

MODELOS DE CURVAS DE CRESCIMENTO EM FRANGOS DE CORTE¹

ALFREDO R. DE FREITAS², LUIZ FERNANDO T. ALBINO, TÉRCIO MICHELAN FILHO³ e
LUIZ A. DE ROSSO⁴

RESUMO - Regressões polinomiais e não-lineares (Gompertz, Richards, Logística e Bertalanffy) foram ajustadas a dados peso e idade de frangos e frangas, do nascimento aos 68 dias. O experimento foi realizado em Concórdia, SC, entre agosto e outubro de 1981. As rações ministradas *ad libitum*, eram isocalóricas e isoprotéicas; no período inicial (1 a 28 dias), continham 2.970 kcal/kg de energia metabolizável (EM) e 22,8% de proteína bruta (PB) e, na fase final (29 a 68 dias), 3.050 kcal/kg de EM e 19,8% de PB. Os modelos Gompertz, Logístico e Bertalanffy, apresentaram valores mais altos para os coeficientes de determinação corrigidos (R^2), superiores a 0,98, e médias de erros de predição (EP) em valor absoluto, estatisticamente inferiores ($P < 0,05$). A regressão cúbica apresentou, igualmente, valor alto para R^2 ; porém para frangos, o valor absoluto de EP foi maior ($P < 0,05$), que os três últimos modelos. A função linear, seguida da Richards e quadrática, apresentaram estimativas inadequadas do peso observado em todo o período estudado. As funções Gompertz e Logística apresentaram estimativas adequadas ao peso e idade à inflexão e da taxa de ganho diário. A Logística apresentou uma taxa de maturidade superior 30% à Gompertz, e a Bertalanffy superestimou o peso à maturidade.

Termos para indexação: modelos matemáticos, peso corporal, idade, taxa de maturidade.

GROWTH PATTERNS IN BROILERS

ABSTRACT - Polynomial regressions and nonlinear (Gompertz, Richards, Logistic and Bertalanffy) were fitted to age-weight data of male and female broilers from birth to 68 days. The experiment was carried out in Concórdia, SC, Brazil, from August to October 1981. The rations, supplied *ad libitum*, were isocaloric and isoproteic containing 2.970 kcal/kg of metabolizable energy (ME) and 22.8% of crude protein (CP) in the initial phase (first to 28th days) and 3.050 kcal/kg of EM and 19.8% CP in the final phase (29 to 68 days). The Gompertz, Logistic and Bertalanffy models showed the best corrected coefficient of determination (R^2), over 0.98, and mean prediction errors (PE) were lower statistically ($P < 0.05$), in absolute value. The cubic regression provided also a high R^2 , however, for male broilers the absolute value of PE was higher than the last three regressions ($P < 0.05$). The linear followed by Richards and quadratic functions, provided poor estimates of observed weight in all studied periods. The Logistic and Gompertz functions provided adequate estimates of weigh and age at inflection point and daily gain rate. The Logistic function showed a 30% greater maturing rate than Gompertz, and the Bertalanffy over estimated the weight at maturity.

Index terms: growth curves, mathematical models, body weight, age, maturing rate.

INTRODUÇÃO

O crescimento dos animais em função do tempo é um fenômeno bastante complexo, sendo de grande importância para a Biologia, principalmente na área de Zootecnia. Com o grande progresso da Informática nos últimos anos e devido à maior participação conjunta de biólogos e estatísticos, o estudo do crescimento através de modelos matemáticos tem despertado grande interesse.

O crescimento animal pode ser caracterizado sob dois aspectos. Primeiro, um incremento positivo no tamanho e peso vivo por unidade de tempo (Walstra 1980, Parks 1982). Segundo, como um incremento de diferentes partes do corpo e/ou trocas no tamanho e forma dos componentes do corpo, provocados por diferentes intensidades de crescimento dos vários órgãos (Walstra 1980).

Com o propósito de estimar o crescimento corporal (Y) de aves com idade t após o nascimento, tem sido utilizada uma família de equações empíricas da forma: $Y_t = f(\theta, t) + \epsilon t$, com três e/ou quatro parâmetros (θ) e erro casual (ϵt). Regressões polinomiais com um número apropriado de termos proporcionam um bom ajuste; entretanto, os modelos não-lineares são interessantes, pois os parâmetros possuem interpretações biológicas

¹ Aceito para publicação em 22 de fevereiro de 1984

² Eng. - Agr., M.S., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA), Caixa Postal D-3, CEP 89700 Concórdia, SC.

³ Zoota., M.S., EMBRAPA/CNPISA.

⁴ Licenciado em Ciências EMBRAPA/CNPISA.

(Sandlan & McGilchrist 1979, Walstra 1980).

Na avicultura, um dos principais interesses no estudo do crescimento através de modelos matemáticos é estimar o peso vivo em idade específica, concentrar informações (taxa de ganho, tamanho à maturidade, entre outros) de uma população em poucos parâmetros facilmente interpretáveis do ponto de vista biológico (Fitzhugh 1976, Parks 1982, Freitas & Costa (1983) e, conseqüentemente, fornecer subsídios para geneticistas, zootecnistas, melhoristas e indústria avícola. (Tzeng & Becker, 1981).

Vários autores (Buffington et al. 1973, Lawrence 1980, Parks 1982, Tzeng & Becker 1981) têm estudado o crescimento corporal através de modelos. Os resultados são bastante divergentes, pois o crescimento é influenciado principalmente por fatores genéticos e ambientais, e sua estimativa, dependente da função utilizada.

O objetivo deste experimento foi determinar a equação mais apropriada quanto à qualidade de ajuste de dados de peso e idade e taxa de crescimento em função do tempo, em frangos de corte, do nascimento aos 68 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - CNPSA -, no período de agosto a outubro de 1981.

Foram analisados dados do peso corporal e da idade de 104 aves da linhagem Pilch, do nascimento aos 68 dias. As aves foram alojadas, com um dia de idade, em quatro boxes de 3 m x 1,5 m, com 26 aves cada, sendo treze machos e treze fêmeas. As aves foram identificadas na asa e pesadas individualmente, em intervalos equidistantes de quatro dias, perfazendo um total de 18 pesagens por aves.

Durante o experimento, foram eliminados, por doença e mortes, dados de pesagens de sete aves (duas fêmeas e cinco machos). Entretanto, foram considerados, para análise, pesagens estacionárias por um período de até três dias.

As aves de cada box receberam *ad libitum*, uma das quatro rações: comercial + tremoço (*Lupinus albus*) nas percentagens de 0; 2,5; 5 e 7,5% em substituição ao farelo de soja. As rações eram isocalóricas e isoprotéicas; na fase inicial (1 a 28 dias) foi ministrada ração de crescimento contendo 2.970 kcal/kg de energia metabolizável (EM) e 22,8% de proteína bruta (PB) e, de 29 a 68 dias, ração final, com 3.050 kcal/kg de EM e 19,8% de PB.

Os diferentes tipos de ração utilizadas faziam parte de um outro projeto. Entretanto, como para propósitos de

comparação de curvas de crescimento, o interesse era a utilização de uma ração padrão, os dados de pesagens em cada sexo foram submetidos à análise de variância através de procedimento para modelos lineares gerais dos SAS (Barr et al. 1979), e os pesos observados, corrigidos para os efeitos de tremoço aos níveis de 2,5; 5 e 7,5%.

Utilizando-se esses dados, foram estudados quatro modelos não-lineares e a regressão polinomial até o terceiro grau, para expressar o crescimento de aves de corte com a idade, do nascimento aos 68 dias. Os valores iniciais dos parâmetros das equações não-lineares foram determinados através de inspeção dos dados, sistema de equações não-lineares (Gallant 1975) e resultados experimentais (Tzeng & Becker 1981, Hyánek et al. 1981).

As estimativas dos parâmetros foram obtidas pelo método iterativo de mínimos quadrados de Gauss-Newton, através do procedimento para ajuste de modelo não-linear do SAS.

As equações não-lineares são apresentadas na Tabela 1. Em todos os modelos, Y_t representa o peso corporal em gramas, no instante t , expresso em dias após o nascimento, e

00, 01, 02, 03, 04 e 05 são parâmetros ajustados, onde:

- 00 = peso assintótico inferior, quando $t = 0$. Estima o peso da ave ao nascimento.
- 01 = peso assintótico superior, quando $t = 0$. Estima o peso da ave à maturidade.
- 02 = constante de integração, sem interpretação biológica;
- 03 = taxa de maturidade pós-natal;
- 04 = ângulo da curva de crescimento, quando $t = \infty$ ou taxa inicial específica;
- 05 = constante que determina o comportamento da função, permitindo ponto de inflexão variável.

O ponto de inflexão (Y_I , T_I) ocorre quando a alteração no crescimento é máxima, ou seja, quando os acréscimos da taxa de crescimento diária em função da idade passam de crescentes para decrescentes.

A qualidade do ajuste de cada função de crescimento foi determinada pelo coeficiente de determinação corrigida para o número de parâmetros e número de pesagens (R^2), quadrado médio residual e interpretabilidade biológica dos parâmetros.

Foi calculada, para cada dado peso-idade, a estimativa do erro de predição em percentagem (EP), através da fórmula $EP = 100 (Y - \hat{Y})/Y$ (Goonewardene et al. 1981), onde Y e \hat{Y} representam, respectivamente, o peso observado e o estimado.

RESULTADOS

Os pesos médios (g) com os respectivos erros-padrão e coeficientes de variação por idade e sexo são apresentados na Tabela 2. Em ambos os sexos, as pesagens corporais foram mais homogê-

TABELA 1. Equações usadas para modelos de crescimento.

Modelo	Equação Y_t	Peso assintótico	Taxa instantânea de crescimento	Ponto de inflexão ($Y_I; T_I$)
Gompertz*	$\theta_0 e^{(\theta_4/\theta_3) (1-\alpha)}$	$\theta_0 e^{(\theta_4/\theta_3)}$	$\theta_4 Y_t \alpha$	$\frac{\theta_1}{e}; \theta_3^{-1} \log \frac{\theta_4}{\theta_3}$
Richards**	$\theta_1 (1 - \theta_2 \alpha)^{\theta_5}$	θ_1	$\theta_3 \theta_5 t (\theta_2 \alpha) / (1 - \theta_2 \alpha)$	$\theta_1 (\theta_5 - 1 / \theta_5)^{\theta_5}; \ln (\theta_2 \theta_5) / \theta_3$
Logística**	$\theta_1 (1 + \alpha)^{-\theta_5}$	θ_1	$-\theta_3 \theta_5 Y_t (\alpha / (1 + \alpha))$	$\theta_1 \left(\frac{\theta_5}{\theta_5 + 1} \right)^{\theta_5}; (\ln \theta_5) / \theta_3$
Bertalanffy**	$\theta_1 (1 - \theta_2 \alpha)^3$	θ_1	$3\theta_2 \theta_3 Y_t (\alpha / (1 - \theta_2))$	$\frac{8}{27} \theta_1; \ln (3\theta_2) / \theta_3$

$$\alpha = e^{-\theta_3 t}$$

* Usado por Laird et al. (1965), segundo Tzeng & Becker (1981).

** Família de equações derivadas da forma $\theta_0 (1 \pm \theta_1)^M$ (Fitzhugh 1976), sendo: "+" quando $M > 1$ e "-" quando $M < 1$.

TABELA 2. Médias, erros-padrão e coeficientes de variação de pesos (g) de frangos e frangas, do nascimento aos 68 dias.

Idade (dias)	$\delta (47)^*$	CV %	$\text{f} (50)$	CV %
	$\bar{Y} \pm S(\bar{Y})$		$\bar{Y} \pm S(\bar{Y})$	
0**	44,4 \pm 0,7	10,2	40,8 \pm 0,6	9,9
4	74,6 \pm 1,9	15,6	70,6 \pm 1,2	11,4
8	127,1 \pm 3,3	16,4	118,9 \pm 2,3	13,1
12	196,2 \pm 5,5	17,5	181,7 \pm 3,6	13,8
16	313,6 \pm 7,6	15,2	285,0 \pm 5,8	13,8
20	441,6 \pm 10,8	15,2	399,0 \pm 8,2	14,1
24	547,0 \pm 12,7	14,5	492,0 \pm 9,0	12,6
28	730,5 \pm 17,1	14,6	647,7 \pm 13,0	13,8
32	959,7 \pm 23,7	15,2	823,2 \pm 14,7	12,2
36	1206,0 \pm 26,3	12,5	1026,2 \pm 17,5	11,3
40	1445,0 \pm 28,9	11,5	1202,3 \pm 19,5	10,9
44	1723,5 \pm 32,4	11,1	1398,3 \pm 18,1	8,7
48	1964,0 \pm 35,4	10,6	1578,7 \pm 21,2	9,0
52	2143,5 \pm 39,2	10,8	1693,8 \pm 20,9	8,3
56	2412,8 \pm 44,7	11,3	1866,3 \pm 22,6	8,1
60	2637,3 \pm 48,9	11,1	2027,0 \pm 23,5	7,9
64	2874,2 \pm 47,9	10,0	2177,8 \pm 24,1	7,4
68	3143,8 \pm 44,2	8,4	2331,3 \pm 26,9	7,7

* Número de aves.

** Idade ao nascimento.

neas nas idades iniciais e finais, sendo que as aves fêmeas apresentaram pesos mais uniformes.

Os valores de quadrado médio residual, coeficiente de determinação por sexo e função estão na Tabela 3. Com exceção da regressão linear e Richards, todas as funções apresentaram valores altos de R^2 , superiores a 98%. Com base nesta estatística, rejeitou-se, ao nível de 1% de probabilidade, a hipótese de que os modelos não se ajustam aos dados.

As estimativas dos parâmetros ajustados por sexo e função estão na Tabela 4. Independente do sexo, o modelo Bertalanffy e o Gompertz apresentaram valores mais altos para as assíntotas, enquanto que o Richards apresentou a maior taxa de maturidade.

A Tabela 5 apresenta as médias de erros de predição por sexo e função em percentagem. Em ambos os sexos, os valores de EP obtidos com as equações Bertalanffy, Gompertz e Logística foram significativamente menores ($P < 0,05$). Em todos os pares peso-idade, os valores médios de EP são inferiores a 10% (Fig. 1).

As curvas de crescimento ajustadas e taxas de ganho ($\partial Y_t / \partial t$) para frangos e frangas são apresentadas na Fig. 2. Independente de sexo, os modelos Gompertz e Logístico apresentaram comportamento semelhante quanto às estimativas de pesos e taxas de ganho diário (g).

As equações linear, quadrática e de Richards

apresentaram características inadequadas na predição de peso e na estimativa da taxa de crescimento (g/dia). A equação cúbica apresentou estimativas pobres dos pesos iniciais em ambos os sexos.

DISCUSSÃO

As médias dos pesos observados por sexo e período de pesagem (Tabela 2) apresentaram coeficientes de variação relativamente baixos, indicando uma boa uniformidade dos dados.

Os erros-padrão (\bar{Y}) são proporcionais às médias de pesos vivos (\bar{Y}); nas últimas idades, os valores de $s(\bar{Y})$ tendem a se estabilizar, obedecendo à lei dos retornos decrescentes (Parks 1982). O comportamento verificado com os pares ($s(\bar{Y}), t$) e ($s(\bar{Y}), \bar{Y}$) concorda com os resultados de Grossman (1969), citados por Parks (1982) com pesos corporais de galinhas Rhode Island Red e White Leghorn.

Na fase inicial (1 a 28 dias), o valor de \bar{Y} para frangos é aproximadamente, 10% superior ao das frangas. Esta diferença se acentua com a idade, sendo que aos 68 dias é superior a 30%. Os picos de ganhos se situam em torno de 70 g, aos 44 dias (frangos), e 50 g aos 36 dias (frangas).

Todas as funções (Tabela 3), exceção à regressão linear e Richards, apresentaram valores de R^2 superiores a 98%. Estes valores indicam, a princípio, boa qualidade de ajuste, considerando-se o aspecto estatístico, mas não são suficientes para a es-

TABELA 3. Valores de quadrado médio residual e de coeficiente de determinação corrigido (R^2) por função e sexo.

Função	Grau de liberdade	Quadrado médio residual*		R^2 (%)	
		♂	♀	♂	♀
Regressão linear	1	0,1536	0,1542	90,81	89,63
Regressão quadrática	2	0,0247	0,0205	98,52	98,62
Regressão cúbica	3	0,0197	0,0141	98,82	99,06
Gompertz	3	0,0193	0,0137	98,84	99,08
Richards	4	0,1133	0,1303	93,29	91,28
Logística	3	0,0199	0,0144	98,81	99,03
Bertalanffy	3	0,0206	0,0146	98,77	99,02

* Obtido do desvio ao quadrado do peso observado (Y) e peso estimado (\hat{Y}).

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})^2 / (IJ - P)$$
; onde I é o número de aves; J o número de pesagens por ave; e P o número de parâmetros.

TABELA 4. Estimativas dos parâmetros ajustados por sexo e função.

Equação	Parâmetro estimado \hat{p}	♂			♀		
		\hat{p}	\pm	S(\hat{p})	\hat{p}	\pm	S(\hat{p})
Regressão Linear	a	-373,144		17,7131	-227,9630		9,6891
	b	48,3753		0,4462	36,6251		0,2439
Quadrática	a	- 58,2158		19,0397	- 64,0486		11,3721
	b	19,2986		1,2999	21,4960		0,7762
	c	0,4261		0,0184	0,2216		0,0110
Cúbica	a	71,3641		22,8858	51,1693		12,9690
	b	- 5,7407		2,9959	- 0,7578		1,6974
	c	1,3554		0,1029	1,0474		0,0583
	d	- 0,0090		$9,8 \times 10^{-4}$	- 0,0080		$5,6 \times 10^{-4}$
Gompertz*	$\theta_{0,g}$	38,9673		0,6915	36,2045		0,5014
	$\theta_{3,\%}$	0,0336		0,0005	0,0369		0,0004
	$\theta_{4,\%}$	0,1636		0,0021	0,1669		0,0017
Richards	$\theta_{1,g}$	2090,9918		139,8292	1496,7370		69,5873
	θ_2	0,6028		0,1343	0,6559		0,1042
	$\theta_{3,\%}$	0,0446		0,0287	0,0528		0,0246
	θ_5	5,0439		1,7320	4,4746		1,1826
Logística	$\theta_{1,g}$	4117,6600		96,7458	2826,3200		44,5873
	$\theta_{3,g}$	0,0443		$5,8 \times 10^{-4}$	0,0480		$4,8 \times 10^{-4}$
	θ_5	6,6464		0,0316	6,2054		0,0226
Bertalanffy	$\theta_{1,g}$	18055,5000		1696,8800	7584,7700		364,8170
	θ_2	0,8764		0,0035	0,8389		0,0022
	$\theta_{3,g}$	0,0104		$4,8 \times 10^{-4}$	0,0145		$4,0 \times 10^{-4}$

* - $\theta_1 = \theta_0 \cdot e^{\theta_4/\theta_3}$

- θ_1 (♂) = 5039,2219 g

- θ_1 (♀) = 3319,8851 g

TABELA 5. Médias de erros de predição (\bar{EP}) e respectivos erros-padrão - S (\bar{EP}) por sexo e função (%).

Função	♂			♀		
	\bar{EP}	\pm	S(\bar{EP})	\bar{EP}	\pm	S(\bar{EP})
Regressão linear	59,8836 ^a	\pm 7,9383		37,8108 ^a	\pm 4,9014	
Regressão quadrática	8,9164 ^b	\pm 1,8810		9,6474 ^b	\pm 1,8092	
Regressão cúbica	-2,9898 ^d	\pm 0,7578		-1,7558 ^c	\pm 0,6579	
Bertalanffy	-0,9572 ^c	\pm 0,6077		-0,7742 ^c	\pm 0,4490	
Gompertz	-0,8825 ^c	\pm 0,5850		-0,7124 ^c	\pm 0,4354	
Logística	-0,9081 ^c	\pm 0,5897		-0,7418 ^c	\pm 0,4452	
Richards	11,0016 ^b	\pm 1,0115		11,2372 ^b	\pm 0,9403	

Valores de erros de predição com letras diferentes numa mesma coluna diferem significativamente (P < 0,05).

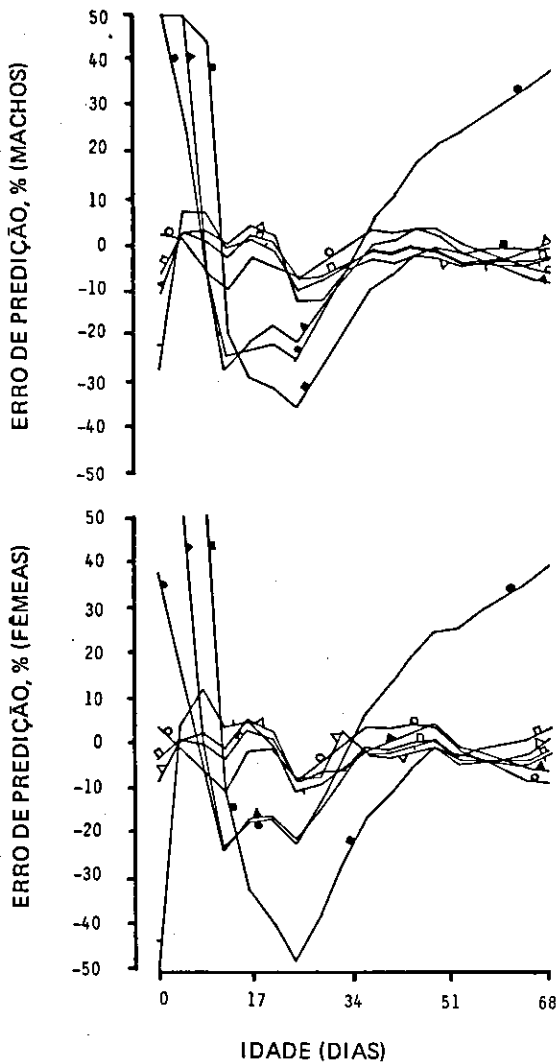


FIG. 1. Estimativas do erro de predição por sexo e idade obtidas através das funções: linear (■), quadrática (▲), cúbica (□), Bertalanffy (○), Gompertz (◻), Logística (△) e Richards (●).

colha da melhor equação, necessitando uma investigação dos parâmetros quanto à interpretação biológica.

Independente de sexo, os valores da taxa de maturidade (θ_3), em ordem crescente, foram obtidos com as equações Bertalanffy, Gompertz e Logística. Comportamento semelhante ao resultado de θ_3 foi obtido por Freitas & Costa (1983), no ajuste de

dados de suínos. Em todas as equações, os valores de θ_3 obtidos com frangas foram superiores a 10% aos obtidos com frangos.

Nas equações polinomiais, a análise dos parâmetros é mais difícil, uma vez que estes não possuem interpretações biológicas. Entretanto, pode-se admitir que os piores resultados foram os obtidos com a linear e a quadrática, pois os parâmetros proporcionaram estimativas negativas dos pesos, para as idades iniciais. (Fig. 2).

A escassez de resultados na literatura, com curvas de crescimento aplicadas em frangos, dificulta a comparação entre as equações ajustadas. Entretanto, os valores das estimativas assintóticas (θ_1) e de (θ_3), obtidos com o Gompertz e Logística, são semelhantes aos obtidos por Tzeng & Becker (1981) com estimativas de crescimento para frangos, do nascimento aos 70 dias.

Com base nos valores médios de EP por período de pesagem, as funções Gompertz, Logística e de Bertalanffy apresentaram bom ajuste dos pesos durante todo o período (Fig. 1). Em ambos os sexos, os valores médios de EP foram, no máximo, 10%, havendo acentuada redução destes para as idades finais. Considerando-se todo o intervalo estudado (Tabela 5), os valores de EP obtidos com as equações Gompertz, Logística e Bertalanffy foram estatisticamente menores ($P < 0,05$), independentemente de sexo. Com exceção da linear, quadrática e de Richards, todas as funções, considerando a média total de EP, superestimaram os pesos observados. Goonewardene et al. (1981) utilizaram o mesmo tipo de ajuste para quatro equações não-lineares aplicadas a dados de bovinos. De acordo com seus resultados, todos superestimaram os pesos quando se considerou a média de EP. Entretanto, os piores ajustes foram os obtidos com a Bertalanffy e Logística, em ambos os sexos.

Todas as curvas de crescimento obtidas com os modelos não-lineares apresentaram uma característica sigmoidal (Fig. 2). Com exceção de Richards, todas as funções mostraram melhor ajuste nas últimas pesagens.

As regressões lineares e quadráticas apresentaram estimativas inadequadas para os pesos iniciais e intermediários, em ambos os sexos.

As curvas da taxa de crescimento (g/dia), obtidas com as equações Gompertz, Logística e

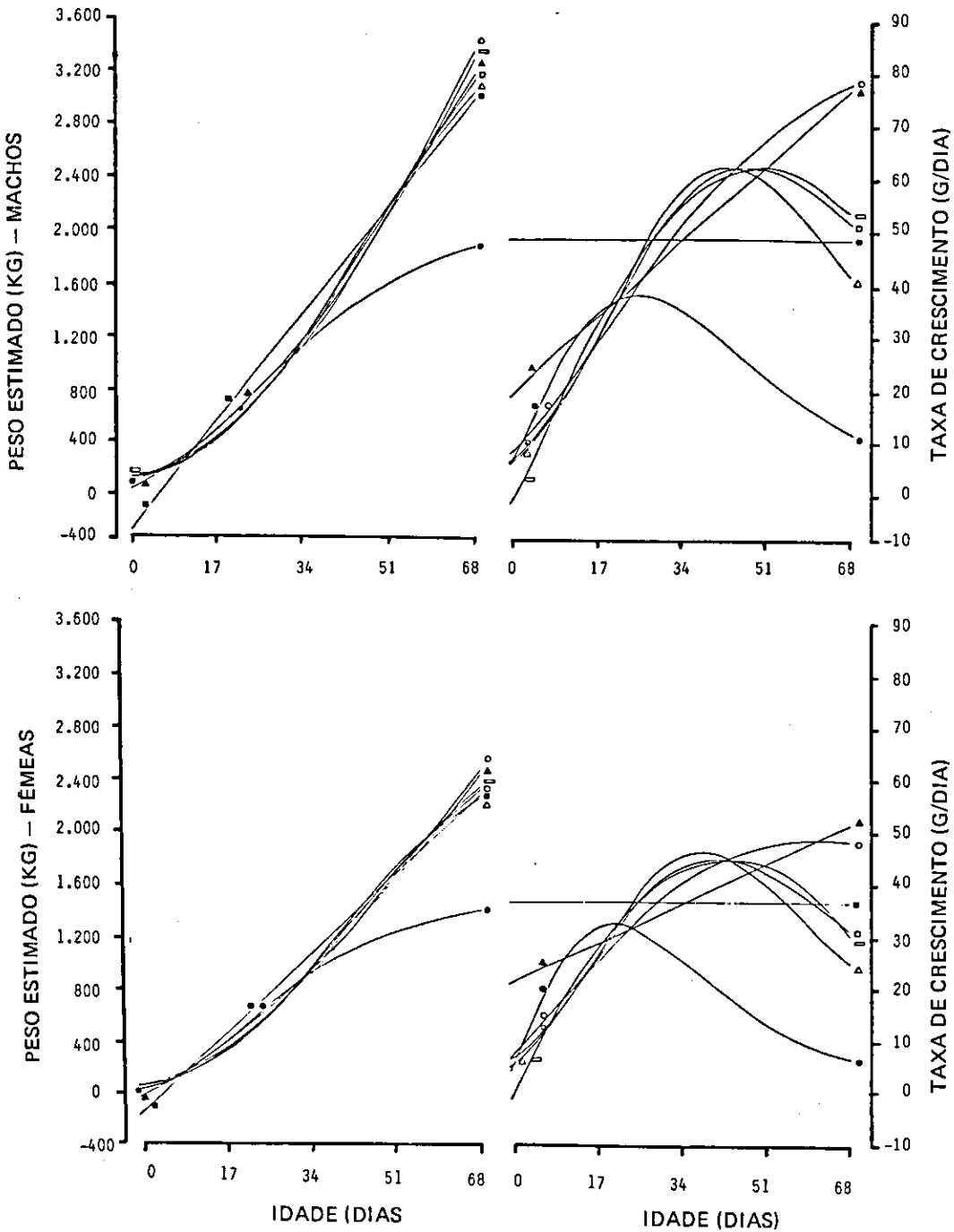


FIG. 2. Estimativas de peso corporal e de taxas de crescimento de frangos, obtidas através das funções: linear (■), quadrática (▲), cúbica (◻), Bertalanffy (○), Gompertz (◻), logística (△), e Richards (●).

regressão cúbica (Fig. 2), apresentaram estimativas mais realísticas de ganho de peso. Os picos de ganho (ponto de inflexão) dessas curvas se situam em torno de 45 g (frangas) e 62 g (frangos), e representam a melhor estimativa para ganho de peso máximo observado, 50 e 70 g, para frangos, respectivamente. A regressão cúbica, porém, apresentou valores de $\bar{E}P$ em percentagem superior à das equações Gompertz e Logística, em ambos os sexos, e apresentou estimativas pobres dos pesos iniciais.

Com base nos resultados estatísticos (R^2 , quadrado médio residual) e na interpretabilidade biológica dos parâmetros ajustados (θ_1 , θ_3 e taxa de crescimento), as equações Gompertz e Logística proporcionaram os resultados mais adequados nas estimativas de crescimento de frangos e frangas até 68 dias de idade.

CONCLUSÕES

1. O modelo Gompertz $Y_t = \theta_0 e^{\theta_4/\theta_3(1-e^{-\theta_3 t})}$ e o Logístico $Y_t = \theta_1 (1 + e^{-\theta_3 t})^{-\theta_5}$ proporcionaram os resultados mais adequados quanto ao ajuste de crescimento de frangos e frangas, do nascimento aos 68 dias.

2. As regressões linear, quadrática e de Richards apresentaram estimativas inadequadas em relação aos pesos observados em todo o período estudado.

3. Independente de sexo, a função Bertalanffy apresentou a menor taxa de maturidade. A equação Logística apresentou taxa de maturidade superior 30%, comparada a Gompertz.

REFERÊNCIAS

- BARR, A.J.; GOODNIGHT, J.H.; SALL, J.P.; BLAIR, W. H. & CHILKO, D.K. SAS User's guide 1979 edition. Raleigh, SAS Institute Inc., 1979. 495p.
- BUFFINGTON, D.E.; JORDAN, K.A.; BOYD, L.L. & JUNNILA, W.A. Mathematical models of growth data of male and female Wroldstad white turkeys. *Poult. Sci.*, 52:1964-700, 1973.
- FITZHUGH, H.A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J. Anim. Sci.*, 42(4):1036-51, 1976.
- FREITAS, A.R. & COSTA, C.N. Ajustamento de modelos não lineares a dados de crescimento de suínos. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(10):1147-54, 1983.
- GALLANT, A.R. Nonlinear regression. *Am. Stat.*, 29(2): 73-81, 1975.
- GOONEWARDENE, L.A.; BERG, R.T. & HARDIN, R.T. A growth study of beef cattle. *Can. J. Sci.*, 61: 1041-48, 1981.
- GROSSMAN, M. A genetic and biometric study of growth in chickens. s.l. Purdue University, 1969. Tese Ph.D.
- HYÁNEK, J.; KNIZE, B.; HYÁNKOVÁ, L.; KNIZE-TOVÁ, H. & PLACHY, J. Growth curves in poultry. *Zivocisna Vyroba*, 26(8):583-9, 1981.
- LAIRD, A.K.; TYLER, S.A. & BARTON, A.D. Dynamics of normal growth. *Growth*, 29:233-48, 1965.
- LAWRENCE, T.L.J. Growth in animals. London, Butterworths, 1980. 308p. (Studies in Agricultural and Food Sciences).
- PARKS, J.R. A theory of feeding and growth of animals. Berlin, Springer Verlag, 1982. 322p. (Advanced Series Agricultural Sciences, 11).
- SANGLAN, R.L. & MCGILCHRIST, C.A. Stochastic growth analysis. *Biometrics*, 35(1):255-71, 1979.
- TZENG, R.Y. & BECKER, W.A. Growth of body and abdominal fat weights in male broiler chickens. *Poult. Sci.*, 60:1101-6, 1981.
- WALSTRA, P. Growth and carcass composition from birth to maturity in relation to feeding level and sex in dutch Landrace pigs. Wageningen, H. Veenman & Zonen, B. v., 1980. 206p.