



Revista
Técnico-Científica



SELEÇÃO DE OVELHAS QUE APRESENTAM QUEDA ESPONTÂNEA DA LÃ

¹ José Carlos Ferrugem Moraes, ² Carlos José Hoff de Souza, ³ Magda Vieira Benavides, ⁴ João Carlos Pinto Oliveira

^{1, 2} Pesquisador Reprodução Animal, Embrapa Pecuária Sul,

³ Pesquisadora Genética Aplicada Sanidade Animal, Embrapa Pecuária Sul, ⁴ Pesquisador Forrageira, Embrapa Pecuária Sul

RESUMO: A perda espontânea da lã produzida pelos ovinos é uma característica que pode ser de interesse para os sistemas de produção de carne ovina, quando o mercado da lã não remunera adequadamente os produtores. O presente manuscrito descreve a variação fenotípica da introdução do genótipo Santa Inês sobre ovelhas derivadas de cruzamentos entre as raças Ile de France e Corriedale, portadoras dos alelos Booroola e Vacaria determinantes de prolificidade. Os resultados são indicativos de que é possível introduzir a característica via seleção e que ao cabo de duas gerações é possível reduzir em pelo menos 50% o número de animais que demandam tosquia. As análises segregacionais inicialmente efetuadas reiteram o mecanismo de herança já verificado para outros grupamentos raciais.

Palavras-chave: fenotipagem, análise segregacional, tosquia.

THE SELECTION OF SHEEP EXHIBITING SPONTANEOUS WOOL SHEDDING

ABSTRACT: The spontaneous loss of wool in sheep can be an advantageous trait in sheep meat production systems, particularly when the market for wool does not adequately compensate producers. This manuscript describes the phenotypic variation resulting from introducing the Santa Inês genotype into crossed Ile de France and Corriedale ewes carrying the Booroola and Vacaria alleles, known for their role in prolificacy. The results suggest that introducing this trait through selection is achievable, and after two generations, it is possible to reduce by at least 50% the number of animals requiring shearing. The segregational analyses initially performed reaffirm the inheritance mechanism previously observed in other racial groups.

Keywords: phenotyping, segregational analysis, shearing.

INTRODUÇÃO

Os preços pagos pela lã no mercado internacional apresentam tendência de queda desde 2020, especialmente para lãs grossas, acima de 28 micra, contrastando com o aumento dos preços de fibras como o algodão, o acrílico, a poliamida, o poliéster e a viscose (IWTO, 2023). Em paralelo, no Rio Grande do Sul foi estimada uma baixa importância relativa da receita com a lã (6%) proveniente de rebanhos das raças Corriedale e Texel, nos quais tinha sido introduzida a mutação Booroola para incrementar a prolificidade (Moraes et al., 2020). Neste cenário adverso, a queda espontânea da lã dos ovinos é uma característica que pode ser desejável, considerando o pouco interesse na aquisição de lãs de baixa qualidade comercial, e, o fato que nos últimos anos o custo da tosquia tem sido maior que o valor de comercialização da lã.

O melhoramento genético é uma alternativa que pode promover a adequação das características produtivas dos animais às flutuações do mercado dos produtos. Neste contexto, já existem algumas evidências que é possível selecionar ovinos para a perda espontânea da lã através do cruzamento entre ovelhas lanadas e carneiros da raça Wiltipoll, viabilizando a seleção de animais que perdem a lã no verão (Dolling, 2003). Posteriormente Pollott (2011), empregando cruzamentos com animais que perdem espontaneamente a lã nas raças Easycare, Wiltshire Horn, Katahdin e Dorper, apresentou as primeiras evidências do modelo de herança da característica e que esta poderia ser implementada em duas etapas: a primeira, relativa a introdução do gene dominante do pelechamento na população; e, a segunda, pela seleção da característica poligênica relacionada a extensão e velocidade de perda da lã.

Uma série de análises quantitativas em animais de uma população Composta, formada com linhagens das raças Katahdin, Romanov e White Dorper, indicaram que a perda espontânea da lã tem alta herdabilidade e que a variabilidade observada no fenótipo permite aumentar rapidamente o número de animais com o fenótipo. Além disso, a repetibilidade das aferições indicou, também, que é possível predizer o

fenótipo adulto através da avaliação de animais jovens (Jurado et al., 2016; Jurado et al., 2020).

No Brasil os cruzamentos entre raças lanadas e deslanadas foram efetuados com o objetivo de melhorar a produção de carne e a qualidade da pele produzida pelas matrizes deslanadas em distintos ambientes (e.g. Lobo et al., 2014). Não tendo sido examinados em detalhe os dados colhidos sobre a perda espontânea da lã. No sul do Brasil, estes estudos foram estimulados pela falta de informações sobre a variabilidade fenotípica desta característica em cruzamentos planejados para investigar a interação entre três genes determinantes de prolificidade. Esses cruzamentos serviram para a introgressão do alelo Embrapa, originário das raças deslanadas (Silva et al., 2011), num rebanho de ovelhas cruza Ile de France e Corriedale, duplo heterozigotas para os alelos Booroola e Vacaria (Souza et al., 2014; Souza & Moraes, 2014), que proporcionou a formação de uma população experimental com variabilidade quanto ao fenótipo da perda espontânea da lã para uma análise mais detalhada.

O objetivo deste manuscrito é apresentar os resultados desses cruzamentos iniciais quanto ao fenótipo lã, descrevendo a incidência de animais que perdem a lã no verão, a aplicação prática dessa estratégia para produtores de cordeiros e os futuros estudos planejados visando a definição do modo de herança da perda espontânea da lã pela introdução do genótipo da raça Santa Inês.

MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro cruzamento foi entre um carneiro Santa Inês heterozigoto para o alelo Embrapa e 73 ovelhas oriundas de cruzamentos entre as raças Ile de France e Corriedale, duplo heterozigotas para os alelos Booroola e Vacaria. Os partos foram acompanhados para anotação da data do parto, peso ao nascer, identificação da mãe e tipo de parto quanto a gemelaridade.

A progênie F1 foi estratificada quanto a cobertura de lã em seis classes preconizadas por Johnson et al. (2007): - 0, não perde lã em nenhuma parte do corpo; - 1, cai a lã da barriga e em alguns casos da parte debaixo do pescoço; - 2, cai

completamente a lã até a metade do corpo; - 3, cai a lã além da metade das costelas; - 4, cai a lã de todo o corpo exceto cerca de 10 cm ao longo da coluna; - 5, Cai completamente a lã de todo o corpo.

Com a continuidade das observações fenotípicas nas progênes subsequentes foi verificado que algumas classes originalmente propostas poderiam ser agrupadas, facilitando a classificação. Essa sugestão contraria o sistema de classificação utilizado por Matika et al. (2013), com nove classes, que aumenta a dificuldade para a classificação dos animais quanto a perda espontânea da lã e reduz a repetibilidade das avaliações por diferentes indivíduos. Assim, as análises nas gerações seguintes foram efetuadas com apenas quatro classes: - *Velo* (animais com velo inteiro); - *Barriga* (animais sem lã na barriga, visualizada com os animais em decúbito dorsal); - *Costela* (agrupando os critérios 2 e 3 acima, englobando os animais que perdem a lã na região das costelas); e - *Lombo* (incluindo os critérios 4 e 5 acima, com animais que mantêm a lã no máximo cobrindo 10 cm abaixo da linha do lombo ou perdem completamente).

Essa adaptação na metodologia pode ser justificada por dois motivos. Primeiro, porque os animais classificados como *Costela* perdem a lã com intensidade variável na região do costilhar ao longo do ano, sendo facilmente mal-enquadrados nas classes 2 ou 3 pelo critério de Johnson et al. (2007), ou seja, uma única classe (*Costela*) minimiza erros nas avaliações subjetivas. Segundo, porque animais totalmente deslanados, em determinadas épocas do ano apresentam cobertura de lã na região da linha do lombo, o que justifica seu enquadramento numa única classe sem a utilização da classe 5, sem lã, preconizada por Johnson et al. (2007).

As análises segregacionais foram efetuadas pela contagem dos fenótipos de 389 borregos avaliados entre 16-18 meses de idade, filhos de dez carneiros com o fenótipo *Lombo* e ovelhas classificadas com os quatro fenótipos propostos (*Velo*, *Barriga*, *Costela* e *Lombo*). As frequências das distintas classes fenotípicas foram comparadas pelo teste do Qui-quadrado empregando o pacote "gmodels" (Warnes et al., 2023) no sistema R (R Core Team, 2023).

RESULTADOS

Na Figura 1 é possível visualizar a frequência de cada classe observada no primeiro cruzamento, utilizando a classificação proposta por Johnson et al. (2007), pode-se verificar o predomínio de animais em escore 1 (sem lã na barriga e pescoço), e, ainda, que 37% das progênes mantiveram a presença de lã em todo o corpo.

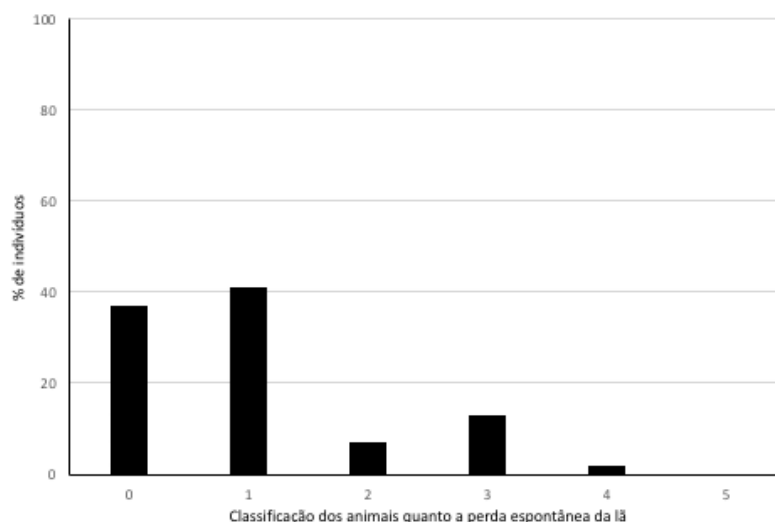


Figura 1. Prevalência das classes fenotípicas observadas na primeira geração de cruzamentos (0, Não perde lã de nenhuma parte do corpo; 1, Cai a lã da barriga e em alguns casos da parte debaixo do pescoço; 2, Cai completamente a lã até a metade do corpo; 3, Cai a lã além da metade das costelas; 4, Cai a lã de todo o corpo exceto cerca de 10 cm ao longo da coluna; 5, Cai completamente a lã de todo o corpo).

Figure 1. Prevalence of phenotypic classes observed in the first generation of crosses (0, Does not lose wool from any part of the body; 1, Wool sheds from the belly and in some cases from the underside of the neck; 2, Wool completely sheds out to the half of the body; 3, The wool sheds beyond half of the ribs; 4, The wool sheds off the entire body except about 10 cm along the spine; 5, The wool completely sheds off the entire body).

A distribuição dos fenótipos na segunda geração, resultantes dos cruzamentos entre animais F1, pode ser visualizada na Figura 2, já com a classificação simplificada adotada no presente estudo. Cabe destacar, no entanto, que os acasalamentos entre indivíduos F1 não foram ao acaso, os machos utilizados sempre foram do fenótipo *Lombo*. Nessa fração da população é possível verificar que apenas cerca de 30% das progênes apresentaram velo inteiro e, ainda, que mais da metade dos animais já não necessitariam serem tosados, ou seja, os 52% fenotipados como *Costela* e *Lombo*.

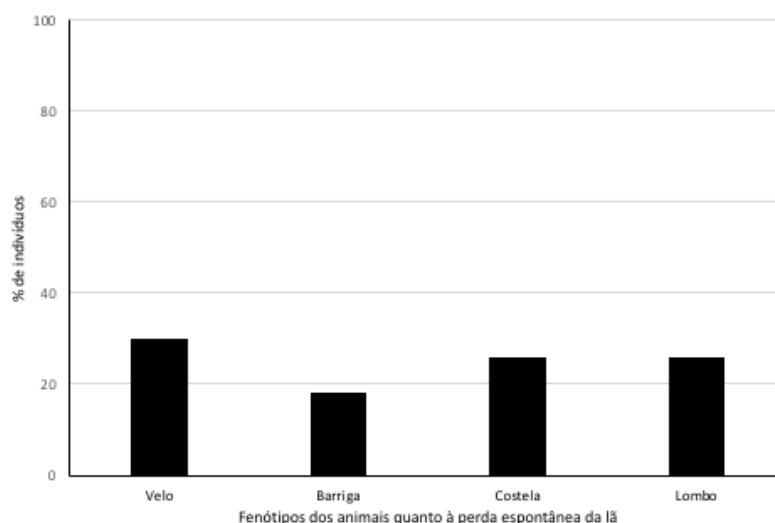


Figura 2. Prevalência dos fenótipos atribuídos para a perda espontânea da lã na segunda geração de cruzamentos (Velo, animais com velo inteiro; Barriga, animais com a barriga pelada, visualizada com os animais em decúbito; Costela, animais que perdem a lã da costela; Lombo, animais que apenas mantêm a lã no lombo ou perdem completamente).

Figure 2. Prevalence of phenotypes attributed to spontaneous wool shedding in the second generation of crosses (Fleece, full fleece animals; Belly, naked belly animals, visualized with the animals in recumbency; Rib, mid side wool animals; Loin, animals that only keep their wool on their back or shed it completely).

A característica de perda espontânea da lã entre as duas gerações foi analisada através da comparação das frequências dos quatro fenótipos nos quais os animais foram reclassificados para o gene determinante da perda espontânea da lã (Tabela 1). Foram constatadas distribuições similares entre ambas gerações ($X^2=5,78$; 3 GL; $P>0,05$), nas quais foram utilizados machos homozigotos (Santa Inês) e heterozigotos (F1) para o genótipo deslanado.

Tabela 1. Frequência fenotípica das progênes de carneiros homo e heterozigotos para o gene determinante da perda espontânea da lã.

Table 1. Phenotypic frequency of the progenies of homo and heterozygous rams for the gene determining spontaneous wool shedding.

Genótipo paterno	Velo	Barriga	Costela	Lombo	Total
Santa Inês (homozigoto)	75 (37%)	46 (23%)	34 (17%)	49 (24%)	204
F1 (heterozigoto)	43 (29%)	27 (18%)	38 (26%)	38 (26%)	146

Na Tabela 2 é apresentado o número de fêmeas de cada fenótipo e suas respectivas progênes. No geral foram avaliadas fenotipicamente 389 ovelhas F1 e suas progênes derivadas do acasalamento com 10 carneiros de fenótipo *Lombo*, homozigotos ou heterozigotos para o gene determinante da perda espontânea da lã. Esses dados são indicativos de que na segunda geração de cruzamento já é possível tosquiar apenas cerca da metade da população (201 de 389). Assim, na prática não deverão ser tosquiados 188 (48%) animais dos fenótipos *Costela* e *Lombo*.

Tabela 2. Número de progênes em cada fenótipo derivado de ovelhas acasaladas com machos classificados como *Lombo* na segunda geração.

Table 2. Number of progenies in each phenotype derived from ewes mated with males classified as *Loin* in the second generation.

Fenótipo das progênes					
Fenótipo materno	No. Animais	Velo	Barriga	Costela	Lombo
Barriga	11	1	1	2	7
Costela	10	1	2	4	3
Lombo	18	1	4	4	9
Velo	350	118	73	72	87
Total geral	389	121	80	82	106

Aparentemente o gene responsável por ligar ou desligar a perda espontânea da lã deriva da raça de pelo e a sua simples presença garante a possibilidade do fenótipo desejado na progênie. No caso esse gene foi denominado de “P” e seu alelo recessivo “p” que em homozigose seria responsável pelo fenótipo *Velo*. Com os dados dos acasalamentos descritos na Tabela 2 foram testadas duas hipóteses do envolvimento de mais um gene (“D” e seu alelo “d”) que seria responsável pela intensidade da perda espontânea da lã. A hipótese 1 foi de que os animais *Barriga*, *Costela* e *Lombo*, teriam respectivamente os genótipos PpDD, Ppdd e PpDd. A hipótese 2 foi de que os animais *Barriga*, *Costela* e *Lombo*, teriam respectivamente os genótipos PpDD, PpDd e Ppdd.

Na Tabela 3 estão os resultados da comparação entre as frequências observadas e esperadas para as progênes dos acasalamentos efetuados, para as duas hipóteses inicialmente testadas. Nenhuma das hipóteses explicou a variabilidade observada, notadamente para os acasalamentos com fêmeas do fenótipo *Velo*.

Tabela 3. Resultados das comparações entre as frequências observadas e esperadas nos distintos acasalamentos para as duas hipóteses testadas.

Table 3. Results of comparisons between observed and expected mating frequencies described for the hypotheses tested.

Hipótese	Genótipo paterno	Acasalamentos	Genótipo materno	N	X ² (P)
1	PpDd	Lombo x Barriga	PpDD	11	3,28 (P>0,05)
		Lombo x Costela	Ppdd	10	0,76 (P>0,05)
		Lombo x Lombo	PpDd	18	3,20 (P>0,05)
		Lombo x Velo	pp _ _	350	10,26 (P<0,05)
2	Ppdd	Lombo x Barriga	PpDD	11	7,50 (P<0,05)
		Lombo x Costela	PpDd	10	0,66 (P>0,05)
		Lombo x Lombo	PpDd	18	5,33 (P>0,05)
		Lombo x Velo	pp _ _	350	87,88 (P<0,001)

Um outro fato observado foi o aumento na intensidade de perda da lã com o avançar da idade dos animais na população F1 fenotipada. Algumas inferências podem ser feitas pela análise do percentual de indivíduos em cada faixa etária nos 389 animais de ambos os sexos, analisados durante os cinco anos experimentais. Na Figura 3 é possível observar a redução percentual da classe *Barriga* desde os cordeiros até os adultos, redução da classe *Costela* de borregos para adultos em contraste com o aumento na prevalência de animais classificados como *Lombo* de borregos para adultos.

Uma análise ao longo do tempo dentro de cada indivíduo foi efetuada em apenas 46 animais de ambos os sexos. A Tabela 4 apresenta o número de animais de cada fenótipo dos cordeiros no momento do desmame e o fenótipo visualizado nos mesmos animais adultos acima de 24 meses de idade.

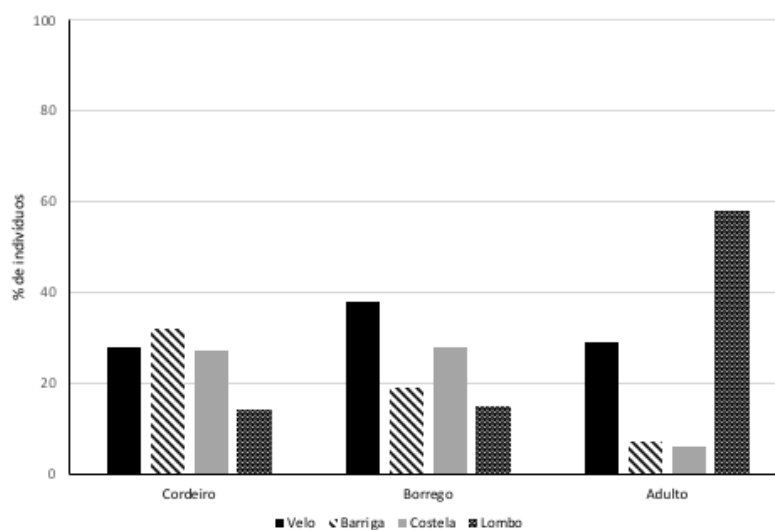


Figura 3. Frequência dos fenótipos de perda espontânea da lã na progênie F1 em cordeiros de 3 meses, borregos com menos de 12 meses e adultos com mais de 24 meses (Velo, animais com velo inteiro; Barriga, animais com a barriga pelada, visualizada com os animais em decúbito; Costela, animais que perdem a lã da costela; Lombo, animais que apenas mantêm a lã no lombo ou perdem completamente).

Figure 3. Frequency of spontaneous wool loss phenotypes in F1 progeny in 3-month-old lambs, lambs under 12 months and adults over 24 months (Fleece, full fleece animals; Belly, naked belly animals, visualized with the animals in recumbency; Rib, mid side wool animals; Loin, animals that only keep their wool on their back or shed it completely).

Tabela 4. Prevalência dos distintos fenótipos para a perda de lã em ovinos avaliados quando borregos e na idade adulta.

Table 4. Prevalence of different phenotypes for wool shedding in sheep evaluated as lambs and in adulthood.

Fenótipo ao desmame	No. animais	Fenótipo adulto	No. animais	%
Velo	18	Velo	16	89
		Barriga	2	11
Barriga	13	Costela	1	8
		Lombo	12	92
Costela	13	Lombo	13	100
Lombo	2	Lombo	2	100

A evolução da perda espontânea da lã, constatada na Tabela 4 é coerente com a variação apresentada na Figura 3. Os principais aspectos destacados nesta última tabela são: - Borregos com velo inteiro mantém o fenótipo na idade adulta em 90%

dos animais avaliados; - Cerca de 10% dos borregos com velo inteiro passam a apresentar o fenótipo *Barriga*, o que reitera a necessidade de visualizar a barriga de cada animal para sua classificação; - Quase a totalidade (92%) dos borregos com fenótipo *Barriga* evoluiu para *Lombo* na idade adulta e apenas 8% para o fenótipo *Costela*; - Todos os animais classificados como *Costela* quando borregos foram classificados como *Lombo* na idade adulta; - Embora seja baixa a prevalência inicial de borregos *Lombo*, esse fenótipo, também, se mantém na idade adulta.

DISCUSSÃO

Nos últimos anos a disponibilidade e a qualidade de mão de obra para lidar com animais de produção é cada vez menor e mais onerosa para os produtores, o que tem induzido ao desenvolvimento de linhagens de animais eficientes e de mais fácil cuidado. Neste contexto, ovinos de corte que não necessitem ser tosquiados é uma das alternativas, considerando os atuais valores pagos pela lã no sul do Brasil, muitas vezes insuficientes para cobrir as despesas com a tosquia anual dos ovinos.

O aparecimento dos folículos de lã tem início nos primeiros 50-80 dias de vida fetal (Hardy & Lyne, 1956), obedecendo gradientes dorsoventral e anteroposterior (Young & Chapman, 1958), em contraste, a perda gradual da lã ocorre em gradiente reverso. A perda espontânea da lã varia muito entre raças e evidentemente está sob controle genético, constatado historicamente na raça Wiltshire Horn e em outros grupamentos raciais selvagens e compostos, tais como Martinik, Easycare, Dorper e Katahdin (Pollott 2011, Matika et al., 2013; Allain et al., 2019). Por outro lado, a introdução de raças deslanadas naturalizadas brasileiras nos rebanhos de ovinos criados no Rio Grande do Sul, não tem sido uma prática frequente. Primeiro porque o objetivo das criações até uns 20 anos atrás era principalmente a lã. Segundo porque as carcaças dos deslanados apresentavam conformação inferior às raças especializadas na produção de carne como a Texel e as de duplo propósito Corriedale, Romney Marsh e Ideal. Por outro lado, as raças lanadas foram empregadas em cruzamentos terminais com fêmeas deslanadas visando maior produção de carne e peles de maior tamanho e qualidade, sem a observação de maiores detalhes fenotípicos quanto a produção de lã (MacManus et al., 2010).

De um modo geral, havia consenso da base genética e do efeito das condições climáticas na determinação da queda espontânea da lã. Os resultados apresentados nas Figuras 1 e 2, evidenciam a facilidade de introduzir o gene responsável pela perda espontânea da lã em rebanhos produtores de lã. Os resultados do primeiro cruzamento e das cruzas descritos na Tabela 1 permitem concluir que o gene envolvido na perda espontânea da lã deriva da raça Santa Inês e comporta-se como um gene principal autossômico dominante com respeito ao alelo herdado das ovelhas das raças lanadas, corroborando as observações iniciais de Pollott (2011).

Os fenótipos característicos das diferentes magnitudes de perda espontânea da lã, numa prevalência cerca de 70% na geração F2 decorrentes da "diluição" do efeito, ainda devem ser investigados, uma vez que os resultados disponíveis ainda não são suficientes para refutar ou aceitar completamente nenhuma das duas hipóteses testadas (Tabelas 2 e 3). A continuidade das observações em um maior número de animais derivados de acasalamentos controlados deverá facilitar a identificação do modo de herança. Uma vez que no estado atual do conhecimento ainda não é possível descartar a possibilidade de herança poligênica sugerida por Pollott (2011), ou mesmo de peculiaridades com respeito a raça deslanada empregada em nossos cruzamentos.

As variações com respeito a idade relatadas na Figura 3 podem não refletir uma relação direta de causalidade com respeito ao avanço da idade dos animais, já que os animais F2 foram avaliados em diferentes fases de vida e sob seleção dos indivíduos com velo inteiro ao longo do período experimental. A continuidade das avaliações dos mesmos animais em momentos distintos deverá confirmar as evidências de maior perda espontânea da lã com o passar da idade (Tabela 4). De um modo geral, esses resultados são indicativos de que uma vez introduzidos os animais deslanados num rebanho lanado, ao longo das gerações, selecionando animais com o fenótipo para perda espontânea da lã, o número de animais a serem tosquiados reduz-se progressivamente ano após ano, na dependência da intensidade do descarte de animais com o fenótipo de velo inteiro. Essas observações estão de acordo com os estudos publicados por Jurado et al. (2016, 2020) que reportaram

herdabilidade de moderada a alta e, ainda, alta correlação da perda espontânea da lã entre animais jovens e adultos.

O emprego da seleção pela perda espontânea da lã deve contribuir para aumentar a rentabilidade total dos sistemas de produção de carne ovina, pela redução das despesas com a mão de obra para a tosquia dos ovinos. O que está associado à dificuldade de comercialização e baixo preço das lãs de qualidade inferior de rebanhos especializados na produção de carne. Este fato já foi demonstrado em rebanhos de lã grossa na Nova Zelândia, nos quais o pelechamento do rebanho aumentou a rentabilidade da produção ovina voltada para carne (Farrel et al. 2020).

CONCLUSÕES

O emprego de animais puros deslanados da raça Santa Inês em cruzamentos com ovelhas lanadas originárias do cruzamento das raças Ile de France e Corriedale, seguidos de acasalamentos entre as progênies da primeira geração, promovem a perda espontânea da lã no verão entre 30 e 50% das progênies. Estes resultados possibilitam uma redução da despesa com mão de obra para a tosquia. O modo de herança da perda espontânea da lã pela introdução do genótipo da raça Santa Inês apresenta padrão similar ao descrito para outros grupamentos raciais, mas seu completo entendimento ainda depende da disponibilidade de um maior número de análises segregacionais.

REFERÊNCIAS

- ALLAIN, D.; PENA-ARNAUD,B.; MARCON,D.; HUAU,C.; FRANCOIS,D.; DROUILHET, L. A new wool-shedding sheep breed. 70. Annual Meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Aug 2019, Ghent, Belgium. 717 p. <hal-02734978>.
- DOLLING, C. H. S. Classing lattice for Wiltipoll ewes and rams. **International Journal of Sheep and Wool Science**, v. 51, n. 1, p. 24–32, 2003.
- HARDY, M.H.; LYNE, A.G. The pre-natal development of wool follicles in Merino sheep. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 9, n. 3, p.423-441, 1956.

HOPE, M.; HAYNES, F.; ODDY, H.; KOOHMARAIE, M.; AL-OWAIMER, A.; GEESINK, G. The effects of the myostatin g + 6723G > A mutation on carcass and meat quality of lamb. **Meat Science**, v. 95, n. 1, p. 118–122, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.029>>.

INTERNATIONAL WOOL TEXTILE ORGANISATION. **Market Information. Statistics for the global wool production and textile industry**, Ed. 18, 6 p., 2023.

JOHNSON, P. L.; O'CONNELL, D. O.; DODDS, K. G.; SUMMER, R. M. W.; MCEWAN, J. C.; A.J., P. Wool shedding as a trait for genetic improvement using marker assisted selection. **Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.**, v. 17, n. January, p. 541–544, 2007.

JURADO, N. V.; LEYMASTER, K. A.; KUEHN, L. A.; LEWIS, R. M. Estimating heritability of wool shedding in a cross-bred ewe population. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 133, p. 396–403, 2016.

JURADO, N.V.; KUEHN, L. A.; LEWIS, R. M. Lamb wool shedding is a good predictor of ewe wool shedding. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 137, n. 4, p. 365–373, 2020.

LOBO, R.N.B.; LOBO, A. M.B.O.; FACÓ, O. Melhoramento Genético de Ovinos. In: Produção de Ovinos no Brasil. (Eds.) Selaive-Villarreal, A.B.; Osório, J.C.S., Cap. 23. 1. ed. São Paulo: Roca, 2014, p. 263-307.

MATIKA, O.; BISHOP, S. C.; PONG-WONG, R.; RIGGIO, V.; HEADON, D. J. Genetic factors controlling wool shedding in a composite Easycare sheep flock. **Animal Genetics**, v. 44, n. 6, p. 742–749, 2013.

MCMANUS, C.; PAIVA, S. R.; ARAÚJO, R. O. De. Genetics and breeding of sheep in Brazil Genética e melhoramento de ovinos no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. supl., p. 236–246, 2010.

MORAES, J. C. F.; SOUZA, C. J. H.; OLIVEIRA, J. C. P. Valor da introdução do gene Booroola em rebanhos comerciais para produção de carne ovina. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Embrapa Pecuária Sul, v. 43, n. Agosto, p. 1–34, 2020.

POLLOTT, G. E. A suggested mode of inheritance for wool shedding in sheep. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 8, p. 2316–2325, 2011.

R CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 30 jan. 2024.

SILVA, B. D. M.; CASTRO, E. A.; SOUZA, C. J. H.; PAIVA, S. R.; SARTORI, R.; FRANCO, M. M.; AZEVEDO, H. C.; SILVA, T. A. S. N.; VIEIRA, A. M. C.; NEVES, J. P.; MELO, E. O. A new polymorphism in the Growth and Differentiation Factor 9 (GDF9) gene is associated with increased ovulation rate and prolificacy in homozygous sheep. **Animal Genetics**, v. 42, n. 1, p. 89–92, 2011.

SOUZA, C. J. H.; MCNEILLY, A. S.; BENAVIDES, M. V.; MELO, E. O.; MORAES, J. C. F. Mutation in the protease cleavage site of GDF9 increases ovulation rate and litter size in heterozygous ewes and causes infertility in homozygous ewes. **Animal Genetics**, v. 45, n. 5, p. 732–739, 2014.

SOUZA, C. J. H.; MORAES, J. C. F. Recomendações para o uso de alelos determinantes de prolificidade em ovinos. **Comunicado Técnico, Embrapa Pecuária Sul**, v. 88, p. 1–3, 2014. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/111808/1/CT-88-14.pdf>.

WARNES, G. R.; BOLKER, B.; LUMLEY, T.; RANDALL, C. J. R package: gmodels: various R programming tools for model fitting. Version 2.18.1. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=gmodels>. Acesso em: 30 jan. 2024.

YOUNG, S.S.Y.; CHAPMAN, R.E. Fleece characters and their influence on wool production per unit area of skin in Merino sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 3, p.363-372, 1958.