitrogen supplements on nematode infected sheep. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 43, n. 12, p. 1463-1468, 2003. doi:10.1071/EA03008.
- KNOX, D. P.; SMITH, W. D. Vaccination against gastrointestinal nematode parasites of ruminants using gut-expressed antigens. **Veterinary Parasitology**, v. 100, n. 1-2, p. 21-32, 2001. doi:10.1016/S0304-4017(01)00480-0.
- KNOX, M. R.; TORRES-ACOSTA, J. F. J.; AGUILAR-CABALLERO, A. J. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v. 139, n. 4, p. 385-393, 2006. doi:10.1016/j.vetpar.2006.04.026.
- KOTZE, A. C. et al. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* to parasitic and free-living life-stages of nematode parasites of livestock. **International Journal for Parasitology**, v. 37, n. 5, p. 577, 2005. doi:10.1016/j.ijpara.2007.01.009.
- KRECEK, R. C.; WALLER, P. J. Towards the implementation of the "basket of options" approach to helminth parasite control of livestock: emphasis on the tropics/subtropics. **Veterinary Parasitology**, v. 139, n. 4, p. 270-282, 2006. doi:10.1016/j.vetpar.2006.04.018.
- LARSEN, M. et al. *In vitro* stress selection of nematophagous fungi biocontrol of parasitic nematodes in ruminants. **Journal of Helminthology**, v. 65, n. 3, p. 193-200, 1999. doi:10.1017/S0022149X00010701.
- LEATHWICK, D. M. et al. Managing anthelmintic resistance: untreated adult ewes as a source of unselected parasites, and their role in reducing parasite populations. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 56, n. 4, p. 184-195, 2008. doi:10.1080/00480169.2008.36832.
- MACIEL, S. et al. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Paraguay. **Veterinary Parasitology**, v. 62, n. 3-4, p. 207-212, 1996. doi:10.1016/0304-4017(95)00907-8.
- MALAN, F. S.; VAN WYK, J. A.; WESSELS, C. D. Clinical evaluation of anaemia in sheep: early trials. **The Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, v. 68, n. 3, p. 165-174, 2001. PMID:11769347.
- MATTOS, M. J. T. et al. Haemonchus resistente a lactona macrocíclica em caprinos naturalmente parasitados. **Ciência Rural**, v. 34, n. 3, p. 879-883, 2004. doi:10.1590/S0103-84782004000300034.
- MEEUSEN, E. N. T.; BALIC, A.; BOWLES, V. Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 108, n. 1-2, p. 121-125, 2005. doi:10.1016/j.vetimm.2005.07.002.
- MELO, A. C. F. L.; BEVILAQUA, C. M. L.; REIS, I. F. Resistência aos anti-helmínticos benzimidazóis em nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes do semiárido nordestino brasileiro. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 294-300, 2009.
- MÊS, T. H.; EYSKER, M.; PLOEGER, H. W. A simple, robust and semiautomated parasite egg isolation protocol. **Nature Protocols**, v. 2, n. 3, p. 486-489, 2007. PMID:17406611.
- MOLENTO, M. B. Método famacha tratamento seletivo no controle do haemonchus contortus. In: VERÍSSIMO, C. J. (Ed.). **Alternativas de controle da verminose em pequenos ruminantes**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2008. p. 25.

- MOLENTO, M. B.; PRICHARD, R. K. Nematode control and the possible development of anthelmintic resistance. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 8, n. 1, p. 75-86, 1999.
- MOLENTO, M. B. et al. FAMACHA guide as an individual clinic parameter for *Haemonchus contortus* infection in small ruminants. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1139-1145, 2004. doi:10.1590/S0103-84782004000400027.
- MULEKE, C. I. et al. Vaccination of goats against *Haemonchus contortus* with a recombinant cysteine protease. **Small Ruminant Research**, v. 73, n. 1-3, p. 95-102. 2007. doi:10.1016/j.smallrumres.2006.11.006.
- NEWTON, S. E.; MUNN, E. A. The development of vaccines against gastrointestinal nematode parasites particularly *Haemonchus contortus*. **Parasitology Today**, v.15, n. 3, p. 116-122, 1999. doi:10.1016/S0169-4758(99)01399-X.
- NIEZEN, J. H. et al. The effect of feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) or lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development of immunity to gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v. 105, n. 3, p. 229-245, 2002. doi:10.1016/S0304-4017(02)00014-6.
- NNADI, P. A.; KAMALU, T. N.; ONAH, D. N. The effect of dietary protein on the productivity of West African dwarf (wad) goats infected with *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v. 161, n. 3-4, p. 232-238, 2009. doi:10.1016/j.vetpar.2009.01.014.
- O'CONNOR, L. J.; WALKDEN-BROWN, S. W.; KAHN, L. P. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 142, n. 1-2, p. 1-15, 2006. doi:10.1016/j.vetpar.2006.08.035.
- O'GRADY, J.; AKHURST, R. J.; KOTZE, A. C. The requirement for early exposure of *Haemonchus contortus* larvae to *Bacillus thuringiensis* for effective inhibition of larval development. **Veterinary Parasitology**, v. 150, n. 1-2, p. 97-103, 2007. PMID:17951006.
- PAPADOPOULOS, E. Anthelmintic resistance in sheep nematodes. **Small Ruminant Research**, v. 76, n. 1-2, p. 99-103, 2008. doi:10.1016/j.smallrumres.2007.12.012.
- PERNTHANER, A. et al. Total and nematode-specific IgE responses in intestinal lymph of genetically resistant and susceptible sheep during infection with *Trichostrongylus colubriformis*. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 104, n. 1-2, p. 69-80, 2005. PMID:15661332.
- RAHMAN, W. A.; COLLINS, G. H. The establishment and development of *Haemonchus contortus* in goats. **Veterinary Parasitology**, v. 35, n. 3, p. 189-193, 1990. doi:10.1016/0304-4017(90)90053-E.
- RILEY, D. G.; VAN WYK, J. A. Genetic parameters for FAMACHA score and related traits for host resistance/resilience and production at differing severities of worm challenge in a Merino flock in South Africa. **Veterinary Parasitology**, v. 164, n. 1, p. 44-52, 2009. doi:10.1016/j.vetpar.2009.04.014.
- ROBERTS, J. L.; SWAN, R. A. Quantitative studies of ovine haemonchosis. 1. Relationship between faecal egg counts and total worm burdens. **Veterinary Parasitology**, v. 8, n.2, p.165-171, 1981. doi:10.1016/0304-4017(81)90044-3.
- ROSALINSKI-MORAES, F. et al. FAMACHA© system, body condition score and diarrhea score as indicators for the targeted selective anthelmintic treatment. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 1015-1023, 2012.
- ROSALINSKI-MORAES, F. et al. Resistência anti-helmíntica em rebanhos ovinos da região da associação dos municípios do Alto Irani (Amai), Oeste de Santa Catarina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 559-566, 2007.
- ROSALINSKI-MORAES, F. et al. Susceptibilidade de ovinos das raças Suffolk e Santa Inês à infecção natural por tricostrongilídeos. **Archives of Veterinary Science**, v. 6, n. 2, p. 63-69, 2001.
- ROSALINSKI-MORAES, F. et al. Uso de marcadores parasitológicos e imunológicos na seleção de ovelhas resistentes às parasitoses gastrintestinais. **Archives of Veterinary Science**, v. 16, n. 1, p. 7-20, 2011.
- ROY, N. C. et al. Nematodes and nutrient partitioning. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 43, n. 12, p. 1419-1426, 2003. doi:10.1071/EA02224
- RUSSEL, A. Body condition scoring of sheep. In: **Sheep and goat practice**. Philadelphia: E. Boden, 1991.
- SAGER, H. et al. Efficacy of monepantel, derquantel and abamectin against adult stages of a multi-resistant *Haemonchus contortus* isolate. **Parasitology Research**, v. 111, n. 5, p. 2205-2207, 2012. doi:10.1007/s00436-012-2949-z.
- SHAW, R. J.; GATEHOUSE, T. K.; McNEILL, M. M. Serum IgE responses during primary and challenge infections of sheep with *Trichostrongylus colubriformis*. **International Journal for Parasitology**, v. 28, n. 2, p. 293-302, 1998. doi:10.1016/S0020-7519(97)00164-1.

- SIMM, G. et al. Genetic selection for extensive conditions. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 49, n. 1, 47-59, 1996. doi:10.1016/0168-1591(95)00667-2.
- SMITH, W. D.; ZARLENGA, D. S. Developments and hurdles in generating for controlling helminth parasites of grazing ruminants. **Veterinary Parasitology**, v. 139, n. 4, p. 347-359, 2006. PMID:16750599.
- SMOOKER, P. M. et al. DNA vaccines and their application against parasites-promise, limitations and potential solutions. **Biotechnological Annual Review**, v. 10, p. 189-236, 2004. doi:10.1016/S1387-2656(04)10007-0.
- SOTOMAIOR, C. S. et al. Identificação de ovinos e caprinos resistentes e susceptíveis aos helmintos gastrintestinais. **Revista Acadêmica**, v. 5, n. 4, p. 397-412, 2007.
- SOTOMAIOR, C. S. **Estudo de caracteres que possam auxiliar na identificação de ovinos resistentes e susceptíveis aos helmintos gastrintestinais**. 1997. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1997.
- SOTOMAIOR, C. S. et al. Evaluation of FAMACHA System: accuracy of anaemia estimation and use of the method on commercial sheep flocks. In: INTERNATIONAL SEMINAR IN ANIMAL PARASITOLOGY, 5., 2003, Merida. **Proceedings...** Merida: SENASICA-INIFAP-INFARVET-UADY-FAO-AMPAVE, 2003. p. 61-66.
- SOTOMAIOR, C. S. et al. **Parasitoses gastrintestinais dos ovinos e caprinos: alternativas de controle**. (Informação Técnica, 080). Curitiba: Instituto Emater, 2009.
- SOTOMAIOR, C. S. et al. Sensitivity and specificity of the FAMACHA® system in Suffolk sheep and crossbred Boer goats. **Veterinary Parasitology**, v. 190, n. 1-2, p. 114-119, 2012. doi:10.1016/j.vetpar.2012.06.006.
- SOTOMAIOR, C. S.; SOCCOL, V. T. Infecção parasitária em ovinos criados em sistema intensivo: acompanhamento de evolução do parasitismo durante um ano. **A Hora Veterinária**, v. 119, p. 10-15, 2001.
- STEAR, M. J. et al. The distribution of faecal nematode egg counts in Scottish Blackface lambs following natural, predominantly *Ostertagia circumcincta* infection. **Parasitology**, v. 110, n. 5, p. 573-581, 1995. PMID:7596641.
- STEAR, M. J.; MURRAY, M. Genetic resistance to parasitic disease: particularly of resistance in ruminants to gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v. 54, n. 1-3, p. 161-176, 1994. PMID:7846849.
- STEPEK, G. et al. Natural plant cysteine proteinases as anthelmintics? **Trends in Parasitology**, v. 20, n. 7, p. 322-327, 2004. doi:10.1016/j.pt.2004.05.003.
- THOMAZ-SOCCOL, V. et al. Resistance of gastrointestinal nematodes to anthelmintics in sheep (Ovis aries). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 1, p. 41-47, 2004. doi:10.1590/S1516-89132004000100006.
- TORRES-ACOSTA, J. F. J. et al. Estrategias de desparasitación selectiva dirigida. In: GONZALEZ GARDUÑO, R. Y.; BERUMEN ALAFORTE, A.C. (Ed.). **Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico**. Tabasco: Universidad Autónoma de Chapingo, México, 2009.
- TORRES-ACOSTA, J. F. J.; HOSTE, H. Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. **Small Ruminant Research**, v. 77, n. 2-3, p. 159-173, 2008. doi:10.1016/j.smallrumres.2008.03.009.
- TORRES-ACOSTA, J. F. J. et al. Anthelmintic resistance in sheep farms: update of the situation in the American continent. **Veterinary Parasitology**, v. 189, n. 1, p. 89-96, 2012a. doi:10.1016/j.vetpar.2012.03.037.
- TORRES-ACOSTA, J. F. J. et al. Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes under hot humid and subhumid tropical conditions. **Small Ruminant Research**, v. 103, n. 1, p. 28-40, 2012b. doi:10.1016/j.smallrumres.2011.10.016.
- URQUHART, G. M. et al. **Veterinary parasitology**. Cambridge: Blackwell Publishing Ltd., 2003.
- VAGENAS, D. et al. Genetic control of resistance to gastro-intestinal parasites in crossbred cashmere-producing goats: responses to selection, genetic parameters and relationships with production traits. **Animal Science**, v. 74, p. 199-208, 2002.
- VAN WYK, J. A.; BATH, G. F. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. **Veterinary Research**, v. 33, n. 5, p. 509-529, 2002. PMID:12387487.
- VAN WYK, J. A. et al. Targeted selective treatment for worm management – how do we sell rational programs to farmers? **Veterinary Parasitology**, v. 139, n. 4, p. 336-346, 2006. doi:10.1016/j.vetpar.2006.04.023.

- VAN WYK, J. A. Refugia – overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. **The Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, v. 68, n. 1, p. 55-67, 2001. PMID:11403431.
- VÁRADY, M. et al. Anthelmintic resistance in parasites of small ruminants: sheep versus goats. **Helminthologia**, v. 48, n. 3, p. 137-144, 2011. doi:10.2478/s11687-011-0021-7.
- VATTA, A. F. et al. Testing for clinical anaemia caused by *Haemonchus* spp. in goats farmed under resource-poor conditions in South Africa using an eye colour chart developed for sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 99, n. 1, p. 1-14, 2001. doi:10.1016/S0304-4017(01)00446-0.
- VERÍSSIMO, C. V. Sistemas de produção integrados por ovinos, bovinos ou Equinos, e o controle parasitário. In: VERÍSSIMO, C. J. (Ed.). **Alternativas de controle da verminose em pequenos ruminantes**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2008. p. 53-59.
- VERÍSSIMO, C. V. et al. Multidrug and multispecies resistance in sheep flocks from São Paulo state, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 187, n. 1-2, p. 209-216, 2012. doi:10.1016/j.vetpar.2012.01.013.
- WAGHORN, T. S. et al. Prevalence of anthelmintic resistance on sheep farms in New Zealand. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 54, n. 6, p. 271-277, 2006. PMID:17151724.
- WALLER, P. J. Anthelmintic resistance. **Veterinary Parasitology**, v. 72, n. 3-4, p. 391-412, 1997. doi:10.1016/S0304-4017(97)00107-6.
- WALLER, P. J. et al. Plants as de-worming agents of livestock in the Nordic countries: historical perspective, popular beliefs and prospects for the future. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 42, n. 1, p. 31-44, 2001. PMID:11455900.
- WALLER, P. J. Global perspectives on nematode parasite control in ruminant livestock: the need to adopt alternatives to chemotherapy, with emphasis on biological control. **Animal Health Research Reviews**, v. 4, n. 1, p. 35-43, 2003. PMID:12885207.
- YAN, R. F.; XU, L.; LI, X. Immunity of recombinant *Haemonchus contortus* H11 in goats, China. **Chinese Journal of Veterinary Science**, v. 27, p. 842-844, 2007.
- ZHAO, G. W. et al. Vaccination of goats with DNA vaccines encoding H11 and IL-2 induces partial protection against *Haemonchus contortus* infection. **The Veterinary Journal**, v. 191, n. 1, p. 94-100, 2012. doi:10.1016/j.tvjl.2010.12.023.

Recebido: 09/10/2013

Received: 10/09/2013

Aprovado: 31/10/2013

Approved: 10/31/2013