

UTILIZAÇÃO DE DOIS MODELOS NÃO-LINEARES NO ESTUDO DA CURVA DE CRESCIMENTO DE TOURINHOS PAMPA CHAQUEÑO NO PARAGUAI*

USE OF TWO NON-LINEAR MODELS IN THE STUDY OF GROWTH CURVES FOR PAMPA CHAQUEÑO YOUNG BULLS IN PARAGUAY*

Martínez López, O.R.¹, S.B.P. Barbosa², M.N. Ribeiro, G.R.B. Cruz e J.C.V. Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco. Depto. de Zootecnia. Av. Dom Manoel de Medeiros s/n. Dois Irmãos, Recife-PE, CEP: 52171-900. Brasil. E-mail: ¹agrotulo@yahoo.com ²sbarbosa@ufrpe.br

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Chaco. Bovinos de corte. Prova de desempenho.

ADDITIONAL KEYWORDS

Chaco. Beef cattle. Performance test.

RESUMO

Foram analisados 4004 dados de pesagens, provenientes de 308 tourinhos Pampa Chaqueño, criados na região ocidental do Paraguai. Os dados estudados foram obtidos a partir de sete provas de peso realizadas inicialmente nas fazendas de origem e depois na central de testes. Os objetivos do trabalho foram estimar parâmetros da curva de crescimento e determinar as predições de peso nas datas de cada observação, por ano de prova, através de dois modelos não-lineares. Atendendo ao número de convergências e às estimações dos parâmetros A, K e R², o modelo Logístico foi o mais indicado para avaliação da curva de crescimento de tourinhos Pampa Chaqueño. O ano de prova não influenciou a estimação do parâmetro A, para o modelo de Gompertz, mas afetou para a função Logística e a estimação do parâmetro K, em ambos os modelos. Os dois modelos estudados não se ajustaram aos pesos nas fases iniciais

*Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRPE, Projeto parcialmente financiado pelo CNPq.

dos animais (ao nascer e a desmama), mas representaram bem a curva de crescimento entre 10 e 20 meses de idade. Serão necessárias observações de peso a idades superiores às analisadas para poder se obter maior precisão no ajuste dos modelos avaliados nos pesos assintótico.

SUMMARY

In this study, 4004 weight records from 308 *Pampa Chaqueño* young bulls were analyzed. The young bulls. The records studied were obtained starting from seven weight proofs accomplished initially in the origin farms and later in the headquarters of tests. Then weights were observed at the testing center at approximately 376 days (P3), and repeatedly every 28 days until approximately 660 days of age (P13). The objectives of this study were to estimate the growth curve parameters and to determinate the weight predictions on the days of observation, per test year, through two non-linear models.

Arch. Zootec. 56 (213): 3-14. 2007.

Considering the number of convergences and the estimation of the A, K and R² parameters, the Logistic model was the most satisfactory. The test year did not influence the estimation of the A parameter in the Gompertz model, but it did affect the Logistic function and the estimation of the K parameter in both models. Both models studied did not fit to the weights in the animals' early stages, but represented well the growth curve between 10 and 20 months of age. Weight observations at more advanced ages would be necessary in order to obtain more precision of fit in the asymptotic weight models studied.

INTRODUÇÃO

O alicerce do gado bovino paraguaio iniciou com a introdução feita pelos espanhóis, na época das expedições, sendo este principalmente do tipo Andaluz (Casaccia Fernández, 1993). Na região ocidental do país (Chaco), o crioulo foi melhorado através de cruzamentos com raças inglesas introduzidas pelos britânicos, entre o final do século XIX e início do XX, entre eles o Hereford. A partir daí, sob a ação da seleção natural, formou-se os bovinos Pampa Chaqueño, animais de grande potencial produtivo às difíceis condições da região (Asociación Paraguaya de Criadores de Pampa Chaqueño, 2002). Para aprofundar o conhecimento sobre o potencial do Pampa Chaqueño, é importante estudar as diferentes fases do crescimento. Fitzhugh Jr. (1976) e Tedeschi *et al.* (2000) destacam a importância do controle do processo de crescimento dos ruminantes, para programas de seleção para características de crescimento inerentes a cada raça, além de possibilitar manejo nutricional mais eficien-

te. Neste sentido, modelos não-lineares têm sido usados para relacionar o tamanho do corpo e a idade do animal, através de pesagens periódicas.

Segundo Brown *et al.* (1976), Denise e Brinks (1985), Oliveira *et al.* (2000), Mazzini *et al.* (2003) a utilização de funções matemáticas não-lineares, desenvolvidas empiricamente para relacionar a idade com o peso animal, tem-se mostrado adequada para descrever a curva de crescimento, uma vez que sintetizam muitas medidas em apenas alguns parâmetros com significado biológico, facilitando o entendimento do fenômeno. Além disso, Eisen *et al.* (1969), Brown *et al.* (1972), Fitzhugh Jr. (1976), Rosa *et al.* (1978) e McManus *et al.* (2003) descrevem que a associação desses parâmetros às características produtivas e reprodutivas dos animais é uma boa ferramenta a ser utilizada em programas de seleção.

Segundo Silva *et al.* (2002) as funções de crescimento, na sua maioria, apresentam dois parâmetros com interpretação biológica: o peso assintótico (A), que estima o peso médio na maturidade e, geralmente, considerado como o peso adulto, e a taxa de maturidade no período pós-natal (K), que serve como indicador da velocidade com que o animal se aproxima do peso adulto e que altos valores de K sugerem maturidade precoce. Brown *et al.* (1976) explicaram a importância da avaliação do desvio entre o valor predito e o valor observado em determinadas idades. Ludwig *et al.* (1977) sugeriu que a escolha de uma curva de crescimento deve ser baseada na análise de, no mínimo, três itens: interpretação biológica dos parâmetros, aderência e dificuldades computa-

CURVA DE CRESCIMENTO DO PAMPA CHAQUEÑO

cionais. O coeficiente de determinação (R^2), comportamento e avaliação gráfica das curvas foram utilizados por Fitzhugh Jr.(1976) e Cruz (2000).

Os modelos não lineares mais utilizados na avaliação de crescimento de bovinos de corte, são Brody, von Bertalanffy, Logístico, Gompertz e Richards (Brown *et al.*, 1976; Fitzhugh Jr., 1976; Ludwig *et al.*, 1981; Nobre *et al.*, 1987; Tedeschi *et al.*, 2000; Mazzini *et al.*, 2003 e Santoro e Barbosa, 2004). De acordo com a espécie e/ou raça animal, o número de observações, a característica observada, os resultados podem variar, em relação ao melhor modelo que se ajusta à curva do animal (Mazzini *et al.*, 2003; Santoro e Barbosa, 2004; McManus *et al.*, 2003; Paz, 2002). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi testar o ajuste dos modelos Logístico e de Gompertz, na curva de crescimento de um rebanho de bovinos Pampa Chaqueño.

MATERIAL E MÉTODOS

Os tourinhos Pampa Chaqueño avaliados neste trabalho nasceram entre os anos de 1994 e 2002 totalizando 308 tourinhos e 4004 observações. Estes animais foram criados na região Ocidental do Paraguai e avaliados através de pesagens ao nascimento e a desmama, nas fazendas de origem, e de outras 11 pesagens medidas nas provas de peso e ganho de peso realizado na *Central de Provas Santa Gabriela* da Associação Paraguaia de Criadores do Pampa Chaqueño. Esta fazenda encontra-se na localidade de Pozo Colorado, no Estado de Presi-

dente Hayes, a 290 km ao Norte-Noroeste da capital Asunción.

Os dados foram obtidos a partir de sete provas. Da primeira prova (97/98), foram extraídos dados de 19 tourinhos, com todas as 13 pesagens. Da segunda prova (98/99), foram extraídos 33 tourinhos com pesagens completo. Da terceira prova (99/00), participaram 24 tourinhos. Da quarta prova, (00/01), 25 tourinhos. Da quinta prova (01/02) 39 tourinhos. Da sexta prova (02/03) 74 tourinhos. Da sétima e última prova (03/04) 94 tourinhos com observações completas.

Para análises estatísticas dos dados foi utilizado o modelo de Gompertz, representado pela seguinte equação, de acordo com Tedeschi *et al.* (2000), Mazzini *et al.* (2003) e Santoro (2004):

$$Y_i = Ae^{-bc^{-kti}}$$

em que:

Y_i é representa a observação à idade t ; A representa o peso assintótico e, b é o coeficiente de integração, k representa a taxa de maturidade e, c e ti são parâmetros ajustados ou a serem estimados nos estudos.

O modelo Logístico, representado pela equação descrita abaixo, tem seus parâmetros descritos em Rosa *et al.* (1978), Paz, (2002) e McManus *et al.*, (2003), da seguinte forma:

$$Y_t = A(1 + be^{-kt})^{-1}$$

A é o valor assintótico ou medida do peso à maturidade; B é o parâmetro escala ou constante de integração, que indica a proporção do crescimento assintótico a ser ganho depois do nascimento, estabelecidos pelos valores iniciais de Y e t ; k representa o índice de maturidade ou medida de

precocidade e, fazendo-se k^1 , obtém-se o intervalo de tempo gasto para atingir a maturidade, o que serve para medir as mudanças no grau de maturidade. Utilizou-se a metodologia proposta por Hassen *et al.*, 2004, Cruz (2000) e Mazzini *et al.*, (2003) para a seleção e escolha do melhor método que representou a curva de crescimento dos animais estudados.

Foram utilizados gráficos de distribuição dos resíduos e dos pesos observados em função dos pesos estimados com a curva de cada modelo para mostrar a qualidade do ajuste proporcionado por cada modelo (Hassen *et al.*, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS ATRAVÉS DAS EQUAÇÕES NÃO-LINEARES UTILIZADAS

Nas **tabelas I e II** estão os valores médios, mínimos e máximos e desvios-padrão, para os parâmetros A, B, K e R^2 , segundo a quantidade de animais que convergiram por prova, utilizados pelos modelos de Gompertz e Logístico. Os valores para os parâmetros de peso assintótico (A), obtidos pela equação de Gompertz, encontram-se acima dos limites aceitáveis. Segundo a literatura consultada (Brown *et al.*, 1976; Doren *et al.*, 1989; Oliveira *et al.*, 2000; Hassen *et al.*, 2004; Santoro e Barbosa, 2004), para os animais nascidos nos anos 1998 2000 e 2001, testados nas terceira, quinta e sexta provas, respectivamente. Já os valores obtidos pela equação Logística, para o mesmo parâmetro, foram inferiores ao primeiro modelo, porém, mais condizentes com pesos adultos de tau-

rinos. Estes resultados discordam das observações feitas por Goonewardene *et al.* (1981), que mencionaram que o modelo Logístico subestima o peso adulto animal.

Segundo a função de Gompertz, as estimativas do parâmetro B, obtidas nesse estudo, foram bastante similares aos encontrados por Santoro e Barbosa (2004), estudando parâmetros da curva de crescimento de zebuínos, e superiores aos registrados por Brown *et al.* (1976), estudando raças Hereford, Jersey, cruzada de Hereford com Brahman (BH) e Angus cruzado com BH. Já para a estimação deste parâmetro, pelo modelo Logístico, foram bastante elevados e superiores aos valores observados por Santoro e Barbosa (2004).

O parâmetro K, que representa a taxa de maturidade do animal, no modelo de Gompertz, na primeira e na quarta provas atingiram as médias mais elevadas (0,002573 e 0,002514). Para o modelo Logístico, as estimações foram maiores para os animais testados nas quarta e segunda provas (0,00529 e 0,00514). Entretanto, Brown *et al.* (1976) encontraram valores de K bem maiores para estas funções. As estimações do coeficiente ajustado (R^2), obtidos pelos modelos de Gompertz e Logístico, nas diferentes provas realizadas pela associação de criadores, condizem com os valores encontrados em bovinos de corte por Ludwig *et al.* (1981); Nobre *et al.* (1987); Mazzini *et al.* (2003) e Hassen *et al.* (2004), e são superiores aos estimados por Tedeschi *et al.* (2000).

A evolução de peso dos animais, é observada na **tabela III**. Somente na quarta prova, realizada entre os anos

CURVA DE CRESCIMENTO DO PAMPA CHAQUEÑO

2000 e 2001, o modelo Logístico resultou na maior quantidade de convergências, mas com uma margem de diferença reduzida. Na primeira prova, realizada entre os anos 1997 e 1998, ambas equações determinaram iguais números de convergências. Entretanto, o modelo de Gompertz determinou, em quatro das sete provas, os menores números de convergências e, em alguns anos de prova, com

porcentagens muito baixas, como nos casos da primeira e da última prova (31,58 e 19,15 p.100, respectivamente). Esse fato poderia se dever a maior sensibilidade do modelo de Gompertz (Tedeschi *et al.* (2000).

A comparação entre as médias obtidas para o coeficiente de ajuste para os diferentes modelos empregados está na **tabela IV**. Atendendo às médias gerais, o modelo Logístico

Tabela I. Estimativas para os diferentes parâmetros obtidos pela equação Gompertz. (Estimates for the different parameters obtained through the Gompertz equation).

Prova	Parâmetro	Nº Observações	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
1	A	06	680,8470466	181,71048465	308,86014427	1042,8339490
	B	06	2,6866030	0,23535758	2,21774526	3,1554607
	K	06	0,0025736	0,00076038	0,00105880	0,0040883
	R ²	06	0,9765075	-	-	-
2	A	16	792,9011991	96,289173225	603,05489847	982,74749975
	B	16	2,8831099	0,082086211	2,72126653	3,04495325
	K	16	0,0021758	0,000246623	0,00168953	0,00266202
	R ²	16	0,9925883	-	-	-
3	A	20	2645,365555	1031,8309469	613,41896857	4677,3121422
	B	20	3,878145	0,3283547	3,23152811	4,5247615
	K	20	0,001092	0,0001837	0,00072980	0,0014534
	R ²	20	0,994073	-	-	-
4	A	15	647,8477542	46,460417814	556,20835007	739,48715841
	B	15	2,8086352	0,070625031	2,66933308	2,94793736
	K	15	0,0025142	0,000201780	0,00211616	0,00291215
	R ²	15	0,9958270	-	-	-
5	A	25	1012,977944	125,07286921	766,91131183	1259,0445757
	B	25	3,035726	0,07816100	2,88195271	3,1894985
	K	25	0,001818	0,00016475	0,00149413	0,0021424
	R ²	25	0,994933	-	-	-
6	A	53	881,5159507	63,794388469	756,25821736	1006,7736840
	B	53	2,9254291	0,045461488	2,83616731	3,0146909
	K	53	0,0018880	0,000110421	0,00167123	0,0021048
	R ²	53	0,9947613	-	-	-
7	A	18	695,8543798	134,357000408	431,12927600	960,57948364
	B	18	2,5995225	0,12781115	2,34769475	2,85135022
	K	18	0,0021620	0,00038962	0,00139436	0,00292969
	R ²	18	0,9805603	-	-	-

Archivos de zootecnia vol. 56, núm. 213, p. 7.

Tabela II. Estimativas para os diferentes parâmetros obtidos pela equação Logística. (Estimates for the different parameters obtained through the Logistic equation).

Prova	Parâmetro	Nº Observações	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
1	A	14	577,9229531	40,824819414	497,36223857	658,48366754
	B	14	8,6824429	0,790459902	7,12260710	10,24227868
	K	14	0,0049582	0,000443813	0,00408238	0,00583396
	R ²	14	0,9886633	-	-	-
2	A	22	556,9117398	25,509684695	506,69826205	607,12521761
	B	22	9,7688474	0,615945946	8,55641423	10,98128059
	K	22	0,0051405	0,000298189	0,00455350	0,00572741
	R ²	22	0,9922063	-	-	-
3	A	11	883,7274549	219,75736500	449,25140124	1318,2035085
	B	11	13,4220649	2,42097649	8,63562098	18,2085089
	K	11	0,0036827	0,00043854	0,00281571	0,0045498
	R ²	11	0,9893686	-	-	-
4	A	22	502,1556990	21,568646899	459,69920259	544,61219534
	B	22	8,7410268	0,656611371	7,44854743	10,03350611
	K	22	0,0052919	0,000337554	0,00462750	0,00595639
	R ²	22	0,9910484	-	-	-
5	A	19	593,7168748	60,339055681	474,86347334	712,57027627
	B	19	9,8907874	0,678942098	8,55343502	11,22813972
	K	19	0,0044870	0,000384586	0,00372942	0,00524451
	R ²	19	0,9882938	-	-	-
6	A	51	558,8991906	27,829844462	504,25260244	613,54577880
	B	51	9,3311100	0,361634807	8,62100510	10,04121486
	K	51	0,0044168	0,000206462	0,00401140	0,00482221
	R ²	51	0,9900494	-	-	-
7	A	48	540,6106426	35,192924719	471,49797037	609,72331492
	B	48	9,0878618	0,405299008	8,29192635	9,88379732
	K	48	0,0041696	0,000220640	0,00373635	0,00460294
	R ²	48	0,9892515	-	-	-

obteve o maior valor de R², mas não houve diferença estatística, quando comparado ao coeficiente ajustado alcançado pelo modelo Gompertz.

O teste de comparação de médias para o peso assintótico (A) e a taxa de maturidade (K) para os diferentes modelos utilizados, em todas as sete provas realizadas são vistas na **tabela V**. Observou-se que o peso assintótico médio foi afetado pelo ano de

realização das prova, na função Logística, registrando-se diferenças estatísticas entre as diferentes provas, segundo o teste de Duncan. Já para o modelo de Gompertz, não ocorreu diferença significativa entre estas variáveis para o peso médio adulto. Para o modelo Logístico, os valores de A apresentaram variabilidade entre as distintas provas. Isto demonstrou, inicialmente, possível influencia do am-

CURVA DE CRESCIMENTO DO PAMPA CHAQUEÑO

Tabela III. *Números de animais que convergiram por provas de acordo com cada equação.* (Number of animals that converged through the tests according to each equation).

Prova	Modelo	Nº total	Convergência	p.100
1	Gompertz	19	06	31,58
	Logístico	19	14	73,68
2	Gompertz	33	16	48,48
	Logístico	33	22	66,66
3	Gompertz	24	20	83,33
	Logístico	24	11	45,83
4	Gompertz	25	15	60,00
	Logístico	25	22	88,00
5	Gompertz	39	25	64,10
	Logístico	39	19	48,72
6	Gompertz	74	53	71,62
	Logístico	74	51	68,92
7	Gompertz	94	18	19,15
	Logístico	94	48	51,06

biente, referente dos animais na estimação de pesos adultos e, em segundo lugar, a sensibilidade deste modelo na categorização e determinação dos valores de A, influenciados pelas variáveis ambientais, muitas vezes tão

Tabela IV. *Diferença entre as médias para o coeficiente de ajuste para os diferentes modelos utilizados.* (Difference between the adjustment coefficient averages for the different models employed).

Modelo	Média	Duncan
Gompertz	0,988447	a
Logístico	0,996667	a

Médias com a mesma letra não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$).

alternantes na região ocidental do Paraguai, onde são criados estes animais. Assim, este modelo matemático poderia ser utilizado como ferramenta em programas de melhoramento e seleção, para estimar reprodutores superiores.

A taxa de maturidade foi influenciada pela variável ano de nascimento, para todas as funções empregadas neste estudo, observando-se diferenças estatísticas. Vale ressaltar, que neste estudo, tanto para o modelo Logístico, quanto para o Gompertz foram estimados os maiores e os menores valores de K, comparando-se somente entre as provas dentro de cada modelo, os mesmos anos em que foram realizadas as provas, demonstrando coerência diante das observações de peso e das condições climáticas ocorrentes nesses anos. Quanto à velocidade computacional observada entre os modelos, ambos apresentaram certa facilidade, entretanto, o modelo de Gompertz determinou convergências mais rapidamente, na maioria das provas. Isto concorda com Ludwig *et al.* (1981) que determinaram ao Gompertz como o mais rápido para convergir, diante dos modelos Logístico e de von Bertalanffy.

RELAÇÃO DOS PESOS OBSERVADOS COM PREDITOS E VALORES RESIDUAIS

Nas **figuras 1 a 7** são apresentadas as distribuições de resíduos, obtidas pelas funções de Gompertz e Logísticas, por ano de prova. No peso ao nascimento o modelo de Gompertz superestimou as predições para essa data de pesagem, ao longo das sete provas analisadas, produzindo resíduos médios entre -13,0666 kg, observado

Tabela V. Diferença entre as médias para o peso assintótico (*a*) e a taxa de maturidade (*k*) para os diferentes modelos utilizados. (Difference between the means of asymptotic weight (*a*) and maturity rate (*k*) for the different models employed).

Modelo	Prova	Parâmetro A		Parâmetro k	
		Média	Duncan	Media	Duncan
Gompertz	1	704,8260033	a	0,0025830	ab
	2	729,9651164	a	0,0024375	abc
	3	735,8986700	a	0,0020317	c
	4	638,9109919	a	0,0027419	a
	5	800,5337383	a	0,0021766	bc
	6	775,2737740	a	0,0021575	bc
	7	711,2906592	a	0,0021400	Bc
Logístico	1	619,5100714	b	0,0045729	cd
	2	550,2433500	c	0,0053529	b
	3	747,4301250	a	0,0040307	e
	4	484,6148947	d	0,0057579	a
	5	595,6641667	bc	0,0046774	c
	6	544,4387931	c	0,0047516	c
	7	550,7363415	c	0,0042928	De

Na mesma columna médias com a mesma letra não apresentam diferença significativa ($p>0,05$).

na quarta prova, até -25,7124 kg, na terceira prova, obtendo-se assim, valores de pesos ao nascer fora de limites aceitáveis. Já para o peso a desmama, dada entre 211 e 271 dias de idade, apresentou-se um efeito inverso, pois a função determinou uma subestimação para todas as provas. O modelo de Gompertz, de forma geral, representou bem a curva média de crescimento dos tourinhos Pampa Chaqueños, mostrando similares flutuações em distintas idades. A curva média por ano de prova, de modo geral, superestimou os pesos entre 12 e 19 meses de idade aproximadamente (363 a 559 dias), com ocasionais exceções. A tendência mostrada por Gompertz, neste estudo, é subestimar os pesos adultos finais, ocorridos sempre antes dos dois anos

de idade. Os valores médios residuais observados, a partir da idade a desmama, sejam estes positivos ou negativos, em nenhum caso foi maior a 30 kg, e somente em uma observação dada, foi maior aos 20 kg.

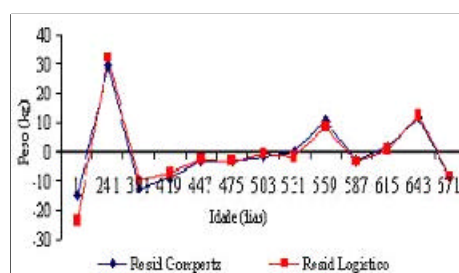


Figura 1. Resíduos de variância da primeira prova (1997-1998). (Residual variance of the first test (1997-1998)).

CURVA DE CRESCIMENTO DO PAMPA CHAQUEÑO

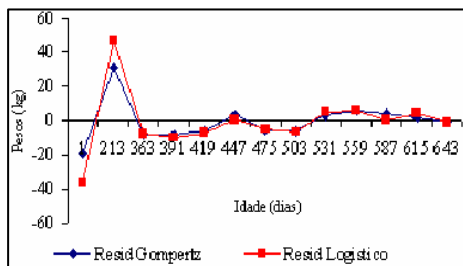


Figura 2. Resíduos de variância da segunda prova (1998-1999). (Residual variance of the second test (1998-1999)).

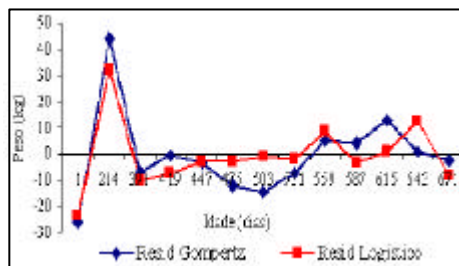


Figura 3. Resíduos de variância da terceira prova (1999-2000). (Residual variance of the third test (1999-2000)).

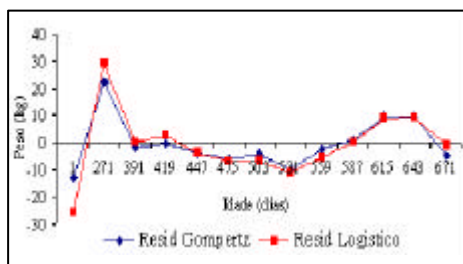


Figura 4. Resíduos de variância da quarta prova (2000-2001). (Residual variance of the fourth test (2000-2001)).

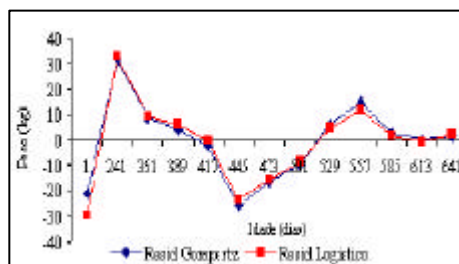


Figura 5. Resíduos de variância da quinta prova (2001-2002). (Residual variance of the fifth test (2001-2002)).

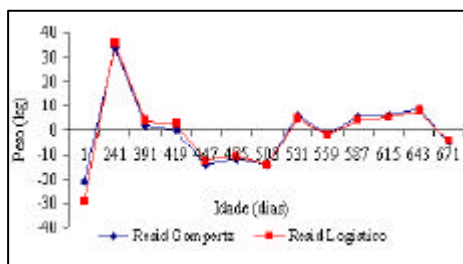


Figura 6. Resíduos de variância da sexta prova (2002-2003). (Residual variance of the sixth test (2002-2003)).

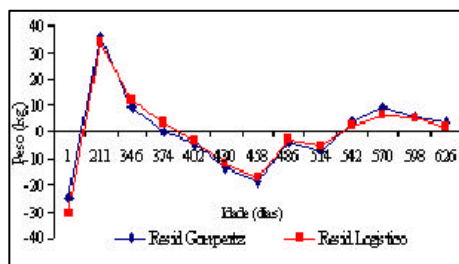


Figura 7. Resíduos de variância da sétima prova (2003-2004). (Residual variance of the seventh test (2003-2004)).

Archivos de zootecnia vol. 56, núm. 213, p. 11.

Igualmente, os preditos dos pesos ao nascimento, estimados pelo modelo Logístico, foram bem maiores aos observados, registrando-se resíduos máximos e mínimos de -34,3046 e -23,5476 kg, nas terceira e segunda provas, mostrando assim de forma geral, para todas as provas, maior variação de peso que o modelo de Gompertz. Ludwig *et al.* (1981) encontraram valores similares para o peso predito ao nascimento, concluindo que os modelos de Gompertz, Logístico e von Bertalanffy superestimam os pesos ao nascer. Entretanto, as subestimações de peso a desmama oscilam com resíduos de 29,0868 a 46,8072 kg, registrados nas quarta e terceira provas, respectivamente, que são diferenças similares às encontradas pelo modelo Gompertz, quanto aos pesos, e iguais, quanto ao ano de prova. Esta mesmo comportamento foi observado por Brown *et al.* (1976) e Ludwig *et al.* (1981). Já no decorrer da curva, a função Logística mostrou maiores flutuações que as determinadas pela função Gompertz, especificamente, entre as quarta e a sétima provas, na fase pós-desmama até, aproximadamente, 13 meses e meio de idade, e subestimou os preditos no período compreendido entre 18 e 22 meses de idade, para todas as provas. Estas predições, também condizem com as subestimações obtidas por Ludwig *et al.* (1981) e Nobre *et al.* (1987). Os pesos adultos finais foram superestimados em cinco provas, sempre que as idades finais das observações eram acima de 22 meses. Porém, subestimou as predições de pesos assintótico em duas provas, quinta e sétima, quando as últimas pesagens foram tomadas

em torno de 21 meses de idade. Brown *et al.* (1976) e Mazzini *et al.* (2003), baseados em estudos com bovinos em idades superiores às analisadas neste trabalho, determinaram que a função Logística subestimava os pesos adultos finais, em varias raças estudadas. Os maiores valores de resíduos foram encontrados nas superestimações de peso predito, especialmente nas primeiras três provas, onde a estimacão mais elevada foi -23,4005 kg, ocorrida na primeira prova, aos 445 dias de idade. Assim, comparando as variâncias residuais obtidas pelas duas funções analisadas, houve pequena vantagem para o modelo Logístico, uma vez que as estimacões foram um pouco inferiores às do modelo de Gompertz. Estes resultados concordam com Eisen *et al.* (1969), que encontrou menores variâncias residuais nas estimacões do modelo Logístico, quando comparados aos modelos de Gompertz e de von Bertalanffy.

CONCLUSÕES

O modelo Logístico não diferiu significativamente do modelo Gompertz.

O modelo Logístico estimou mais eficientemente os parâmetros com interpretação biológica, A e K, que o modelo de Gompertz. O ano de prova não influenciou o modelo de Gompertz na estimacão dos parâmetros para peso assintótico, mas afetou na estimacão da taxa de maturidade para ambos os modelos e para o peso assintótico calculado pelo modelo Logístico.

Os modelos de Gompertz e Logístico não se ajustaram, adequadamente, aos

CURVA DE CRESCIMENTO DO PAMPA CHAQUEÑO

pesos iniciais dos tourinhos Pampa Chaqueño.

Os dois modelos mostraram bom nível de ajuste na representação da curva de crescimento de tourinhos Pampa Chaqueño, entre 10 e 20 meses

de idade, aproximadamente, porém são necessárias observações de pesagens a idades superiores aos 22 meses, para se conhecer com maior precisão o nível de adequação dos modelos estudados, em pesos adultos finais.

BIBLIOGRAFIA

- Asociación Paraguaya de Criadores de Pampa Chaqueño. 2002. Anales I. 1991-2002. 119 pp. Asunción. Paraguay.
- Brown, J.E., C.J Brown and W.T. Butts. 1972. A discussion of the aspects of weight, mature weight and rate of maturing in Hereford and Angus cattle. *J. Anim. Sci.*, 34: 525.
- Brown, J.E., H.A. Fitzhugh Jr and T.C. Cartwright. 1976. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. *J. Anim. Sci.*, 42: 810-818.
- Casaccia Fernández, J.L. 1993. El ganado Criollo en Paraguay. In: Puignau, J. P. (Ed.) Conservación y mejoramiento del ganado bovino criollo. (Diálogo, 35) pp: 41-43. IICA PROCISUR, Montevideo.
- Cruz, G.R.B. 2000. Aplicação de modelos matemáticos no ajuste da curva de crescimento de caprinos no estado da Paraíba. 82 pp. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- Denise, R.S.K. and J.S. Brinks. 1985. Genetic and environmental aspects of the growth curve parameters in beef cows. *J. Anim. Sci.*, 61: 1431-1440.
- Doren, P.E., J.F. Baker, C.R. Long and T.C. Cartwright. 1989. Estimating parameters of growth curves of bulls. *J. Anim. Sci.*, 67: 1432-1445.
- Eisen, E.J., B.J. Lang and J.E. Legates. 1969. Comparisons of growth functions within and between lines of mice selected for large and small body weight. *Theoret. Appl. Genetics.*, 39: 251.
- Fitzhugh, H.A. Jr. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J. Anim. Sci.*, 42: 1036-1051.
- Goonewardene, L.A., R.T. Berg and R.T. Hardin. 1981. A growth study of beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 61: 1041-1048.
- Hassen, A., D.E. Wilson, G.H. Rouse and R.G. Tait. 2004. Use of linear and non-linear growth curves to describe body weight changes of young Angus bulls and heifers. Iowa State University Animal Industry Report 2004: Beef, A.S. Leaflet R1869. Disponível em: <www.ans.iastate.edu/Air/2004pdf> Acesso em: 20 nov 2004.
- Ludwig, A., M.A. Silva e L.M. Oliveira. 1977. Ajustamento de modelos estatísticos exponenciais ao crescimento de gado Nelore e análise de seus parâmetros. 84 pp. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- Ludwig, A., M.A. Silva e L.M. Oliveira. 1981. Ajustamento de modelos estatísticos exponenciais ao crescimento de gado Nelore. *Pesq. Agropec. Bras.*, 16: 297-302.
- Mazzini, A.R. de A., J.A. Muniz, L.H. de Aquino, e F.F. Silva. 2003. Análise da curva de crescimento de machos Hereford. *Ciência Agrotec.*, 27: 1105-1112. Disponível em: www.editora.ufla.br/revista/suple_2002/> Acesso em: 20 nov 2004.
- Mcmanus, C., C. Evangelista, L.A.C. Fernandes, R.M. de Miranda, F.E.M. Bernal e N.R. dos Santos. 2003. Curvas de crescimento de ovinos Bergamácia criados no Distrito Federal. *Rev. Bras. Zootec.*, 32: 1207-1212.
- Nobre, P.R.C., A. do N. Rosa, L.O.C. da Silva e S.R.M. Evangelista. 1987. Curvas de

Archivos de zootecnia vol. 56, núm. 213, p. 13.

MARTÍNEZ LOPEZ, BARBOSA, RIBEIRO, CRUZ E OLIVEIRA

- crescimento de gado Nelore ajustadas para diferentes frequências de pesagens. *Pesq. Agropec. Bras.*, 22: 1027-1037.
- Oliveira, H.N. de, R.B. Lobo e C.S. Pereira. 2000. Comparação de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. *Pesq. Agropec. Bras.*, 35: 1843-1851.
- Paz, C.C.P. de. 2002. Associação entre polimorfismos genéticos e parâmetros da curva de crescimento em bovinos de corte. 107 pp. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Rosa, A. do N., M. de A. Silva e A. Ludwig. 1978. Parâmetros genéticos e fenotípicos de pesos corporais ajustados pela curva de crescimento e animais da raça Nelore. *Rev. Soc. Bras. Zootecn.*, 7: 329-345.
- Santoro, K.R. e S.B. Barbosa. 2004. Estimativas de parâmetros genéticos e de ambiente para medidas repetidas de peso em bovinos Zebu, no estado de Pernambuco. 114 pp. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Silva, F.F. E., L.H. de Aquino e A.I.G. de Oliveira. 2002. Estimativas de parâmetros genéticos de curva de crescimento de gado nelore (*Bos indicus*). *Ciência Agrotec.*, Edição Especial, pp. 1562-1567. Disponível em: <www.editora.ufra.br/revista/suple_2002/> Último acesso em: 20 Nov. 2004.
- Tedeschi, L.O., C. Boin, R.F. Nardon e P.R. Leme. 2000. 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. *Rev. Bras. Zootecn.*, 29: 630-637.

Recibido: 26-2-05. Aceptado: 10-10-05.

Archivos de zootecnia vol. 56, núm. 213, p. 14.