

Efeito da Endogamia sobre Características de Crescimento de Bovinos da Raça Gir no Brasil¹

Sandra Aidar de Queiroz^{2,3}, Lucia Galvão de Albuquerque^{2,3}, Neli Aparecida Lanzoni⁴

RESUMO - Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar o efeito da endogamia e suas possíveis influências sobre o crescimento de bovinos de corte. Foram utilizadas 27.406 observações de peso à desmama, padronizado aos 205 dias (PD), e 14.317 informações de peso ao ano, padronizado aos 365 dias (PA), de animais da raça Gir, no período de 1970 a 1995. As análises foram feitas pelo método dos quadrados mínimos, incluindo-se o efeito aleatório de grupo contemporâneo e os efeitos fixos de geração (discreto), idade da vaca ao parto e taxa de endogamia do bezerro e da vaca como variáveis contínuas, considerando-se os efeitos linear e quadrático. Apenas 11,65% das vacas, 19,84% dos touros e 9,23% dos bezerros da raça Gir estudados apresentaram algum grau de endogamia e as estimativas das médias de endogamia foram de pequena magnitude, constatando-se valores de 1,04; 0,96; e 1,66% para vacas, touros e bezerros, respectivamente. O efeito da endogamia do animal foi significativo e quadrático para as duas características estudadas. Os resultados mostraram depressão endogâmica para ambas as características (PD e PA). Recomenda-se evitar os acasalamentos, intencionalmente, endogâmicos e monitorar os acasalamentos com base no parentesco entre os indivíduos, visando manter baixas as taxas de endogamia.

Palavras-chave: bovinos Gir, endogamia, peso ao ano, peso à desmama

Inbreeding Effects on Growth Traits of Gyr Cattle in Brazil

ABSTRACT - This research was carried out to evaluate the inbreeding effects and its possible influence on the beef cattle growth. Data with 27,406 observations of weaning weight, standardized to 205 (WW), and 14,317 observations of yearling weight, standardized to 365 days (YW), from Gyr breed animals, from 1970 to 1995, were used. The analysis were made using the least square method that included the random effect of contemporary group and the fixed effects of generation (class), age of cow at calving, calf and cow inbreeding as regressions, considering linear and quadratic effects. Only 11.65% of cows, 19.84% of bulls and 9.23% of the studied calves from the Gyr breed presented some degree of inbreeding. The estimates of the inbreeding means were of low magnitude and the values were of 1.04, 0.96 and 1.66% for cows, bulls and calves, respectively. The animal inbreeding was significant and quadratic for both studied traits. The results showed inbreeding depression for both traits (WW and YW). Intentional inbreeding matting should be avoided and matting should be planed also taking into account the relationship between the animals, in order to keep inbreeding in low degree.

Key Words: Gyr cattle, inbreeding, weaning weight, yearling weight

Introdução

A endogamia resulta do acasalamento, intencional ou não, de animais aparentados, sendo um sistema de acasalamento capaz de alterar a constituição genética da população. Isto se dá por meio do aumento da homozigose e, conseqüentemente, da diminuição da heterozigose, alterando, assim, a freqüência genotípica, mas não as freqüências gênicas.

Na primeira metade deste século, a endogamia foi utilizada, juntamente com a seleção, visando aumentar

a uniformidade em algumas raças bovinas. Segundo PIRCHNER (1985), os criadores reconheceram tanto os perigos da endogamia na saúde e no desempenho da progênie, como também suas vantagens na consolidação de certas características, e ainda a imprevisibilidade, que parece ser inerente ao processo da endogamia.

Apesar de seus riscos, a endogamia tem sido bastante usada por criadores de animais, principalmente, entre criadores de elite, com o objetivo de assegurar uniformidade racial e fixação de certas

¹ Projeto financiado pelo CNPq (Processo nº 530157/93-4).

² Departamento de Zootecnia - FCAV - Jaboticabal - UNESP. Rodovia Carlos Tonnan Km 5, 14870-000 Jaboticabal - SP. Endereço eletrônico: saquei@fcav.unesp.br; lgalb@fcav.unesp.br

³ Bolsista do CNPq.

⁴ Zootecnista autônoma.

características em linhagens cujos produtos têm maior aceitação comercial. Entretanto, a endogamia acima de certos níveis tem sido registrada como deterioradora do rebanho, do vigor e do crescimento dos animais, ocasionando, ainda, diminuição no desempenho reprodutivo (NOWICK, 1963; MI et al., 1965; PIRLEA e ILEA, 1970; e STREWE, 1974). PIRCHNER (1985) salientou que a endogamia não apenas reduz a média em características que apresentam heterose, mas também os animais endogâmicos parecem ser mais sensíveis às influências ambientais. O mesmo autor (PIRCHNER, 1983) sugere que a endogamia enfraquece a homeostase fisiológica, isto é, a habilidade de um indivíduo manter seu modelo fisiológico contra o impacto de influências ambientais. À conclusão semelhante havia chegado KELLER e BRINKS (1978), investigando a interação entre ambiente e endogamia do bezerro e da vaca, quando verificaram que o efeito deletério da endogamia do bezerro e da mãe podia ser mais pronunciado sob condições de estresse ambiental. Por outro lado, alguns pesquisadores não verificaram qualquer tipo de efeito da endogamia sobre o crescimento de bovinos (ROBERTSON, 1954; ROGNONI e RIZZI, 1956; ARZUMANJAN, 1962; e BELLER e PLESNIK, 1974).

A endogamia vem sendo estudada nos trabalhos pertinentes a gado de corte, utilizando-se, basicamente, dois delineamentos experimentais: (1) o uso de técnicas de regressão nas quais o coeficiente de endogamia (F) do indivíduo e/ou de sua mãe é modelado como covariável em modelos que incluem outros efeitos genéticos e de ambiente e (2) a comparação do desempenho de linhagens endogâmicas com outra não-endogâmica. Uma variação destas duas técnicas é a modelagem da endogamia como um efeito fixo, usando-se a endogamia distribuída em classes discretas.

Na literatura, é freqüente a constatação da influência significativa da endogamia do animal nas características de crescimento, avaliadas pelo peso do indivíduo em diferentes idades, e, também, o efeito significativo da endogamia da mãe sobre as características maternas, principalmente, nos pesos ao nascer e à desmama de seu filho.

No Japão, UCHIDA et al. (1995), trabalhando com registros da raça bovina Preta Japonesa, observaram efeitos deletérios da endogamia da vaca não só sobre os pesos ao nascer e ao abate do bezerro, como também sobre o preço de mercado da carcaça.

BURROW (1993) constatou, em um trabalho de

revisão sobre endogamia em gado de corte, que esta teve efeito depressor consistente sobre os pesos ao nascer (PN), à desmama (PD) e aos 365 dias (PA). Cada 1% de aumento em F correspondeu a decréscimo, em média, de 0,06 kg no PN, 0,44 kg no PD e 0,69 kg no PA. Assim, utilizando os regressores citados, se os animais tivessem F=50%, haveria redução de 3; 22; e 34,5 kg, respectivamente, nos pesos anteriormente mencionados. Ainda, segundo esse autor, o efeito da endogamia da vaca tem sido inconsistente e, de maneira geral, próximo de zero.

No Brasil, PENNA (1990), AMARAL et al. (1991) e QUEIROZ et al. (1993) relataram efeito significativo e adverso da endogamia sobre características de importância econômica de bovinos das raças Tabapuã, Caracu e Gir, respectivamente.

Os objetivos deste trabalho foram verificar a ocorrência de endogamia em rebanhos de bovinos de corte da raça Gir e determinar seus efeitos sobre os pesos à desmama e aos 365 dias de idade.

Material e Métodos

As informações para o estudo do efeito da endogamia sobre as características de crescimento, peso à desmama, padronizado aos 205 dias (PD), e peso ao ano, padronizado aos 365 dias (PA), foram avaliados a partir de dados do Controle de Desenvolvimento Ponderal da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ). Arquivos individuais para o estudo de cada uma das características foram obtidos a partir do arquivo geral da ABCZ contendo informações provenientes de pesagens de 147.325 animais da raça Gir, pertencentes a 12 rebanhos, distribuídos no período de 1970 a 1995.

As árvores genealógicas dos animais foram traçadas a partir das informações obtidas junto à ABCZ e remontam ao ano de 1940. Os animais sem pais conhecidos foram excluídos das análises, por não ser possível o cálculo de sua endogamia, restando 103.381 animais. Os coeficientes de endogamia de Wright (F) foram estimados utilizando-se uma das subrotinas do programa computacional MTDREML (Multiple trait derivative-free restricted maximum likelihood), desenvolvido por BOLDMAN et al. (1993). Todos os arquivos foram montados e as análises estatísticas, feitas no programa computacional SAS (1989).

Para controlar os efeitos não-genéticos que afetam as variáveis estudadas, foram formados grupos contemporâneos. O grupo contemporâneo (GC) para

a análise do PD incluiu os efeitos de Fazenda, Criador, Categoria, Sexo, Ano de Nascimento, Mês do Nascimento, Regime Alimentar e Condição de Criação aos 205 dias. No grupo contemporâneo do PA, foram incluídas as mesmas variáveis do PD mais o Regime Alimentar e a Condição de Criação aos 365 dias. Cada grupo contemporâneo continha, no mínimo, quatro observações.

Por ocorrer sobreposição de gerações nos rebanhos bovinos, os indivíduos contemporâneos podem diferir em relação à geração a qual pertencem. Para contornar este problema, BRINKS et al. (1961) propuseram um valor representativo da geração do indivíduo e denominaram-no coeficiente de geração. Este valor corresponde ao número médio de segregações mendelianas, a partir dos animais fundadores, e pode ser obtido por:

$$CGI = (CGP + CGM + 2) / 2$$

em que:

CGI = coeficiente de geração do indivíduo;

CGP = coeficiente de geração do pai; e

CGM = coeficiente de geração da mãe.

Foram considerados pertencentes à geração zero os animais importados, os incorporados ao rebanho e os de genealogia desconhecida. O coeficiente de geração do bezerro variou de 0 a 7,2 e o da vaca de 0 a 6,5. Os coeficientes de geração foram agrupados em 6 classes discretas.

Para o estudo do PD e do PA, foram utilizadas, respectivamente, pesagens de 27.406 e 14.317 animais. As análises estatísticas foram realizadas pelo método dos quadrados mínimos, utilizando-se o PROC GLM do SAS (1989). O modelo estatístico

utilizado para as duas características analisadas incluiu o grupo contemporâneo, como efeito aleatório, e os efeitos fixos de geração (discreto), idade da vaca ao parto (linear e quadrático), endogamia do bezerro, linear e quadrático e endogamia da vaca, linear e quadrático, como variáveis contínuas. Não houve efeito significativo da interação entre geração e endogamia. Portanto, este efeito foi retirado do modelo.

Resultados e Discussão

No arquivo geral de dados contendo 103.381 animais, os coeficientes médios de endogamia, para vacas, touros e bezerros foram 1,04; 0,96; e 1,66%, respectivamente, que podem ser considerados de baixa magnitude. Os percentuais de animais com F maior que 0 foram 11,65; 9,23; e 19,84%, sendo os valores médios de F dos indivíduos endogâmicos iguais a 8,97; 10,41; e 8,38%, respectivamente, para as categorias vacas, touros e bezerros, conforme pode-se observar na Tabela 1. Verifica-se que, entre os animais endogâmicos, os valores de F foram maiores para os touros, sugerindo que os criadores utilizam reprodutores provenientes de um 'pool' gênico comum, fazendo com que aumente o parentesco dos indivíduos da população. Observa-se, também, que a porcentagem de animais com algum grau de endogamia é maior para os bezerros, embora a média de F para esta categoria seja menor que para touros. Resultados bastante próximos a estes foram descritos por QUEIROZ et al. (1993) para rebanhos da raça Gir que se dedicavam à exploração leiteira.

A descrição do coeficiente de endogamia de vacas, touros e bezerros por geração é apresentada

Tabela 1 - Descrição dos animais estudados da raça Gir quanto ao coeficiente de endogamia (F)
Table 1 - Description of Gyr cattle according to the inbreeding coefficient (F)

	Vacas <i>Cows</i>	Touros <i>Bulls</i>	Bezerros <i>Calves</i>	Total <i>Total</i>
Número total <i>Total number</i>	22.979	3325	77.077	103.381
Nº animais endogâmicos <i>Number of inbred animals</i>	2677	307	15.292	18.276
% de animais endogâmicos <i>% of inbred animals</i>	11,65	9,23	19,84	-
F médio população (%) <i>Population inbreeding (%)</i>	1,04	0,96	1,66	-
F animais endogâmicos (%) <i>Average inbred animals (%)</i>	8,97	10,41	8,38	-
Amplitude de F (%) <i>Range of F (%)</i>	0,00-37,50	0,00-31,30	0,00-44,30	0,00-44,30

na Tabela 2. O comportamento crescente da endogamia por geração deve-se à própria estrutura dos rebanhos cujos animais fundadores são pouco aparentados ou de genealogia desconhecida e, com o passar do tempo, mediante a ocorrência de acasalamentos dentro dos rebanhos, aumenta o grau de parentesco entre os indivíduos, o que leva à endogamia. Convém lembrar que os valores de F são obtidos considerando-se que não havia acasalamentos endogâmicos (F=0) na população base, sendo que a mesma é composta, principalmente, por animais de genealogia desconhecida. O melhor conhecimento e controle da genealogia com o passar das gerações possibilita o cálculo mais acurado de F, com conseqüente aumento de seus valores. Observa-se também, analisando a mesma Tabela, que os rebanhos estudados representam cerca de seis gerações de animais da raça Gir no Brasil.

Os valores de F descritos para este conjunto de animais, explicitados nas Tabelas 1 e 2, situam-se dentro do esperado, quando não se pratica endogamia intencional, e evidenciam crescimento da mesma com o passar das gerações, o que é típico da estrutura populacional de bovinos. O crescimento lento de F com o passar das gerações permite que a seleção também atue, diminuindo os efeitos adversos da endogamia pela eliminação dos genótipos menos aptos (BURROW, 1993).

As médias de PD e PA provenientes de 27.406 e 14.317 observações foram 128,52 e 178,00 kg, respectivamente. Outros autores têm estimado valores semelhantes para a raça Gir (LEDIC, 1992; CAMARGOS, 1993).

Na Tabela 3, é apresentado um resumo da análise de variância das características PD e PA para bezerros da raça Gir. Exceto os da endogamia, os demais

efeitos que constam dos modelos estatísticos não serão objetos de discussão neste trabalho, pois foram usados, apenas, para o controle dessas fontes de variação.

Os valores médios estimados para a endogamia do bezerro e da vaca, no arquivo de dados usados para a análise do PD, foram 1,61 e 0,64%, com amplitude de 0 a 43,80% e 0 a 37,50%, respectivamente. No arquivo empregado para o estudo do PA, foram estimados os valores 1,69 e 0,65%, com variação de 0 a 43,80% e 0 a 31,30%, respectivamente, para as médias de endogamia do bezerro e da vaca. Os valores médios estimados para F, em ambos os arquivos, foram de pequena magnitude. Entretanto, mesmo considerando-se os pequenos valores de F, o efeito da endogamia do bezerro foi significativo (P<0,01) sobre ambos os pesos. PENNA (1990), com bovinos Tabapuã, também, verificou efeito significativo de F do indivíduo sobre o PD e PA, sendo os valores médios de F iguais a 6,00 e 5,92%, respectivamente. VON KROSIG e LUSH (1958) observaram que o efeito da endogamia sobre o peso foi perdendo importância, à medida que a idade do animal avançava, o que não foi constatado neste trabalho, uma vez que a endogamia do animal foi significativa para os pesos nas diferentes idades. Na presente pesquisa, assim como também foi relatado por VON KROSIG e LUSH (1958), a endogamia da vaca não se mostrou importante na variação do PD e PA dos filhos, contrariando o observado por AMARAL et al. (1991), no PD de bezerros da raça Caracu.

Embora o efeito de F do indivíduo seja significativo, não ocorreu depressão endogâmica acentuada nas características analisadas para pequenos valores de F, conforme pode ser verificado na Figura 1. O efeito de F sobre os pesos foi quadrático, com ponto

Tabela 2 - Descrição do coeficiente de endogamia (F) dos animais da raça Gir, por classe de geração
 Table 2 - Description of inbreeding coefficient (F) of Gyr cattle, according to the generation class

Coef. geração	F (%)	F (%)	F (%)
Coefficient of generation	Vacas	Touros	Bezerros
	F (%) Cows	F (%) Bulls	F (%) Calves
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0,46	0,51	0,46
4	0,86	1,15	1,19
5	1,38	1,48	2,13
6	2,97	3,15	3,04

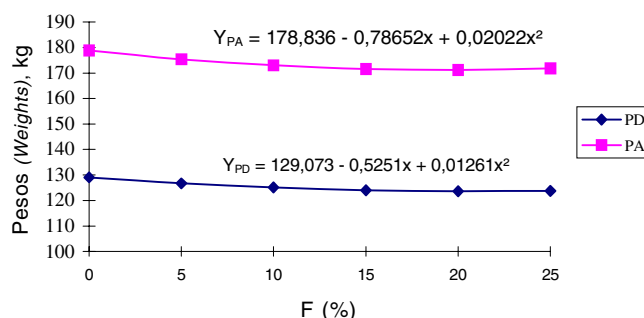


Figura 1 - Tendência dos pesos à desmama (PD) e ao ano (PA), em kg, de bezerros da raça Gir, de acordo com a endogamia (F), em porcentagem.
 Figure 1 - Tendency of the weaning weight (WW) and yearling weight (YW), in kg, in calves of Gyr breed, according to the inbreeding coefficient (F), in percentage.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as características peso à desmama, padronizado para 205 dias (PD) e peso ao ano, padronizado para 365 dias (PA), em kg, de bezerros da raça Gir
 Table 3 - Summary of variance analysis of the traits, weaning weight, standardized for 205 days (WW) and yearling weight standardized for 365 days (YW), in kg, of calves from Gyr breed

Fontes de variação <i>Sources of variation</i>	PD WW		PA YW	
	GL DF	QM MS	GL DF	QM MS
Grupo contemporâneo <i>Contemporary group</i>	2193	3388,56**	1592	5508,49**
Geração <i>Generation</i>	4	10.348,59**	4	7052,93**
Idade vaca (L) <i>Age of cow (L)</i>	1	26.528,20**	1	4396,30*
Idade vaca (Q) <i>Age of cow (Q)</i>	1	12.653,64**	1	3298,54ns
Endogamia do bezerro (L) <i>Inbreeding of calf (L)</i>	1	34.503,85**	1	36.079,42**
Endogamia do bezerro (Q) <i>Inbreeding of calf (Q)</i>	1	5813,12**	1	7777,85**
Endogamia da vaca (L) <i>Inbreeding of cow (L)</i>	1	24,15ns	1	926,95ns
Endogamia da vaca (Q) <i>Inbreeding of cow (Q)</i>	1	847,23ns	1	1868,78ns
Resíduo <i>Error</i>	25.202	631,05	12.714	1084,28

$R^2_{PD} = 32,20\%$ $CV = 19,55\%$ ** ($P < 0,01$)
 $F^2_{WW} = 32,20\%$ $VC = 19,55\%$
 $R^2_{PA} = 39,10\%$ $CV = 18,50\%$ GL = graus de liberdade Q.M = quadrado médio
 $F^2_{YW} = 39,10\%$ $VC = 18,50\%$ DF = degrees of freedom MS = mean square

de mínimo para $F=20,82\%$ e $F=19,45\%$, respectivamente, para PD e PA. O efeito depressivo da consangüinidade, sendo quadrático, com pequeno efeito para valores de F menores e acentuado declínio do desempenho em níveis de F maiores, estaria associado não só ao efeito de dominância, mas também a interações epistáticas do tipo dominante-dominante entre os genes que determinam estas características. Espera-se que a consangüinidade exerça efeito depressor sobre o desempenho, já que os animais com maior homozigose apresentam menor flexibilidade frente às variações do meio ambiente e, conseqüentemente, são mais frágeis e susceptíveis ao mesmo. Deve-se considerar, ainda, que o efeito mais pronunciado da endogamia ocorre nas características mais dependentes de ação gênica não-aditiva, principalmente as associadas à reprodução e à adaptação. Assim, os animais que apresentem deficiências limitantes ou graves morrem ou são descartados, nos primeiros meses de vida, não fazendo parte, portanto, dos registros de pesagens da empresa rural. Se as limitações apresentadas pelos animais forem

decorrentes da endogamia, isto não pode ser quantificado na análise de dados de características de importância econômica, uma vez que esses animais não tiveram a oportunidade de apresentar tal desempenho. Assim, o efeito adverso da endogamia é, possivelmente, muito mais pronunciado que o relatado, quando se trabalha com informações de rebanhos comerciais. Além disso, quando a prática da endogamia não é deliberada, como é o caso dessa população de bovinos Gir, o aumento nos níveis de F ocorre lentamente, permitindo a atuação conjunta da seleção, eliminando-se, assim, os genótipos menos adaptados.

O efeito da endogamia é decorrente do aumento da homozigidade dos genes, o que provoca aumento na frequência de genótipos contendo genes recessivos, normalmente encobertos pelos alelos dominantes. Se estes alelos recessivos determinam disfunções e má formação nos animais, além de deprimir o desempenho nas características de importância econômica, deverá ser evitada. A endogamia constitui-se em um problema mais preocupante para os criadores de elite

e, também, para criadores de raças locais ou pouco dispersas, devido à manutenção de rebanhos fechados. De maneira geral, o criador, por conhecer o efeito depressivo da consangüinidade, não a pratica de forma deliberada e, quando o faz, procura fazê-lo em níveis e taxas bem suaves. Entretanto, a tecnologia atual de inseminação artificial e transferência de embriões permite a utilização intensiva de animais com os melhores valores genéticos e, por sua vez, propicia o aumento do parentesco dos animais dentro de uma mesma raça, o que, a longo prazo, levará ao aumento da endogamia. Além disto, a seleção com base nos valores genéticos das características, usadas como critérios de seleção dos reprodutores, pode ocasionar, também, aumento das taxas de endogamia, pois animais aparentados têm valores genéticos similares, permitindo que a co-seleção de parentes seja mais freqüente. Assim, a longo prazo, é procedente a recomendação de redução na taxa de endogamia, evitando-se os acasalamentos entre parentes.

Conclusões

A porcentagem de animais endogâmicos e as estimativas das médias de endogamia, nos rebanhos de corte da raça Gir no Brasil, foram de pequena magnitude.

A endogamia influenciou nas características estudadas e os resultados mostraram depressão endogâmica nas características PD e PA.

Recomenda-se evitar os acasalamentos endogâmicos intencionais e monitorar os acasalamentos, com base no parentesco entre os indivíduos, visando manter baixas as taxas de endogamia.

Agradecimento

À ABCZ, pela cessão dos dados para a execução desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

- AMARAL, M.O., QUEIROZ, S.A., ALBUQUERQUE, L.G. Efeito da endogamia sobre o peso ao nascer e à desmama de bezerras da raça Caracu. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, João Pessoa, 1991. *Anais...* Viçosa: SBZ, 1991, p.540.
- ARZUMANJAN, E.A. 1962. Present position and problems in inbreeding cattle. *Anim. Breed. Abstr.*, 31:187.
- BELLER, I., PLESNIK, J. 1974. The effect of inbreeding on performance of cows. *Anim. Breed. Abstr.*, 43:655.

- BOLDMAN, K.G., KRIESE, L.A., VAN VLECK, L.D. 1993. *A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimate of variances and covariances.* Lincoln: Department of Agriculture Research Service. 120p.
- BRINKS, J.W., CLARK, R.T., RICE, F.J. 1961. Estimation of genetic trends in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 20:903.
- BURROW, H.M. 1993. The effects of inbreeding in beef cattle. *Anim. Breed. Abstr.*, 61(11):737-751.
- CAMARGOS, R.K. Papel da associação brasileira de criadores de zebu na produtividade do zebu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 10, Belo Horizonte, 1993. *Anais...* Uberaba: ABCZ, v.2, 1993, p.170-181.
- KELLER, D.G., BRINKS, J.S. 1978. Mating systems by environment interactions for weaning weight in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, 46(1):54-59.
- LEDIC, I.L. 1992. Investigação sobre produção de leite e peso ao parto em gado Gir. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 21(5):815-826.
- MI, M.P., CHAPMAN, A.R., TYLER, W.J. 1965. Effect of mating system on production traits in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 48:77-84.
- NOWICKI, B. 1963. The influence of inbreeding on the utility value of black Pied Lowland cows. *Anim. Breed. Abstr.*, 32:966.
- PENNA, V.M. *Efeito da endogamia em características de peso e reprodução da raça Tabapuã.* Ribeirão Preto, SP: FMRP, 1990. 102p. Tese (Doutorado em Genética) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo, 1990.
- PIRCHNER, F. 1983. *Population genetics in animal breeding.* 20.ed. New York: Plenum Press. 414p.
- PIRCHNER, F. 1985. Genetic structure of populations.1. Closed populations or matings among related individual. In: CHAPMAN, A.B. *General and quantitative genetics.* Amsterdam: Elsevier. p.227-248.
- PIRLEA, T., ILEA, S. 1970. Effect of different inbreeding intensities on some production characters in cattle. *Anim. Breed. Abstr.*, 39:3151.
- QUEIROZ, S.A., LÓBO, R.B., MARTINEZ, M.L. 1993. Efeitos da endogamia sobre algumas características de importância econômica na raça Gir. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 22(5):773-786.
- ROBERTSON, A. Inbreeding and performance in British Friesian cattle. In: ANNUAL MEETING BRITISH SOCIETY FOR ANIMAL PRODUCTION, 1954, Londres. *Proceedings...* Inglaterra: British Society, 1954. p.87-92.
- ROGNONI, G., RIZZI, S. 1956. The effect of inbreeding in a herd of Friesian cattle.1. Relationship between degree of inbreeding, age at first calving, calving interval and age at culling. *Atti. Soc. Ital. Sci. Vet.*, 9:297-299.
- SAS/STAT *User's guide.* Version 6.ed. Cary: Sas Institute, 1989. 958p.
- STREWE, H. 1974. Inbreeding as a test of genetic health in cattle. *Dairy Sci. Abstr.*, 36:3572.
- UCHIDA, H., OHHIRA, K., YAMAGISHI, T. et al. 1995. The relationship between inbreeding of cows and their calves' growth and prices traits in Japanese black cattle. *Anim. Sci. Techn.*, 66(1):55-61.
- VON KROSIG, C.M., LUSH, J.L. 1958. Effects of inbreeding on production in Holstein. *J. Dairy Sci.*, 50:1824-1827.

Recebido em: 16/07/1998

Aceito em: 14/02/2000