



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

CURVAS DE CRESCIMENTO DE FÊMEAS DA RAÇA CARACU

Raphael Patrick **Moreira**¹; Victor Breno **Pedrosa**²; Joslaine Noely dos Santos Gonçalves **Cyrillo**³,
Maria Eugênia Zerlotti **Mercadante**⁴

Nº 14703

RESUMO - *O objetivo do estudo foi analisar os modelos não-lineares que melhor se ajustam ao crescimento de fêmeas da raça Caracu. O experimento foi conduzido no Instituto de Zootecnia, Centro APTA Bovinos de Corte, localizado no município de Sertãozinho, SP, e para tanto foram utilizados dados de peso ao nascimento até os 63 meses de idade de 500 fêmeas da raça Caracu. Os animais apresentaram médias de peso ao nascer (PN) de 32 kg, peso a desmama (P7) de 198 kg, peso aos 26 meses (P26) igual a 354 kg e peso aos 63 meses (P63) de 488 kg, proporcionando ganho de peso médio diário (GMD) igual a 0,241 kg/dia. Os modelos não-lineares utilizados foram: Brody, Von Bentarlanffy, Logístico e Gompertz. Todos os modelos tenderam a descrever adequadamente a curva de crescimento destes animais, porém, de acordo com o Quadrado Médio do Resíduo e Coeficiente de Determinação, adotados para escolha do modelo mais adequado, Brody apresentou o melhor ajuste. Todos os modelos demonstraram correlação alta e negativa entre os parâmetros A e k, indicando que animais mais precoces possuem menor probabilidade de atingir pesos mais elevados aos 63 meses de idade. O efeito de ano de nascimento afetou significativamente ($P < 0,01$) os parâmetros A e k, concluindo que as características alteraram com o passar das gerações.*

Palavras-chaves: desenvolvimento ponderal, modelos não lineares, precocidade.

1 Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Zootecnia, UEPG, Ponta Grossa-PR; raphaelmoreira@zootecnista.com.br

2 Co-orientador: Professor da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa-PR.

3 Colaborador, Pesquisadora do Instituto de Zootecnia, Sertãozinho-SP.

4 Orientadora: Pesquisadora do Instituto de Zootecnia, Sertãozinho-SP; mercadante@iz.sp.gov.br



ABSTRACT- *The objective of the study was to analyze non-linear models that best fit the growth of Caracu cows. The experiment was conducted in Instituto de Zootecnia, Centro APTA Bovinos de Corte, Sertãozinho, SP. Data of weight at birth to 63 months of age, from 500 females of Caracu breed were used. The mean weight at birth (PN), weaning weight (P7), weight at 26 months (P26) and weight at 63 months was, respectively, 32 kg, 198 kg, 354 kg and 488 kg, providing average daily gain (ADG) of 0,241 kg/day. The non-linear models used were: Brody, Von Bentarlanffy, Logística and Gompertz. All of the models tended to describe accordingly the growth curve of these animals, but, according to the mean square residual and coefficient of determination, adopted to select the most appropriate model, Brody showed the best fit. All models presented high and negative correlation between the A and k parameters, indicating that the most precocious animals are less likely to reach elevated weights at 63 months of age. The effect of year of birth significantly affected ($P<0.01$) the parameters A and k, concluding that the traits changed over the generations.*

Keywords: weight development, nonlinear models, precocity.

1. INTRODUÇÃO

O rebanho bovino brasileiro tem efetivo de aproximadamente 209 milhões (IBGE, 2012), o que lhe confere a primeira posição mundial em quantidade de cabeças. O estado de São Paulo é um importante produtor, não somente de animais destinados ao abate, como também disseminador de reprodutores geneticamente superiores, que contribuem com o melhoramento em todo o país.

Sendo uma raça exposta a processo de seleção natural por várias gerações, a raça Caracu se adaptou as condições locais e desenvolveu características que favoreceu a estes sobreviver com dietas geralmente pobres em nutrientes, a infestações de ectoparasitas e altas temperaturas (SPRITZE et al., 2003). Além disso, esses animais apresentam boa musculatura, acabamento precoce e adequada conformação, fornecendo assim, produtos que atendem os mercados mais exigentes em termos de qualidade de carcaça e carne.

O crescimento do animal após o nascimento pode ser ajustado através de uma curva sigmoide, a qual expressa crescimento rápido até a puberdade, e crescimento desacelerado em fases de idade mais avançada (Ryan, 1990). O conhecimento do crescimento é um tópico de



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

interesse para conferir melhor eficiência no manejo nutricional, e para elaboração de programas de seleção animal para características de crescimento inerentes a cada raça (TEDESCHI et al., 2000).

De acordo com Paz et al. (2004) a relação entre peso e idade nos animais domésticos assume padrão não linear, o qual possui interpretação biológica. Os modelos não lineares têm sido aplicados em estudos do crescimento animal nas últimas décadas (OLIVEIRA et al., 2000; TEDESCHI et al., 2000; PAZ et al., 2004; FORNI et al., 2007), principalmente os modelos Brody, Von Bertalanffy, Logístico, Gompertz e Richards. A escolha do melhor modelo para estimar o crescimento em função da idade é dependente de fatores como raça, ambiente, idade do animal nas últimas pesagens e do modelo propriamente dito (SILVA et al., 2011). Há escassez de trabalhos com a raça Caracu e neste sentido há necessidade de estudos específicos com animais deste grupo genético, que é uma das importantes raças para corte no cenário nacional.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Coleta de dados

Foram utilizados dados do rebanho Caracu do Instituto de Zootecnia, Centro APTA Bovinos de Corte, Sertãozinho, SP, que faz parte do Projeto de Seleção de Raças Zebuínas e Caracu. A unidade de pesquisa está ao norte do estado de São Paulo (latitude 21°10' sul e longitude 48°5' oeste). O clima é subtropical com estação chuvosa no verão, outubro a março, e estação seca no inverno, abril a setembro. O pasto predominante é das espécies de *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha*.

As fêmeas foram criadas em pastagem até o desmame, aos 7 meses de idade. Após o desmame, as mesmas foram destinadas a outros piquetes de pastagem com suplemento mineral à vontade, onde permaneceram até 550 dias de idade, quando foram selecionadas segundo maior diferencial do peso aos 550 dias de idade em relação aos contemporâneos, para monta natural aos 2 anos de idade e incorporação no rebanho de matrizes. O rebanho de matrizes foi mantido em pastagem e os lotes de monta, de novembro a fevereiro, foram formados com até 25 matrizes/touro. As matrizes foram descartadas por falha reprodutiva ou doença. Foram utilizados pesos de 500 fêmeas nascidas de 1981 a 2007, do nascimento (PN) até os 63 meses de idade (P63). Após o nascimento, os animais foram pesados a cada 4 meses e após a primeira monta, aos 26 meses de idade, foi considerado o peso da fêmea na entrada da estação de monta.

2.2. Determinação do melhor modelo

Para a determinação das curvas de crescimento foram utilizados os modelos Brody,



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

Logístico, Von Bentarlanffy e Gompertz (Tabela 1), em que y é o peso corporal à idade t ; A é o peso assintótico; B é uma constante de integração relacionada aos pesos iniciais do animal. O valor de B é estabelecido pelos valores iniciais de y e t . O parâmetro k é interpretado como a taxa de maturação, que é a mudança de peso em relação ao peso à maturidade, ou seja, indicador da velocidade com que o animal se aproxima do tamanho adulto. O parâmetro m dá forma à curva e, conseqüentemente, determina em que proporção do valor assintótico (A) ocorre o ponto de inflexão da curva.

Tabela 1. Forma geral dos modelos não-lineares

Modelo	Forma geral
Brody	$y = A(1 - Be^{-kt})$
Von Bentarlanffy	$y = A(1 - Be^{-kt})^3$
Logístico	$y = A(1 + e^{-kt})^{-m}$
Gompertz	$y = Ae^{Be^{-kt}}$

Para a estimativa dos parâmetros foi utilizado o método de Marquardt modificado por meio do procedimento estatístico NLIN do *Statistical Analysis System* (SAS Inst., Inc., Cary, NC), com critério de convergência de 10^{-8} . Os critérios utilizados para verificar a precisão do ajuste das curvas foram o quadrado médio do resíduo (QMR) e o coeficiente de determinação (R^2), estimados pelos ajustes dos modelos não lineares.

Após a escolha do modelo mais adequado, calculou-se a taxa de crescimento absoluta (TCA), obtida a partir da primeira derivada do modelo ajustado, em relação ao tempo ($\partial Y/\partial t$). A TCA representa o ganho de peso obtido por unidade de tempo, sendo calculada em dias para melhor representação do ganho médio diário estimado ao longo da trajetória de crescimento das fêmeas. Posteriormente, foi avaliada a influência do ano de nascimento (1981 a 2007) sobre os parâmetros A e k da curva do modelo selecionado, através do procedimento GLM do SAS. Correlações de Pearson entre os parâmetros foram estimadas pelo procedimento CORR do SAS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão as médias de pesos e desvios padrão nas diferentes idades. Os animais apresentaram média de 32 kg e 488 kg para PN e P63, conferindo ganho médio diário de 0,241 kg/dia. O desvio padrão dos pesos aumentou com a idade dos animais, pois há dependência dos



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

valores de desvio padrão em relação à magnitude das médias, ou seja, maiores valores de peso apresentam maiores valores de desvio-padrão.

Tabela 2. Estatística descritiva dos pesos ao nascer (PN), 4 meses (P4), 7 meses (P7), 14 meses (P14), 17 meses (P17), 19 meses (P19), 26 meses (P26), 42 meses (P42), 51 meses (P51) e 63 meses (P63) de idade

Variável	Média	Mínimo	Máximo	Desvio-Padrão
PN (kg)	32	22	47	4
P4 (kg)	150	72	233	27
P7 (kg)	198	126	286	26
P14 (kg)	227	137	360	41
P17 (kg)	287	171	391	45
P19 (kg)	303	177	433	46
P26 (kg)	350	246	474	49
P42 (kg)	408	300	539	44
P51 (kg)	460	321	612	45
P63 (kg)	488	339	650	56

Morrow et al. (1978) afirmam que estimativas precisas dos parâmetros dos modelos em bovinos só podem ser obtidas quando há dados até pelo menos 54 meses de idade.

O parâmetro **A**, que define o peso assintótico do modelo foi maior para Brody seguido dos modelos de Bertalanffy, Gompertz e Logístico. Isto indica que Brody prediz o maior valor para peso adulto livres de variações sazonais, e Logístico o menor (Tabela 3). Estes resultados estão de acordo com os relatados por Lopes et al. (2011), que estimaram valores de 471 kg, 358 kg, 338 kg e 310 kg para o parâmetro **A** ajustando, respectivamente, os modelos Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico a dados de fêmeas da raça Nelore. É possível afirmar que não somente no presente estudo, mas também em outros estudos o modelo Brody estima os maiores valores para o parâmetro **A** e Logístico estima o menor valor para esse parâmetro. Além disto, os valores do parâmetro **A** no trabalho citado acima foi relativamente semelhante, o que sugere que os zebuínos, apesar de serem mais tardios, tendem a apresentar peso final semelhante ao Caracu.

Com relação ao parâmetro **B**, todos os modelos superestimaram os pesos iniciais, sendo que o modelo Brody foi o que mais se aproximou do peso ao nascimento observado (Tabela 3). Em estudo com bovinos da raça Santa Gertrudis, Tholon et al. (2012) estimaram valores do parâmetro **B** para o modelo Brody, Gompertz e Von Bertalanffy de 0,9614, 1,9574 e 0,5105, respectivamente. Neste estudo, os modelos de Gompertz e Von Bertalanffy superestimaram o peso ao nascimento, e Brody subestimou, entretanto este último estimou valores mais próximos dos observados. Os resultados do presente trabalho são concordantes com o estudo supracitado em relação ao modelo Brody, que é o modelo que mais se aproxima dos pesos iniciais dos animais.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros, quadrado médio do resíduo, coeficiente de determinação, percentual de convergência e desvio médio absoluto de acordo com os modelos estudados

Parâmetro	Modelo			
	Bertalanffy	Brody	Gompertz	Logístico
A	488,3	514,6	480,4	473,9
B	0,4595	0,8840	1,7521	-
K	0,0586	0,0396	0,0685	0,0810
M	-	-	-	2,4223
Quadrado médio do resíduo (QMR)	2185,25	1998,18	2270,13	2352,71
Coeficiente de determinação (R^2)	0,9773	0,9784	0,9810	0,9792

Os modelos apresentaram altos valores para R^2 e pequena diferença entre eles. Ao analisar o QMR, cujos menores valores indicam maior proximidade da estimativa ajustada aos dados observados, verifica-se que o modelo Brody apresentou o melhor ajuste, seguido pelos modelos de Bertalanffy, Gompertz e Logístico. Estes resultados estão de acordo com vários resultados descritos na literatura, nos quais o modelo de Brody é apontado como o de melhor qualidade de ajuste a dados de crescimento de bovinos (LOPES et al. 2011; THOLON et al. 2012).

Na Figura 1 estão ilustradas as curvas de crescimento preditas de acordo com os modelos de Von Bertalanffy, Brody, Gompertz, Logístico juntamente com os pesos médios observados. O crescimento foi elevado até a desmama, e após esse período observou-se declínio das taxas de crescimento, devido a ausência da amamentação e à adaptação fisiológica da fêmea para a degradação da fibra das pastagens.

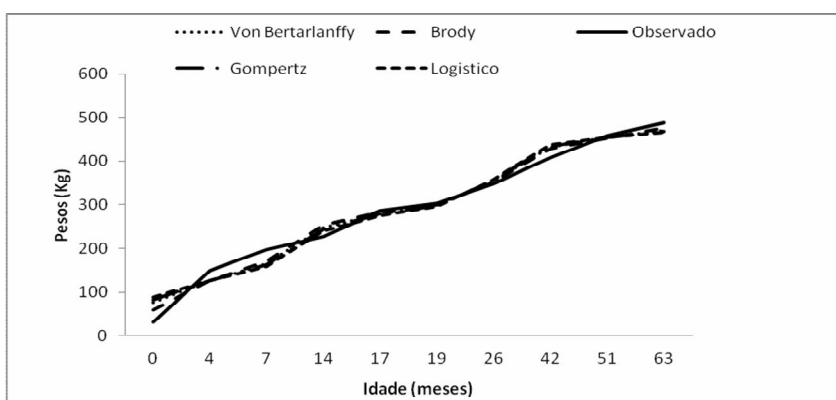


Figura 1. Estimativas do peso em função da idade, obtidas pelos modelos Von Bertalanffy, Brody, Gompertz, Logístico, e observados em fêmeas da raça Caracu.

Devido ao melhor ajuste do modelo Brody este foi considerado para descrever a taxa de crescimento absoluto (TCA) das fêmeas Caracu. A TCA foi obtida através da primeira derivada da equação do modelo supracitado em função do tempo (Figura 2). A TCA foi decrescente desde o

nascimento, no qual seu valor foi de cerca de 570 gramas. A taxa de decréscimo de crescimento absoluto foi alta até 25 meses, e a partir desta idade, essa taxa começa a estabilizar apresentando valores próximos de zero. É importante salientar que o ganho de peso nas fêmeas deve ser elevado para reduzir a idade à primeira concepção, favorecendo o início precoce da vida reprodutiva.

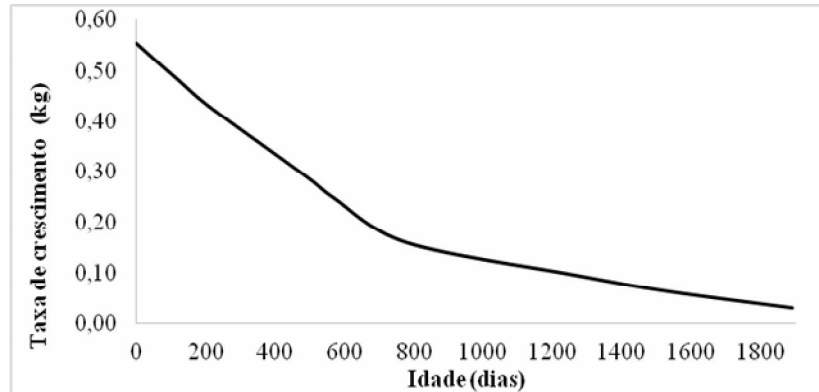


Figura 2. Taxa de crescimento absoluto estimado pela função Brody em fêmeas da raça Caracu.

As correlações de Pearson entre os parâmetros **A** e **k** foram altas e negativas, com valores de -0,8065, -0,9066, -0,7494 e -0,6958 entre os parâmetros estimados respectivamente pelos modelos Von Benterlanffy, Brody, Gompertz e Logístico. Esses valores indicam que os animais que possuem alta taxa de crescimento, tendem a possuir menores pesos assintóticos em comparação àqueles que possuem baixas taxas de crescimento, estando de acordo com os resultados obtidos por outros autores (Oliveira et al., 2000; Paz et al., 2004; Lopes et al., 2011 e Tholon et al., 2012).

O efeito de ano de nascimento influenciou significativamente ($P < 0,01$) os parâmetros **A** e **k** do modelo Brody. Esse resultado corrobora o fato de que a seleção dos animais com base em características de crescimento, bem como a nutrição e outros fatores influenciaram no peso adulto dos animais e também na precocidade de crescimento, com incremento favorecendo maior peso adulto e mais rapidez para atingir o mesmo com o passar das gerações.

4. CONCLUSÃO

Os modelos não lineares avaliados apresentam bom ajuste da curva de crescimento de fêmeas da raça Caracu. O modelo Brody, pelo alto coeficiente de determinação e baixo quadrado médio do resíduo, descreveu melhor o crescimento destes animais. Os parâmetros **A** e **k** são antagônicos, ou seja, há tendência de animais com maior taxa de crescimento apresentar menor peso assintótico.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq por ter possibilitado e financiado esta pesquisa. Ao professor doutor Victor Breno Pedrosa pelo auxílio nas análises.

6. REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

FORNI, S.; PILES, M.; BLASCO, A.; VARONA, L.; OLIVEIRA, H.N.; LOBO, R.B.; ALBUQUERQUE, L.G. Analysis of beef cattle longitudinal data applying a nonlinear model. **Journal of Animal Science**, v.85, p.3189-3197, 2007.

IBGE. Produção da Pecuária Municipal (PPM). Vol.39. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro-RJ. 63p. 2012.

LOPES, F.B.; SILVA, M.C.; MARQUES, E.G.; FERREIRA, J.L. Ajuste de curvas de crescimento em bovinos Nelore da região Norte do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, p.607-617, 2011.

MORROW, R.E.; McLAREN, J.B.; BUTTS, W.T. Effect of age on estimates of bovine growth-curve parameters. **Journal of Animal Science**, v.47, p.352-357, 1978.

OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B.; PEREIRA, C.S. Comparação de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.35, p.1843-1851, 2000.

PAZ, C.C.P.; PACKER, I.U.; FREITAS, A.R.; TAMBASCO-TALHARI, D; REGITANO, L.C.A.; ALENCAR, M.M. Ajuste de modelos não-lineares em estudos de associação entre polimorfismo genético e crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1416 –1425, 2004.

RYAN, W.J. Compensatory growth in cattle and sheep. In: **Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)**, v.50, p.653-664, 1990.

SILVA, F.L.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; PACKER, I.U.; MOURÃO, G.B. Curvas de crescimento em vacas de corte de diferentes tipos biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.262-271, 2011.

SPRITZE, A., EGITO, A.A., MARIANTE, A.S.; McMANUS, C. Genetic characterization of Criollo Lageano cattle by RAPD markers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1157-1164, 2003.

TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; NARDON, R.F.; LEME, P.R. Estudo da curva de crescimento de animais da raça Guzerá e seus cruzamentos alimentados a pasto, com e sem suplementação. 1. Análise e seleção das funções não-lineares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.630- 637, 2000.

THOLON, P.; PAIVA, R.D.M.; MENDES, A.R.A.; BARROZO, D. Utilização de funções lineares e não lineares para ajuste do crescimento de bovinos Santa Gertrudis, criados a pasto. **ARS Veterinaria**, v.28, 234-239, 2012.