

Tendência genética para características relacionadas à velocidade de crescimento em bovinos Nelore da região Norte do Brasil¹

Genetic trends for characteristics related to the growth rate in Nelore cattle from Northern Brazil

Fernando Brito Lopes^{2*}, Geneíldes Cristina de Jesus Santos³, Ednira Gleida Marques², Marcelo Corrêa da Silva² e Jorge Luis Ferreira⁴

Resumo - Objetivou-se estimar as (co) variâncias, parâmetros e tendências genéticas para as características dias para ganhar 160 kg (D160) na fase pré-desmama, e dias para ganhar 240 kg (D240) na fase pós-desmama, em bovinos da raça Nelore, criados na região Norte do Brasil. Foram analisados registros de animais criados a pasto na região Norte do Brasil, cedidos pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu - ABCZ, e coletados durante os anos de 1997 a 2007. Utilizou-se como efeito fixo os grupos de contemporâneos (rebanho, ano, estação de nascimento e sexo) e idade da vaca ao parto, como covariável. As estimativas de (co)variância foram obtidas utilizando-se o software MTDFREML. As médias observadas para D160 e D240 foram 235 ± 46 dias e 578 ± 171 dias, respectivamente. As estimativas de herdabilidade para D160, devido ao efeito genético aditivo e maternal foram $0,27 \pm 0,03$ e $0,35 \pm 0,04$, respectivamente. Para D240, a herdabilidade para efeito genético aditivo foi $0,28 \pm 0,03$. Isto indica que a seleção para qualquer uma das características resultará em progresso genético. Os possíveis ganhos genéticos, para efeito genético aditivo, foram de 1,02 e 3,17 dias/ano, para D160 e D240, respectivamente. Isto corresponde a 0,43 e 0,55% das médias de dias para se ganhar 160 kg (pré-desmame) e 240 kg (pós-desmame), respectivamente. Embora os critérios de seleção utilizados atualmente sejam os pesos, as tendências genéticas para D160 e D240 indicaram a existência de progresso genético ao se utilizar estas características como critérios de seleção.

Palavras-chave - Gado de corte. Ganho genético. Genética animal. Herdabilidade. Zebu.

Abstract - The objective was to estimate the (co) variance, genetic parameters and trends for the characteristics, days to gain 160 kg (D160) in the pre-weaning phase, and days to gain 240 kg (D240) in the post-weaning phase, in Nelore cattle, grown in Northern Brazil. Records analyzed were of animals raised on pasture in northern Brazil, provided by the Brazilian Association of Zebu Breeders - ABCZ, and collected from 1997 to 2007. Contemporary groups (herd, year, birth season and gender) were used as a fixed effects model, and age at calving as a covariant. Estimates of (co) variance were obtained using the MTDFREML software. The averages observed for D160 and D240 were 235 ± 46 days and 578 ± 171 days respectively. Estimates of heritability for D160, due to the additive genetic and maternal effect, were 0.27 ± 0.03 and 0.35 ± 0.04 , respectively. For D240, the heritability for the additive genetic effect was 0.28 ± 0.03 . This indicates that selection for any of the characteristics will result in genetic progress. Potential genetic gains due to the additive genetic effect, were 1.02 and 3.17 days per year for D160 and D240 respectively. This corresponds to 0.43 and 0.55% of the average of days to gain 160 kg (pre-weaning) and 240 kg (post-weaning) respectively. Although weight is currently used as the selection criteria, the genetic trends for D160 and D240 indicated the existence of genetic progress when using these characteristics as the selection criteria.

Key words - Beef cattle. Genetic gain. Animal genetics. Heritability. Zebu.

*Autor para correspondência

¹Recibo para publicação em 13/02/2011; aprovado em 31/08/2011

Parte da Dissertação de Mestrado do segundo autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína-TO, Brasil

²Bolsista PRODOC/Capes, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Goiás, Campus II, Samambaia, Caixa Postal 131, 74.001-970, Goiânia-GO, Brasil, camult@gmail.com, gleidamarques@hotmail.com, marcelo-correadasilva@hotmail.com

³Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal do Tocantins, Rodovia BR 153 Km 112, Caixa Postal 132, 77.804-970 Araguaína-TO, Brasil, thayna_india@hotmail.com

⁴Universidade Federal do Tocantins, Rodovia BR 153 Km 112, Caixa Postal 132, 77.804-970 Araguaína-TO, Brasil, jlferreira@mail.uft.edu.br

Introdução

A bovinocultura de corte tem papel relevante para o crescimento econômico do Brasil, contribuindo com 28,9% do PIB do agronegócio nacional. Segundo projeções do MAPA (2009), o cenário é de expansão, estimando-se, uma taxa de crescimento anual de 4,4% na produção de carne bovina até o ano de 2015.

No Brasil, os animais zebuínos compõem cerca de 80% do efetivo bovino, apresentando diferenças no potencial de crescimento e produção entre as várias regiões do país e também entre os diversos sistemas de manejo (FERRAZ; ELER, 2010). Essa grande variabilidade representa uma base eficaz para melhorar geneticamente a produção de carne, principalmente nos estados da região Norte.

A região Norte apresenta clima equatorial, com temperaturas elevadas o ano todo, baixa amplitude térmica, altos índices pluviométricos, e grande potencial para produção do “boi verde”. A pecuária praticada é do tipo extensivo e voltada quase exclusivamente para criação de bovinos de corte, despontando no cenário nacional como grande produtora de carne (FRIES *et al.*, 1996). Estudos que avaliem critérios de seleção relacionados à velocidade de crescimento, como dias para atingir pesos pré-estabelecidos, são fundamentais para tornar o sistema mais eficiente em termos produtivos e econômicos.

A precocidade de crescimento pode aumentar a eficiência para ganho em peso, reduzir o tempo de permanência dos animais em pasto e minimizar os gastos quanto o tempo para abate. A utilização do número de dias para se atingir determinado peso, ao invés de promoverem melhorias no sentido de se alcançar unicamente o maior peso, em valor absoluto, incorrerão em maior pressão de seleção para aumentar a unidade de peso em consonância com menor período de tempo possível (GUSMÃO *et al.*, 2009; SIMONELLI *et al.*, 2004).

Medidas de desenvolvimento ponderal (pesos e ganhos em peso) têm servido, tradicionalmente, como critérios de seleção em programas de melhoramento genético. No entanto, a característica dias para ganhar determinado peso, como critério de seleção, buscando elevar a pressão de seleção do peso em menor período de tempo possível, já tem sido adotada por grupos de pesquisa, produtores e programas de melhoramento genético (GUSMÃO *et al.*, 2009; MALHADO *et al.*, 2004; MALHADO *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 2008).

Independentemente dos critérios adotados, a seleção é uma das principais ferramentas para o sucesso dos programas de melhoramento genético. No entanto, sua eficiência depende da correta identificação e utilização de animais geneticamente superiores para as características em

questão. Assim, após implantar um programa de seleção, torna-se necessário que o mesmo, seja periodicamente avaliado para verificar a sua eficiência. Uma maneira de promover o monitoramento dos resultados é a avaliação do progresso genético ao longo do tempo, que tem como objetivo não só avaliar o progresso genético, mas também os resultados que sirvam de elementos orientadores para ações futuras (EUCLIDES FILHO *et al.*, 1997).

Pesquisas efetivas que avaliam a eficiência dos rebanhos bovinos na região Norte do Brasil são insipientes. Dessa forma, objetivou-se estimar as (co) variâncias, parâmetros e tendência genética para as características dias para ganhar 160 kg (D160) na fase pré-desmama, e dias para ganhar 240 kg (D240) na fase pós-desmama, em bovinos da raça Nelore, criados na região Norte do Brasil.

Material e métodos

Foram utilizados registros de animais manejados em sistema extensivo de criação, provenientes do Programa de Desenvolvimento Ponderal da raça Nelore conduzido pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu - ABCZ. Os registros analisados correspondem aos animais nascidos entre 1997 e 2007 na região Norte do Brasil, totalizando 43.175 registros.

As características analisadas foram dias para se ganhar 160 kg (pré-desmama - D160) e 240 kg (pós-desmama - D240). Os cálculos de dias para ganhar 160 kg (D160) do nascimento ao desmame, e dias para ganhar 240 kg (D240) do desmame ao abate, foram realizados por meio das equações 1 e 2, respectivamente:

$$D160 = \frac{160\text{kg}}{\text{GND}} \quad (1)$$

$$D240 = \frac{240\text{kg}}{\text{GDS}} \quad (2)$$

Em que: GND é o ganho médio diário de peso do nascimento ao desmame (padronizado aos 205 dias de idade); e, GDS é o ganho médio diário de peso do desmame (padronizado aos 205 dias de idade) ao sobreano (padronizado aos 550 dias de idade).

As análises de variância foram realizadas por meio do procedimento GLM de forma a verificar a influência de fatores não genéticos sobre as características em estudo. Consideraram-se os efeitos fixos de grupos de contemporâneos (GC), os quais foram formados através da concatenação de fatores não genéticos que afetaram significativamente ($p < 0,001$) as características em estudo como, rebanho, ano, estação de nascimento do animal,

agrupada em quadrimestre, e sexo. Foram utilizados apenas registros cujo GC conteve o mínimo de 3 animais. Todas as análises foram realizadas por meio do programa computacional *Statistical Analysis System* (SAS, 2002).

Para obter as estimativas de (co) variâncias e dos valores genéticos, empregou-se a metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada (DFREML), por meio de modelo animal bicarater, usando o aplicativo *Multiple Trait Derivativ Free Restricted Maximum Likelihood* (MTDFREML), desenvolvido por Boldman et al. (1995).

As análises de D160 foram realizadas segundo o modelo descrito em (3). Enquanto que para D240 o modelo está descrito em (4).

$$y = X\beta = X_1a + Z_2m + Z_3p + e \quad (3)$$

Em que, **y**: vetor de observações (D160); **β** : vetor dos efeitos fixos (grupo de contemporâneos e idade da vaca ao parto, como covariável); **a**: vetor do efeito genético aditivo direto; **m** = vetor de efeito genético aditivo maternal; **p**: vetor de efeitos de ambiente materno permanente; **X**: matriz de incidência que associa **β** com **y**; **Z₁**; **Z₂** e **Z₃** são matrizes de incidência do efeito genético direto, genético maternal e de ambiente permanente, respectivamente; e, **e** = vetor residual;

$$y = X\beta = X\beta + Z \quad (4)$$

Em que, **y**: vetor de observações (D240); **β** : vetor do efeito fixo (grupos de contemporâneos); **a**: vetor do efeito genético aditivo; **X**: matriz de incidência que associa **β** com **y**; **Z** é a matriz de incidência do efeito genético aditivo; e, **e**: vetor residual.

O modelo utilizado para D160 incluiu os efeitos aleatórios genéticos, direto e maternal, e de ambiente permanente maternal, além dos efeitos fixos de GC, admitindo a covariância entre os efeitos diretos e maternais igual a zero ($\sigma_{am} = 0$). Para D240 foram considerados os mesmos efeitos fixos, porém, apenas o efeito genético direto como aleatório.

Para avaliar as tendências genéticas utilizou-se a regressão dos valores genéticos médios (direto e maternal) sobre o ano de nascimento do animal.

Resultados e discussão

As médias observadas para D160 e D240 foram 235 ± 46 dias e 578 ± 171 dias, respectivamente. Comparando com metas estipuladas por Malhado et al. (2005), em que o ideal seria desmamar um bezerro com 190 kg aos 205 dias, e abatê-lo (aos 24 meses) com 450 kg, pode-se dizer que os rebanhos da região Norte do Brasil estão aquém desta meta, pois

apresentaram peso médio aos 205 dias, de 175,4 kg, e atingiram o peso de abate (450 kg) em média aos 28 meses. No entanto, estes resultados foram inferiores aos reportados por Gusmão et al. (2009), no estado da Bahia, que obtiveram médias de 272,3 e 760 dias para D160 e D240, respectivamente. Ainda com dados do Estado da Bahia, Malhado et al. (2008a) encontraram médias de $271,3 \pm 73,1$ e $831, \pm 368,6$ dias para D160 e D240, respectivamente.

Em rebanhos Nelore da região Nordeste do Brasil, Malhado et al. (2005) encontraram resultados superiores aos encontrados no presente estudo, com médias de $265,2 \pm 58,6$ e $718,4, \pm 244,6$ dias para D160 e D240, respectivamente. Deve-se ressaltar que apesar da necessidade de intensa pressão de seleção nos rebanhos, cada região do Brasil apresenta particularidades, decorrentes principalmente das condições edafo-climáticas, o que presumivelmente contribui para as diferenças observadas.

Lopes et al. (2009) com dados de bovinos da raça Brangus criados nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste do Brasil, observaram resultados próximos para D160 (234,97 dias), e superiores para D160 (720,52 dias). Com bovinos da raça Nelore criados na região do Triângulo Mineiro, Souza et al. (2008) obtiveram como médias para D160 de $250,3 \pm 70,7$ dias com um coeficiente de variação de 28,2%, e $686,5 \pm 315,9$ dias, com CV de 46,03%, sendo estes dados superiores aos encontrados neste estudo.

Os resultados observados indicam diferenças genéticas e ambientais entre as demais regiões do Brasil. Em parte, pode-se afirmar que nas últimas décadas houve uma grande evolução do rebanho bovino na região Norte, proporcionado pelas extensas áreas, clima favorável, bem como implantação e redistribuição de grandes produtores nacionalmente conhecidos, que implantaram nestes rebanhos, critérios de seleção bem definidos e participação em programas de melhoramento genético. Assim, pode-se sugerir que a pressão de seleção e os critérios utilizados são adequados à região em estudo.

Na Tabela 1 são apresentadas estimativas de (co) variâncias e herdabilidade direta e materna. A estimativa para herdabilidade direta para D160 foi de $0,27 \pm 0,03$, similar a encontrada por Malhado et al. (2008b) e superior aos encontrados por Malhado et al. (2005), Souza et al. (2008), Malhado et al. (2008b) e Gusmão et al. (2009), que variaram de 0,12 a 0,19 para animais da raça Nelore em diferentes regiões do Brasil. No entanto, entende-se que os rebanhos Nelore da região Norte apresentam uma alta variabilidade genética, a qual pode ser entendida pela introdução recente de grandes produtores na região e implantação de programas de melhoramento genético, o que pode ter contribuído para estes resultados.

Tabela 1 - Estimativas de (co)variâncias e parâmetros genéticos para dias para ganhar 160 kg (D160) pré-desmama e 240 kg (D240) pós-desmama

Critério	σ_p^2	σ_a^2	σ_m^2	σ_e^2	σ_{am}^2	h_a^2	h_m^2	rg_{am}
D160	1346,00	368,30	468,40	68,40	-176,60	0,27 ± 0,03	0,35 ± 0,04	-0,42 ± 0,05
D240	11920,0	3310,0	—	8614,00	—	0,28 ± 0,03	—	—

σ_p^2 : variância fenotípica; σ_a^2 : variância genética aditiva direta; σ_m^2 : variância genética aditiva materna; σ_{pm}^2 : variância devida aos efeitos de ambiente permanente; σ_e^2 : variância residual; σ_{am}^2 : covariância entre os efeitos genéticos aditivos diretos e maternos; h_a^2 : herdabilidade para os efeitos genéticos aditivos direto; h_m^2 : herdabilidade do efeito materno; rg_{am} : correlação genética entre efeitos direto e materno

A estimativa para herdabilidade maternal para D160 foi de $0,35 \pm 0,04$, indicando que para esta característica também existe alta variabilidade genética, sendo considerada de mediana a alta magnitude, indicando influência do efeito materno sobre o desenvolvimento dos animais ao longo do tempo. Assim, reforça-se a importância de selecionar fêmeas para reprodução com boa habilidade materna e dentro de uma idade ideal para reprodução. Os valores encontrados nesta pesquisa são superiores aos observados por Simonelli *et al.* (2004), Malhado *et al.* (2005), Souza *et al.* (2008), Malhado *et al.* (2008b) e Gusmão *et al.* (2009).

O efeito de ambiente permanente maternal não foi representativo indicando pouca ou nenhuma diferença ambiental proporcionada pela mãe aos seus diferentes filhos. Isto pode ser reflexo de inconsistência na estrutura dos dados da ABCZ. Da mesma forma, como dentro dos rebanhos analisados estas características (D160 e D240), não são os critérios adotados, é possível que, em virtude desta metodologia os resultados tornaram-se mais expressivos.

Além disso, alguns estudos já tinham observado transtornos, quanto aos resultados das estimativas (direta e maternal) da característica D160, pois a mesma não apresenta distribuição normal (MALHADO, 2004; RAMOS *et al.*, 2009), em virtude, dos valores superiores e extremos de D160 produzidos por GND pequenos. Entretanto, a pressuposição de normalidade dos dados não é requerida para a obtenção dos estimadores/preditores com propriedades BLUE/BLUP (McCULLOCH; SEARLE, 2001).

Vários estudos mostram a existência de antagonismo entre os efeitos genéticos aditivos direto e maternal (MAGNABOSCO *et al.*, 2000; SPLAN *et al.*, 2002; VERGARA *et al.*, 2009), indicado pelas estimativas de correlações negativas. A existência de correlação genética negativa entre efeito aditivo direto e maternal (TAB. 1) para D160, encontrada neste estudo (-0,42), pode influenciar no progresso genético esperado pela seleção individual sobre o valor fenotípico (VAN VLECK *et al.*, 1977).

Meyer (1992) estimou alta correlação negativa entre efeitos genéticos direto e maternal em características

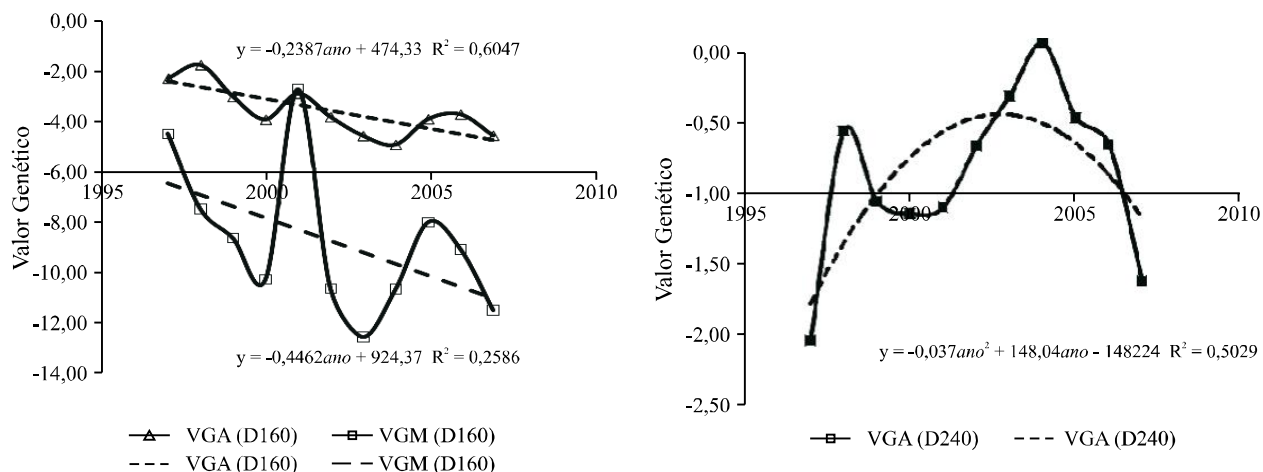
de crescimento inicial em bovinos de corte, discutindo que essa situação não permitia a separação da resposta biológica entre efeitos genéticos direto e maternal, sugerindo que uma possível explicação teria relação com a estrutura dos dados, e que alternativamente, os genes que afetam características sob efeito maternal podem estar associados, e o antagonismo pode ser devido ao efeito cumulativo da seleção ao longo das gerações.

Da mesma forma, Maniatis e Pollott (2003) concluíram que as estimativas de efeitos genéticos direto e maternal e da correlação entre eles são altamente dependentes do número de filhos por mãe, da existência de suficiente número de mães e avós maternas com dados e do número de gerações presentes nos dados analisados. Assim, a estrutura dos dados poderia estar entre os fatores determinantes da correlação genética negativa, freqüentemente estimada entre efeitos genéticos direto e maternal.

A estimativa da herdabilidade direta para D240 foi de $0,28 \pm 0,03$ superior às descritas por Malhado *et al.* (2005), Souza *et al.* (2008), Malhado *et al.* (2008a) Malhado *et al.* (2008b) que variaram de 0,16 a 0,25. Dessa forma, seleção para qualquer uma das características resultará em progresso genético no rebanho, assim como, as características analisadas podem ser usadas como critério de seleção em populações de bovinos da raça Nelore criados na região Norte do Brasil.

As regressões dos valores genéticos para D160 (efeito aditivo direto e maternal) e D240 (efeito direto) apresentaram resultados significativos ($p < 0,01$), com ganhos positivos (FIG.1), revelando que os programas de melhoramento aplicados naquela região têm sido promissores, mesmo apresentando respostas moderadas.

As predições médias dos valores genéticos anuais para a característica dias para ganhar 160 kg na fase pré-desmame, foram iguais a -3,62 e -8,82 dias/ano, para o efeito genético aditivo e maternal, respectivamente. Conforme observado na Figura 1, para o efeito direto e maternal, ao longo dos anos avaliados, foi evidenciada tendência genética negativa e decrescente, para D160, o que indica a existência, embora de baixa magnitude, de progresso

Figura 1 - Tendência genética para as características dias para ganhar 160 kg (a) pré-desmame (direta e maternal) e dias para ganhar 240 kg (b) pós-desmame em animais da raça Nelore criados na região Norte do Brasil

genético para a característica estudada para animais da raça Nelore, criados a pasto, no Norte do Brasil.

A predição do valor genético médio para a característica dias para ganhar 240 kg, na fase pós-desmame, apesar de apresentar valor negativo (-1,01 dias/ano), indicou tendência genética crescente de 1997 a 2003 (FIG. 1). Isto evidencia falta de seleção para animais que apresentem maior ganho em peso em menor período de tempo. Entretanto, a partir de 2004, é possível observar que a tendência genética decresceu acentuadamente. Isto é um indicativo de ocorrência de maior pressão de seleção no sentido de se aumentar peso adulto em consonância com menor período de tempo.

As oscilações apresentadas pelas tendências genéticas podem ser decorrentes das variações ao longo dos anos, em relação ao número de reprodutores utilizados, bem como da inserção de novos rebanhos no conjunto de dados. Tal proposição pode ser corroborada pela falta de utilização efetiva e constante de animais com genótipo superior. Analisando o conjunto de dados, observou-se que, principalmente no período de 1997 a 1999, houve uma redução, com conseqüente aumento a partir de 2000, chegando ao número de 10.657 reprodutores. Implicando em aumento da variabilidade genética e contribuindo para distribuição dos dados ao longo dos anos analisados.

Da mesma forma, foi crescente a inserção de novos rebanhos participantes dos controles e processos de seleção realizados pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu - ABCZ. Esta quantidade passou, em média, de 10 para 500 rebanhos cadastrados, ao longo dos 11 anos analisados. Acredita-se que esta condição também tenha contribuído para a tendência apresentada, bem como melhoria da precocidade dos animais, na característica D240.

Considerando-se uma intensidade de seleção de 1,28 (com retenção de 10% dos machos e 50% das fêmeas), é possível obter ganhos genéticos, para efeito aditivo, da ordem de 1,02 e 3,17 dias/ano, o que corresponde a 0,43 e 0,55% das médias estimadas de dias para se ganhar 160 kg (pré-desmame) e 240 kg (pós-desmame), respectivamente.

De acordo com Smith (1985), para que o haja efetivo progresso genético estes percentuais devem apresentar-se entre 1 e 3% da média da população. Logo, as mudanças genéticas anuais, apresentadas neste estudo, situam-se abaixo destes índices, o que indica a necessidade de utilização e seleção de reprodutores, machos e fêmeas, com genótipos superiores, de forma a melhorar a eficiência produtiva dos rebanhos por meio da seleção de animais mais precoces, pois a utilização de D160 e D240 como critérios de seleção incorrerão na diminuição dos dias para que os animais atinjam peso ao desmame e peso adulto ideais.

As estimativas dos parâmetros e tendência genética indicam a existência, embora de baixa magnitude, de progresso genético nos rebanhos da região Norte do Brasil, uma vez que estas características em estudo não são utilizadas como critérios de seleção.

Conclusões

1. As estimativas de herdabilidade, por apresentarem magnitudes de média a alta, indicam a existência de variação genética aditiva suficiente para permitir ganhos genéticos por meio da seleção para D160 e D240;

2. Embora os critérios de seleção utilizados atualmente sejam os pesos, as tendências genéticas para D160 e D240 indicaram a existência de progresso genético ao se utilizar estas características como critérios de seleção.

Referências

- BOLDMAN, K. G. *et al.* **A manual for use of MTDFREML: a set of programs to obtain estimates of variance and covariance [DRAFT]**. Lincoln: Agricultural Research Service, 1995. 120 p.
- EUCLIDES FILHO, K. *et al.* Tendência genética na raça Guzerá. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.175.
- FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P. Parceria público x privada no desenvolvimento de pesquisa em melhoramento genético animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 216-222, 2010. Suplemento.
- FRIES, L. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Avaliação genética de duas alternativas para medir precocidade de crescimento. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL*, 1, 1996, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, p. 243-245, 1996. p. 243-245.
- GUSMÃO, F. B. *et al.* Tendências genéticas, fenotípicas e ambientais para D160 e D240 em bovinos Nelore no estado da Bahia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 02, p. 301-305, 2009.
- LOPES, J. S. *et al.* Parâmetros genéticos e tendências genética e fenotípica para características de crescimento em uma população da raça Brangus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 04, p. 662-669, 2009.
- MAGNABOSCO, C. U. *et al.* Bayesian inference for genetic parameter estimation on growth traits for Nelore cattle in Brazil, using the Gibbs sampler. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 117, p. 169-188, 2000.
- MALHADO, C. H. M. *et al.* Efeito da incorporação da covariância entre os efeitos direto e materno sobre a análise para a característica dias para ganhar 160 Kg. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p. 14-19, 2004.
- MALHADO, C. H. M. *et al.* Tendência genética sobre características relacionadas à velocidade de crescimento em bovinos Nelore na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 01, p. 60-65, 2005.
- MALHADO, C. H. M. *et al.* Progresso genético e estrutura populacional do rebanho Nelore no Estado da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 02, p. 215-220, 2008 a.
- MALHADO, C. H. M. *et al.* Correlações genéticas entre características de crescimento e parâmetros da curva em bovinos da raça Nelore. **Revista Científica de Produção Animal**. v. 10, n. 02, p. 102-111, 2008b.
- MANIATIS, N.; POLLOT, G. E. The impact of data structure on genetic (co)variance components of early growth in sheep, estimated using an animal model with maternal effects. **Journal of Animal Science**. v. 81, n. 01, p. 101-108. 2003.
- McCULLOCH, C. E.; SEARLE, S. R. **Generalized linear and mixed models**. New York: J. Willey & Sons, 2001. 325 p.
- MEYER, K. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian Beef Cattle. **Livestock Production Science**, v. 31, p. 179-204, 1992.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Projeções do agronegócio: mundial e brasileiro**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 20 mar 2009.
- RAMOS, A. A. *et al.* Critérios de seleção (GND e D160) para velocidades de crescimento em bubalinos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 03, p. 776-782, 2009.
- SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.0 ed. Cary: SAS Institute, USA, 2002.
- SIMONELLI, S. M. *et al.* Critérios de seleção para características de crescimento em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 03, p. 374-384, 2004.
- SMITH, C. Rates of genetic change in farm livestock. **Research Development Agricultural**, v. 01, n. 02, p. 79-85, 1985.
- SOUZA, J. C. *et al.* Tendências ambientais e genéticas para características produtivas de bovinos da raça Nelore. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 16, n. 02, p. 85-90, 2008.
- SPLAN, R. K. *et al.* Estimates of parameters between direct and maternal genetic effects for weaning weight and direct genetic effects for carcass traits in crossbred cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 12, p. 3107-3111, 2002.
- VAN VLECK, L. D. *et al.* Expected phenotypic response in weaning weight of beef calves from selection for direct and maternal genetic effects. **Journal of Animal Science**, v. 44, n. 03, p. 360-367, 1977.
- VERGARA, O. D. *et al.* Direct genetic, maternal genetic, and heterozygosity effects on weaning weight in a Colombian multibreed beef cattle population. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 516-521, 2009.