

CAPÍTULO 4 Relações entre peso da vaca aos 450 dias
de idade e *stayability* na raça Nelore

INTRODUÇÃO

A adequação do genótipo animal ao ambiente de criação tem sido repetidamente citada nos encontros de criadores e pesquisadores envolvidos na produção de várias espécies animais, principalmente dos animais de grande porte. No Brasil, devido à prevalência dos animais zebus e azebuados, criados em sua maioria a pasto, parece que tal discussão torna-se irrelevante. No entanto, se o desempenho desses animais fosse controlado de modo mais efetivo, registrando-se as despesas e a receita do rebanho como um todo, a eficiência econômica, e não somente a eficiência biológica, poderia ser considerada na escolha ou manutenção de determinados biótipos na propriedade.

Estudos sobre a eficiência da vaca de diferentes tamanhos estão sob investigação desde o trabalho de Hammond *et al.* (1941), sendo que, segundo Cartwright (1979), não haveria linearidade entre os tamanhos da vaca e do bezerro sobre a eficiência do rebanho de

cria. Estes efeitos não-lineares resultariam em um *tamanho ótimo*, isto é, um tamanho onde a eficiência do rebanho seria máxima para determinadas condições de produção e mercado.

Em relação à eficiência de produção, vários métodos têm sido propostos para avaliar a produtividade das vacas: peso do bezerro à desmama/unidade de peso da vaca, peso do bezerro à desmama/unidade de peso metabólico da vaca, peso do bezerro à desmama, peso do bezerro à desmama em relação ao intervalo de partos correspondente/ano, peso do bezerro à desmama/oportunidade de acasalamento/unidade de peso da vaca à desmama, peso do bezerro à desmama em relação à média do rebanho e ao número de crias da fêmea (Mercadante *et al.*, 1996) ou, mais recentemente, vida útil no rebanho, *stayability* e outras denominações que visam considerar a permanência da vaca no rebanho, dado algum critério de produção (descarte voluntário) ou não (descarte involuntário).

Os requisitos de alimentação do rebanho de vacas representam o maior custo na produção de gado de corte. Estima-se que aproximadamente 60% do total de energia alimentar necessária para produzir e terminar um bezerro ao abate é requerida pela vaca para manutenção e produção (Klosterman *et al.*, 1971; Dickerson, 1978). Daí a importância de se considerar o tamanho da vaca nos programas de melhoramento. A idade à puberdade está relacionada ao desenvolvimento pré e pós-desmama (Arije & Wiltbank, 1971; Laster

et al., 1972 e 1976; Smith *et al.*, 1989, entre outros) e à fertilidade da novilha (Milagres *et al.*, 1979; Cunningham *et al.*, 1981; Makarechian *et al.*, 1985). Milagres *et al.* (1979), Cunningham *et al.* (1981) e Makarechian *et al.* (1985) observaram que novilhas mais pesadas ou que tiveram maiores taxas de ganho durante o período pós-desmama, tiveram maiores taxas de parição aos dois anos de idade que as fêmeas mais leves ou de baixo crescimento. Outro pesquisador (Ferrell, 1982) mostrou que a condição corporal das novilhas durante o período pós-desmama influenciou a taxa de prenhez à primeira cobertura.

McMillan *et al.* (1992), estudando duas linhas de bovinos da raça Angus, uma sobre processo seletivo e outra como controle, mostraram que a seleção para grande desenvolvimento não estaria associada às mudanças na eficiência de utilização dos alimentos de inverno pelo rebanho de matrizes. A base deste resultado vem das altas respostas correlacionadas no tamanho da fêmea e das baixas respostas correlacionadas no desempenho reprodutivo. Concluíram que são necessários estudos sobre consumo de alimentos para que estas hipóteses sejam sustentadas. Com tal propósito, Herd (1995) relatou os resultados de dois experimentos que objetivaram medir as exigências de manutenção, em ingestão de Energia Metabolizável (EM)/kg de peso vivo, de três linhas de seleção para taxa de crescimento (alta, baixa e controle) na raça Angus. Observou que não houve diferença entre as linhas de seleção quanto à média de

ingestão diária de EM/kg de peso vivo. As vacas da linha para alta taxa de crescimento foram, em média para os dois experimentos, 21% mais eficientes no uso de EM/kg de peso vivo que as vacas da linha para baixo crescimento, e eram 23% maiores em peso corporal.

Stewart & Martin (1983) definiram os tamanhos ótimos à idade adulta de vacas Angus criadas no meio-oeste americano, para expressarem o desempenho materno máximo (Tabela 1, adaptada). Como resultado, houve implicações no estabelecimento de critérios de seleção para melhorar a produtividade da vaca. Se o critério for medir somente o peso médio dos bezerros desmamados, a média de peso do rebanho acaba sendo maior que um índice incluindo desempenho reprodutivo. Os pesquisadores reafirmaram, também, os cuidados na interpretação e aplicação dos resultados. Esses foram obtidos de um rebanho sob 20 anos de seleção e manejado sob regime alimentar único. No entanto, a observação de que existiria relação biológica não-linear entre tamanho da vaca e produtividade poderia ser aplicada a todos os rebanhos bovinos.

TABELA 1 - Definição dos tamanhos ótimos para vacas da raça Angus, criadas nas condições do meio-Oeste americano*

Desempenho máximo para	Tamanho adulto ótimo (kg)
Anos no rebanho	468
Número de bezerros	465
Peso total de bezerros desmamados	471
Peso médio de bezerros desmamados	493
Peso do bezerro à desmama/ano	475

* Adaptada de Stewart & Martin (1983).

Por muito tempo, especialmente até a década de 80, estabeleceu-se que a seleção baseada em critérios ponderais traria conseqüências desfavoráveis à reprodução, principalmente ao desempenho das fêmeas. Estudos recentes (Mrode *et al.*, 1990 na raça Hereford; Meyer *et al.*, 1991 no gado de corte australiano; Morris *et al.*, 1992 nas raças Angus e Hereford; Archer *et al.*, 1998 na raça Angus; Mercadante *et al.*, 2000 na raça Nelore) têm refutado o antagonismo entre reprodução e taxa de crescimento, indicando que a seleção de animais jovens, baseada em peso, não afeta significativamente a performance reprodutiva das vacas.

Pesquisas sobre a seleção de animais para peso e seus efeitos sobre a reprodução das fêmeas e, conseqüentemente, sobre as exigências nutricionais e a eficiência econômica das raças puras, têm poucos resultados para o gado *Bos taurus indicus*. Mercadante *et al.* (2000) obtiveram valores baixos, próximos a zero, com exceção das características número de bezerros e longevidade que apresentaram correlações favoráveis e de média magnitude com peso das matrizes Nelore aos 240 e 365 dias de idade. Portanto, a seleção de fêmeas com base nas características de crescimento da matriz levaria à obtenção de progênies mais pesadas ao desmame e ao ano, concomitantemente com aumento do valor genético das vacas para habilidade materna, sem efeitos deletérios sobre a reprodução e produção.

Em estudo posterior, com dados da Estação Experimental de Sertãozinho do Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo, Mercadante *et al.* (2003) encontraram tendências genéticas positivas para crescimento (seleção para peso ao ano de idade) sem comprometimento da performance reprodutiva das vacas, especialmente em relação à Dias para o Parto e Sucesso de Parição. Estes resultados são comparáveis, segundo os autores, aos encontrados anteriormente em experimentos de seleção com raças de *Bos taurus taurus*, acabam por enaltecer o grande potencial do zebu para crescimento nos trópicos e contribuem para esclarecer a controvérsia sobre seleção para crescimento afetar negativamente a reprodução no gado zebu.

A seleção intensiva objetivando altos índices produtivos, segundo Kräußlich (2000), poderia causar correlações negativas com características de adaptação (ou *fitness*) como reprodução e suscetibilidade ao estresse em várias espécies de animais domésticos. O incremento da suscetibilidade ao estresse reduziria a longevidade e a vida produtiva dos animais com alto desempenho, aumentaria a taxa anual de reposição e reduziria os retornos econômicos.

O objetivo do presente trabalho foi verificar se há relação entre o peso da vaca Nelore aos 450 dias de idade e sua permanência no rebanho.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise da consistência dos dados, realizada por meio do programa SAS (*Statistical Analysis System*, 2000), considerou touros com pelo menos duas filhas dentro do mesmo grupo de contemporâneo (GC) e GC's com pelo menos dois touros diferentes. Além disso, foram eliminados grupos com médias 0 ou 1 para *stayability*, isto é, sem variabilidade dentro do grupo de contemporâneos. Eliminaram-se grupos de contemporâneos para Peso aos 450 dias de idade (P450) com média igual a zero, NEP (ver Capítulo 1) menor que dois, grupos com somente um touro e touros com menos de duas filhas por GC.

O arquivo de dados continha 5.597 registros válidos para *stayability* (com 44% de sucesso, ou valor igual a 1) e 4.961 para P450, com média igual a 247 ± 36 kg.

Para o P450 foram considerados como valores iniciais (*priors*) os resultados do estudo de Marcondes *et al.* (2002), sob modelo animal. Utilizaram-se os mesmos *priors* do Capítulo 1 para *stayability* e considerou-se a covariância ambiental das características como sendo igual a zero, por tratarem-se de medidas feitas em épocas distintas.

Adotou-se tamanho da cadeia de Gibbs igual a 225 mil, período de descarte amostral conservador de 25 mil e tomada de amostra a cada 250 rodadas.

As análises bicaráter, sob modelo touro-avô materno, foram feitas por meio do *software* MTGSAM *for threshold (Multiple-Trait Gibbs Sampler for Animal Models*, Van Tassell *et al.*, 1998). Para a característica *stayability* considerou-se modelo de limiar e para o P450 modelo linear, conforme resultados de Wang *et al.* (1997), Varona *et al.* (1999) e Ramirez-Valverde *et al.* (2001) para peso ao nascer e facilidade de parto, os quais sugerem que as melhores estimativas seriam obtidas sob modelo limiar-linear.

Por tratar-se de análise bicaráter, as relações entre as variâncias estimadas sob modelo touro-avô materno foram: variância genética aditiva considerada como $4\sigma^2s$, a variância ambiental como sendo igual à variância residual (no caso de modelo de limiar, fixa com valor 1), a variância fenotípica como a soma de $(\sigma^2s + \frac{1}{4} \sigma^2s)$ ao 1 (para *stayability*) e como a soma de $(\sigma^2s + \frac{1}{4} \sigma^2s)$ a σ^2e , para o P450. Conseqüentemente, a herdabilidade estimada sob modelo touro como sendo a porção herdável da variância total existente. A correlação genética (r_g) representa a razão entre a covariância genética (*stayability* e P450) e a raiz quadrada da multiplicação das variâncias de touro das duas características.

A análise das 800 amostras foi realizada por meio do programa desenvolvido por Van Kaam (1997) chamado GIBANAL, sob sistema operacional DOS.

Como outra alternativa, adotou-se modelo animal, com implementação 225 mil/25 mil/1000, sem aplicação de qualquer

restrição aos 54.727 registros de produção e considerando-se como efeito fixo o ano de nascimento das vacas. Assim, todas as fazendas participantes do PMGRN-USP fariam parte de grandes grupos, separados somente pelo ano de nascimento, resultando em 11 níveis de efeitos fixos tanto para *stayability* quanto para P450.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, serão descritos os resultados obtidos sob modelo touro. Nas Figuras 1 a 4, encontram-se os resultados da análise pelo GIBANAL.

Observa-se que houve alta correlação serial para a estimativa de herdabilidade da *stayability* (Figura 1), com valores mínimo e máximo muito distantes (respectivamente, 0 e 0,35), tornando-a graficamente incorreta e impossibilitando a tomada dos valores médios ou da mediana (que no Capítulo 1 foram próximos a 0,15).

```

Nome do arquivo      : teste_225.dat
Coluna              :      8
Opção de descarte   :      1
Arquivo log         : teste_225.log
Arquivo de saída    : teste_225.d8

Resultado geral das seqüências:
Comprimento da seqüência : 800 Média : .0798 Correlação serial:.837
Skewness : .717          Moda :.0003 Mínimo :.000
Curtose : .007          Mediana :.0714 Máximo :.346

```

FIGURA – 1 Saída do GIBANAL para a estimativa de herdabilidade da característica *stayability*

Em relação a herdabilidade do P450 (Figura 2), que sob modelo animal e analisado pelo *software* MTDFREML resulta em estimativas próximas a 0,34, pode-se observar que houve superestimação (valor médio igual a 0,73), com algumas amostras atingindo valores superiores a 1.

```

Nome do arquivo      : teste_225.dat
Coluna              :     10
Opção de descarte   :      1
Arquivo log         : teste_225.log
Arquivo de saída    : teste_225.d10

Resultado geral das seqüências:
Comprimento da seqüência : 800 Média : .7293 Correlação serial:-.038
Skewness : .268          Moda : .7148 Mínimo : .470
Curtose : .026          Mediana :.7259 Máximo :1.099

```

FIGURA – 2 Saída do GIBANAL para a estimativa de herdabilidade da característica P450.

Mais uma vez houve alta correlação serial entre as amostras (igual a 87%) para a correlação genética entre *stayability* e P450 (Figura 3), resultando em grande amplitude (valor mínimo de -0,25 e máximo de 0,23) e gráfico bi-modal (com moda próxima ao valor -0,25 e outra próxima a zero).

```

Nome do arquivo      : teste_225.dat
Coluna              :      12
Opção de descarte   :      1
Arquivo log         : teste_225.log
Arquivo de saída    : teste_225.d12

```

```

Resultado geral das seqüências:
Comprimento da seqüência : 800 Média : -.0574 Correlação serial:.872
Skewness : -.147           Moda : -.0043 Mínimo      :-.250
Curtose : -.423           Mediana : -.0439 Máximo      : .230

```

FIGURA – 3 Saída do GIBANAL para a estimativa da correlação genética entre *stayability* e P450.

Várias tentativas para rodar outras análises bicaráter sob modelo touro foram feitas, sem sucesso. Tentou-se continuar a análise apresentada: adicionando maior número de rodadas (tamanho de cadeia de Gibbs), realizando nova análise com os resultados apresentados entrando como *priors*, usando outro módulo *mtgsrun.exe* (recompilado para bloquear variâncias de touro superiores a 0,333333), realizando outro tipo de consistência no arquivo de dados, alterando a ordem (de *stayability* x P450 para P450 x *stayability*), mudando o modelo (de touro-avô materno para modelo de touro), trocando o P450 pelo Peso aos 550 dias de idade (P550) e mudando a escala da característica P450 (subtraindo-se a média e dividindo pelo desvio-padrão). Nenhuma alternativa foi válida, sempre parando a análise e apresentando mensagem de que foi definida uma matriz não positiva.

Silva (comunicação pessoal, 2003) comentou que a correlação genética entre *stayability* e peso ao sobreano, obtida sob modelo animal para os dados da Agropecuária CFM Ltda., estaria por volta

de 0,24, valor este bem diferente daqueles conseguidos sob modelo touro avô-materno para a base de dados do PMGRN-USP. Além disso, Mercadante *et al.* (2000) encontraram correlações genéticas favoráveis entre peso da vaca aos 240 e aos 365 dias de idade com número de bezerros e com longevidade.

Os resultados das 800 amostras obtidas sob modelo animal serão descritos a seguir (Tabela 1). A princípio, parecem coerentes, ainda que as estimativas de herdabilidade tenham se mostrado superestimadas ($0,58 \pm 0,02$ para *stayability* e $0,72 \pm 0,02$ para P450). A correlação genética apresentou-se semelhante aos resultados comunicados informalmente por Silva ($0,22 \pm 0,02$).

TABELA 1 – Descrição dos dados, das estimativas dos componentes genéticos (variância genética aditiva, va), herdabilidades e correlação genética (rg), obtidas na análise Bayesiana da *stayability* x P450, sob modelo animal

	<i>Stayability</i>	P450
	0: 74%	
	1: 26%	254+46kg
	54.727	10.483
	0,58	0,22
va	1,36	1343
	1,34	1322
	1,35	1341
	1,13	1180
	1,67	1517
	1,19 a 1,56	1228 a 1466
	0,57	0,19
	0,58	0,72
	0,58	0,72
h^2	0,58	0,72
	0,53	0,66
	0,63	0,79
	0,54 a 0,61	0,68 a 0,77
		0,07
		0,22
		0,22
rg		0,22
		0,16
		0,31
		0,18 a 0,26

CONCLUSÃO

O uso do ano de nascimento resolveu parte dos problemas de convergência da análise bicaráter, porém não é adequado por unir rebanhos muito diferentes quanto ao sistema de produção e nível genético.

Outras tentativas, principalmente com mudanças na implementação da análise, poderão ser realizadas visto que a resposta sobre a existência ou não de antagonismo entre seleção para peso e reprodução de fêmeas é muito importante para os rumos do melhoramento da raça Nelore.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHER, J. A.; ARTHUR, P. F.; PARNELL, P. F.; VAN DE VEN, R. J. Effect of divergent selection selection for yearling growth rate on female reproductive performance in Angus cattle. *Livest. Prod. Sci.*, v. 57, p. 33-40, 1998.

ARIJE, G.F.; WILTBANK, J.N. Age and weight at puberty in Hereford heifers. *J. Anim. Sci.*, v. 33, p. 401-406, 1971.

CARTWRIGHT, T.C. Size as a component of beef production efficiency: cow-calf production. *J. Anim. Sci.*, v. 48, n. 4, p. 974-980, 1979.

CUNNINGHAM, R.B.; AXELSEN, A.; MORLEY, F.H.W. The analysis of the distribution of conception times in beef heifers. *Aust. J. Agric. Res.*, v. 32, p. 669, 1981.

DICKERSON, G.E. Animal size and efficiency: basic concepts. *Anim. Prod.*, v. 27, p. 367-379, 1978.

FERRELL, C.L. Effects of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. *J. Anim. Sci.*, v. 55, p. 1272-1283, 1982.

HAMMOND, J.; EDWARDS, J.; WALTON, A. Animal breeding in relation to environmental conditions. *J. R. Agric. Soc.*, v. 102, p. 156-170, 1941.

HERD, R.M. Effect of divergent selection for yearling growth rate on the maintenance feed requirements of mature Angus cows. *Liv. Prod. Sci.*, v. 41, p. 39-49, 1995.

KLOSTERMAN, E.W.; PARKER, C.F.; BISHOP, R.R.; CAHILL, V.R. Total efficiency of beef production by cattle of different sizes and breeds. *Ohio Agr. Res. and Devel. Center, Res. Summary 52*, p. 67, 1971.

KRÄUßLICH, H. Exploitable genetic variation can be changed under environmental and genetic stress. Consequences for livestock breeding – a review. *J. Anim. Breed. Genet.*, v. 117, p. 275-280, 2000.

LASTER, D.B.; GLIMP, H.A.; GREGORY, K.E. Age and weight at puberty and conception in different breeds and breed-crosses of beef heifers. *J. Anim. Sci.*, v. 34, p. 1031, 1972.

LASTER, D.B.; SMITH, G.M.; GREGORY, K.E. Characterization of biological types of cattle. IV. Postweaning growth and puberty of heifers. *J. Anim. Sci.*, v. 43, p. 63, 1976.

MAKARECHIAN, M.A.; FARID, A.; BERG, R.T. Separation of the effects of age, body weight and gain on pregnancy rates of beef heifers by principal component analysis. *Can. J. Anim. Sci.*, v. 65, p. 595, 1985.

MARCONDES, C. R., GAVIO D, BITTENCOURT, T.C.C., ROCHA, J.C.M.C., LÔBO RB, BEZERRA LAF, TONHATI, H. Estudo de modelo alternativo para estimação de componentes de (co)variância e predição de valores genéticos de características de crescimento em bovinos da raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, v.54, n.1, p.93 - 99, 2002.

McMILLAN, W.H., MORRIS, C.A.; McCALL, D.G. Modeling herd efficiency in live weight-selected and control Angus cattle. *Proceedings of the New Zealand Soc. Animal Production*, v. 52, p. 145-147, 1992.

MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N. Estimativas de (co)variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. *Rev. Bras. Zoot.*, v. 29, p. 997-1004, 2000.

MERCADANTE, M. E. Z.; PACKER, I. U.; RAZOOK, A. G.; CYRILLO, J. N. S. G.; FIGUEIREDO, L. A. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. *J. Anim. Sci.*, v. 81, p. 376-384, 2003.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; BORJAS, A.R.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N. Estudo genético-quantitativo de características de reprodução e produção em fêmeas da raça Nelore. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 33, Fortaleza, 1996. *Anais....*, Fortaleza: SBZ, 1996, p. 155-157.

MEYER, K.; HAMMOND, K.; MACKINNON, M. J.; PARNELL, P. F. Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v. 69, p. 3533-3543, 1991.

MILAGRES, J.C.; DILLARD, E.U.; ROBISON, O.W. Influences of age and early growth on reproductive performance of yearling Hereford heifers. *J. Anim. Sci.*, v. 48, p. 1089, 1979.

MORRIS, C. A.; BAKER, R. L.; HUNTER, J. C. Correlated responses to selection for yearling or 18-month weight in Angus and Hereford cattle. *Livest. Prod. Sci.*, v. 30, p. 33-52, 1992.

MRODE, R. A.; SMITH, C.; THOMPSON, R. Selection for rate and efficiency of lean gain in Hereford cattle: 2. Evaluation of correlated responses. *Anim. Prod.*, v. 51, p. 35-46, 1990.

RAMIREZ-VALVERDE, R.; MISZTAL, I.; BERTRAND, J. K. Comparison of threshold vs linear and animal vs sire models for predicting direct and maternal genetic effects on calving difficulty in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v. 79, p. 333-338, 2001.

SMITH, B.A.; BRINKS, J.S.; RICHARDSON, G.V. Estimation of genetic parameters among reproductive and growth traits in yearling heifers. *J. Anim. Sci.*, v. 67, p. 2886, 1989.

STEWART, T.S.; MARTIN, T.G. Optimal mature size of Angus cows for maximum cow productivity. *Anim. Prod.*, v.37, p.179-182, 1983.

VAN KAAM, J. B. C. H. M. GIBANAL: Analyzing program for Markov Chain Monte Carlo sequences version 2.3, 1997.

VAN TASSELL, C. P.; VAN VLECK, L. D.; GREGORY, K. E. Bayesian analysis of twinning and ovulation rates using a Multiple-Trait Threshold Model and Gibbs Sampling. *J. Anim. Sci.*, v. 76, p. 2048-2061, 1998.

VARONA, L.; MISZTAL, I.; BERTRAND, J. K. Threshold-linear versus linear-linear analysis of birth weight and calving ease using an animal model: I. Variance Component estimation. *J. Anim. Sci.*, v. 77, p. 1994-2002, 1999.

WANG, C. S.; QUAAS, R. L.; POLLAK, E. J. Bayesian analysis of calving ease scores and birth weights. *Genet. Sel. Evol.*, v. 29, p. 117-143, 1997.