

Descrição das Curvas de Crescimento de Fêmeas Bovinas Guzerá, Gir, Holandês x Guzerá e Holandês x Gir

Daniel Perotto¹, Maria José de Paula Castanho², José Lázaro da Rocha³, Jair Martins Pinto⁴

RESUMO - Os parâmetros A (valor assintótico), b (constante de integração), k (índice de maturação) e M (parâmetro de inflexão) da função de Richards foram estimados para as curvas de crescimento de 203 vacas dos grupos Guzerá, Gir, 1/2 Holandês + 1/2 Zebu (1H1Z) e 3/4 Holandês + 1/4 Zebu (3H1Z). Com as estimativas, computaram-se, para cada curva, as taxas médias de crescimento absoluto (TCA) e de maturação absoluta (TMA) e outras características associadas ao ponto de inflexão. As estimativas dos parâmetros e os valores das demais características foram analisados pelo método dos quadrados mínimos, em função dos efeitos do grupo genético e do ano de nascimento do animal. Os efeitos do grupo genético foram significativos para todas as características. As médias ajustadas para A, b, k e M, para os grupos Guzerá, Gir, 1H1Z e 3H1Z, foram, respectivamente: 441; 383; 531; e 492 kg, 0,573; 0,626; 0,756; e 0,583, 0,00217; 0,00174; 0,00154; e 0,00202/dia e 3,87; 3,15; 2,18; e 3,84. Os resultados sugerem que o formato da curva de crescimento de bovinos pode ser alterado por intermédio de cruzamentos.

Palavras-chave: curvas de crescimento, Gir, Guzerá, Holandês x Zebu

Description of Growth Curves of Female Guzerá, Gir, Holstein x Guzerá, and Holstein x Gir Cattle

ABSTRACT - The parameters A (asymptotic value), b (constant of integration), k (maturing index), and M (inflection parameter) that define the Richards' function were estimated for the observed growth curves of 203 female cattle, representing Guzerá, Gir, 1/2 Holstein + 1/2 Zebu (1H1Z), and 3/4 Holstein + 1/4 Zebu (3H1Z) genetic groups. The estimates were used to compute, for each curve, the weighted average lifetime absolute growth rate (AGR) and the weighted average lifetime absolute maturing rate (AMR), as well as other traits related to the point of inflection. The estimates of A, k and M, and the values of the derived traits were analyzed by least squares, fitting a linear model that included the fixed effects of genetic group and year of animal birth. The effects of genetic group were significant for all traits. The least squares means for A, b, k, and M for Guzerá, Gir, 1H1Z, and 3H1Z, were: 441, 383, 531, and 492 kg; 0.573, 0.626, 0.756 and 0.583; 0.00217, 0.00174, 0.00154 and 0.00203/day; and 3.87, 3.15, 2.18 and 3.84, respectively. The results suggested that the shape of the growth curve can be altered through crossbreeding.

Key Words: growth curves, Gir, Guzerá, Holstein x Zebu

Introdução

O ajuste de funções não-lineares à seqüência de pontos que relacionam o peso com a idade dos animais tem sido utilizado como procedimento analítico para sumarizar a informação contida nessa seqüência em alguns parâmetros que se prestam à interpretação

biológica, os quais podem ser usados na derivação de características relevantes para o estudo do crescimento (FITZHUGH, 1976).

Dentre as equações não-lineares empregadas para descrever a curva de crescimento em animais, aquela apresentada por RICHARDS (1959) é teoricamente a melhor, pois não fixa o ponto de inflexão da curva, se

¹ Eng. Agr., M.S. e Ph. D., pesquisador da Área de Melhoramento e Reprodução Animal. IAPAR. Caixa Postal 129 -84001-970 - Ponta Grossa, PR.

² Licenciada em Matemática, M. Sc., Professora da UNICENTRO, Rua Cel. Lustosa, 90 - 85010-060 - Guarapuava, PR.

³ Med. Vet., Mestre, pesquisador da Área de Melhoramento e Reprodução Animal. IAPAR. Caixa Postal 197 - 86200-000 - Ibiporã, PR.

⁴ Zootecnista, ex-pesquisador da Área de Melhoramento e Reprodução Animal. IAPAR. Caixa Postal 197- 86200-000 - Ibiporã, PR.

este existir em determinada proporção do valor assintótico da variável dependente. Porém, circunstâncias como escassez ou irregularidade de dados podem fazer com que equações que fixam o ponto de inflexão, em relação ao valor assintótico do peso, comparem-se à equação de Richards, quanto à habilidade para representar dada série de pontos que relacionam peso com idade. (OLIVEIRA et al., 1994; CASTANHO, 1994). A maioria dos estudos, todavia, apresenta a equação de Richards como a melhor para descrever a curva de crescimento de bovinos e outros animais (BROWN et al., 1976; PEROTTO et al., 1992).

Apesar das reportadas diferenças genéticas entre animais e raças, quanto aos parâmetros da curva de crescimento (OLIVEIRA et al., 1994; MEZZADRA e MIQUEL, 1994), bem como da associação entre parâmetros da curva de crescimento e eficiência do processo de crescimento (HUGHES e PITCHFORD, 1994), WEBSTER (1989) pondera que, para ruminantes, em que os custos de manutenção do rebanho reprodutivo são altos, aprimoramentos na eficiência do crescimento só serão possíveis se a composição corporal e a taxa de maturação puderem ser manipuladas independentemente do tamanho adulto. Essa constatação deve-se ao fato de que a forma da curva de crescimento é determinada em grande parte pela correlação negativa entre tamanho adulto e precocidade (FITZHUGH e TAYLOR, 1971).

Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivos: descrever as curvas de crescimento de um rebanho leiteiro Holandês x Zebu, utilizando a equação de Richards; usar as estimativas da função de Richards para computar outros parâmetros de crescimento; e verificar se o formato da curva de crescimento pode ser alterado por meio de cruzamentos entre raças de maneira a interferir na eficiência do crescimento.

Material e Métodos

Fonte dos dados

Foram utilizadas no estudo observações de pesos corporais e idade de 203 fêmeas bovinas, sendo 53 da raça Guzerá, 41 da raça Gir, 45 mestiças 1/2 Holandês + 1/2 Guzerá (1H1Guz), 21 mestiças 3/4 Holandês + 1/4 Guzerá (3H1Guz), 21 mestiças 1/2 Holandês + 1/2 Gir (1H1Gir) e 22 mestiças 3/4 Holandês + 1/4 Gir (3H1Gir) de um rebanho leiteiro da Estação Experimental Raul Juliatto, pertencente ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e localizada em Ibiporã-PR. O número de pares de observações por

animal variou de 40 a 149. As fêmeas zebuínas eram nascidas de 1974 a 1992, ao passo que as mestiças foram produzidas de 1978 a 1992.

Manejo alimentar do rebanho

Os bezerros ingeriam colostro durante as primeiras 48 horas de vida e, após separados das mães, eram aleitados individualmente à base de 10% do peso vivo até os 49 dias. A partir dos 15 dias, estes animais recebiam feno e concentrado (16% de PB e 75% de NDT à base de 1% do peso vivo), cujo fornecimento cessava aos seis meses. As vacas e novilhas eram mantidas em pastagens de *Cynodon nlemfuensis* e *Panicum maximum*, sendo suplementadas no outono e inverno com silagem de milho enriquecida com 0,5% de uréia ou pelo pastoreio em pastagens de aveia. A partir de 1989, as vacas passaram a receber 1 kg de concentrado para cada 2,5 kg de leite produzido acima de 7 kg de leite por dia.

Estimação dos parâmetros da equação de Richards

À curva de crescimento observada de cada animal, a qual compreende uma seqüência de pares de observações de peso e idade - que se inicia ao nascimento e se repete mensalmente durante a vida -, foi ajustada a seguinte forma da função de Richards:

$$W_t = A(1 - be^{-kt})^M,$$

O ajustamento estatístico dessa função foi feito, pela metodologia dos quadrados mínimos, por intermédio do procedimento "nonlinear" do programa SAS (SAS INSTITUTE INC., 1985).

Na equação acima, W_t representa o peso corporal do animal à idade t e A , seu valor assintótico, geralmente interpretado como o peso adulto. O parâmetro b é uma constante de integração que se ajusta para situações, em que W_0 e, ou, t_0 são diferentes de zero. A constante e é a base do sistema natural de logaritmos. O parâmetro k é uma constante que expressa a taxa, segundo a qual uma função logarítmica de W muda linearmente com o tempo. Ele é interpretado biologicamente como índice de maturação e serve como medida da taxa de mudança na velocidade de ganho de peso (dW/dt). O parâmetro M determina em que proporção do tamanho final (A) ocorre o ponto de inflexão da curva (PIC). Este ponto é indefinido para o intervalo $[0 < M \leq 1]$.

No presente estudo as estimativas de b e M foram restringidas aos intervalos $[b \leq 0.99]$ e $[1 < M < 10]$, respectivamente. O número máximo de iterações foi fixado em 100. O critério de convergência foi alcançado para as curvas de 197 animais, cujos dados foram então utilizados em análises subseqüentes.

*R.Bras.Zootec.**Computação de taxas de crescimento e maturação*

Uma vez obtidas, para cada indivíduo, as estimativas dos parâmetros da equação de Richards, as mesmas foram utilizadas para computar, em bases individuais, as seguintes características:

Taxa média de crescimento absoluto (TCA)

$$TCA = \frac{0,5AMk}{2M - 1};$$

Taxa média de maturação absoluta (TMA)

$$TMA = \frac{0,5Mk}{2M - 1};$$

A TCA é a altura média da taxa de crescimento instantâneo (dW/dt), cotada contra o peso, para o intervalo $[0, A]$ e a TMA é a altura média da dW/dt em relação ao peso adulto ($(1/A)(dW/dt)$), cotada contra o grau de maturidade para o intervalo $[0, 1]$.

Computação de características associadas ao PIC

Para subsidiar o exame e a interpretação das curvas, foram computadas e analisadas, complementarmente, as seguintes características:

Peso no ponto de inflexão (PPI)

$$PPI = A((M - 1) / M)^M;$$

Grau de maturidade no ponto de inflexão (GMI)

$$GMI = ((M - 1) / M)^M;$$

Idade no ponto de inflexão (IPI)

$$IPI = k^{-1} \ln Mb;$$

Máxima velocidade de crescimento (VCMAX)

$$VCMAX = PPI(Mk)(be^{-kIPI}) / (1 - be^{-kIPI});$$

Máxima taxa de maturação (VMAX)

$$VMAX = VCMAX / A.$$

Para curvas com estimativas de M igual a um, a IPI foi dada por zero e o PPI pelo peso predito nessa idade.

Análises estatísticas

As estimativas dos parâmetros A, k, M, TCA e TMA, após transformadas pelo método da raiz quadrada, e os valores das características associadas ao PIC, nas escalas originais, foram analisados pelo

modelo linear:

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + A_j + \epsilon_{ijk}$$

em que

Y_{ijk} = valor da estimativa do parâmetro (A, k, ..., VMAX) no k-ésimo animal, nascido no j-ésimo ano e pertencente ao i-ésimo grupo genético;

μ = média geral da característica Y;

G_i = efeito fixo do i-ésimo grupo genético (i=1 (Guzerá), 2 (Gir), 3 (1/2 Holandês + 1/2 Zebu [1H1Z]), 4 (3/4 Holandês + 1/4 Zebu [3H1Z]));

A_j = efeito fixo do j-ésimo ano de nascimento do animal (k=1977, 1978, 1979, ..., 1990); e

ϵ_{ijk} = erro aleatório associado a cada valor observado.

Este modelo foi escolhido após análises preliminares, cujos resultados não revelaram efeitos significativos do mês de nascimento do animal, nem diferenças entre os F1's (1H1Guz e 1H1Gir), ou entre os 3/4's (3H1Guz e 3H1Gir) para qualquer das características em estudo.

Resultados e Discussão

O modelo proposto foi capaz de reduzir ($P < 0,001$) as variâncias totais de todas as características analisadas. Pelos valores do coeficiente de determinação (R^2), que variaram de 0,2044, para a análise das estimativas do parâmetro M, a 0,4572, para a análise das estimativas do parâmetro TCA, pode-se afirmar que este modelo mostrou-se razoavelmente adequado para explicar as diferenças entre animais quanto às estimativas desses parâmetros de crescimento.

Os valores do F calculado para o grupo genético revelaram-se significativos ($P < 0,01$ a $P < 0,001$) para as estimativas dos parâmetros A, k, M, TCA e TMA. Igualmente, o ano de nascimento do animal constituiu-se numa importante fonte de variação ($P < 0,05$ a $P < 0,001$) para todas as características analisadas.

As médias dos quatro grupos genéticos para as cinco características principais são apresentadas no Tabela 1.

Os resultados mostram que Gir e Guzerá são diferentes ($P < 0,05$) com respeito às estimativas de A. Os mestiços (1H1Z e 3H1Z) também diferiram entre si ($P < 0,05$) para esta característica. As diferenças entre qualquer dos mestiços e qualquer dos zebuínos também revelaram-se significativas ($P < 0,05$). Para o parâmetro k, o Guzerá e o 3H1Z foram iguais entre si

TABELA 1 - Médias obtidas pelo método dos quadrados mínimos para estimativas de parâmetros da curva de crescimento fêmeas Zebu e Holandês x Zebu em Ibiporã - PR

TABLE 1 - Least squares means for estimates of growth curve parameters of Zebu and Holstein x Zebu female cattle in Ibiporã - PR

GG ¹	Característica ² Characteristic ²				
	A (kg)	k ₁ (/dia)	M ₁	TCA ₁ (kg/dia)	TMA ₁ (/dia)
Guzerá	441±12 ^c	46,59±1,39 ^a	1,96±0,13 ^a	559±8,3 ^a	27,1±0,59 ^a
Gir	383±14 ^d	41,74±1,61 ^{bc}	1,77±0,15 ^{ab}	476±9,6 ^b	24,9±0,68 ^b
1H1Z	531±11 ^a	39,28±1,29 ^c	1,45±0,12 ^b	562±7,7 ^a	24,8±0,55 ^b
3H1Z	492±15 ^b	45,08±1,65 ^{ab}	1,95±0,15 ^a	567±9,8 ^a	26,0±0,70 ^{ab}

¹GG = Grupo genético, sendo 1H1Z = 1/2 Holandês + 1/2 Zebu e 3H1Z = 3/4 Holandês + 1/4 Zebu. ²k₁ = 1000 x (k)^{1/2}, M₁ = (M)^{1/2}, TCA₁ = 1000 x (TCA)^{1/2} e TMA₁ = 1000 x (TMA)^{1/2}. A, k, M, TCA e TMA são definidos no texto.

Médias, na coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem (P>0,05) pelo teste t.

¹GG = Genetic group, where 1H1Z = 1/2 Holstein + 1/2 Zebu and 3H1Z = 3/4 Holstein + 1/4 Zebu. ²k₁ = 1000 x (k)^{1/2}, M₁ = (M)^{1/2}, TCA₁ = 1000 x (TCA)^{1/2} e TMA₁ = 1000 x (TMA)^{1/2}. A, k, M, TCA and TMA are defined in the text.

Means, in a column, followed by the same letter, do not differ (P>.05) by the t test.

(P<0,05) e superiores (P<0,05) ao 1H1Z, que, por sua vez, não diferiu (P>0,05) do Gir. Não foi significativa (P>0,05) a diferença entre o 3H1Z e o Gir. Quanto ao parâmetro M, Gir, Guzerá e 3H1Z não diferiram (P>0,05) entre si, enquanto somente os dois últimos destacaram-se (P<0,05) do 1H1Z. Para a TCA, os mestiços, iguais entre si (P>0,05), destacaram-se (P<0,05) do Gir e igualaram-se (P>0,05) ao Guzerá, o qual, por sua vez, também superou (P<0,05) o Gir. O Guzerá e o 3H1Z igualaram-se (P>0,05) quanto à TMA, mas só o primeiro destacou-se (P<0,05) dos grupos Gir e 1H1Z.

São escassos os estudos similares ao presente na literatura científica brasileira. OLIVEIRA et al. (1994) usaram a equação de Von Bertalanffy para descrever a curva de crescimento de 556 vacas Guzerá criadas em Minas Gerais. Os resultados por eles reportados para os parâmetros A, b e k foram, respectivamente, 454,93 kg, 0,5685 e 0,07182/mês. Os resultados aqui encontrados para os correspondentes parâmetros são 441,43 kg, 0,5735 e 0,06513/mês. Exceto para o parâmetro A, observa-se razoável concordância entre as estimativas dos parâmetros de crescimento da raça Guzerá nos dois estudos. Como a função de Von Bertalanffy fixa o valor do parâmetro M em 3, isto impõe restrições à variação das estimativas de A, podendo explicar a diferença entre os valores estimados para esse parâmetro nos dois estudos.

CASTANHO (1994) usou uma função logística para descrever as curvas de crescimento de parte dos animais envolvidos no presente estudo. A estimativa do valor assintótico para a raça Gir foi de 369 kg. As estimativas aqui obtidas para os parâmetros A e k

(383 kg e 0,0017429/dia) revelam uma raça de pequeno porte e maturação tardia, o que concorda com os resultados da referida autora.

São desconhecidos trabalhos de descrição das curvas de crescimento de mestiços Holandês x Zebu. Estimativas do parâmetro A para a raça Holandesa encontradas na literatura variam de 550 (BRODY, 1945) a 613 kg (PEROTTO et al., 1992). Assim, o cruzamento Holandês x Zebu deveria produzir animais com aproximadamente 500 kg de peso adulto, valor este comparável às estimativas do valor assintótico para os grupos 1H1Z e 3H1Z aqui encontradas.

Uma melhor visualização dos formatos das curvas de crescimento e maturação dos quatro grupos genéticos pode ser apreendida pelo exame das soluções gráficas para as curvas de relacionamento peso-idade (Figura 1), velocidade de ganho de peso (Figura 2) e taxa de maturação (Figura 3). Essas curvas,

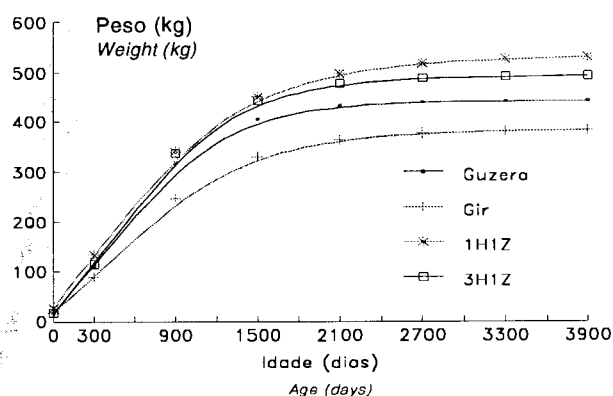


FIGURA 1 - Curvas de crescimento em peso de fêmeas bovinas Guzerá, Gir, 1/2 Holandês + 1/2 Zebu e 3/4 Holandês + 1/4 Zebu.

FIGURE 1 - Growth curves of Guzerá, Gir, 1/2 Holstein + 1/2 Zebu, and 3/4 Holstein + 1/4 Zebu.

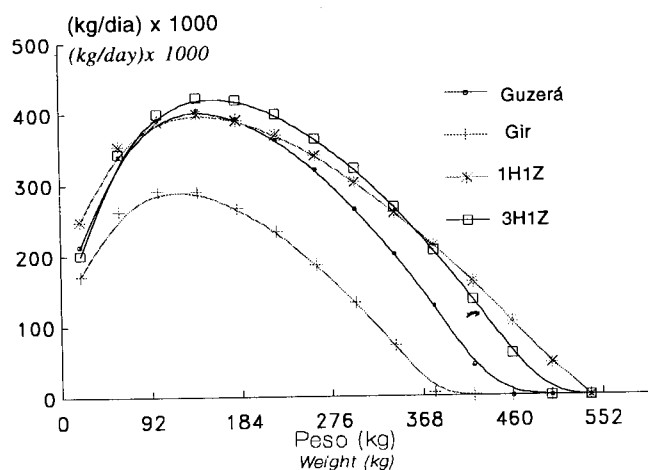


FIGURA 2 - Curvas da velocidade de ganho de peso de fêmeas bovinas Guzerá, Gir, 1/2 Holandês + 1/2 Zebu e 3/4 Holandês + 1/4 Zebu.

FIGURE 2 - Growth rate curves of Guzerá, Gir, 1/2 Holstein + 1/2 Zebu, and 3/4 Holstein + 1/4 Zebu.

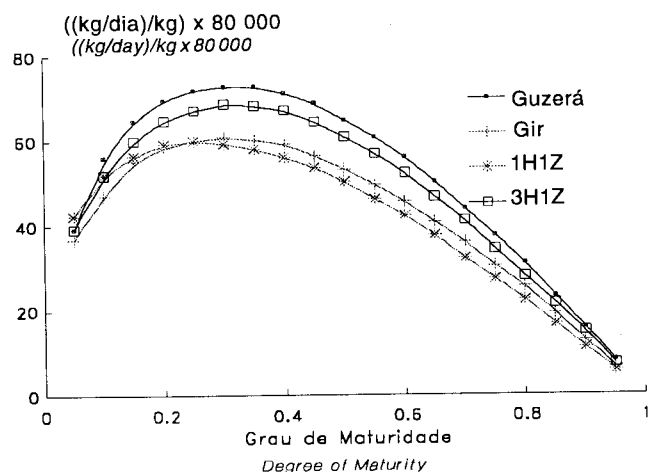


FIGURA 3 - Curvas da taxa de maturação em peso de fêmeas bovinas Guzerá, Gir, 1/2 Holandês + 1/2 Zebu e 3/4 Holandês + 1/4 Zebu.

FIGURE 3 - Maturation rate curves of Guzerá, Gir, 1/2 Holstein + 1/2 Zebu, and 3/4 Holstein + 1/4 Zebu.

construídas a partir das médias mostradas na Tabela 1, encerram, portanto, diferentes erros-padrão.

A Figura 1 mostra as curvas de relacionamento peso-idade para os quatro grupos. As médias do parâmetro b foram 0,573; 0,626; 0,756; e 0,583, respectivamente para Guzerá, Gir, 1H1Z e 3H1Z. Observa-se que a curva do 3H1Z acompanha aquela do 1H1Z até a idade de aproximadamente 1300 dias, para depois afastar-se gradativamente em direção a um valor assintótico mais baixo. Nota-se que, enquanto o valor do parâmetro A do 3H1Z é apenas 7,5% inferior ao valor do mesmo parâmetro para o grupo 1H1Z, a diferença entre os dois grupos quanto ao parâmetro k é de 33% a favor do 3H1Z. Estes resultados corroboram a observação de BROWN et

al. (1976), em que a correlação fenotípica negativa entre A e k não é tão forte entre grupos quanto o é entre indivíduos dentro de um mesmo grupo, e acrescentam a sugestão de que certos cruzamentos podem contornar parcialmente o antagonismo biológico entre peso adulto e taxa de maturação em peso existente dentro das raças (FITZHUGH e TAYLOR, 1971). As análises das características associadas ao PIC revelaram que as médias ajustadas para a IPI foram de 158 dias para o Guzerá, 120 dias para o Gir, 104 dias para o 1H1Z e 189 dias para o 3H1Z.

As curvas da velocidade de ganho de peso, cotadas contra o peso corrente, para os quatro grupos genéticos, são apresentadas na Figura 2. Os valores sugeridos por estas curvas, para variáveis como TCA, PPI e VCMAX, corresponderiam às médias brutas dessas características para esses grupos. Por exemplo, as médias brutas para a TCA de cada grupo seriam computadas dividindo-se a área sob cada curva pela respectiva abcissa. As médias ajustadas para a TCA (Tabela 1) seriam de 0,313; 0,226; 0,315; e 0,322 kg/dia, respectivamente, para os grupos Guzerá, Gir, 1H1Z e 3H1Z. Há plena concordância entre esses valores e aqueles sugeridos pelas soluções gráficas. O mesmo se verifica para o PPI. Pelos gráficos, os valores dessa variável estariam entre 120 kg para o Gir e 157 kg para o 3H1Z. As análises complementares produziram como médias ajustadas os valores de 100, 76, 83 e 114 kg, respectivamente, para o Guzerá, o Gir, o 1H1Z e o 3H1Z. Na mesma ordem, as médias ajustadas para a VCMAX foram 0,510; 0,371; 0,541; e 0,517 kg/dia. Estes valores são mais baixos que os sugeridos pelas curvas, mas as posições dos grupos correspondem aos pontos máximos dos respectivos gráficos.

Na Figura 3, a velocidade de ganho de peso é expressa em unidades de peso adulto. As áreas sob cada curva correspondem às médias brutas para a TMA. Os máximos de cada curva fornecem as médias brutas para a VMMA. As projeções desses máximos sobre a abcissa fornecem os graus de maturidade no ponto de inflexão da curva de crescimento. Outra vez, existe correspondência entre os valores apontados pelas soluções gráficas e os valores produzidos pelas análises estatísticas. Por exemplo, as médias ajustadas para a TMA (Tabela 1) seriam 0,0007391; 0,0006221; 0,0006186; e 0,0006774/dia, respectivamente, para Guzerá, Gir, 1H1Z e 3H1Z. De conformidade com esses valores, os gráficos da Figura mostram que a menor área corresponde ao 1H1Z e a maior, ao Guzerá. A Figura sugere que os graus de

maturidade nos pontos de inflexão das curvas estão entre 0,25 para o 1H1Z e 0,30 para o Guzerá. Pelas análises estatísticas, as médias ajustadas para o GMI foram 0,23 para o Guzerá, 0,20 para o Gir, 0,16 para o 1H1Z e 0,23 para o 3H1Z. Para VMMA, as médias ajustadas foram 0,0012/dia para o Guzerá; 0,0010/dia para o Gir, 0,0010/dia para o 1H1Z; e 0,0011/dia para o 3H1Z. Pela figura, as médias brutas estariam entre 0,00075/dia para o 1H1Z e 0,00090/dia para o Guzerá.

Os resultados deste trabalho fornecem algum suporte à hipótese de que por meio de cruzamentos judiciosos é possível alterar o formato da curva de crescimento, de maneira a influir na eficiência do processo de produção de carne. Curvas como a do 3H1Z parecem contornar parcialmente o antagonismo entre um rápido e mais eficiente crescimento na fase jovem e um menor peso adulto, com menores custos de manutenção do rebanho de cria. Além disso, um aumento na velocidade de ganho de peso em relação ao peso adulto, ou seja, um incremento na taxa de maturação, como se observa no 3H1Z em relação ao 1H1Z, pode resultar em aumentos na eficiência intrínseca do processo de crescimento (FITZHUGH, 1976; WEBSTER, 1989).

Conclusões

O presente estudo mostrou que a equação de Richards fornece adequada descrição da curva de crescimento em peso de fêmeas zebuínas e de mestiças Holandês x Zebu. O uso das estimativas dos parâmetros desta equação permite computar valores para características de interesse, como as taxas de crescimento absoluto e maturação absoluta, e ainda construir soluções gráficas para as equações do crescimento, velocidade de ganho de ganho de peso e taxa de maturação, que auxiliam na descrição e na interpretação de como os processos de crescimento e maturação distribuem-se ao longo de seus respectivos intervalos em diferentes grupos genéticos.

Os resultados sugerem também que a orientação criteriosa dos cruzamentos pode atenuar a correlação genética positiva entre ganho de peso na fase jovem e peso adulto e, assim, interferir favoravelmente na eficiência bio-energética do processo de produção de carne bovina.

Referências Bibliográficas

- BRODY, S. Bioenergetics and Growth. New York: Reinhold Publ. Co., 1945. 1023 p.
- BROWN, J. E., FITZHUGH, H. A., Jr., CARTWRIGHT, T. C. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 42, n. 3, p. 810-818, 1976.
- CASTANHO, M. J. de P. Estimativa da função logística para dados de crescimento de bovinos. Londrina, PR: UEL, 1994. 117 p. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, 1994.
- FITZHUGH, H. A., Jr. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 42, n. 4, p. 1036-1051, 1976.
- FITZHUGH, H. A., Jr., TAYLOR, St. C. S. Genetic analysis of degree of maturity. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 33, n. 4, p. 717-725, 1971.
- HUGES, T. E., PITCHFORD, W. S. Heterosis effects on efficiency of post-weaning growth. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 5, 1994, Guelph. *Proceedings...* Guelph: University of Guelph, 1994. v. 19, p. 197-200.
- MEZZADRA, C. A., MIQUEL, M. C. Heterosis and breed transmitted effects in growth curve parameters in Angus, Criollo and reciprocal crossbred cows. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 5, 1994, Guelph. *Proceedings...* Guelph: University of Guelph, 1994. v. 17, p. 276-279.
- OLIVEIRA, H. N., LÔBO, R. B., PEREIRA, C. S. Relationships among growth curve parameters, weights and reproductive traits in Guzerá beef cows. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 5, 1994, Guelph. *Proceedings...* Guelph: University of Guelph, 1994. v. 19, p. 189-192.
- PEROTTO, D., CUE, R. I., Lee, A. J. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of three genotypes of dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v. 72, n. 4, p. 773-782, 1992.
- RICHARDS, J. F. A flexible growth function for empirical use. *J. Exp. Bot.*, London, v. 10, n. 29, p. 290-300, 1959.
- SAS INSTITUTE INC. SAS User's guide: statistics. 5th Ed. Cary, NC: SAS Inst. Inc., 1985. 956 p.
- WEBSTER, A. J. F. 1989. Bioenergetics, bioengineering and growth. *Anim. Prod.*, Bristol, v. 48, n. 1, p. 249-269, 1989.

Recebido em: 14/03/96

Aceito em: 18/07/96