

Prós e contra da resistência genética dos ovinos aos helmintos gastrintestinais



ISSN 1982-5390

Outubro, 2008

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa de Pecuária dos Campos Sulbrasilieiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 79

Prós e contra da resistência genética dos ovinos aos helmintos gastrointestinais

Magda Vieira Benavides

Embrapa Pecuária Sul
Bagé, RS
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sul

BR 153, km 603 - Caixa Postal 242

96401-970 - Bagé, RS

Fone/Fax: (0XX53) 3242-8499

<http://www.cppsul.embrapa.br>

sac@cppsul.embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Pecuária Sul

Presidente: Alexandre Varella

Secretário-Executivo: Ana Maria Sastre Sacco

Membros: Eduardo Salomoni, Eliara Freire Quincozes,

Graciela Olivella Oliveira, João Batista Beltrão Marques, Magda Vieira Benavides,

Naylor Bastiani Perez

Supervisor editorial: Comitê Local de Publicações - Embrapa Pecuária Sul

Revisor de Texto: Comitê Local de Publicações - Embrapa Pecuária Sul

Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira

Tratamento de ilustrações: Kellen Pohlmann

Editoração eletrônica: Kellen Pohlmann

1ª edição (2008)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Pecuária Sul**

Benavides, Magda Vieira

Prós e contra da resistência genética dos ovinos aos helmintos gastrintestinais / Magda Vieira Benavides. _ Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008.

(Documentos / Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390 ; 79)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso:

< <http://www.cppsul.embrapa.br/unidade/publicacoes:list/194> >

Título da página Web (acesso em 21 dez. 2008)

1. Ovino. 2. Helminto gastrintestinal. 3. Verminose. I. Título.
II. Série.

CDD 636.30896962

Autor

Magda Vieira Benavides

Zootecnista, Dr., Pesquisadora da Embrapa
Pecuária Sul, Caixa Postal 242, BR 153 Km 603,
CEP 96401-970, Bagé, RS
e-mail: mbenavid@cppsul.embrapa.br

Sumário

Prós e contra da resistência genética dos ovinos aos helmintos gastrintestinais.....	8
É possível selecionar ovinos mais resistentes às parasitoses dentro do próprio rebanho.....	11
Fenótipos.....	12
A seleção por OPG permite respostas favoráveis à obtenção de ovinos mais resistentes aos parasitos gastrintestinais.....	13
Tipos de desafio.....	14
Correlação da seleção por OPG com características produtivas.....	14
Programas de seleção.....	15
Desafio de campo.....	16
Referências.....	18

Anexos

Fig. 1. Dados epidemiológicos da região de Bagé 1976/1979, adaptado de Pinheiro et al. (1987).....	29
Fig. 2. Ganhos anuais acumulados no programa de seleção de ovinos contra <i>Haemonchus contortus</i> do CSIRO, adaptado de Woolaston (1990).....	30
Fig. 3. Desempenho de OPG de ovelhas de cria 'resistentes', 'controle' (sem seleção), 'susceptíveis' durante o parto, adaptado de Woolaston (1992).....	31
Fig. 4. Médias de OPG durante os três desafios, precedidos de dosificações (seringas). Coletas semanais em 10% dos animais do rebanho, coletas individuais (luvas). Tempo em semanas nos meses de fevereiro, março e abril (BENAVIDES et al., 2007).....	31
Fig. 5. Variação de OPG de cordeiros após desafio e o potencial de contaminação dos animais mais susceptíveis.....	32

Tabela 1. Correlações genéticas do OPG com peso de velo sujo (PVS), peso de velo limpo (PVL), diâmetro médio de fibra (DMF) e peso vivo adulto (PVA). Ovinos com OPG baixo são mais resistentes..... 32

Prós e contra da resistência genética dos ovinos aos helmintos gastrintestinais

Magda Vieira Benavides

Prós e contra da resistência genética dos ovinos aos helmintos gastrintestinais

As helmintoses são limitantes da produção ovina a nível mundial. Infecções por helmintos gastrintestinais causam significativas perdas de peso (49%), de crescimento de lã (23%) (JOHNSTONE, 1978) e atrasos no desenvolvimento corporal dos ovinos, sendo que em casos mais extremos pode levar a óbito (SIMPSON, 2000). Considerando os últimos dados epidemiológicos na região de Bagé (Fig. 1); (PINHEIRO et al., 1987) é possível observar os gêneros de parasitos de maior freqüência na região: *Haemonchus* sp., *Teladorsagia (Ostertagia)* sp. e *Trichostrongylus* sp. Dentre estes, o parasito *H. contortus* é o mais freqüente nas áreas de pastejo (exceto nos meses de julho a outubro) e o que contribui com a maioria das larvas presentes nos ovinos. Os helmintos do gênero *Haemonchus* pertencem à família Trichostrongylidae e são parasitos do abomaso de ruminantes preferencialmente criados em regiões tropicais e subtropicais. Possui hábito hematófago e causa anemia, elevados danos produtivos e óbitos em rebanhos de zonas tropicais e subtropicais (SIMPSON, 2000). Este gênero também se destaca por sua patogenicidade e elevado potencial biótico de suas espécies (DUNN,

1978).

Os métodos de controle da verminose ovina estão baseados, quase que exclusivamente, no uso de produtos anti-helmínticos. No entanto, o crescente problema da resistência dos parasitos a estes medicamentos (WALLER, 1991) tem limitado o correto controle parasitário dos rebanhos ovinos. Além deste fator, as necessidades de tornar os sistemas de produção mais sustentáveis e de gerar produtos de origem animal livres de resíduos químicos têm estimulado a busca de métodos alternativos para o controle sanitário dos ovinos.

Algumas das alternativas estudadas pela pesquisa e adotadas, em maior ou menor grau, por produtores rurais de vários países são:

- a alocação de categorias bovinas e ovinas com diferentes susceptibilidades (bovinos jovens e ovelhas adultas ou vice-versa) aliada à descontaminação de áreas de pastejo através de diferimento nos meses de maior incidência de luz solar e a rotação de áreas de pastejo (BARGER, 1978),
- uso de fungos nematófagos (LARSEN et al., 1998; LARSEN, 2000; WAGHORN et al., 2003),
- suplementação protéica (COOP; HOLMES, 1996),
- administração de taninos condensados (NIEZEN et al., 1998a, 1998b, 2002a, 2002b; ATHANASIADOU et al., 2001; HOSTE et al., 2006),
- dosificações estratégicas, baseadas em exames de OPG ou no método Famacha (VAN WYK; BATH, 2002), ou ainda
- seleção de ovinos mais resistentes às helmintoses.

A seleção de indivíduos mais resistentes às infecções por helmintos gastrintestinais está sustentada por estudos que identificaram variações na habilidade de animais entre raças, entre linhagens e dentro de linhagens resistirem a estas infecções.

Os primeiros trabalhos sobre este tema foram publicados em 1932 e mais tarde em 1958, mas o assunto só voltou a receber importância na década de 70 com a seleção de linhas divergentes para a resistência dos ovinos, para alto e para baixo OPG, por Le Jambre e Piper na Austrália e por Baker na Nova Zelândia. Paralelamente se seguiram os relatos de Knight et al. (1973), Preston e Allonby (1978, 1979) e mais tarde os de Courtney et al. (1984), Osinowo e Abubakar (1989), Smith (1989) e Gamble e Zajac (1992) sobre a maior resistência de raças ovinas frente às infecções parasitárias quando comparadas com as raças criadas comercialmente para a produção de lã e de carne.

Raças ovinas como as Barbados Blackbelly, Navajo, Florida Native e St Croix (KNIGHT et al., 1973; COURTNEY et al., 1984; GAMBLE; ZAJAC, 1992) e Red Maasai (PRESTON; ALLONBY, 1978, 1979) demonstram maior resistência ao *H. contortus* quando comparadas com raças de ovinos produtoras de lã ou duplo propósito manejadas no mesmo ambiente. A raça africana ovina Djallonké também mostrou uma maior resistência frente às infecções por helmintos e por *Trypanosoma* sp. (OSINOWO; ABUBAKAR, 1989; SMITH, 1989). A raça Crioula Lanada, naturalizada no Sul do Brasil desde o século 17, mostrou também OPG significativamente menor quando comparada a ovinos da raça Corriedale após infecção artificial com *H. contortus* (BRICARELLO et al., 2002). No entanto estudos de comparação de raças usando um pequeno número de animais são discutíveis. É necessário que os animais experimentais sejam representativos das mesmas, em grupos suficientemente grandes para permitir inferências sobre a variabilidade dentro da raça, sempre descartando animais aparentados. Por outro lado, é indiscutível que estas raças, consideradas adaptadas ao ambiente onde são criadas, possam ter evoluído paralelamente com os parasitos em condições de umidade e temperatura elevadas - ou seja, em áreas de altas cargas parasitárias.

A diferença de resistência a helmintos gastrintestinais entre raças, apesar de relevante, não tem tido impacto em programas de formação de raças sintéticas ovinas, pois as raças de maior resistência aos helmintos muitas vezes não são selecionadas para a produção de carne ou de lã. Desta forma, a variabilidade genética para a resistência, entre animais de mesma raça, passou a ser estudada (ALBERS; GRAY, 1986; WOOLASTON; BAKER, 1996), a fim de ser facilmente adotada pelos produtores.

É possível selecionar ovinos mais resistentes às parasitoses dentro do próprio rebanho?

É possível observar animais que apresentam baixo OPG ao longo do ano, enquanto seus contemporâneos (animais de mesma idade e criados na mesma área de campo) apresentam alta carga parasitária, indicando variabilidade genética entre animais dentro do rebanho. A maior variação de OPG se encontra entre pais dentro de rebanhos (22%), seguida de entre linhagens (1%) e entre rebanhos (3,5%) (EADY et al., 1996). Isto indica que um plantel não é mais resistente do que outro, a menos que haja seleção para baixo OPG, e que é possível melhorar a resistência às infecções parasitárias através de seleção dentro do próprio rebanho.

A carga parasitária de um indivíduo só pode ser medida na necropsia através da contagem de helmintos presentes no trato gastrintestinal. Como esta característica não pode ser usada como critério de seleção, caracteres indiretos, altamente correlacionados à carga parasitária, devem ser utilizados. Indicadores fisiológicos como níveis de eosinófilos circulantes no sangue (WOOLASTON et al., 1996), volume globular - medida do grau de anemia causada por parasitos hematófagos como o *H. contortus* - (WOOLASTON; PIPER, 1996), níveis de anticorpos de IgA (STEAR et al., 1999) e IgG, (DOUCH et al., 1995) e determinação da contagem de ovos por grama de fezes (OPG); (GORDON; WHITLOCK, 1939) foram avaliados como critérios de seleção para medida de resistência. A grande maioria dos trabalhos de literatura e dos programas de seleção ovina utiliza o OPG como critério indireto de seleção. O OPG tem vantagens como alta variabilidade (coeficiente de variação > 100%), facilidade para a colheita de fezes, análise laboratorial e familiaridade do produtor com os resultados, uma vez que muitos utilizam esta técnica para seus programas de controle de verminose nas propriedades. As desvantagens do OPG estão na (1) irregularidade da passagem de ovos dos parasitos pelo trato digestivo dos animais, fazendo com que muitas vezes a amostra de fezes apresente resultados 'falso-negativo' quando na realidade o animal está infectado e (2) dependência de condições climáticas para um bom desafio de campo, uma vez que estas são determinantes na sobrevivência dos parasitos no pasto (95% dos ovos e larvas estão no pasto) e (3) obrigatoriedade dos animais jovens serem expostos à infecção e conseqüente perda de peso para ser possível conhecer seu fenótipo. No entanto esta é a metodologia padrão utilizada por outros

grupos de pesquisa para a seleção de animais resistentes enquanto marcadores moleculares associados com resistência a endoparasitos não sejam conhecidos.

Fenótipos. Os ovinos apresentam três tipos diferentes de comportamento frente às infecções parasitárias de acordo com Woolaston e Baker (1996):

- (a) resistentes. A habilidade do indivíduo de suprimir o estabelecimento dos parasitos ou até mesmo de expulsar naturalmente as larvas;
- (b) resilientes. Capacidade do hospedeiro de manter os níveis de produção mesmo sob infecção parasitária, e
- (c) susceptíveis. Inabilidade do indivíduo em controlar a infecção parasitária e de apresentar perdas de produção.

A maneira como os ovinos geneticamente mais resistentes modulam os níveis de OPG tem sido estudada por Stear et al. (1996, 1999) onde observaram que este animais controlavam o crescimento dos parasitos (*T. circumcincta*), mas não o número deles. Os altos níveis de IgA específicos para larvas L4 de *T. circumcincta* determinam larvas com menor comprimento (STEAR et al., 1999) e de menor fecundidade (STEAR et al., 1997), uma vez que a fecundidade está altamente correlacionada com o comprimento das larvas. O número de células especializadas na resposta imune da mucosa abomasal também é modulado pelo genótipo de animais mais resistentes uma vez que, durante a infecção, há um aumento do número de eosinófilos em ovinos oriundos de seleção por baixo OPG (DAWKINS et al., 1989; BISSET et al., 1996) e de mastócitos (BISSET et al., 1996). Além de níveis sorológicos mais altos de anticorpos específicos como IgG₁ e IgM para L₃ e adultos de *T. colubriformis* nos ovinos resistentes (BISSET et al., 1996).

A classificação de ovinos como resistentes ou susceptíveis é facilmente observada através do OPG após os desafios. No entanto, a identificação de ovinos resilientes depende de uma comparação da produção de cada animal na fase sem vs. com infecção parasitária para a correta identificação deste fenótipo. A estimativa de herdabilidade da resiliência é de

0,09 ± 0,07 (ALBERS et al., 1987) enquanto que as estimativas de herdabilidade do OPG variam de 0,14 a 0,44 (PIPER, 1987; WATSON et al., 1986; BAKER et al., 1991; McEWAN et al., 1992; BISHOP et al., 1996). Valores que permitem baixo a moderado progresso genético.

Embora os produtores argumentem que selecionando por resiliência é possível selecionar os animais simultaneamente por produção e minimizar perdas por infecção, as baixas herdabilidades deste tipo de mensuração são limitante para um programa de melhoramento de sucesso. Não obstante, o grande argumento contra a seleção por resiliência se deve a que selecionando hospedeiros mais resilientes, o rebanho não se beneficiaria da gradual descontaminação do campo pastejado por estes animais. Foi demonstrado que a seleção de animais mais resistentes reduz o estabelecimento de larvas no hospedeiro e causa, a longo prazo, um efeito benéfico na epidemiologia dos parasitos com redução do número de ovos liberados no ambiente por estes animais (EADY et al., 1997; BISSET et al., 1997).

A seleção por OPG permite respostas favoráveis à obtenção de ovinos mais resistentes aos parasitos gastrintestinais. A resposta obtida nos programas de seleção divergente por infecção artificial de *H. contortus* ('alto OPG' vs. 'baixo OPG') comparadas à linha 'controle' (sem seleção) pode ser avaliada através dos resultados de Woolaston et al. (1990) que, após quatro gerações observaram que a linha 'baixo OPG' apresentava OPG significativamente inferior ($p < 0,001$) quando comparada com as linhas 'controle' e 'alto OPG'. As médias de OPG para estas respectivas linhas foram de 2.730, 12.720 e 17.400, embora com reduzido número de animais na quarta geração (69 ovinos na linha 'alto OPG', 47 na linha 'baixo OPG' e 84 na linha 'controle'). Posteriormente, estes animais sofreram infecção artificial com *T. colubriformis* e os resultados mostraram a mesma tendência observada para *H. contortus*. As médias de OPG para *T. colubriformis* foram de 490, 840 e 1340. A partir do quarto ano de seleção foi possível observar uma tendência de queda no rebanho selecionado em comparação com o 'controle' (WOOLASTON; PIPER, 1996). Os resultados da seleção por baixo OPG podem ser vistos na Figura 2 onde mostra a queda de 61% no OPG dos animais selecionados por baixo OPG (ao longo de 10 anos de seleção), adaptado de Woolaston (1990), ou seja, também são esperadas reduções na contaminação do pasto por ovos e larvas de helmintos em função da seleção de animais

por baixo OPG.

Estudos de simulação mostram que é possível uma redução linear de OPG de 500 para 140 ao longo de 10 anos de seleção para baixo OPG, com uma redução gradual na quantidade de parasitos no pasto (BISHOP; STEAR, 1997), isto considerando um rebanho de 500 ovelhas (selecionadas ao acaso) acasaladas com 25 carneiros (selecionados por baixo OPG) e usados em um só acasalamento enquanto as fêmeas eram descartadas após cada uma atingir três parições. Ainda, os autores sugerem que se fêmeas suscetíveis também fossem descartadas do rebanho e/ou tratamentos antihelmínticos fossem aplicados, as reduções no OPG ao longo destes 10 anos seriam ainda maiores (BISHOP; STEAR, 1997). Outro modelo de simulação (BREEDING, 2009) estimou a redução do número anual de dosificações causada pela seleção de reprodutores para 'baixo OPG' e altos níveis de produção: redução de três para duas dosificações ao final de 16 anos de seleção, para uma no final de 18 anos e para zero no final de 20 anos de seleção.

Woolaston (1992) e Kahn et al. (2003) também demonstraram que ovelhas da linha resistente tinham o OPG reduzido em até 5 vezes quando na fase peri-parto, quando as fêmeas se encontram mais suscetíveis às parasitoses e conseqüentemente aumentam a exposição de suas progênies aos parasitos (Fig. 3).

Tipos de desafio. Os primeiros desafios foram realizados através de inoculação artificial de cepas de *H. contortus* e foi observado que os animais mais resistentes aos *H. contortus* também mostravam ser mais resistentes a *T. colubriformis* (WOOLASTON et al., 1990). A necessidade de grande número de larvas infectantes no momento do desafio e o trabalho meticuloso fez com que desafios naturais em áreas naturalmente infestadas fossem estudados para poder substituir os desafios artificiais. Uma alta correlação entre os resultados de desafio artificial vs. natural foi observada, assim, quando os programas de seleção iniciaram o uso de desafios a campo, as respostas passaram, na maioria das vezes, a ser resultado de infecções mistas de campo, embora seja proporcional ao parasito predominante no campo no momento do desafio.

Correlação da seleção por OPG com características produtivas. Uma dúvida freqüente é com relação ao comportamento das características produtivas quando o OPG é selecionado uma vez que é pouco provável que o OPG seja a única característica a ser considerada. As estimativas de correlação genética (r_g) são variáveis e algumas vezes contraditórias (Tabela 1), onde a seleção de ovinos Merino para baixo OPG provoca desde respostas favoráveis para peso corporal ($r_g = -0,8$) (BISHOP et al., 1996), passando por pequenas diminuições na produção de lã e peso vivo (ALBERS et al., 1987; WOOLASTON, 1990) até resultados desfavoráveis para a produção de lã em ovinos Romney (McEWAN et al., 1992). Os resultados contrastantes podem ser devido a comparação de raças distintas testadas em ambientes distintos.

Programas de seleção. Os programas de seleção por OPG iniciaram experimentalmente em 1978 na Austrália, através do desenvolvimento de linhas divergentes de seleção e comparação da produção e conseqüências advindas da seleção (linhas divergente de *H. contortus* e de *T. colubriformis* do CSIRO e o rebanho "Golden Ram" da UNE de Armidale), outros estabelecimentos comerciais iniciaram seu próprio programa de seleção até que em 1994 o Programa Nemesi do CSIRO foi criado e um dos propósitos era o de selecionar Merinos por baixo OPG, entre outras características econômicas. Ainda assim, somente 9,8% dos ovinocultores afiliados ao programa medem OPG (PIPER, 2008). Na Nova Zelândia, o programa WormFec foi iniciado em 1991, sendo que nos primeiros oito anos de atuação foram avaliados 28.000 cordeiros filhos de 820 carneiros (BREEDING..., 1999).

Atualmente, a seleção de animais resistentes às infecções parasitárias com base no OPG é realizada por vários programas de melhoramento genético ovino na Austrália (Nemesi, LambPlan), Nova Zelândia (WormFec) e, desde 1994 no Uruguai (através do SUL, INIA e da Sociedade de Criadores de Corriedale e mais tarde de Merino Australiano). Progênies de diferentes pais são testadas a cada ano, pais referência são usados para possibilitar a comparação entre as progênies em anos e rebanhos diferentes. A confiável identificação das progênies com os pais é imprescindível para uma correta identificação de pais resistentes.

Os programas de melhoramento genético têm mostrado vantagens na incorporação do OPG no processo de seleção, tanto para o aumento na frequência de animais resistentes como para a redução de recontaminação de áreas pastoreadas com ovinos. Se trata de uma alternativa que pode ser incorporada em um sistema de controle da verminose em conjunto com outras alternativas e com uso de anti-helmínticos.

Desafio de campo. A identificação de ovinos mais resistentes a parasitos gastrintestinais passa obrigatoriamente por 'desafios a campo'. Embora necessários, os desafios são prejudiciais aos animais que devem manter altas cargas parasitárias por, no mínimo, três meses no ano para que seja possível caracterizá-lo como resistente ou suscetível. No entanto, este procedimento será essencial até que tenhamos marcadores genéticos que identifiquem ovinos mais resistentes no rebanho.

O desafio de campo consiste em alocar animais em poteiros naturalmente infestados por ovos e larvas de helmintos gastrintestinais, o que geralmente ocorre em áreas onde há presença contínua de ovinos de categorias mais susceptíveis como cordeiros e ovelhas de cria na época do peri-parto (ARUNDEL; FORD, 1969; O'SULLIVAN; DONALD, 1970; WOOLASTON, 1992). São realizados três desafios sucessivos sendo que cada desafio consta de:

- uma dosificação para zerar o OPG de todos os indivíduos;
- coleta semanal de fezes em 10% do rebanho para monitorar OPG;
- coleta individual de fezes (animais com identificação individual) para OPG quando a média de OPG do grupo atinja 800;
- dosificação para zerar o OPG de todos os indivíduos (Fig. 4).

Em condições de Rio Grande do Sul, é comum observar intervalos de 30 dias entre cada desafio, desde que o início dos desafios seja em fevereiro. Caso o desafio se estenda a maio, o intervalo entre os desafios é dilatado para 60 dias.

A idade recomendável para a realização do desafio de campo é a de cordeiros desmamados ou de cordeiros entre 6 e 12 meses de idade. As estimativas de herdabilidade - o quanto da produção dos pais é repassada geneticamente aos filhos - diminuem quando desafios são feitos em cordeiros muito jovens (BISHOP et al., 1996; STEAR et al., 1999). Na fase pós-desmame os cordeiros já desenvolveram a resposta imune adquirida. No Sul do Brasil a parição ocorre no final do inverno e o desmame dos cordeiros no final da primavera/início do verão, desta forma a fase pós-desmame coincide com o período de maior prevalência de *H. contortus* (Fig. 1.), parasito que causa as maiores morbidades e mortalidades nos rebanhos e também proporciona aproximadamente seis meses para os cordeiros desenvolverem sua imunidade adquirida através da infecção a campo. Através dos resultados de desafio foi também possível observar que uma minoria do rebanho era responsável pela expulsão de um grande número de ovos (CASTELLS, 2002; BENAVIDES et al., 2007) (Fig. 5) e, portanto, o descarte destes animais contribuiria para a descontaminação de campo.

Desta forma, usando a metodologia de desafio de campo e auxílio de profissional veterinário e de laboratório de parasitologia, o produtor poderá selecionar os ovinos mais resistentes do seu rebanho.

Referências

ALBERS, G. A. A.; GRAY, G. D. Breeding for worm resistance: a perspective - quo vadit? INTERNATIONAL CONGRESS OF PARASITOLOGY, 6., 1986. **Proceedings...** Canberra: Australian Academy of Science, 1986. p. 559-566.

ALBERS, G. A. A.; GRAY, G. D.; PIPER, L. R.; BARKER, J. S. F.; LE JAMBRE, L. F.; BARGER, I. A. The genetics of resistance and resilience to *Haemonchus contortus* infection in young Merino sheep. **International Journal for Parasitology**, Oxford, v. 17, n. 7, p. 1355-1363, Oct. 1987.

ARUNDEL, J. H.; FORD, G. E. The use of a single anthelmintic treatment to control the post-parturient rise in faecal worm egg counts in sheep. **Australian Veterinary Journal**, Brunswick, v. 45, p. 89-93, 1969.

ATHANASIADOU, S.; KYRIAZAKIS, I.; JACKSON, F.; COOP, R. L. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 99, n. 3, p. 205-219, Aug. 2001.

BAKER, R. L.; WATSON, T. G.; BISSET, S. A.; VLASSOFF, A.; DOUCH, P. G. C. Breeding sheep in New Zealand for resistance to internal parasites: research results and commercial applications. In: GRAY, G. D.; WOOLASTON, R. R. **Breeding for disease resistance in sheep**. Melbourne: Australian Wool Corporation, 1991. p. 19-32.

BARGER, I. A. Grazing management and control of parasites in sheep. In: DONALD, A. D.; SOUTHCOFF, W. H.; DINEEN, J. K. **The epidemiology and control of gastrointestinal parasites of sheep in Australia**. Melbourne: CSIRO, 1978. p. 33.

BENAVIDES, M. V.; HASSUM, I. C.; BERNE, M. E. A.; SOUZA, C. J. H.; MORAES, J. C. F. **Varição individual de ovos de nematódeos gastrintestinais por grama de fezes (OPG) dentro de um rebanho ovino**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2007. 4 p. (Embrapa Pecuária Sul. Circular técnica, 32).

BISHOP, S. C.; BAIRDEN, K.; McKELLAR, Q. A.; PARK, M.; STEAR, M. J. Genetic parameters for faecal egg count following mixed, natural predominantly *Ostertagia circumcincta* infection and relationships with live weight in young lambs. **Animal Science**, Penicuik, v. 63, n. 3, p. 423-428, Dec.1996.

BISHOP, S. C.; STEAR, M. J. Modelling responses to selection for resistance to gastrointestinal parasites in sheep. **Animal Science**, Penicuik, v. 64, n. 3, p. 469-478, Jun. 1997.

BISSET, S. A.; VLASSOFF, A.; DOUCH, P. G. C.; JONAS, W. E.; WEST, C. J.; GREEN, R. S. Nematode burdens and immunological responses following natural challenge in Romney lambs selectively bred for low or high faecal worm egg count. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 61, n. 3-4, p. 249-263, Feb. 1996.

BISSET, S. A.; VLASSOFF, A.; WEST, C. J.; MORRISON, L. Epidemiology of nematodosis in Romney lambs selectively bred for resistance or susceptibility to nematode infection. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 70, n. 4, p. 255-269, Jul. 1997.

BREEDING sheep with resistance to nematode infection. Wellington: Meat New Zealand, 1999. 2 p. (Meat New Zealand. R&D Brief, 33). Disponível em:

<http://www.meatandwoolnz.co.nz/download_file.cfm/RD%5FBrief%5F33%2Epdf?id=280,f>. Acesso em: 12 fev. 2009.

BREEDING for worm resistance - a component of sustainable worm control. Armidale: CSIRO Livestock Industries, [s. d.]. 11 p. Disponível em:

<[http://ww_Hlt222553423w_Hlt222553423.csiro.a_Hlt222553444u_Hlt222553444/sustainable wormcontrol](http://ww_Hlt222553423w_Hlt222553423.csiro.a_Hlt222553444u_Hlt222553444/sustainable%20wormcontrol)>. Acesso em: 16 fev. 2009.

BRICARELLO, P. A.; GENNARI, S. M.; OLIVEIRA-SEQUEIRA, T. C. G.; VAZ, C. M. S. L.; GONÇALVES, I. G.; ECHEVARRIA, F. A. M. Response of Corriedale and Crioula Lanada sheep to artificial primary infection with *Haemonchus contortus*. **Veterinary Research Communications**, Amsterdam, v. 26, n. 6, p. 447-457, Aug. 2002.

CASTELLS, D. M. Nuevo enfoque en el control parasitario de ovinos. In: JORNADA TECNICA DE PARASITOSIS GASTRINTESTINALES DE LOS OVINOS, 2002, Durazno. **Parasitosis gastrointestinales de los ovinos: situación actual y avances de la investigación**. Durazno: INIA, 2002. 9 p.

CASTELLS, D. M. **Resistencia genética del ovino y su aplicación en sistemas de control integrado de parásitos**. Rome: FAO, 2003. 138 p.

COOP, R. L.; HOLMES, P. H. Nutrition and parasite interaction. **International Journal for Parasitology**, Oxford, v. 26, n. 8-9, p. 951-962, Aug./Sept. 1996.

COURTNEY, C. H.; PARKER, C. F.; McLURE, K. E.; HERD, R. P. A comparison of the periparturient rise in fecal egg counts of exotic and domestic ewes. **International Journal for Parasitology**, Oxford, v. 14, n. 4, p. 377-381, 1984.

DAWKINS, H. J. S.; WINDON, R. G.; EAGLESON, G. K. Eosinophil responses in sheep selected for high and low responsiveness to *Trichostrongylus colubriformis*. **International Journal for Parasitology**, Oxford, v. 19, n. 2, p. 199-205, 1989.

DOUCH, P. G. C.; GREEN, R. S.; MORRIS, C. A.; BISSET, S. A.; VLASSOFF, A.; BAKER, R. L.; WATSON, T. G.; HURFORD, A. P.; WHEELER, M. Genetic and phenotypic relationships among anti-*Trichostrongylus colubriformis* antibody level, faecal egg count and body weight traits in grazing Romney sheep. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 41, n. 2, p. 121-132, Feb. 1995.

DUNN, A. M. **Veterinary helminthology**. London: Heinemann Medical, 1978. 323 p.

EADY, S. J.; DOBSON, R. J.; BARNES, E. H. Impact of improved host resistance on worm control in Merinos - a computer simulation study. In: INTERNATIONAL CONGRESS FOR SHEEP VETERINARIANS, 4., 1997, Armidale. **Proceedings...** Indooroopilly: Australian Sheep Veterinary Society, 1997. p. 341-345.

EADY, S. J.; WOOLASTON, R. R.; MORTIMER, S. I.; LEWER, R. P.; RAADSMA, H. W.; SWAN, A. A.; PONZONI, R. W. Resistance to nematode parasites in Merino sheep: sources of genetic variation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 47, n. 6, p. 895-915, 1996.

EADY, S. J.; WOOLASTON, R. R.; LEWER, R. P.; RAADSMA, H. W.; SWAN, A. A.; PONZONI, R. W. Resistance to nematode parasites in Merino sheep: correlation with production traits. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 49, p. 1201-1211, 1998.

GAMBLE, H. R.; ZAJAC, A. M. Resistance of St Croix lambs to *Haemonchus contortus* in experimentally and naturally acquired infections. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 41, n. 3-4, p. 211-225, Mar. 1992.

GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. A new technique for counting nematode eggs in sheep feces. **Journal of the Council for Scientific and Industrial Research**, Melbourne, v. 12, p. 50-52, 1939.

HOSTE, H.; JACKSON, F.; ATHANASIADOU, S.; THAMSBORG, S. M.; HOSKIN, S. O. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. **Trends in Parasitology**, Oxford, v. 22, n. 6, p. 253-261, Jun. 2006.

JOHNSTONE, I. L. The comparative effect of parasites on liveweight and wool production in maturing Merino wethers in two environments. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, Armidale, v. 12, p. 273, 1978.

KAHN, L. P.; KNOX, M. R.; WALKDEN-BROWN, S. W.; LEA, J. M. Regulation of the resistance to nematode parasites of single- and twin-bearing Merino ewes through nutrition and genetic selection. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 114, n. 1, p. 15-31, May 2003.

Disponível em:

<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento_140.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2007.

KNIGHT, R. A.; VEGORS, H. H.; GLIMP, H. A. Effects of breed and date of birth of lambs on gastrointestinal nematode infections. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 34, n. 3, p. 323-327, 1973.

LARSEN, M. Prospects for controlling animal parasitic nematodes by predacious micro fungi. **Parasitology**, New York, v. 120, p. 121-131, 2000. Supplement S.

LARSEN, M.; FAEDO, M.; WALLER, P. J.; HENESSY, D. R. The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: studies with *Duddingtonia flagrans*. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 76, n. 1-2, p. 121-128, Mar. 1998.

McEWAN, J. C.; MASON, P.; BAKER, R. L.; CLARKE, J. N.; HICKEY, S. M.; TURNER, K. Effect of selection for productive traits on internal parasite resistance in sheep. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, Hamilton, v. 52, p. 53-56, 1992.

NIEZEN, J. H.; CHARLESTON, W. A.; ROBERTSON, H. A.; SHELTON, D.; WAGHORN, G. C.; GREEN, R. The effect of feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) or lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development of immunity to gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 105, n. 3, p. 229-245, May 2002a.

NIEZEN, J. H.; ROBERTSON, H. A.; WAGHORN, G. C.; CHARLESTON, W. A. Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 80, n. 1, p. 15-27, Dec. 1998a.

NIEZEN, J. H.; WAGHORN, G. C.; CHARLESTON, W. A. Establishment and fecundity of *Ostertagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis* in lambs fed lotus (*Lotus pedunculatus*) or perennial ryegrass. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 78, n. 1, p. 13-21, Jul. 1998b.

NIEZEN, J. H.; WAGHORN, G. C.; GRAHAM, T.; CARTER, J. L.; LEATHWICK, D. M. The effect of diet fed to lambs on subsequent development of *Trichostrongylus colubriformis* larvae in vitro and on pasture. **Veterinary Parasitology**, v. 105, n. 4, p. 269-283, May 2002b.

OSINOWO, O. A.; ABUBAKAR, B. Y. Appropriate breeding strategies for small ruminant production in West and Central Africa. In: WORKSHOP ON THE IMPROVEMENT OF SMALL RUMINANTS IN WEST AND CENTRAL AFRICA, 1989, Nairobi. **Improvement of small ruminants: proceedings...** Nairobi: Organization of African Unit, 1989. p. 71-84. Edited by K. O. Adeniji.

O'SULLIVAN, B. M.; DONALD, A. D. A field study of nematode parasite populations in the lactating ewe. **Parasitology**, New York, v. 61, n. 2, p. 301-315, Oct.1970.

PINHEIRO, A. C.; ECHEVARRIA, F. A. M.; BRANCO, F. P. J. A. Epidemiologia da helmintose ovina em Bagé (R.G.Sul - Brasil). In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Ovinos (Bagé, RS). **Coletânea das pesquisas**: medicina veterinária: parasitologia. Bagé, 1987. v. 5, t. 2. p. 263-270. (EMBRAPA- CNPO. Documentos, 3).

PIPER, L. R. Genetic variation in resistance to internal parasites. In: McQUIRK, B. W. **Merino improvement program in Australia**. Melbourne: Australia Wool Cooperation, 1987. p. 351-363.

PIPER, L. **Breeding for parasite resistance in sheep**: a clean green strategy now being adopted by Australian sheep breeders. Armidale: CSIRO Livestock Industries, [2008]. Apresentação PPT. Disponível em: <http://www.ansci.wisc.edu/facstaff/Faculty/pages/gianola/lrp_parasites.ppt>. Acesso em: 18 fev. 2009.

PRESTON, J. M.; ALLONBY, E. W. The influence of breed on the susceptibility of sheep and goats to a single experimental infection with *Haemonchus contortus*. **Veterinary Record**, London, v. 103, n. 23, p. 509-512, Dec. 1978.

PRESTON, J. M.; ALLONBY, E. W. The influence of breed on the susceptibility of sheep to *Haemonchus contortus*. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 33, p. 817-823, 1979.

SAYERS, G.; GOOD, B.; HANRAHAN, J. P.; RYAN, M.; ANGLES, J. M.; SWEENEY, T. Major histocompatibility complex DRB1 gene: its role in nematode resistance in Suffolk and Texel sheep breeds. **Parasitology**, New York, v. 131, n. 3, p. 403-409, Sept. 2005a.

SAYERS, G.; GOOD, B.; HANRAHAN, J. P.; RYAN, M.; SWEENEY, T. Intron 1 of the interferon [gamma] gene: its role in nematode resistance in Suffolk and Texel sheep breeds. **Research in Veterinary Science**, London, v. 79, n. 3, p. 191-196, Dec. 2005b.

McEWAN, J. C.; MASON, P.; BAKER, R. L.; CLARKE, J. N.; HICKEY, S. M.; TURNER, K. Effect of selection for productive traits on internal parasite resistance in sheep. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, Hamilton, v. 52, p. 53-56, 1992.

NIEZEN, J. H.; CHARLESTON, W. A.; ROBERTSON, H. A.; SHELTON, D.; WAGHORN, G. C.; GREEN, R. The effect of feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) or lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development of immunity to gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 105, n. 3, p. 229-245, May 2002a.

NIEZEN, J. H.; ROBERTSON, H. A.; WAGHORN, G. C.; CHARLESTON, W. A. Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 80, n. 1, p. 15-27, Dec. 1998a.

NIEZEN, J. H.; WAGHORN, G. C.; CHARLESTON, W. A. Establishment and fecundity of *Ostertagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis* in lambs fed lotus (*Lotus pedunculatus*) or perennial ryegrass. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 78, n. 1, p. 13-21, Jul. 1998b.

NIEZEN, J. H.; WAGHORN, G. C.; GRAHAM, T.; CARTER, J. L.; LEATHWICK, D. M. The effect of diet fed to lambs on subsequent development of *Trichostrongylus colubriformis* larvae in vitro and on pasture. **Veterinary Parasitology**, v. 105, n. 4, p. 269-283, May 2002b.

OSINOWO, O. A.; ABUBAKAR, B. Y. Appropriate breeding strategies for small ruminant production in West and Central Africa. In: WORKSHOP ON THE IMPROVEMENT OF SMALL RUMINANTS IN WEST AND CENTRAL AFRICA, 1989, Nairobi. **Improvement of small ruminants: proceedings...** Nairobi: Organization of African Unit, 1989. p. 71-84. Edited by K. O. Adeniji.

SIMPSON, H. V. Pathophysiology of abomasal parasitism: is the host or parasite responsible? **The Veterinary Journal**, London, v. 160, n. 3, p. 177-191, Nov. 2000.

SMITH, O. B. Health package for the smallholder farmer in West and Central Africa. In: WORKSHOP ON THE IMPROVEMENT OF SMALL RUMINANTS IN WEST AND CENTRAL AFRICA, 1989, Nairobi.

Improvement of small ruminants: proceedings... Nairobi: Organization of African Unit, 1989. p. 211-221. Edited by K. O. Adeniji.

STEAR, M. J.; BAIRDEN, K.; BISHOP, S. C.; BUITKAMP, J.; DUNCAN, J. L.; GETTINBY, G.; McKELLAR, Q. A.; PARK, M.; PARKINS, J. J.; REID, S. W. J. The genetic basis of resistance to *Ostertagia circumcincta* in lambs. **The Veterinary Journal**, London, v. 154, n. 2, p. 111-119, Sept. 1997.

STEAR, M. J.; PARK, M.; BISHOP, S. C. The key components of resistance to *Ostertagia circumcincta* in lambs. **Parasitology Today**, Oxford, v. 12, n. 11, p. 438-441, Nov. 1996.

STEAR, M. J.; STRAIN, S.; BISHOP, S. C. How lambs control infection with *Ostertagia circumcincta*. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, Amsterdam, v. 72, n. 1-2, p. 213-218, Dec. 1999.

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, p. 509-529, 2002.

WAGHORN, T. S.; LEATHWICK, D. M.; CHEN, L. Y.; SKIPP, R. A. Efficacy of the nematode-trapping fungus *Duddingtonia flagrans* against three species of gastro-intestinal nematodes in laboratory faecal cultures from sheep and goats. **Veterinary Parasitology**, Les Ulis, v. 118, n. 5, p. 227-234, Sept./Oct. 2003.

WALLER, P. J. The status of the anthelmintic resistance in the world. Its impact on parasite control and animal production. In: FAO. **Expert consultation on helminth infections of livestock in developing countries**. Rome, 1991. 19 p. (FAO. AGA/HIL/91/12).

WATSON, T. G.; BAKER, R. L.; HARVEY, T. G. Genetic variation in resistance or tolerance to internal nematode parasites in strains of sheep at Rotomahana. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, Hamilton, v. 46, p. 23-26, 1986.

WATSON, T. G.; MORRIS, C. A.; McEWAN, J. C.; HURFORD, A. P.; HOSKING, B. C. Genetic estimates of relationships between FEC and production traits in research sheep flocks selected for productive performance. **New Zealand Journal of Zoology**, v. 22, p. 177-178, 1995.

WOOLASTON, R. R. Genetic improvement of resistance to internal parasites in sheep. **Wool Technology and Sheep Breeding**, Kensington, v. 38, n. 1, p.1-6, Mar./Apr., 1990.

WOOLASTON, R. R. Selection of Merino sheep for increased and decreased resistance to *Haemonchus contortus*: peri-parturient effects on faecal egg counts. **International Journal for Parasitology**, Oxford, v. 22, n. 7, p. 947-953, Nov. 1992.

WOOLASTON, R. R.; BAKER, R. L. Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites. **International Journal for Parasitology**, Oxford, v. 26, n. 8-9, p. 845-855, Aug./Sept.

WOOLASTON, R. R.; BARGER, I. A.; PIPER, L. R. Response to helminth infection of sheep selected for resistance to *Haemonchus contortus*. **International Journal for Parasitology**, Oxford, v. 20, n. 8, p. 1015-1018, Dec. 1990.

WOOLASTON, R. R.; MANUELI, P.; EADY, S. J.; BARGER, I. A.; LE JAMBRE, L. F.; BANKS, D. J. D.; WINDON, R. G. The value of circulating eosinophil count as a selection criterion for resistance of sheep to trichostrongyle parasites. **International Journal for Parasitology**, Oxford, v. 26, n. 1, p. 123-126, Jan. 1996.

WOOLASTON, R. R.; PIPER, L. R. Selection of Merino sheep for resistance to *Haemonchus contortus*: genetic variation. **Animal Science**, Penicuik, v. 62, n. 3, p. 451-460, Jun. 1996.

Anexos

Fig. 1. Dados epidemiológicos da região de Bagé 1976/1979, adaptado de Pinheiro et al. (1987).

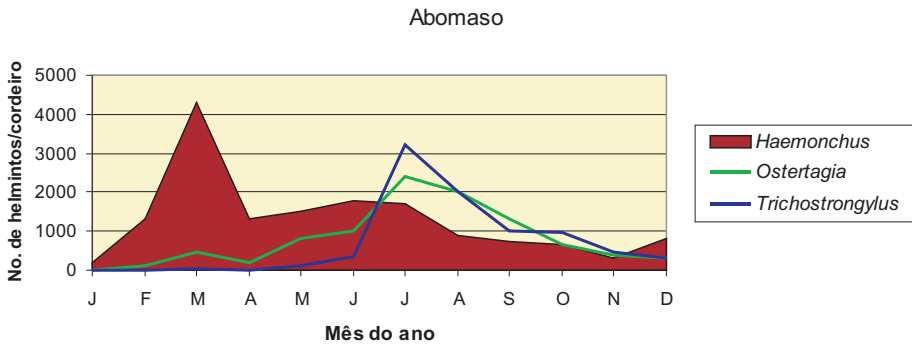


Fig. 2. Ganhos anuais acumulados no programa de seleção de ovinos contra *Haemonchus contortus* do CSIRO, adaptado de Woolaston (1990).

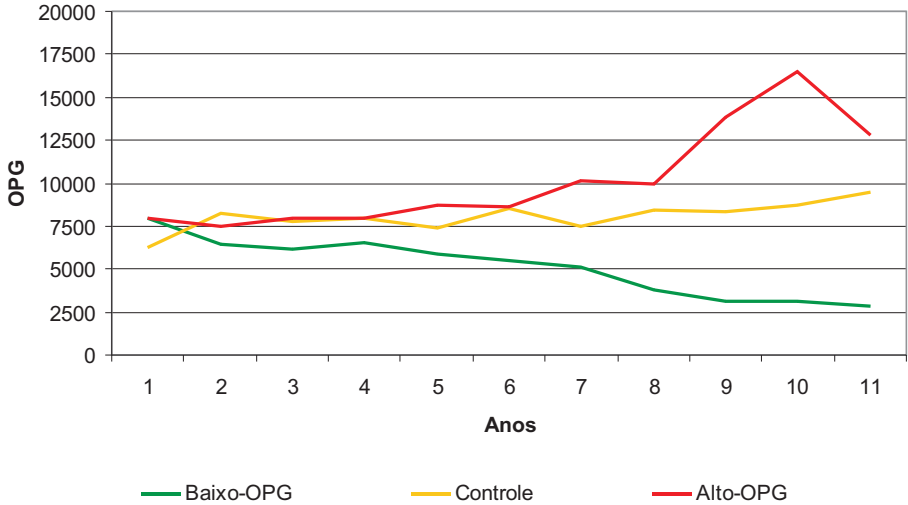


Fig. 3. Desempenho de OPG de ovelhas de cria 'resistentes', 'controle' (sem seleção), 'susceptíveis' durante o peri-parto, adaptado de Woolaston (1992).

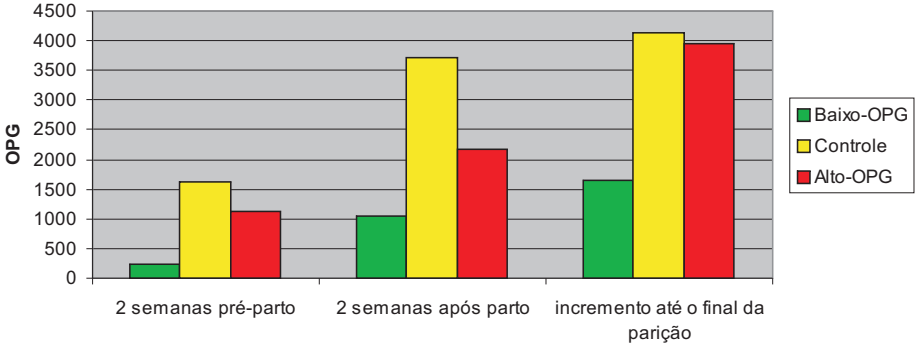


Fig. 4. Médias de OPG durante os três desafios, precedidos de dosificações (seringas). Coletas semanais em 10% dos animais do rebanho, coletas individuais (luvas). Tempo em semanas nos meses de fevereiro, março e abril (BENAVIDES et al., 2007).

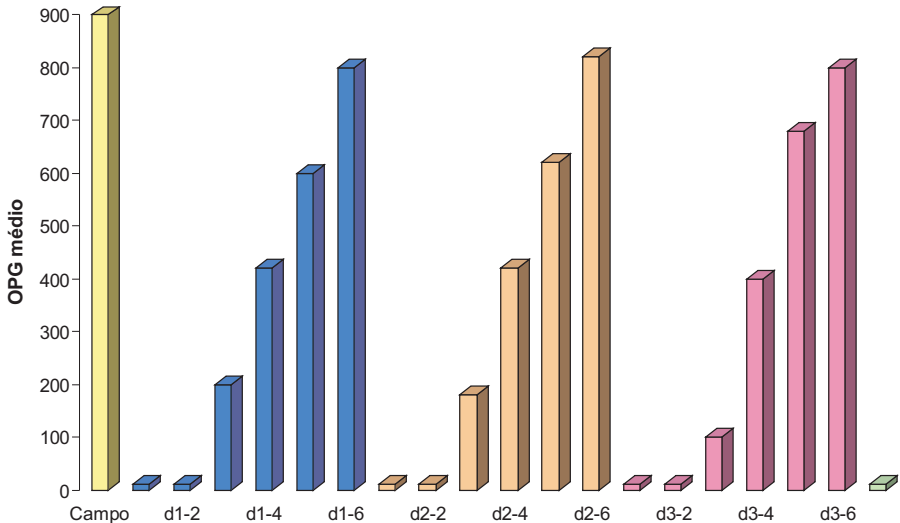


Fig. 5. Variação de OPG de cordeiros após desafio e o potencial de contaminação dos animais mais susceptíveis.

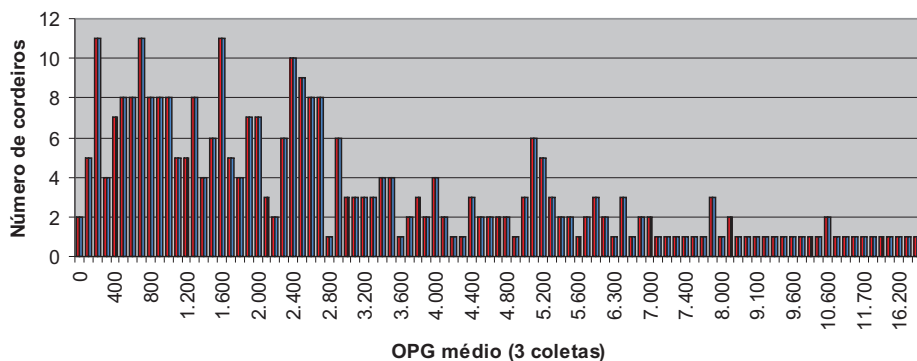


Tabela 1. Correlações genéticas do OPG com peso de velo sujo (PVS), peso de velo limpo (PVL), diâmetro médio de fibra (DMF) e peso vivo adulto (PVA). Ovinos com OPG baixo são mais resistentes.

Rebanho	PVS	PVL	DMF	PVA	Referência
Corriedale	-0,12 0,11	-0,01 0,13	-0,14 0,11	-0,09 0,13	Castells (2003), Uruguay
Merino Australiano	-0,06 0,14	-0,05 0,13	-0,12 0,12	-0,26 0,12	Eady et al. (1998), Austrália
Romney	0,12 0,20	n.d.	n.d.	0,65 0,20	Watson et al. (1995), Nova Zelândia

n.d. não disponível

Embrapa

Pecuária Sul

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

