



## RESISTÊNCIA GENÉTICA A HELMINTOS GASTRINTESTINAIS

ALESSANDRO FRANCISCO TALAMINI DO AMARANTE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Parasitologia, Instituto de Biociências, UNESP – Campus de Botucatu - SP, Caixa Postal 510, CEP 18618-000, amarante@ibb.unesp.br

**RESUMO** - O aparecimento de populações de nematódeos com resistência aos anti-helmínticos tem dificultado a profilaxia das helmintoses em ruminantes. Como a resistência às infecções helmínticas é hereditária, a eficiência do controle da verminose pode ser aumentada a partir da identificação dos indivíduos resistentes. A utilização destes hospedeiros pode ter um grande impacto na epidemiologia das infecções parasitárias. A carga parasitária dos animais resistentes é grandemente reduzida. Como consequência, o número de larvas na pastagem é reduzido ainda de forma mais acentuada. Além disso, existe correlação favorável entre o ganho de peso em ovinos e a resistência aos nematódeos gastrintestinais.

**PALAVRAS-CHAVE:** ruminantes, nematódeos, parasitas, resposta imune

### GENETIC RESISTANCE TO GASTROINTESTINAL HELMINTHS

**ABSTRACT** - The control of gastrointestinal nematodes in ruminants has been jeopardized by the appearance of nematode populations with resistance to anthelmintics. As the resistance to parasites is heritable, the efficiency of worm control can be increased through the identification of genetically resistant individuals. The use of resistant hosts has a great influence on parasite infections epidemiology. Parasite burdens in resistant animals are greatly reduced. As a consequence, larval numbers on pasture are reduced even further. In addition, there is a favorable correlation between weight gain in sheep and resistance to gastrointestinal nematode infections.

**KEYWORDS:** ruminants, nematodes, parasites, immune response

### INTRODUÇÃO

A quantidade de agentes causadores de enfermidades nos ruminantes é considerável, porém a maioria dos estudos sobre resistência genética tem abordado as enfermidades produzidas pelos nematódeos gastrintestinais, particularmente em ovinos.

A habilidade dos ovinos adquirirem e expressarem imunidade contra os nematódeos gastrintestinais é controlada geneticamente e varia substancialmente entre as diferentes raças, bem como entre os indivíduos de uma mesma raça (Stear & Murray, 1994).

Os mecanismos responsáveis pela manifestação da resistência ainda não foram completamente elucidados. Porém, o desenvolvimento da resistência contra os nematódeos tem sido associado com a resposta mediada por linfócitos Th2 CD4<sup>+</sup>, o aumento do número de mastócitos na mucosa, a eosinofilia, a produção de anticorpos específicos, a presença de substância inibidoras no muco e o aumento de sua produção (Amarante & Amarante, 2003).

A imunidade contra os nematódeos adultos em ruminantes pode se manifestar pela expulsão da população adulta dos vermes, por alterações na morfologia dos parasitas e pela redução na fecundidade das fêmeas. Já a resistência contra os estágios imaturos dos nematódeos se manifesta pela eliminação das larvas infectantes ou pela inibição do desenvolvimento das mesmas (hipobiose) (Balic et al., 2000). Os vermes podem ser danificados diretamente pelas células efectoras e pelas moléculas do sistema imune. A interação entre o parasita e o sistema de defesa do hospedeiro pode resultar na morte e eliminação dos vermes, o que ocorre nos **animais resistentes** ou, no outro extremo, na persistência dos parasitas, aparentemente intactos, o que ocorre nos **animais susceptíveis**. Em uma situação intermediária, a infecção pode persistir, porém com prejuízos à sobrevivência e à fecundidade dos nematódeos. Isto ocorre nos **animais com resistência intermediária**. A enfermidade clínica (verminose) pode se manifestar nos animais susceptíveis do rebanho, por outro lado, nos animais resistentes o parasitismo não causa danos ou estes são desprezíveis. Já nos animais com resistência intermediária, as infecções subclínicas podem causar reduções importantes na produtividade dos animais. Vale ressaltar que a resposta imunológica além de ser controlada geneticamente é grandemente influenciada pelo ambiente, especialmente pela condição nutricional.

Em um rebanho a proporção de animais resistentes, susceptíveis ou com resistência intermediária varia em função da raça e da idade dos animais. Por exemplo, 100% dos animais de um rebanho ovino podem ser considerados susceptíveis nas primeiras semanas de vida, porém à medida que vão crescendo e amadurecendo poderão desenvolver imunidade de tal forma que na idade adulta muitos deles poderão apresentar resistência. A raça também tem influência nessas proporções. Observou-se em cordeiros Santa Inês e Suffolk, mantidos sob as mesmas condições de manejo até 12-14 meses de idade, que, aproximadamente, 70% dos Santa Inês se mostraram resistentes às infecções por nematódeos gastrintestinais enquanto aproximadamente 80% dos Suffolk se mostraram susceptíveis (Amarante et al., 2004).

### **INFLUÊNCIA DA RAÇA NA RESISTÊNCIA ÀS INFECÇÕES PARASITÁRIAS**

Nos primórdios as raças de ovinos e caprinos evoluíram não apenas como resultado dos processos de seleção realizados pelo homem, mas também como resultado da seleção natural imposta pelas condições climáticas regionais. Por exemplo, raças inglesas têm aptidão para suportar baixas temperaturas enquanto raças originárias dos trópicos, temperaturas elevadas. Além disso, a prevalência das diferentes espécies de nematódeos varia em função das condições climáticas. Por exemplo, na Europa, o principal nematódeo parasita de ovinos é *Ostertagia circumcincta* (Bishop et al., 1996; Gruner et al., 1992), enquanto no Brasil, destaca-se *Haemonchus contortus* (Amarante et al., 2004). Portanto, como era de se esperar, raças europeias introduzidas no Brasil apresentam grande susceptibilidade às infecções causadas por parasitas que ocorrem nos trópicos, como é o caso de *H. contortus*. Este fato foi constatado em Botucatu – SP, em que se verificou grande susceptibilidade de ovinos Suffolk e Ile de France (raças europeias) em comparação com ovinos Santa Inês (raça brasileira) (Amarante et al., 2004). Frequentemente, as raças importadas, por serem considerados de alta produtividade, substituem genótipos bem adaptados às condições de criação dos trópicos. Na Tabela 1 estão apresentadas as raças ovinas consideradas resistentes às infecções por nematódeos gastrintestinais.

É provável que no Brasil, os ovinos tenham sido introduzidos logo após o descobrimento. Os descendentes desses ovinos deram origem a raças que se caracterizam por apresentar grande rusticidade. No Rio Grande do Sul, existe a raça Crioula Lanada. Acredita-se que essa raça teve origem na Churra e foi trazida para a América do Sul pelos colonizadores ibéricos. Tendo-se em conta que estes animais, durante vários séculos, procriaram em plena liberdade, em estado semi-selvagem, expostos a todas as contingências do clima, adquiriram grande rusticidade (Jardim, 1987). Cordeiros da raça Crioula Lanada demonstraram resistência elevada às infecções por *H. contortus* quando comparados com animais da raça Corriedale (Bricarello et al., 2004).

A exemplo do que ocorreu com a raça Crioula Lanada, no Nordeste são criados os ovinos deslanados da raça Morada Nova. Esses ovinos são desprovidos de lã e são conhecidos no Nordeste Brasileiro há mais de um século e meio. Acredita-se que tiveram origem nos ovinos Bordaleiros Churros, de Portugal, introduzidos pelos colonizadores (Jardim, 1987). Na tentativa de produzir animais rústicos e com boas carcaças, formou-se a raça Santa Inês a partir do cruzamento de Moradas Novas com Bergamácias (Jardim, 1987). A raça Santa Inês tem prosperado em várias regiões do Brasil. Ovinos da raça Santa Inês se mostraram mais resistentes à verminose do que ovinos das raças Suffolk, Ile de France e Poll Dorset (Moraes et al., 2000; Bueno et al., 2002; Bricarello et al., 2003; Rocha et al., 2004; Amarante et al., 2004).

Em ovinos de raças resistentes o desenvolvimento da imunidade contra os nematódeos gastrintestinais se manifesta precocemente (Courtney et al., 1985; Gamble & Zajac, 1992; Bahirathan et al., 1996). Os ovinos “Gulf Coast Native”, criados no Sul dos Estados Unidos, por exemplo, desenvolvem resistência contra *H. contortus* antes da desmama, durante sua primeira exposição à infecção (Bahirathan et al., 1996). Courtney et al. (1985) verificaram que a diferença entre a resistência de ovinos das raças St. Croix, Florida Native e Barbados Blackbelly em comparação com ovinos das raças Rambouillet e Rambouillet x Finn-Dorset (raças comerciais) é mais pronunciada antes da puberdade, quando estas últimas são altamente susceptíveis. Após a puberdade, os animais das raças comerciais desenvolvem uma certa resistência. Já nos animais das raças St. Croix, Florida Native, Barbados Blackbelly, a idade tem pouca ou nenhuma influência na sua grande habilidade para resistir às infecções.

Em alguns experimentos, foi avaliada a resistência de animais produto do cruzamento de raças susceptíveis com raças resistentes (F1). Amarante et al. (1999a) observaram que cordeiros F1 (½ Florida Native x ½ Rambouillet) e Rambouillet foram mais susceptíveis às infecções artificiais por *H. contortus* do que cordeiros da raça Florida Native. Por outro lado, fêmeas adultas F1 foram tão

resistentes às infecções por nematódeos gastrintestinais quanto as Florida Native (Amarante et al., 1999b). Nesse experimento, as ovelhas Rambouillet mostraram-se bastante susceptíveis às infecções. Os autores sugeriram a existência de dois mecanismos envolvidos na resistência contra nematódeos: resistência inata e resistência adquirida. A resistência inata ocorreria possivelmente nos Florida Native, enquanto os F1 seriam susceptíveis enquanto jovens, mas com grande habilidade para desenvolver resistência adquirida na idade adulta.

Ao comparar a resistência de cordeiros Suffolk, Gulf Coast Native e F1 ( $\frac{1}{2}$  Suffolk x  $\frac{1}{2}$  Gulf Coast Native) às infecções parasitárias, Li et al. (2001) verificaram que os Suffolk apresentaram valores de ovos por grama de fezes (OPG) mais elevados e valores de volume globular (VG) mais baixos. O oposto ocorreu com os cordeiros Gulf Coast Native. Para a maioria dos parâmetros avaliados, os valores dos animais F1 apresentaram-se intermediários aos verificados nos Suffolk e nos Gulf Coast Native. A análise de heterose demonstrou que as variáveis analisadas nos animais F1 aproximaram-se mais dos valores registrados nos cordeiros Gulf Coast Native. De acordo com os autores, o cruzamento de Suffolk e Gulf Coast Native pode ser uma maneira rápida de produzir cordeiros mais resistentes às infecções por nematódeos gastrintestinais, porém com algum comprometimento da produtividade (Li et al., 2001).

No período do parto verifica-se aumento da susceptibilidade das fêmeas à verminose. Porém a intensidade do fenômeno varia em função da raça ovina (Amarante et al., 1992). Courtney et al. (1984) observaram que fêmeas das raças Florida Native, Barbados Blackbelly e St. Croix não exibiram elevação ou exibiram elevação apenas moderada dos valores de OPG no parto. Por outro lado, ovelhas de rebanhos comerciais (Rambouillet e Rambouillet x Finn-Dorset) apresentaram elevação acentuada na contagem de OPG, nesse período. Já ovelhas provenientes do cruzamento entre St. Croix x raças comerciais apresentaram elevação intermediária. Em trabalho semelhante, Zajac et al. (1988) compararam ovelhas Dorset/Rambouillet e Florida Native e observaram o fenômeno do parto apenas no primeiro grupo de ovelhas. No Brasil, Rocha et al. (2004) observaram maior susceptibilidade de ovelhas Ile de France no parto em comparação com ovelhas Santa Inês.

Em caprinos também tem sido relatada diferença de susceptibilidade entre raças. No Brasil, Costa et al. (2000) verificaram que caprinos da raça Anglo-Nubian apresentaram valores de volume globular e hemoglobina superiores aos de animais das raças Caninde e Bhuj, quando expostos à infecção natural por *H. contortus*. Por outro lado, Pralomkarn et al. (1997) verificaram que animais da raça Thai Native foram mais resistentes às infecções artificiais por *H. contortus* em comparação com animais 50% Thai Native x 50% Anglo-Nubian.

**TABELA 1. Raças de ovinos que demonstram resistência às infecções por nematódeos gastrintestinais**

Raça	Origem	Em comparação com	Nematódeo	Referências
Florida Native	EUA	Rambouillet	<i>Haemonchus contortus</i>	Amarante et al. (1999a)
Florida Native	EUA	Rambouillet; Finn-Dorset x Rambouillet; Dorset x Rambouillet	Infecções mistas	Courtney et al. (1984); Zajac et al. (1988); Amarante et al. (1999a); Amarante et al. (1999b)
St. Croix	Caribe	Rambouillet; Finn-Dorset x Rambouillet; Dorset	Infecções mistas	Courtney et al. (1984); Mansfield & Gamble (1995)
Barbados Blackbelly	Caribe	Rambouillet; Finn-Dorset x Rambouillet; Dorset	Infecções mistas	Yazwinski et al. (1979); Courtney et al. (1984)
Gulf Coast Native	EUA	Suffolk	Infecções mistas	Bahirathan et al. (1996); Li et al. (2001)
Red Maasai	África	Blackheaded Somali; Dorper; Romney Marsh; Merino; Corriedale; Hampshire	<i>H. contortus</i>	Preston & Allonby (1979); Mugambi et al. (1996); Mugambi et al. (1997); Wanyangu et al. (1997)
Red Maasai	África	Dorper	Infecções mistas	Baker et al. (1999)
Scottish Blackface	Escócia	Finn Dorset	<i>H. contortus</i>	Altaif & Dargie (1978)
Crioula Lanada	Brasil	Corriedale	<i>H. contortus</i>	Bricarello et al. (2004)
Santa Inês	Brasil	Suffolk; Ile de France; Poll Dorset	Infecções mistas	Moraes et al. (2000); Bueno et al. (2002); Amarante et al. (2004); Rocha et al. (2004)
Katahdin	EUA	Dorper	<i>H. contortus</i>	Vanimisetti et al. (2004)

#### HERDABILIDADE DA RESISTÊNCIA

Os helmintos não se distribuem de maneira uniforme em um rebanho mesmo que os animais sejam de mesma raça e idade. O número de parasitas nos animais geralmente apresenta distribuição binomial negativa, ou seja, a maioria dos hospedeiros alberga poucos parasitas, enquanto uns poucos animais pesadamente infectados albergam a maior proporção da população total de parasitas (Barger, 1985; Amarante et al., 1998; Stear et al., 1998). A eliminação dos animais susceptíveis do rebanho pode diminuir acentuadamente a contaminação da pastagem e por conseqüência a transmissão dos parasitas.

A resistência aos parasitas é herdável. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade da resistência dos ovinos aos helmintos são muito consistentes, variando de 0,3 a 0,5. Estes valores são similares, em magnitude, aos da herdabilidade de caracteres de produção, tais como, ganho de peso e produção de lã, características para as quais a seleção tem sido um sucesso (Barger, 1989). A resistência também é herdável em caprinos e bovinos, tendo sido, de 0,37 na desmama de caprinos (Mandonnet et al., 2001) e de aproximadamente 0,3 em bovinos (Gasbarre et al., 2001). Em resumo, a seleção de animais para resistência aos helmintos é factível em qualquer espécie de ruminante.

Aparentemente, a resistência é controlada por vários genes. Beh et al. (2002) não encontraram evidências da presença de genes principais associados com a resistência contra

*Trichostrongylus colubriformis* em ovinos. Nesse estudo, algumas regiões dos cromossomos 1, 3, 6, 11 e 12 se mostraram associadas com a resistência.

Ovinos da raça Merino, selecionados para resistência contra *H. contortus*, também demonstraram resistência contra as infecções por *T. colubriformis*, indicando que a seleção de animais para a resistência contra uma determinada espécie de nematódeo resulta na melhora da resistência contra outras espécies (Sréter et al., 1994).

Além disso, até o momento não existem evidências de que os parasitas sejam capazes de se adaptar aos ovinos selecionados para resistência. Woolaston et al. (1992) mantiveram um isolado de *H. contortus* em duas linhagens de ovinos Merino. Uma das linhagens era resistente e a outra susceptível à hemocose. Os resultados demonstraram que o parasita não apresentou qualquer alteração de comportamento após 14 gerações, indicando que não aconteceu nenhuma adaptação do parasita à resistência do hospedeiro.

### CORRELAÇÕES ENTRE RESISTÊNCIA E PRODUTIVIDADE

Estudos realizados em diferentes países (Tabela 2) demonstram correlação negativa entre as contagens de OPG e o ganho de peso ou o peso de ovinos de diferentes raças, ou seja, animais mais resistentes são mais produtivos.

Entretanto, a diferença entre a produtividade de animais resistentes e susceptíveis varia em função do grau de exposição dos animais aos parasitas. Existem vários relatos sobre a elevada resistência de ovinos Red Maasai às infecções por *H. contortus* em comparação com animais da raça Dorper (Tabela 1). Ao comparar a produtividade das duas raças às infecções por *H. contortus* no Quênia, Mugambi et al. (2003) verificaram que a produtividade dos ovinos Red Maasai superou em cinco vezes a produtividade dos ovinos Dorper quando a criação foi realizada em região sub-úmida, favorável à transmissão dos parasitas. Já em região semi-árida, desfavorável à transmissão, a produtividade das duas raças foi similar. Portanto, a resistência pode ter impacto considerável na produtividade do rebanho dependendo do grau de contaminação ambiental.

Ao contrário do ganho de peso, verifica-se associação desfavorável entre a resistência contra nematódeos gastrintestinais e a produção de lã. Na Austrália, em ovinos Merino, a correlação foi positiva (0,21) entre os valores de OPG e a produção de lã (Eady et al., 1998). Da mesma forma, na Nova Zelândia, verificou-se que ovinos da raça Romney, selecionados ao longo de 37 anos para aumento no peso do velo de lã, apresentaram redução na resistência aos nematódeos gastrintestinais quando comparados a um grupo controle aleatoriamente selecionado durante o mesmo período (Williamson et al., 1995a; Williamson et al., 1995b). Esses estudos demonstraram que a seleção para a produção de lã resultou em aumento na susceptibilidade aos parasitas, sugerindo que a produção de lã e a resistência apresentam correlação genética negativa.

TABELA 2. Correlações fenotípicas\* e genéticas\*\* entre o número de ovos de nematódeos por grama de fezes (OPG) e o ganho de peso<sup>1</sup> ou peso corporal<sup>2</sup> em ovinos

País	Raça	Infecção com	Coefficientes de correlação	Referências
Nova Zelândia	Romney <sup>1</sup>	Várias espécies, <i>Trichostrongylus</i> spp. predominava	-0,07* -0,48**	Bisset et al. (1992)
Polônia	Polish Long-wool <sup>1</sup>	<i>O. circumcincta</i> e <i>H. contortus</i>	-0,15* -0,61**	Boiux et al. (1998)
Austrália	Merino <sup>2</sup>	<i>H. contortus</i> , <i>T. colubriformis</i> ou infecções naturais mistas	-0,20**	Eady et al. (1998)
Escócia	Scottish Blackface <sup>1</sup>	<i>O. circumcincta</i>	-0,10* -0,27**	Bishop & Stear (1999)

### A RESPOSTA IMUNOLÓGICA COMO CAUSA DE PREJUÍZO

O mecanismo imunológico que causa tanto proteção quanto patologia é provavelmente similar, diferindo apenas na intensidade, duração e especificidade. O desenvolvimento de estratégias, com o objetivo de promover a resposta imunológica contra os parasitas, também devem levar em

consideração o potencial de exacerbar negativamente os efeitos imunopatológicos da infecção (Meeusen, 1999).

A reação inflamatória, desencadeada na mucosa pela presença de parasitas, causa contração da musculatura lisa, vasodilatação, aumento da secreção de muco e lesões vasculares e epiteliais, podendo causar também má absorção de nutrientes e diarreia (Meeusen, 1999). As fezes diarreicas, muitas vezes, aderem-se na região posterior do animal causando prejuízo à qualidade da lã. Este problema foi extensamente documentado em ovinos Merino parasitados por *Ostertagia* spp. e *Trichostrongylus* spp. na Austrália (Larsen et al., 1994; Larsen et al., 1995).

Larsen et al. (1995) chamaram a atenção para o fato de que a seleção de linhagens de ovinos resistentes aos nematódeos gastrintestinais, com base em contagens de OPG, pode também, inadvertidamente, selecionar animais mais predispostos a terem diarreia, já que estes apresentam maior reação de hipersensibilidade às larvas infectantes. Conseqüentemente, haveria prejuízo à produção de lã. Nessas situações, a seleção dos animais deve levar em consideração não apenas a resistência às infecções, mas também, a predisposição dos animais a apresentarem diarreia. Esta característica pode ser avaliada por meio de escores que estimam a quantidade e a área da região posterior com fezes aderidas à lã (Larsen et al., 1994).

Outro exemplo de resposta imunológica associada a danos na parede intestinal ocorre nas infecções por *Oesophagostomum* spp. Em ovinos, previamente sensibilizados, formam-se nódulos caseosos ao redor das larvas histotróficas de quarto estágio presentes no intestino delgado e no intestino grosso (Dash, 1973).

Estudos realizados em ovinos Romney selecionados para contagens elevadas ou baixas de OPG, na Nova Zelândia, demonstraram que o rebanho selecionado para resistência não apresentou produtividade superior à dos animais susceptíveis. Na realidade, os resistentes apresentaram ganho de peso menor, menor produção de lã e maior quantidade de fezes aderida à região posterior do que ovinos da linhagem susceptível. É importante ressaltar que os animais apresentavam-se infectados majoritariamente por *T. colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus* e *O. circumcincta* (Morris et al., 2000).

É interessante salientar que a severidade da diarreia nos ovinos adultos decresce após os dois anos de idade, sugerindo que os diferentes componentes efetores da resposta imune podem atingir equilíbrio, o que resulta em reação protetora e não em patologia (Meeusen, 1999). A seleção de ovinos para a resistência em uma idade precoce, após poucas infecções, pode ter como conseqüência a seleção de animais com resposta extrema de apenas um dos braços da complexa rede imunológica (Meeusen, 1999). As estratégias de seleção para a resistência devem levar em consideração, não apenas a redução dos valores de OPG, mas também a combinação de vários tratamentos de produtividade e de escores relacionados à diarreia (Morris et al., 2000).

### **SELEÇÃO PARA RESISTÊNCIA OU TOLERÂNCIA?**

Em resposta às infecções por nematódeos gastrintestinais, os animais podem apresentar resistência ou tolerância (resiliência). No caso da resistência, a resposta imunológica limita o estabelecimento do parasita. No caso da tolerância, os animais são capazes de “conviver” com os parasitas com redução mínima da produtividade (Alberts et al., 1987). Devido às grandes perdas de sangue que ocorrem nas infecções por *H. contortus* em ovinos, supõe-se que nem mesmo o mais tolerante animal seria capaz de sobreviver por muito tempo quando exposto a infecções pesadas com esta espécie. Portanto, não há dúvidas de que, neste caso, a resistência é a característica mais importante do ponto de vista zootécnico, pois impõe limites ao estabelecimento do parasita. Conforme afirmou Le Jambre (1995), selecionar ovinos resilientes no caso das infecções por *H. contortus*, seria o mesmo que selecionar animais capazes de viver com “open-ended arteries”, ou seja, com hemorragia permanente.

O mesmo vale para as infecções por *O. columbianum*. Neste caso, a resposta imunológica do hospedeiro, ao impedir o estabelecimento das larvas infectantes na mucosa intestinal, preveniria a formação de nódulos intestinais, os quais se constituem na principal alteração patológica causada por esta espécie de nematódeo (Amarante et al., 2004).

Por outro lado, na infecção causada por alguns parasitas, tais como *Trichostrongylus* e *Ostertagia*, parte da síndrome da doença pode ser atribuída à hipersensibilidade provocada pelas larvas infectantes. Neste caso, hospedeiros com tolerância apresentariam uma resposta menor e seriam menos inclinados a apresentarem a doença (Le Jambre, 1995).

Como *H. contortus* é o principal nematódeo parasita de ovinos nas condições ambientais brasileiras, sugere-se que os esforços de seleção de ovinos sejam direcionados, prioritariamente, contra esta espécie e que esta seleção seja direcionada para a resistência e não para a tolerância.

Dois fatores têm influência na resposta produzida pelo hospedeiro contra os nematódeos. O primeiro, como visto anteriormente, é intrínseco e regulado geneticamente. Já o segundo é ambiental, depende especialmente da qualidade da dieta fornecida aos animais. Ovinos mantidos em boas condições nutricionais, especialmente os que recebem níveis elevados de proteína na dieta, apresentam maior resistência contra as infecções por nematódeos gastrintestinais (Knox & Steel, 1996; Bricarello et al., 2003). Além disto, é necessário ressaltar que a principal consequência da criação de ovinos resistentes é verificada na epidemiologia das infecções por nematódeos gastrintestinais. Observa-se que a elevação sazonal da carga parasitária dos animais resistentes é grandemente reduzida. Como consequência desse fato, ocorre redução ainda mais acentuada da contaminação das pastagens por larvas infectantes (Barger, 1989; Bishop & Stear, 1999) o que diminui a exposição dos animais aos parasitas e possibilita aumento da produtividade.

Com a implantação de programas de nutrição e melhoramento genético, é possível que a criação de ruminantes no Brasil se torne progressivamente menos dependente da utilização de drogas antiparasitárias para o controle das infecções helmínticas. Com isso, a utilização de animais geneticamente resistentes pode permitir a redução na frequência dos tratamentos anti-helmínticos que, além de propiciar economia para o criador, permite reduzir a velocidade no surgimento de populações de nematódeos resistentes aos anti-helmínticos.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARANTE, A.F.T., AMARANTE, M.R.V. Breeding sheep for resistance to nematode infections. **Journal of Animal Veterinary Advances**, v.2, n.3, p.147-161, 2003.
- AMARANTE, A.F.T.; BARBOSA, M.A.; OLIVEIRA, M.R. et al. Eliminação de ovos de nematódeos gastrintestinais por ovelhas de quatro raças durante diferentes fases reprodutivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, p.47-51, 1992.
- AMARANTE, A.F.T.; BRICARELLO, P.A.; ROCHA, R.A. et al. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France lambs to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. **Veterinary Parasitology**, v.120, p.91-106, 2004.
- AMARANTE, A.F.T.; CRAIG, T.M.; RAMSEY, W.S. et al. Nematode burdens and cellular responses in the abomasal mucosa and blood of Florida Native, Rambouillet and crossbreed lambs. **Veterinary Parasitology**, v.80, p.311-324, 1999a.
- AMARANTE, A.F.T.; CRAIG, T.M.; EL-SAYED, N.M. et al. Comparison of naturally acquired parasite burdens among Florida Native, Rambouillet and crossbreed ewes. **Veterinary Parasitology**, v.85, p.61-69, 1999b.
- AMARANTE, A.F.T.; GODOY, W.A.C.; BARBOSA, M.A. Nematode egg counts, packed cell volume and body weight as parameters to identify sheep resistant and susceptible to infections by gastrointestinal nematodes. **Ars Veterinária**, v.14, p.331-339, 1998.
- ALBERTS, G.A.A.; GRAY, G.D.; PIPER, L.R. et al. The genetic resistance and resiliense to *Haemonchus contortus* infection in young Merino sheep. **International Journal for Parasitology**, v.17, p.1355-1363, 1987.
- ALTAIF, K.I.; DARGIE, J.D. Genetic resistance to helminths. The influence of breed and haemoglobin type on the response of sheep to re-infection with *Haemonchus contortus*. **Parasitology**, v.77, p.177-187, 1978.
- BAHIRATHAN, M.; MILLER, J.E.; BARRAS, S.R. et al. Susceptibility of Suffolk and Gulf Coast Native suckling lambs to naturally acquired strongylate nematode infection. **Veterinary Parasitology**, v.65, p.259-268, 1996.
- BAKER, R.L.; MWAMACHI, D.M.; AUDHO, J.O. et al. Genetic resistance to gastro-intestinal nematode parasites in Red Maasai, Dorper and Red Maasai x Dorper ewes in the sub-humid tropics. **Animal Science**, v.69, p.335-344, 1999.
- BALIC, A., BOWLES, V.M., MEEUSEN, E.N.T. The immunobiology of gastrointestinal nematode infections in ruminants. **Advances in Parasitology**, v.45, p.181-241, 2000.
- BARGER, I.A. The statistical distribution of trichostrongylid nematodes in grazing lambs. **International Journal for Parasitology**, v.15, p.645-649, 1985.



- BARGER, I.A. Genetic resistance of hosts and its influence on epidemiology. **Veterinary Parasitology**, v.32, p.21-35, 1989.
- BEH, K.J.; HULME, D.J.; CALLAGHAN, M.J. et al. A genome scan for quantitative trait loci affecting resistance to *Trichostrongylus colubriformis* in sheep. **Animal Genetics**, v.33, p.97-106, 2002.
- BISHOP, S.C.; BAIRDEN, K.; McKELLAR, Q.A. et al. Genetic parameters for faecal egg count following mixed, natural, predominantly *Ostertagia circumcincta* infection and relationships with live weight in young lambs. **Animal Science**, v.63, p.423-428, 1996.
- BISHOP, S.C.; STEAR, M.J. Genetic and epidemiological relationships between productivity and disease resistance: gastro-intestinal parasite infection in growing lambs. **Animal Science**, v.69, p.515-524, 1999.
- BISSET, S.A.; VLASSOFF, A.; MORRIS, C.A. et al. Heritability of and genetic correlations among faecal egg counts and productivity traits in Romney sheep. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.35, p.51-58, 1992.
- BOUIX, J.; KRUPINSKI, J.; REZEPECKI, R. et al. Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Polish long-wool sheep. **International Journal for Parasitology**, v.28, p.1797-1804, 1998.
- BRICARELLO, P.A.; AMARANTE, A.F.T.; HOUDIJK, J.G.M. et al. Influence of dietary supply on resistance to infection with *Haemonchus contortus* in Ile de France and Santa Ines lambs. In: THE BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 2003, York. **Proceedings...York: BSAS, 2003. p. 93.**
- BRICARELLO, P.A.; GENNARI, S.M.; OLIVEIRA-SEQUEIRA, T.C.G. et al. Worm burden and immunological responses in Corriedale and Crioula Lanada sheep following natural infection with *Haemonchus contortus*. **Small Ruminant Research**, v.51, p.75-83, 2004.
- BUENO, M.S.; CUNHA, E.A.; VERÍSSIMO, C.J. et al. Infección por nematodos em razas de ovelhas carnicas criadas intensivamente em la região del sudeste del Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.51, p.273-280, 2002.
- COSTA, C.A.; VIEIRA, L.D.; BERNE, M.E. et al. Variability of resistance in goats infected with *Haemonchus contortus* in Brazil. **Veterinary Parasitology**, v.88, p.153-158, 2000.
- COURTNEY, C.H.; PARKER, C.F.; McCLURE, K.E. et al. A comparison of the periparturient rise in fecal egg counts of exotic and domestic ewes. **International Journal for Parasitology**, v.14, p. 377-381, 1984.
- COURTNEY, C.H.; PARKER, C.F.; McCLURE, K.E. Resistance of exotic and domestic lambs to experimental infection with *Haemonchus contortus*. **International Journal for Parasitology**, v.15, p.101-109, 1985.
- DASH, K.M. The life cycle of *Oesophagostomum columbianum* (Curtice, 1890) in sheep. **International Journal for Parasitology**, v.3, p.843-851, 1973.
- EADY, S.J.; WOOLASTON, R.R.; LEWER, R.P. et al. Resistance to nematode parasites in Merino sheep: correlation with production traits. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.49, p.1201-1211, 1998.
- GRUNER, I.; BOUIX, J.; CABARET, J. et al. Effect of genetic type, lactation and management on helminth infection of ewes in an intensive grazing system on irrigated pasture. **International Journal for Parasitology**, v.22, p.919-925, 1992.
- GAMBLE, H.R.; ZAJAC, A.M. Resistance of St. Croix lambs to *Haemonchus contortus* in experimentally and naturally acquired infections. **Veterinary Parasitology**, v.41, p.211-225, 1992.
- GASBARRE, L.C.; LEIGHTON, E.A.; SONSTEGARD, T. Role of the bovine immune system and genome in resistance to gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v.98, p.51-64, 2001.
- JARDIM, W.R. **Os ovinos**. 4 ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1987. 193p.





- 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, p.963-970, 1996.
- LARSEN, J.W.A.; ANDERSON, N.; VIZARD, A.L. et al. Diarrhoea in Merino ewes during winter: association with trichostrongylid larvae. **Australian Veterinary Journal**, v.71, p.365-372, 1994.
- LARSEN, J.W.A.; VIZARD, A.L.; ANDERSON, N. Role of larval nematode infection in lamb diarrhoea. **The Veterinary Record**, v.137, p.572, 1995.
- Le JAMBRE, L.F. Relationship of blood loss to worm numbers, biomass and egg production in *Haemonchus contortus* infected sheep. **International Journal for Parasitology**, v.25, p.269-273, 1995.
- LI, Y.; MILLER, J.E.; FRANKE, D.E. Epidemiological observations and heterosis analysis of gastrointestinal nematode parasitism in Suffolk, Gulf Coast Native, and crossbred lambs. **Veterinary Parasitology**, v.98, p.273-283, 2001.
- MANDONNET, N.; AUMONT, G.; FLEURY, J. et al. Assessment of genetic variability of resistance to gastrointestinal nematode parasites in Creole goats in the humid tropics. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1706-1712, 2001.
- MANSFIELD, L.S.; GAMBLE, H.R. Alveolar mastocytosis and eosinophilia in lambs with naturally acquired nematode infections of *Protostrongylus rufescens* and *Haemonchus contortus*. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v.49, p.251-262, 1995.
- MEEUSEN, E.N.T. Immunology of helminth infections, with special reference to immunopathology. **Veterinary Parasitology**, v.84, p.259-273, 1999.
- MORAES, F.R., THOMAZ-SOCCOL, V., ROSSI JUNIOR, P. et al. Susceptibilidade de ovinos das raças Suffolk e Santa Inês à infecção natural por tricostrongilídeos. **Archives of Veterinary Science**, v.6, p.63-69, 2000.
- MORRIS, C.A.; VLASSOF, A.; BISSET, S.A. et al. Continued selection of Romney sheep for resistance or susceptibility to nematode infection: estimates of direct and correlated responses. **Animal Science**, v.70, p.17-27, 2000.
- MUGAMBI, J.M.; BAKER, R.L.; AUDHO, J.O. et al. Comparative resistance to *Haemonchus* parasites, productivity and efficiency of Red Maasai and Dorper sheep in a sub-humid and a semi-arid environment in Kenya. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE WORLD ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF VETERINARY PARASITOLOGY, 19, New Orleans. **Anais...New Orleans: World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology**, 2003. p.245.
- MUGAMBI, J.M.; WANYANGU, S.W.; BAIN, R.K. et al. Response of Dorper and red Maasai lambs to trickle *Haemonchus contortus* infections. **Research in Veterinary Science**, v.61, p.218-221, 1996.
- MUGAMBI, J.M.; BAIN, R.K.; WANYANGU, S.W. et al. Resistance of four sheep breeds to natural and subsequent artificial *Haemonchus contortus* infection. **Veterinary Parasitology**, v.69, p.265-273, 1997.
- PRALOMKARN, W.; PANDEY, V.S.; NGAMPONGSAI, W. et al. Genetic resistance of three genotypes of goats to experimental infection with *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v.68, p.79-90, 1997.
- PRESTON, J.M.; ALLONBY, E.W. The influence of breed on the susceptibility of sheep to *Haemonchus contortus* infection in Kenya. **Research in Veterinary Science**, v.26, p.134-139, 1979.
- ROCHA, R.A.; AMARANTE, A.F.T.; BRICARELLO, P.A. Influence of reproduction status on susceptibility of Santa Inês and Ile de France ewes to nematode parasitism. **Small Ruminant Research**, no prelo, disponível em [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), 2004.
- SRÉTER, T.; KASSAI, T.; TAKÁCS, E. The heritability and specificity of responsiveness to infection with *Haemonchus contortus* in sheep. **International Journal for Parasitology**, v.24, p.871-876, 1994.



## V Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal

---

- STEAR, M.J.; MURRAY, M. Genetic resistance to parasitic disease: particularly of resistance in ruminants to gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v.54, p.161-176, 1994.
- STEAR, M.J.; BAIRDEN, K.; BISHOP, S.C. et al. The processes influencing the distribution of parasitic nematodes among naturally infected lambs. **Parasitology**, v.117, p.165-171, 1998.
- VANIMISETTI, H.B.; GREINER, S.P.; ZAJAC, A.M. et al. Performance of hair sheep composite breeds: resistance of lambs to *Haemonchus contortus*. **Journal of Animal Science**, v.82, p.595-604, 2004.
- WANYANGU, S.W.; MUGAMBI, J.M.; BAIN, R.K. et al. Response of Dorper and red Maasai lambs to trickle *Haemonchus contortus* infections. **Research in Veterinary Science**, v.61, p.218-221, 1997.
- WILLIAMSON, J.F.; BLAIR, H.T.; GARRICK, D.J. et al. Parasitism and production in fleece-weight-selected and control sheep. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.38, p.381-387, 1995a.
- WILLIAMSON, J.F.; BLAIR, H.T.; GARRICK, D.J. et al. Parasitological characteristics of fleece-weight-selected and control sheep. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.38, p.389-397, 1995b.
- WOOLASTON, R.R.; ELWIN, R.L.; BARGER, I.A. No adaptation of *Haemonchus contortus* to genetically resistant sheep. **International Journal for Parasitology**, v.22, p.377-380, 1992.
- YAZWINSKI, T.A.; GOODE, L.; MONCOL, D.J. et al. Parasite resistance in straightbred and crossbred Barbados Blackbelly sheep. **Journal of Animal Science**, v.49, p.919-926, 1979.
- ZAJAC, A.M.; HERD, R.P.; McCLURE, K.E. Trichostrongylid parasite populations in pregnant or lactating and unmated Florida Native and Dorset/Rambouillet ewes. **International Journal for Parasitology**, v.18, p. 981-985, 1988.