

CORRELAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE HEMOGLOBINA E A PERFORMANCE PRODUTIVA EM OVINOS CORRIEDALE

CLAUDIO CHIMINAZZO¹, LUIZ ALBERTO O. RIBEIRO², TANIA de A. WEIMER³

RESUMO – Os tipos de hemoglobinas foram estudados em 239 ovelhas da raça Corriedale (24 com HbA, 103 com HbAB e 112 com HbB) expostas às mesmas condições de manejo. Foi verificada uma possível associação entre a distribuição fenotípica dessa proteína com a performance produtiva (estimada pelas taxas de prenhez, cordeiros assinalados, peso e qualidade do velo). Os resultados revelaram que as taxas de prenhez e o número de cordeiros assinalados foram maiores nos ovinos com HbA, porém estas diferenças não foram estatisticamente significativas. Os ovinos com HbA e HbAB apresentaram melhor peso de velo. A qualidade do velo foi inferior na segunda tosquia e diferenças significativas foram encontradas entre os ovinos com HbAB e HbB.

Palavras-chave: hemoglobina, ovino, performance.

THE RELATIONSHIP BETWEEN HEMOGLOBIN TYPES AND PRODUCTIVE PERFORMANCE IN CORRIEDALE SHEEP

ABSTRACT – Hemoglobin types was studied in 239 Corriedale sheep (24 with HbA, 103 with HbAB and 112 with HbB) exposed to the same types of management and natural conditions. The possible association of the phenotype distribution of these protein with the productive performance of the ewes (estimated by pregnancy rate, the number of marked lambs, fleece weight and fleece quality) was investigated. Results showed that the pregnancy rate and number of marked lambs was higher in the HbA group but this difference was not significant statistically. Groups HbA and HbAB showed heavier fleece weight than HbB. The fleece quality was inferior on the second shearing and significant statistical differences were encountered between the HbAB and HbB groups.

Key words: hemoglobin, sheep, performance.

INTRODUÇÃO

A heterogeneidade da hemoglobina é observada em diferentes animais e a correlação da estrutura primária da hemoglobina com sua genética tem resultado em melhores entendimentos dos mecanismos operantes nos genes que controlam a mesma (JOHN e JOHN, 1977). Os trabalhos envolvendo as hemoglobinas de ovinos começaram na década de 50. HARRIS e WARREN (1955) realizaram as primeiras pesquisas envolvendo os tipos de hemoglobina em ovinos, utilizando 12 ovelhas prenhes e observaram que três tipos diferentes de hemoglobina em ovinos podiam ser identificados.

A herança dos tipos de hemoglobina foi determinada por EVANS et al. (1956), sendo caracterizada pela existência de dois alelos codominantes, cada qual responsável pela formação de um tipo de hemoglobina. Desde então, uma extensa literatura tem se desenvolvido referente a aspectos genéticos, estruturais, fisiológicos e imunológicos. As frequências dos alelos A e B variam tanto entre as raças como entre os rebanhos de

uma mesma raça. Esta variabilidade pode ser observada, no Rio Grande do Sul, em ovinos da raça Corriedale nos trabalhos de FAN et al. (1981), MOREIRA et al. (1982) e WEIMER et al. (1984). Na opinião de AGAR et al. (1972) as distribuições polimórficas teriam, além da significância adaptativa, influência da seleção para características produtivas.

As características produtivas dos ovinos são todas grandemente influenciadas por fatores associados ao ambiente, embora fatores genéticos não possam ser excluídos. Por essas razões, alta correlação entre um único gene e as características produtivas é difícil de ser esperada.

Os primeiros trabalhos envolvendo a seleção de ovinos produtores de lã foram realizados por TURNER (1958). Mais adiante, WATSON e KHATTAB (1964), em seus experimentos, verificaram que ovelhas com HbA tinham melhor produção de lã do que aquelas com HbAB ou HbB. KROITER e AITMUHANOV (1969) verificaram que os animais com HbA apresentavam peso de velo e peso de lã limpa superior aos animais com HbAB em 10,7% e 9,3%, respectivamente.

1. Méd. Vet., M.Sc. – FEPAGRO/Centro de Pesquisa Veterinária Desidério Finamor, Caixa Postal 47, 92990-000 Eldorado do Sul – RS/BRASIL

2. Méd. Vet., M.Sc. – Professor Assistente do Departamento de Medicina Animal da Faculdade de Veterinária da UFRGS, Av. Bento Gonçalves 9090, 91540-000 Porto Alegre – RS/BRASIL

3. Farm. Bioq., Ph.D. – Professora Titular do Departamento de Genética da UFRGS, Av. Bento Gonçalves 9500, 91501-970 Porto Alegre – RS/BRASIL.
Recebido para publicação em 25/11/1997.

ARORA e ACHARYA (1972) avaliaram 529 ovinos de rebanhos indianos produtores de lã e observaram que os tipos de hemoglobina e a produção de lã não apresentavam associações significativas. Verificaram, entretanto, que na tosquia, aos seis meses de idade, os ovinos com HbB obtiveram melhor peso médio de velo do que ovinos com HbAB. KRISHNAMURTHY e RATHNASABAPATHY (1980) verificaram que ovinos HbAB apresentaram resultado superior em comparação com os outros tipos de hemoglobina, porém as diferenças não foram significativas. Em estudos sobre a qualidade da lã no mesmo rebanho, os ovinos com HbA apresentaram resultados superiores em todas as características estudadas. Os tipos de hemoglobina e o peso médio do velo em ovinos da raça Corriedale da EMBRAPA/BAGÉ também foram estudados por WEIMER et al. (1984). Conforme os autores, as diferenças encontradas foram pequenas e estatisticamente não significativas.

A relação entre a percentagem de borregas prenhas e número de cordeiros assinalados com o polimorfismo da hemoglobina revela que não existe um ponto de vista comum entre os pesquisadores. Para KING et al. (1958), MEYER et al. (1968) e OBST e EVANS (1971) os ovinos com HbA e HbAB são os que apresentam melhor fertilidade. Já EVANS e TURNER (1965), WALKER et al. (1979) e KRISHNAMURTHY e RATHNASABAPATHY (1980) acreditam que os ovinos com HbB apresentam vantagens na produção de cordeiros, considerando o número de animais nascidos e desmamados. MAYO et al. (1970) e ARORA e ACHARYA (1972) afirmam que não existem evidências de diferenças significativas para os parâmetros avaliados.

PUSER e HALL (1974) analisaram os dados de cordeiros nascidos de 2800 ovelhas da raça Scottish Blackface e concluíram que por um lado as ovelhas com HbB produziram cerca de 10% a mais de cordeiros sobre a média de animais nascidos em relação às ovelhas com HbA, mas por outro lado, a sobrevivência dos cordeiros nascidos destas ovelhas foi menor quando comparada a dos animais com HbA. Ainda, conforme os autores, os achados indicam que, sob algumas circunstâncias, a produção de cordeiros poderia ser aumentada pela seleção de ovinos com HbB.

O estudo do número de cordeiros nascidos, cordeiros desmamados, nascimentos múltiplos e insuficiência reprodutiva em ovinos da raça Corriedale no Rio Grande do Sul feito por WEIMER et al. (1984) indica que não existem diferenças significativas para as características estudadas.

Tendo em vista, a inconsistência dos achados, este trabalho se propôs avaliar a correlação do polimorfismo da hemoglobina com a performance produtiva, estimando-se a produção de lã e o peso do velo em ovinos

assinalados e pelo peso do velo em ovinos da raça Corriedale no Rio Grande do Sul, mantidos em criação extensiva. O trabalho também apresenta dados inéditos, até o momento, sobre a correlação dos tipos de hemoglobina com a qualidade do velo no mesmo rebanho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Eletroforese do Departamento de Genética da UFRGS, no período de dezembro de 1990 a novembro de 1991. Utilizaram-se 239 borregas de dois dentes da raça Corriedale, oriundas de uma propriedade localizada no município de Dom Pedrito. Todos animais foram identificados com brincos plásticos na orelha esquerda e tatuagem na orelha direita. O grupo experimental assim constituído e identificado, foi mantido em potreiro separado do rebanho geral, obedecendo o mesmo manejo nutricional e reprodutivo dos ovinos da propriedade.

Amostras de sangue dos animais foram coletadas mediante punção venosa da veia jugular com agulhas 40x9, usando tubos de Vacutainer de 5 ml, contendo EDTA como anticoagulante. As amostras de sangue coletadas foram centrifugadas (2.000 rpm - 5') para separar as hemácias do plasma. As hemácias sofreram três lavagens com solução salina (0,09%). A porção de eritrócitos resultante dessas lavagens foi adicionada solução de glicerol (40% de glicerol ; 60% de citrato trissódico a 5%) na proporção de 1:1 (WEIMER et al., 1981).

As hemoglobinas foram tipadas por eletroforese horizontal em gel de amido e para revelação dos padrões de hemoglobina foi utilizado o corante amido black 10 B. Deste modo, foram formados os três grupos experimentais (ovinos com hemoglobina A, AB e B).

As borregas tiveram seus pesos controlados durante o experimento, mediante duas pesagens. A primeira, foi realizada em dezembro de 1990 e a segunda ocorreu ao final do experimento, em novembro de 1991. Nas mesmas datas, os ovinos do trabalho foram esquiladoes e o peso do velo bem como a classificação da qualidade dos mesmos anotados. A classificação da lã seguiu os padrões estabelecidos pela Federação das Cooperativas de Lãs do Rio Grande do Sul-FECOLÃ. As comparações entre os tipos de hemoglobina e as características de peso corporal e peso do velo foram realizadas através de Análise de Variância e as diferenças significativas submetidas ao teste Tukey. Os dados da classificação da qualidade da lã foram analisados pelo teste de KOLMOGOROV-SMIRNOV.

O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrassonografia, 50 dias após a retirada dos carneiros de repasse. Para o diagnóstico foi utilizado um aparelho

Mhz, pertencente ao Centro de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor-CPVDF. A técnica usada foi o exame da ovelha em pé sem jejum prévio. O número de ovelhas prenhes e o número de cordeiros assinalados foram analisados pelo teste do Qui-quadrado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O polimorfismo da hemoglobina nas 239 borregas utilizadas são apresentados na Figura 1. O tipo de

hemoglobina mais encontrado foi o B com 46,86%, seguido do tipo AB com 43,10% e, finalmente o tipo A, com 10,04%. Os dados indicam que a frequência gênica para o alelo **Hb B** foi de 0,68, aproximadamente o dobro do valor encontrado para o alelo **Hb A**, que foi de 0,32. Resultados similares aos apresentados na Figura 1 foram encontrados no Japão, por AKAGI et al. (1970) e em Santa Maria por FAN et al. (1981) e por MOREIRA et al. (1982) ao pesquisarem fenótipos de hemoglobina em ovinos da raça Corriedale.

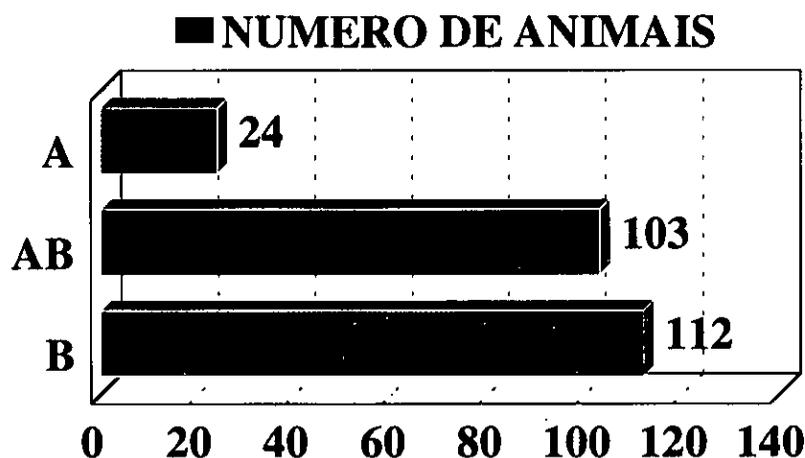


FIGURA 1 – Distribuição dos ovinos do grupo experimental, conforme o tipo de hemoglobina

WEIMER et al. (1984) trabalhando com ovinos Corriedale da EMBRAPA/Bagé, registraram em fêmeas uma frequência gênica para o alelo **Hb A** de 0,46 e para o fenótipo de HbA de 19%, bem maior que as encontradas neste experimento. Os resultados confirmam que as frequências fenotípicas e gênicas apresentam uma grande variabilidade em diferentes rebanhos ovinos

dentro da mesma raça, podendo representar, além de uma adaptação as condições do meio, influência da seleção para caracteres produtivos.

A Tabela 1 apresenta os valores encontrados para o peso do velo dos ovinos na 1ª e 2ª tosquia. Os ovinos com HbAB tiveram um peso médio de velo superior aos ovinos com HbB ($P < 0,05$), na segunda tosquia.

TABELA 1 – Resultados do peso médio dos velos sujos de ovinos Corriedale na 1ª tosquia, 2ª tosquia e 1ª + 2ª tosquia, conforme o tipo de Hb

TIPO DE HEMOGLOBINA	PESO MÉDIO DO VELO SUJO		
	1ª TOSQ	2ª TOSQ	1ª + 2ª TOSQ.
HEMOGLOBINA A	2,63	2,90	5,53
HEMOGLOBINA AB	2,65	2,86 ^a	5,51
HEMOGLOBINA B	2,62	2,74 ^b	5,35

^{a,b}, $P < 0,05$

Os achados de WATSON e KHATTAB (1964) e KROITER e AITMUHANOV (1969), demonstrando que os ovinos com HbA apresentavam melhor peso de velo que os outros tipos de hemoglobina, fortalecem os

resultados encontrados no presente experimento. KRISHNAMURTHY e RATHNASABAPATHY (1980) também verificaram que os ovinos com HbAB apresentavam resultado superior aos ovinos com HbB,

porém as diferenças não eram significativas ($P > 0,05$). WEIMER et al. (1984) consideraram que não havia qualquer relação entre os tipos de hemoglobina e o peso do velo de ovinos da raça Corriedale. Nesse trabalho, os autores referem que os ovinos com HbA tiveram média de peso de velo de 3,84 kg contra 3,65 kg e 3,60 kg, respectivamente, dos ovinos com HbAB e HbB.

A Tabela 2 apresenta os dados obtidos para a classificação da qualidade dos velos sujos da 1ª e 2ª tosquia, conforme os tipos de hemoglobina. Foram encontradas diferenças significativas na qualidade dos velos

da 1ª tosquia em relação a 2ª tosquia dentro dos grupos com HbAB e HbB. Nesses grupos de hemoglobina, verificou-se a perda da qualidade do velo na 2ª tosquia. Para os ovinos com HbAB, 81% destes tiveram a lã classificada de Amerinada à Cruza 1 na 1ª tosquia, enquanto que na 2ª tosquia este valor baixou para 51% ($P < 0,05$), aumentando consideravelmente a percentagem de ovinos com lã classificada como Cruza 2. Para os ovinos com HbB, 66% dos animais tiveram a lã classificada até Prima B na 1ª tosquia, contra 29% na 2ª tosquia ($P < 0,05$).

TABELA 2 – Classificação da qualidade do velo na 1ª e 2ª tosquia, conforme o tipo de hemoglobina

TIPO DE Hb	CLASSIF. DO VELO	1a TOSQUIA %	2a TOSQUIA %
A	AMERINADA	0,00	0,00
	PRIMA A	4,17	0,00
	PRIMA B	50,00	20,83
	CRUZA 1	20,83	29,17
	CRUZA 2	16,67	45,83
	CRUZA 3	8,33	4,17
AB	AMERINADA	1,00	0,00
	PRIMA A	5,00	0,00
	PRIMA B	42,00	18,63
	CRUZA 1	33,00	32,35
	CRUZA 2	17,00	41,18
	CRUZA 3	2,00	4,17
B	AMERINADA	0,00	0,00
	PRIMA A	16,07	1,80
	PRIMA B	50,00	27,03
	CRUZA 1	16,97	34,23
	CRUZA 2	12,50	30,63
	CRUZA 3	4,6	6,31

Também foram encontradas diferenças significativas na classificação da qualidade dos velos da 1ª tosquia entre os animais com HbAB e HbB. Nessa tosquia 48% dos ovinos com HbAB tiveram o velo classificado até Prima B, contra 66% dos ovinos com HbB ($P < 0,05$), isto é, os ovinos com hemoglobina B foram aqueles com melhor qualidade de velo na 1ª tosquia. No entanto, essa tendência de mostrar uma melhor qualidade de velo não se repetiu na 2ª tosquia.

Conforme trabalho apresentado por BLACK (1988), a taxa de crescimento da lã e várias características do velo mudam substancialmente com a idade dos ovinos. O diâmetro da fibra tende a aumentar com a idade do animal, perdendo sua qualidade, e consequentemente, piorando a classificação do velo. A perda de qualidade do velo também pode ser observada neste trabalho. MAYO et al. (1970) não encontraram evidências para qualquer real associação do comprimento da fibra

de lã, do grau de ondulações, do diâmetro da fibra, da densidade da lã e espessura da pele com os tipos de hemoglobina. KRISHNAMURTHY e RATHNASABATHY (1980) observaram que os ovinos com HbA, apresentaram qualidade superior em todas características estudadas, com diferenças significativas ($P < 0,05$) para o comprimento da fibra de lã e para o número de ondulações por centímetro, resultados divergentes aos apresentados neste trabalho.

Analisando-se o número de ovelhas prenhes, conforme o tipo de hemoglobina, pudemos verificar que dos 24 ovinos com HbA, 22 ficaram prenhes (91,67%), dos 103 ovinos com HbAB, 86 ficaram prenhes (83,49%) e dos 112 ovinos com HbB, 93 ficaram prenhes (83,04%). Estas diferenças não foram estatisticamente significantes. A percentagem média de prenhez do rebanho de 84,10%, revelou que houve um grupo de 16% de ovelhas que não mostraram prenhez.

A Figura 2 apresenta, além das percentagens de ovelhas prenhes, os dados sobre a percentagem de cordeiros assinalados em relação ao número de ovelhas prenhes, conforme o tipo de hemoglobina. Os ovinos com HbA apresentaram mais cordeiros assinalados

(63,64%) do que as ovelhas com HbAB (62,79%) e HbB (59,14%). Os dados, mesmo não apontando diferenças estatisticamente significativas, sugerem que as ovelhas com HbA apresentam uma melhor eficiência reprodutiva em relação aos ovinos com HbB.

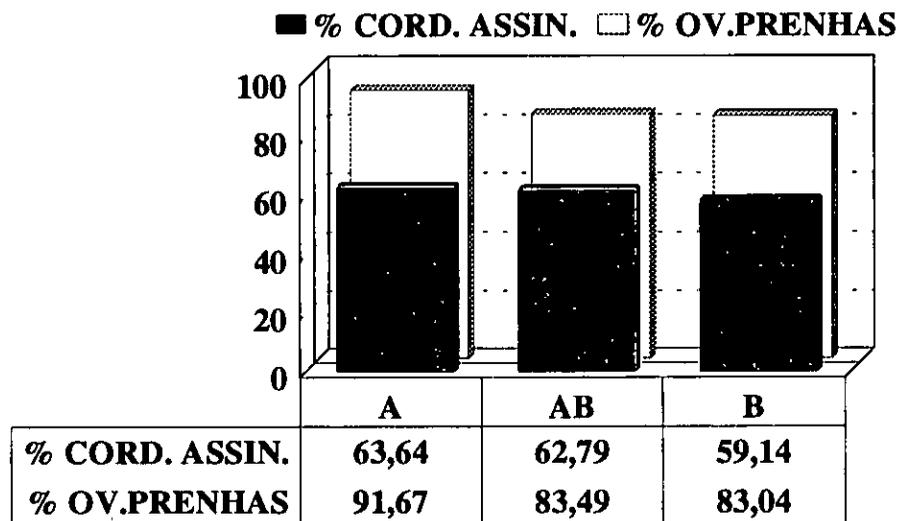


FIGURA 2 – Percentagem de cordeiros assinalados em relação ao número de ovelhas prenhes e percentagem de ovelhas prenhes, conforme o tipo de hemoglobina (Dom Pedrito/RS)

Resultados semelhantes aos apresentados nesse trabalho foram descritos por KING et al. (1958), MEYER et al. (1968), OBST e EVANS (1971) e WEIMER et al. (1984). Finalmente, considerando que o erro do diagnóstico com ultra-sonografia é baixo (ao redor de 2%), pode-se estimar a mortalidade perinatal com base na percentagem de cordeiros desmamados das ovelhas prenhes. Esses valores foram de 36,36% para ovinos com HbA, 37,21% para ovinos com HbAB e 40,86% ovinos com HbB. As diferenças não foram significativas. Os dados mostram ainda que a mortalidade perinatal média de cordeiros ficou em 38.14%, mais do que o dobro daqueles apresentados por RIBEIRO (1997), numa publicação sobre as perdas reprodutivas em ovinos no Rio Grande do Sul, onde constatou uma mortalidade perinatal de cordeiros de 19% num rebanho de ovinos Corriedale.

CONCLUSÕES

O alcance dos objetivos propostos para esta pesquisa pode ser demonstrado com base nos resultados observados, que permitem levar às seguintes conclusões:

1. A tipificação dos padrões de hemoglobina das 239 borregas utilizadas no experimento mostrou que o tipo de hemoglobina predominante foi o B com 46,86%, seguido dos tipos AB e A, respectivamente com 43,10% e 10,04%. A frequência gênica para o alelo A foi de 0,32.

2. A taxa de prenhez dos ovinos com HbA foi superior em aproximadamente 10% aos ovinos com HbAB e HbB. Ao mesmo tempo, a taxa de assinalação de cordeiros demonstrou a mesma tendência, ou seja, os ovinos com HbA apresentaram os melhores resultados.

3. O peso de velo sujo dos ovinos dos três grupos foi praticamente idêntico na 1ª tosquia. Na 2ª tosquia, o peso do velo dos ovinos com HbA e HbAB foi superior ao grupo de ovinos com HbB. Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os ovinos com HbAB e HbB.

4. A classificação da qualidade do velo sujo dos ovinos nos três grupos de hemoglobina decresceu da 1ª para 2ª tosquia. Esta diferença foi significativa ($P < 0,05$) nos ovinos com HbAB e HbB.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AGAR, N.S.; EVANS, J.V.; ROBERTS, J Red blood cell potassium and haemoglobin polymorphism in sheep: a review *Animal Breeding Abstract*, Edinburg, v. 40, n. 3, p. 407-436, 1972.
- AKAGI, S.; WATANABE, S.; SUZUKI, S. Studies on the serological constitution of sheep III. Haemoglobin and serum transferrin polymorphism in sheep. *Animal Breeding Abstract*, Edinburg, v. 38, abst. 1458, 1970.
- ARORA, C.L.; ACHARYA, R.M. A note on haemoglobin and potassium types in male breed of Indian sheep and relationship with weights and wool yield. *Animal Production*, Bletchley, v.15, n.1, p. 95-97, 1972.

- BLACK, J.L. Physiological state and wool growth: age, sex and reproductive status. In: SHEEP HEALTH AND PRODUCTION, 10., 1988, Sidney. **Proceedings...** Sydney: University of Sydney, Post Graduate Committee in Veterinary Science, 1988. p. 492
- EVANS, J.V.; KING, J.W.B.; COHEN, B.L.; HARRIS, H.; WARREN, F.L. Genetics of haemoglobin and blood potassium differences in sheep. **Nature**, London, v. 178, n. 4558, p. 849-850, 1956.
- EVANS, J.V.; TURNER, H.N. Haemoglobin type and reproductive performance in Australian Merino sheep. **Nature**, London, v. 207, n. 504, p. 1396-1397, 1965.
- FAN, L.C.R.; MOREIRA, E.C.; FISCHER, R. Frequência dos tipos de hemoglobina em ovinos adultos no município de Santa Maria. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 7-11, 1981.
- HARRIS, H.; WARREN, F.L. Occurrence of electrophoretically distinct haemoglobins in ruminants. **The Biochemical Journal**, London, v. 60, n. 3, p. 29, 1955.
- JOHN, M.E.; JOHN, M. A new hemoglobin b-chain variant in sheep. **Animal Blood Biochemical Genetics**, Oxford, v. 8, n. 2, p. 183-190, 1977.
- KING, J.W.B.; EVANS, J.V.; HARRIS, H.; WARREN, F.L. The performance of sheep with differing haemoglobin and potassium blood types. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 51, p. 342-346, 1958.
- KRISHANMURTHY, U.S.; RATHNASABATHY, V. Genetics of haemoglobin in Nilagiri Merino and their Cross-breed Sheep. **Indian Veterinary Journal**, Madras, v. 57, p. 654-659, 1980.
- KROITER, M.K.; AITMUHANOV, Z. Haemoglobin polymorphism of sheep blood studied by agar-gel electrophoresis. **Animal Breeding Abstract**, Edinburg, v. 37, p. 256, 1969.
- MAYO, O.; COOPER, D.W.; BRADY, R.E.; HOOPER, C.W. Response to partial selection on clean fleece weight in south Australian strong-wool Merino sheep. **Australian Journal Agricultural Research**, Victoria, v. 21, n. 1-3, p. 541-547, 1970.
- MEYER, H.; WHOSE, B.; GRONING, M. A contribution to haemoglobin and blood potassium polymorphism in the sheep. **Animal Breeding Abstract**, Edinburg, v. 36, n. 1, p. 249, 1968.
- MOREIRA, E.C.; FAN, L.C.R.; SANTIAGO, M.A.M. Produção de hemoglobina C em resposta à estimulação parasitária por *Haemonchus contortus* e anêmia aguda em ovinos. **A Hora Veterinária**, Porto Alegre, n. 7, p. 13-17, 1982.
- OBST, J.M.; EVANS, J.V. Genotype-environment interactions in lamb mortality with particular reference to birth coat and haemoglobin type. **Animal Breeding Abstract**, Edinburg, v. 39, n. 1, 1971.
- PUSER, A.F.; HALL, J.G. Fertility and survival in hill sheep in relation to the haemoglobin type. **British Society of Animal Production**, Bletchley, v. 3, n. 1, p. 95, 1974.
- RIBEIRO, L.A.O. **Perdas reprodutivas em ovinos no Rio Grande do Sul: causas e soluções**. Porto Alegre: FEPAGRO, 1997. 18P. (Circular Técnica, 14).
- TURNER, H.N. Relationships among clean wool weight and its components. **Australian Journal Agricultural Research**, Victoria, v. 9, n. 4, p. 521-522, 1958.
- WALKER, S.R.; SMITH, D.H.; HALL, G.P.; FLAVEL, P.F.; PONZONI, R.W. Haemoglobin type and reproductive performance of sheep grazing oestrogenic pastures. **Animal Production**, Bletchley, v. 29, n. 2, p. 271-276, 1979.
- WATSON, J.H.; KHATTAB, A.G.H. The Effect of haemoglobin and potassium polymorphism on growth and wool production in Welsh mountain sheep. **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v. 63, n. 2, p. 179-183, 1964.
- WEIMER, T.A.; SALZANO, S.M.; HUTZ, M.H. Erythrocyte isozymes and hemoglobin types in a southern Brazilian population. **Journal Human Evolution**, v. 10, p. 319-328, 1981.
- WEIMER, T.A.; FRANCO, M.H.P.; MORAES, J.C.F. Hemoglobin and transferrin types in Corriedale and Rommey-march sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 7, n. 2, p. 287-297, 1984.