



ESTUDO DE SISTEMAS POLIMÓRFICOS EM BOVINOS DA RAÇA NELORE (*Bos taurus indicus* L.) ASSOCIADOS À PRODUÇÃO DE CARNE. I. HEMOGLOBINAS: PESOS E GANHO DE PESO, DO NASCIMENTO AO SEGUNDO PARTO¹

LUCIANO RICARDO MARCONDES DA SILVA², LEOPOLDO ANDRADE DE FIGUEIREDO³,
MARCOS VINÍCIUS GUALBERTO BARBOSA DA SILVA², ALEXANDER GEORGE RAZOOK⁴ E
LAÉRCIO JOSÉ PACOLA³

RESUMO - Registros de 114 fêmeas da raça Nelore, criadas a pasto, pertencentes à Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho, localizada em Sertãozinho, SP, filhas de 27 touros, foram analisadas com o objetivo de estudar as frequências observadas para tipos de hemoglobina, verificando-se o estado de equilíbrio de Castle-Hardy-Weinberg e procurando-se associar esses tipos polimórficos com os pesos ao nascer (PN), ao desmame (PD), aos 18 meses de idade (P₁₈), ao 1º parto (PAP₁), ao 2º parto (PAP₂) e o ganho de peso do nascimento aos 210 dias de idade (GP_{ND}). As análises estatísticas foram realizadas pelo método dos quadrados mínimos, com frequências desiguais nas subclasses. Para verificar se as frequências estavam em equilíbrio de Castle-Hardy-Weinberg, utilizou-se o teste qui-quadrado. As médias ajustadas ± erros padrões para PN, PD, P₁₈, PAP₁, PAP₂ e GP_{ND}, por tipos hemoglobínicos, foram, respectivamente: AA = 28,66 ± 1,39 kg; AB = 27,05 ± 1,27 kg; BB = 30,35 ± 2,82 kg; AA = 165,74 ± 6,11 kg; AB = 162,13 ± 5,62 kg; BB = 171,90 ± 12,42 kg; AA = 258,45 ± 6,74 kg; AB = 258,43 ± 6,20 kg; BB = 295,85 ± 13,71 kg; AA = 367,42 ± 9,71 kg; AB = 373,47 ± 8,97 kg; BB = 431,24 ± 19,77 kg; AA = 405,83 ± 17,85 kg; AB = 411,83 ± 16,38 kg; BB = 451,84 ± 34,37 kg; AA = 0,69 ± 0,02 kg; AB = 0,65 ± 0,02 kg; BB = 0,75 ± 0,05 kg. O tipo hemoglobínico influenciou significativamente o peso aos 18 meses de idade e o peso ao primeiro parto, no qual as maiores médias foram para o tipo hemoglobínico Hb-BB. As frequências fenotípicas dos tipos hemoglobínicos analisadas estão em equilíbrio de Castle-Hardy-Weinberg.

Termos para indexação: marcadores genéticos, Nelore, polimorfismo bioquímico de hemoglobinas, produção de carne.

STUDY OF POLYMORPHIC SYSTEMS IN NELORE CATTLE (BOS TAURUS INDICUS L.) ASSOCIATED WITH BEEF PRODUCTION. I. HEMOGLOBINS: WEIGHTS AND GAIN FROM BIRTH TO SECOND PARTURITION.

SUMMARY - A sample of 114 females, from the herds of the Sertãozinho's Experiment Station (SP), maintained on range conditions, was used to observe the Castle-Hardy-Weinberg equilibrium for hemoglobin polymorphism. Another objective was to verify a possible relationship with growth traits like birth (PN), weaning (PD) and yearling weight (P₁₈), gain from birth to weaning (GP_{ND}) and also 1st parturition (PAP₁) and 2nd parturition (PAP₂) weights. Statistical analyses were performed by least square means for unbalanced subclass numbers and the chi-square test was utilized to check the Castle-Hardy-Weinberg equilibrium. Adjusted means and standard errors for PN, PD, P₁₈, PAP₁, PAP₂ and GP_{ND} were respectively: AA = 28.66 ± 1.39kg; AB = 27.05 ± 1.27kg; BB = 30.35 ± 2.82kg; AA = 165.74 ± 6.11kg; AB = 162.13 ± 5.62kg; BB = 171.90 ± 12.42kg; AA = 258.45 ± 6.74kg; AB = 258.43 ± 6.20kg; BB = 295.85 ± 13.71kg; AA = 367.42 ± 9.71kg; AB = 373.47 ± 8.97kg; BB = 431.24 ± 19.77kg; AA = 405.83 ± 17.85kg; AB = 411.83 ± 16.38kg; BB = 451.84 ± 34.37kg; AA = 0.69 ± 0.02kg; AB = 0.65 ± 0.02kg; BB = 0.75 ± 0.05kg. The hemoglobin type influenced significantly the yearling weight and 1st parturition, and the highest means were for Hb-BB hemoglobin type. The phenotypic frequencies for the hemoglobin types were in equilibrium of Castle-Hardy-Weinberg.

¹ - Parte do projeto IZ 14-007/85. Recebido para publicação em fevereiro de 1996.

² - Estação Experimental de Zootecnia de Pindamonhangaba / Instituto de Zootecnia.

³ - Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho / Instituto de Zootecnia.

⁴ - Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho / Bolsista CNPq.



Index terms: beef production, genetic markers, hemoglobin biochemical polymorphism, Nelore.

INTRODUÇÃO

A expansão da produção animal está diretamente relacionada à oferta de inovações tecnológicas aos produtores que, incorporando novos conhecimentos e instrumentos de trabalho, aumentam a eficiência de seus rebanhos.

Ao se comparar índices produtivos obtidos em regiões tropicais e temperadas, pode-se notar que os observados nas regiões tropicais são notoriamente menores. Uma complexidade de fatores que interferem no desempenho dos animais, tais como edafo-climáticos (clima e solo), sanitários, alimentares etc., contribuem para essas diferenças regionais. Segundo PRESTON (1977), os animais das regiões tropicais são de baixo valor zootécnico, não passando por processos seletivos com vistas a melhoria de seus desempenhos. O rebanho da E. Z. de Sertãozinho, entretanto, vem sendo conduzido de acordo com critérios seletivos que o faz se destacar quando comparadas suas médias produtivas às de outros rebanhos nacionais.

A teoria clássica da evolução diz que a seleção natural substitui de forma progressiva os alelos menos favoráveis pelos mais favoráveis e, com o passar de gerações, estabelece maior grau de uniformidade genética dentro de uma população. Em consequência, devem aparecer mais indivíduos homocigotos, reduzindo-se a variabilidade genética. Entretanto, dentro de cada população, existe grande variedade de genes, o que permite a ocorrência de uma quantidade de genótipos que excede muito o tamanho de qualquer população animal. A seleção conserva os genes mais favoráveis, não conduzindo, entretanto, a uma uniformidade genética plena, mas sim, a um conjunto de genótipos que cria condições para que o animal se adapte às variações do meio ambiente (MITAT, 1985).

O polimorfismo bioquímico das proteínas representa um imenso campo de investigação, tanto em humanos quanto em animais. A variabilidade estrutural das proteínas e enzimas determinadas geneticamente e que se encontram nas células, no plasma sanguíneo, nas secreções e em outros líquidos do organismo, tem contribuído para aumentar o número de marcadores genéticos. Nos mamíferos e nas aves já se descobriram mais de quarenta sistemas de enzimas que estão sob o controle de cerca de cinquenta "loci" gênicos (MCDERMID et al., 1975).

CABANNES & SERAIN (1955) descreveram, pela primeira vez, duas variantes de hemoglobinas em bovinos: um tipo mais comum, chamado de Hb.A, identificado por uma zona eletroforética com migração

lenta e outro tipo, menos freqüente, caracterizado por uma zona eletroforética que migra com maior rapidez, identificada como Hb.B. Os animais heterocigotos (Hb.A/Hb.B) apresentam as duas zonas.

Uma terceira variante, identificada por VELLA (1958), foi denominada Hb.C. Tal variante é caracterizada por uma banda de migração mais lenta que a Hb.A e mais rápida que a Hb.B, localizando-se numa posição intermediária entre ambas. A descoberta dessa nova variante ocorreu quando se procurou observar o polimorfismo da hemoglobina em animais da raça Brahman (zebuíno) e os resultados do cruzamento desta com animais da raça Hereford. Deve-se a EFREMOV & BRAEND (1965), a descoberta da hemoglobina Hb.D que se caracteriza por apresentar migração mais lenta que a Hb.A, posicionando-se abaixo desta e por apresentar uma segunda banda, classificada com Hb.D2, ligeiramente mais lenta que a banda Hb.D. A Hb.D só foi observada em combinação com a Hb.A.

ABREU-FILHO et al. (1982), a partir de oito rebanhos da raça Nelore (2.072 animais), observaram cinco variantes de hemoglobinas: Hb.A, Hb.I, Hb.C, Hb.B1 e Hb.B2, com as seguintes freqüências: $0,560 \pm 0,012$; $0,007 \pm 0,001$; $0,021 \pm 0,002$; $0,188 \pm 0,007$ e $0,221 \pm 0,070$, respectivamente. Os autores afirmaram que, até então, não tinha sido descrita a Hb.I para bovinos zebuínos.

MORTARI et al. (1988) encontraram as seguintes freqüências gênicas em uma amostra de 2.067 bovinos das raças zebuínas Gir, Guzerá, Nelore, Indubrasil e Tabapuã, para Hb.A e Hb.B: 0,574 e 0,426; 0,541 e 0,459; 0,661 e 0,339; 0,549 e 0,451; e 0,565 e 0,435, respectivamente.

ASHTON (1963) procurou relacionar tipos de hemoglobina com rendimento na produção de leite e gordura, fertilidade, adaptação climática, susceptibilidade a doenças. MERKURJEVA (1968) e observou, em bovinos da raça Jersey, que os do tipo Hb.AA eram mais pesados do que os do tipo Hb.AB. POLITZER (1968), em um rebanho de 503 bovinos da raça Africander, ao comparar os pesos observados aos 210 dias de idade, verificou que os animais do tipo Hb.BB eram mais pesados do que os dos tipos Hb.AA e Hb.AB. Essas diferenças nos pesos observados, segundo o mesmo, poderiam estar indiretamente dependentes da produção de leite das mães. PILJKO & GERTMAN (1970) observaram que, em algumas populações de bovinos das raças européias Kostroma e Russian Brown, os pesos observados em diferentes idades estavam associados com os tipos de hemoglobina, não sendo



verificado o mesmo em outras populações analisadas, pelos autores.

MACHA et al. (1983), ao separarem 445 touros da raça Czech Pied submetidos a um teste de performance, em homocigotos e heterocigotos para o tipo de hemoglobina, observaram que a diferença entre esses, para o peso ao final do teste, foi significativa. PANEPUCCHI et al. (1990), observaram, num rebanho composto por 416 bovinos da raça Canchim (machos e fêmeas), que houve uma associação significativa entre os pesos ao nascer, ao desmame e aos 12 meses de idade e os tipos de hemoglobina observados naquele rebanho.

A possibilidade de utilizar marcadores genéticos evidenciados através do polimorfismo de algumas proteínas séricas, como as hemoglobinas, e associá-los com características produtivas e reprodutivas constituiu-se num dos objetivos deste trabalho de investigação científica.

Houve o interesse em verificar se as frequências observadas para os tipos de hemoglobina estavam em equilíbrio de Castle-Hardy-Weinberg. Houve o interesse, também, em associar alguns pesos e ganho de peso com os tipos de hemoglobina apresentados pelos animais, ou seja, peso ao nascer, aos 210 dias, aos 18 meses, ao 1.º e 2.º parto e o ganho de peso do nascimento aos 210 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 114 fêmeas da raça Nelore, criadas a pasto, pertencentes à Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho, do Instituto de Zootecnia da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

O manejo do rebanho, e o programa de seleção genética dos animais deste plantel da raça Nelore foram detalhados por RAZOOK et al. (1993).

Para o preparo da solução de hemoglobina, utilizou-se da técnica descrita por RAMALHO (1986), modificada por SILVA (1989) e que consistiu em colocar em um tubo de ensaio, 2ml de sangue total, completando com solução de NaCl a 0,91% e centrifugando a 1.000 rpm por 20 minutos. O sobrenadante e a camada de glóbulos brancos foram removidos por aspiração através de uma pipeta Pasteur. As hemácias foram lavadas 4 vezes em solução de NaCl a 0,91%. Após a última lavagem, as hemácias foram hemolisadas com volumes iguais de água destilada e clorofórmio. Agitou-se vigorosamente o tubo e centrifugou-se a 2.000 rpm por 10 minutos.

Após a centrifugação, o clorofórmio depositou-se no fundo do tubo, o estroma na porção intermediária e a solução de hemoglobina na porção superior, sendo essa

última colocada em frascos do tipo penicilina, contendo 0,1ml de KCN a 1% e conservada a -20°C.

A técnica utilizada para a realização da eletroforese, descrita por RAMALHO (1986), consistiu em colocar a fita de acetato de celulose na solução tampão por 10 minutos, retirando-se o excesso dessa solução e colocando-a sobre um "berço", em uma cuba de eletroforese previamente cheia com o mesmo tampão, fazendo-se com que somente as pontas da fita tivessem contato com a solução. Uma gota da solução de hemoglobina, que se refere a cada animal analisado, é depositada sobre a fita, mediante o uso de um aplicador apropriado, realizando-se a corrida eletroforética sob a diferença de 250 volts, durante 60 minutos. Após esse período, descora-se o fundo através de lavagens sucessivas com uma solução descorante. A seguir, a fita é posta para secar entre duas folhas de papel filtro.

Os resultados são anotados, sendo fotografadas e interpretadas todas as fitas de acetato de celulose da seguinte forma: a de migração mais lenta identificada como Hb.A e a mais rápida como Hb.B. Quando ocorrem os dois tipos de hemoglobina, o tipo hemoglobínico é denominado Hb.AB. As frequências gênicas foram estimadas pela contagem direta dos genes.

As análises estatísticas foram realizadas pelo método dos quadrados mínimos, com frequências desiguais nas subclasses.

Após o ajuste para o efeito de idade da mãe da vaca ao parto, foi utilizado o seguinte modelo matemático para as análises de PN, PD, P₁₈, PAP₁, PAP₂ e GP_{ND}:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + M_j + R_k + e_{ijkl}$$

onde:

μ = média da característica Y;

Y_{ijkl} = variável dependente (PN, PD, P₁₈, PAP₁, PAP₂ e GP_{ND});

A_i = efeito fixo do iésimo ano do nascimento da vaca, onde $i = 70, 71, \dots, 85$;

M_j = efeito fixo do jésimo tipo de hemoglobina, onde $j = 1, 2$ e 3 ;

R_k = efeito fixo do késimo reprodutor, onde $k = 1, 2, \dots, 27$;

e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação, com $\sim N(0, \sigma_e^2)$.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de animais, freqüências fenotípicas e gênicas dos tipos hemoglobínicos analisados podem ser observados no quadro 1.

Através do teste qui-quadrado verificou-se que as freqüências fenotípicas estão em equilíbrio de Castle-Hardy-Weinberg.

No quadro 2, são apresentadas as freqüências fenotípicas e gênicas obtidas por diferentes autores, determinadas em populações que estavam em equilíbrio de Castle-Hardy-Weinberg. Observa-se que as mesmas variam de amostra para amostra. Constatou-se, também (quadro 2), a ocorrência com maior intensidade das freqüências gênicas superiores a 0,60. Essa é uma das características, em relação ao polimorfismo das hemoglobinas, que diferencia a raça Nelore das demais raças zebuínas que, de modo geral, apresentam freqüências gênicas inferiores para Hb.A.

Quadro 1 - Número de animais, freqüências fenotípicas e gênicas dos tipos hemoglobínicos analisados

Número de animais	Freqüências fenotípicas	Freqüências gênicas
54	AA = 0,474	A = 0,697
51	AB = 0,447	B = 0,303
09	BB = 0,079	

Quadro 2 - Freqüência gênica do alelo Hb.A, determinado por diversos autores, em bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus* L)

Hb.A	Nº de animais da amostra analisada	Referência bibliográfica
0,646	55	NAMIKAWA & WIDODO, 1973
0,478	276	ABREU-FILHO et al., 1982
0,567	133	Idem
0,642	151	Idem
0,536	125	Idem
0,532	751	Idem
0,613	500	Idem
0,693	70	Idem
0,614	66	Idem
0,692	60	PANEPUCCI & ALENCAR, 1987
0,661	902	MORTARI et al., 1988
0,680	144	SILVA, 1989
0,630	56	Idem
0,697	114	SILVA et al.*

* Resultado obtido neste trabalho.

No quadro 3 são apresentados os pesos ao nascer, aos 210 dias, aos 18 meses, à primeira e segunda parição, e ganho de peso do nascimento aos 210 dias das fêmeas Nelore, separadas por tipo de hemoglobina. Pode-se observar no quadro que os animais do tipo hemoglobínico Hb.BB foram sempre mais pesados, para todos os pesos e ganho de peso do nascimento aos 210 dias, quando comparados a esses desempenhos apresentados pelos tipos hemoglobínicos Hb.AA e Hb.BB. Ressaltam-se, entretanto, somente as diferenças observadas para os pesos aos 18 meses e à primeira parição é que foram estatisticamente significativas.

Aparentemente, os desempenhos observados para as vacas grupadas em tipos hemoglobínicos Hb.AA e Hb.AB, não diferiram entre si. Ressalte-se entretanto, o baixo número de observações para o tipo hemoglobínico Hb.BB.

O efeito da hemoglobina sobre os pesos ao nascer (PN), à desmama (PD), aos 18 meses (P18) e ganho de peso do nascimento à desmama (GP_{ND}) pode ser observado no quadro 4. Para os pesos à primeira parição (PAP₁) e segunda parição (PAP₂), esse efeito pode ser observado nos quadros 5 e 6.

A população estudada era constituída de bovinos da raça Nelore, criados em regime de pastagens, mais sujeitos à pressão seletiva do meio ambiente. Nestas condições, os animais que apresentaram tipo hemoglobínico Hb.BB tiveram melhor desempenho em relação aos demais, para os pesos aos 18 meses de idade e por ocasião do primeiro parto.

A associação significativa apresentada pelas fêmeas do tipo hemoglobínico Hb.BB com alguns pesos à idade de crescimento, também foi observada, por POLITZER (1968), em bovinos da raça Afrikander (zebú africano): os animais do tipo Hb.BB, ao desmame foram mais pesados quando comparados aos demais.

Em outros trabalhos, como o realizado por MIKLE (1965), MERKURJEVA (1968), PILJKO & GERTMAN (1970), com bovinos de raças leiteiras européias, polimórficas para o sistema da hemoglobina, criados em condições ambientais controladas e nível alimentar próximo do ideal, os animais que apresentavam o tipo de hemoglobina Hb.AA eram mais pesados quando comparados aos demais tipos. MACHA et al. (1983) também observaram que os bovinos que apresentavam o tipo hemoglobínico Hb.AA, da raça Czech Pied, submetidos a um teste de performance, foram mais pesados do que os demais. PANEPUCCI et al. (1990) também observaram que, em um rebanho da raça Canchim (5/8 europeu - 3/8 zebú) os animais que apresentavam o tipo hemoglobínico Hb.AB

**Quadro 3 - Pesos, médias ajustadas \pm erro da média, em quilogramas, de fêmeas Nelore, grupadas em função de seus fenótipos hemoglobínicos observados na amostra analisada**

Tipos de Hb	PN	PD	P18*	PAP1*	PAP2	GPND
AA	28,66 \pm 1,39	165,74 \pm 6,11	258,45 \pm 6,74	367,42 \pm 9,71	405,83 \pm 17,8	0,69 \pm 0,02
AB	27,05 \pm 1,27	162,13 \pm 5,62	258,43 \pm 6,20	373,47 \pm 8,97	411,83 \pm 16,3	0,65 \pm 0,02
BB	30,35 \pm 2,82	171,90 \pm 12,4	295,85 \pm 13,7	431,24 \pm 19,7	451,84 \pm 34,3	0,75 \pm 0,05

*(p < 0,05) PN - Peso ao nascer; PD - peso aos 210 dias; P18 - Peso aos 18 meses; - Peso à primeira parição; PAP2 - Peso à segunda parição. GPND - ganho de peso diário do nascimento aos 210 dias.

Quadro 4 - Análise de variância de peso ao nascer (PN), à desmama (PD), aos 18 meses de idade (P18) e ganho de peso do nascimento à desmama (GPND)

Fontes de variação	Quadrado médio				
	GL	PN	PD	P18	GPND
Ano de nascimento	15	27,90	596,52*	1116,31**	0,01275*
Mês de nascimento	11	26,87	786,77**	2572,34**	0,01390*
Touro	26	14,80	347,41	1193,51**	0,00700
Hemoglobina	02	28,56	187,14	2031,04**	0,01015
Erro	59	16,65	321,80	392,09	0,00700

** (P < 0,01) * (P < 0,05)

foram mais pesados ao desmame e 12 meses de idade, em relação aos demais tipos. Entretanto, para o peso ao nascer, os animais do tipo hemoglobínico Hb.BB foram os mais pesados, juntamente com os do tipo Hb.AB. Parece-nos que o tipo hemoglobínico apresentado pelos animais, dependendo das condições de criação oferecidas aos mesmos, pode favorecer seus desempenhos individuais, na medida em que esses estejam melhor adaptados a essas condições. Dessa forma, se válida, os bovinos europeus e suas cruzas, quando são dos tipos hemoglobínicos Hb.AA e Hb.AB, em condições ideais de criação em ambientes controlados, apresentam melhores desempenhos individuais. Por outro lado, os bovinos zebuínos, criados em condições de meio ambiente não controlado (à pasto) apresentam melhores desempenhos quando são do tipo hemoglobínico Hb.BB.

Quadro 5 - Análise de variância do peso ao primeiro parto (PAP1).

Fontes de variação	Quadrado médio	
	GL	PAP1
Ano de nascimento	15	3.664,89**
Mês de nascimento	11	1.777,79*
Touro	26	1.647,68**
Hemoglobina	02	5.715,57**
Erro	57	813,45

** (p < 0,01) * (p < 0,05)

Quadro 6 - Análise da variância do peso à segunda parição (PAP2)

Fontes de variação	Quadrado médio	
	GL	PAP2
Ano de nascimento	15	4.269,88*
Mês de nascimento	11	3.291,22
Touro	26	2.605,82
Hemoglobina	02	2.782,86
Erro	48	2.251,42

* (p < 0,05)

CONCLUSÕES

A população de bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus* L.) estudada encontra-se em equilíbrio de Castle-Hardy-Weinberg. Pode-se concluir que os animais não estão sendo selecionados em função de seu tipo de hemoglobina.

A associação entre tipo de hemoglobina e pesos e ganho de peso do nascimento aos 210 dias de idade, somente foi observada para os pesos aos 18 meses de idade e ao primeiro parto. Apesar dessas associações terem sido significantes, seria prematura uma conclusão definitiva, considerando-se o baixo número de animais que apresentavam o tipo hemoglobínico BB. Concluiu-se pela necessidade de novos trabalhos que permitam ratificar esses resultados encontrados e que permitam, também, um maior grau de confiabilidade em relação à seleção que se pretenda praticar, visando o incremento da produção de carne bovina.



AGRADECIMENTOS

À Agente de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica, Martha Maria Leonhardt Ribeiro, pela digitação e correção do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU-FILHO, M.S.; SILVA, R.G.; LEITE, F.G. Haemoglobin Polymorfism in Brazilian Nelore. R. Bras. de Genet., Ribeirão Preto, SP, v. 5, n. 2, p. 345-352, 1982.
- ASHTON, G.C. No - immunological polymorfism - In: FAO - Report. First Meeting of the FAO Pane of Blood Groups Scientists., 1, 1963, Hague, Meeting Report... Rome: FAO, 1963, p. 17.
- CABANNES, R. , SERAIN, C. Hétérogenéité de l'hémoglobine des Bovides; identification électroforétique de deux hemoglobines bovines. C.R. Soc. Biol., Paris, v. 149, p. 7 - 10, 1955.
- CROCKETT, J.R., KOGER, M., CHAPMAN, H.L. Genetic Variations in Hemoglobins on Beef Cattle. J. Anim. Sci., Champaign ,v. 22, n. 1, p. 173-176, 1963.
- EFREMOV, E.D., BRAEND, M. A New Haemoglobin in Cattle. Acta Vet. Scand., Oslo, v. 6, p. 109-111, 1965.
- MACHA, J. et al. Body weight and daily gains of bulls of different genotypes, Zivoscina Vyroba, Bruo, v. 28, n 5, p. 335-360, 1983.
- MCDERMID, E.M. et al. Electrophoretic variation red cell enzyme systems in farm animals (Review). Anim. Blood. Groups. Biochem. Genet., Wageningen, v. 6, p. 127-174, 1975.
- MERKURJEVA, E.R. The use of complex methods for studying adaptation and genetic characters of livestock population in relation to acclimatisation and breed regionalization. Referat. Zh. Zhivot. Vet., Leningrad, v. 6, p. 58-196, 1968.
- MIKLE, S. Haemoglobin polymorfism in cattle. Revue Roum. Biol. Sér. Zool., Bucharest, v. 10, p. 273-279, 1965.
- MITAT, J.M. Imunogenetica Animal . Havana: Editorial Científico Técnico, 1985. 586 p.
- MORTARI, N. Polimorfismo de hemoglobinas em raças zebuínas (*Bos taurus indicus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 40, São Paulo, SP, 1988, Anais ... São Paulo: SBPC, 1988. p. 307.
- NAMIKAWA, T WIDODO, W. Electrophoretic variations of haemoglobin in the Indonesian Cattle including Bali Cattle (*Bos bateng*) Japanese Journal of Zootechnical Science, 49(11):817-827. 1978.
- PANEPUCI, L . ALENCAR, M.M. Frequências gênicas da hemoglobina em bovinos Canchim, Nelore e mestiços Europeu-Zebú. Relação entre raças. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24, Brasília - , 1987. Anais... Viçosa: U.F.V., 1987, p. 288.
- PANEPUCI, L. et al. Associação entre marcadores genéticos e peso num rebanho de gado Canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, 1990, Campinas, SP, 1990 Anais... Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 486
- PILJKÓ, V.V., GERTMAN, A.M. Some economic traits of animal of the Kostroma and Russian Breeds in relation to hemoglobin type. Uchen. Zap. Vitebsk. Vet. Inst., Krakow, v. 2, p. 181-186, 1970.
- POLITZER, N. Relationship between blood groups and weights in Afrikaner Cattle. Proc. S. Afr. Soc. Anim. Prod., Onderstepoort, v. 46, n. 2, p. 185-189,
- PRESTON, T.R. A Strategy for cattle production in the tropics. World Anim. Rev., Rome, v. 21, n. 1, p. 11-17, 1977.
- RAMALHO, A.S. As hemoglobinas: Um problema de saúde pública no Brasil. R. bras. de Genet., Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 1986. 160 p.
- RAZOOK, A.G. et al. Intensidade de seleção e respostas diretas e correlacionadas em 10 anos de progênes de bovinos das raças Nelore e Guzera selecionados para peso pós-desmame. B. Industr. anim., Nova Odessa, v. 50, n. 2, p. 147-163, 1993.
- SILVA, L.R.M. Polimorfismo bioquímico de hemoglobinas, aspectos produtivos e reprodutivos em bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*). Tese de Doutorado, São Paulo, Inst. Biociências/USP, 1989. 139 f.
- VELLA, F. Haemoglobin types, Ox and Buffalo. Nature, London, v. 181, p. 564-565, 1958.