

CRESCIMENTO CORPORAL E SISTEMA DIGESTIVO EM FRANGOS DE CORTE¹

ALFREDO R. DE FREITAS², LUIZ C. PIENIZ³, TERCIO MICHELAN FILHO²
e LUIZ A. DE ROSSO⁴

RESUMO - Foram analisados dados do peso corporal e do sistema digestivo em função da idade em frangos de corte da linhagem Pilch, de um a 70 dias de idade. O experimento foi realizado em Concórdia, SC, no período de abril a junho de 1982. As rações foram ministradas "ad libitum". No período inicial (1 a 28 dias), continham 2.970 kcal/kg de energia metabolizável (EM) e 22,8% de proteína bruta (PB) e, de 29 a 70 dias, 3.050 kcal/kg de EM e 19,8% de PB. Aos dados do peso corporal foi ajustado o modelo Gompertz e aos dados do sistema digestivo e de suas partes componentes foram ajustadas regressões polinomiais. Independentemente de sexo, os valores dos coeficientes de determinação ajustados (\bar{R}^2) para a equação Gompertz foram superiores a 98,0%, e os erros de predição em percentagem (EP), inferiores a 10%. As estimativas dos coeficientes das regressões polinomiais, relacionando os componentes do sistema digestivo com a idade, foram significativas ($P < 0,01$), e os valores de \bar{R}^2 , superiores a 70%, indicando características desejáveis quanto ao ajuste. Aos 70 dias de idade, a taxa de maturidade foi de 64,0% para machos e 69,0% para fêmeas. Os picos de ganho foram 65,1 g aos 43 dias (machos) e 49,2 g aos 45 dias (fêmeas).

Termos para indexação: curvas de crescimento, função Gompertz, peso corporal.

BODY GROWTH AND ALIMENTARY TRACT IN BROILERS

ABSTRACT - This experiment was carried out in order to study the reaction of body weight and digestive tract to age in Pilch broilers. It was run in Concórdia, SC, from April to June of 1982. Rations ad libitum were utilized as follows: starting from 1 to 28 days old (2970 kcal/kg ME and 22.8 percent crude protein) and finishing ration from to 70 days of age, (3050 kcal/kg and 19.8 percent crude protein). Gompertz' model was adjusted for body weight, and polynomial regressions were adjusted for digestive tract. Irrespectively of sex, the adjusted coefficients of determination (\bar{R}^2) for Gompertz' equation were higher than 98%, and prediction errors (PE) were lower than 10%. The coefficients of the estimates of polynomial regressions relating the digestive tract constituents to age were highly significant ($P < 0.01$), and \bar{R}^2 values were higher than 70%, showing desirable traits in respect of adjustment. At seventy days of age, the maturity rate was 64% for males and 69% for females. The highest weight gains were 65.1 g at 43 days of age (males) and 49.2 g at 45 days of age (females).

Index terms: growth curves, Gompertz model, body weight.

INTRODUÇÃO

A interpretação quantitativa da forma e do desenvolvimento corporal de aves, do nascimento à fase adulta, apresenta grande importância em diversas áreas biológicas.

As alterações na forma e no incremento do peso do corpo das aves são reflexos de diferentes intensidades do crescimento dos vários órgãos relacionados com a idade. Estes fenômenos apresentam grande complexidade fisiológica, decorrente da variação genética e ambiental.

A interpretação do desenvolvimento corporal de aves, através de modelos que descrevem o crescimento do corpo do animal em função do tempo, tem despertado grande interesse, principalmente porque as informações contidas em uma série de dados sobre peso-idade — tais como: percentagem de maturidade, tamanho à maturidade, estimativa do peso a uma idade específica, entre outros —, são condensadas em poucos parâmetros, facilmente interpretáveis biologicamente, possibilitando melhor orientação do manejo, na avaliação da capacidade genética e em trabalhos de seleção.

O estudo do sistema digestivo e de suas partes componentes em função da idade apresenta valiosas contribuições para a compreensão de vários aspectos do crescimento, na avaliação do desenvolvimento de microorganismos e em estudos de digestibilidade em experimentos de nutrição (Crompton

¹ Aceito para publicação em 21 de julho de 1986.

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

³ Méd.-Vet., M.Sc., EMBRAPA/CNPISA.

⁴ Licenciado em Ciências, B.Sc., EMBRAPA/CNPISA.

& Walters 1979). A capacidade de assimilar os alimentos e de realizar o metabolismo está associada ao tamanho relativo dos componentes do sistema digestivo (Dror et al. 1977). Características como: comprimento do intestino e tamanho da moela, entre outras, estão relacionadas com a quantidade de alimentos fornecidos e representam subsídios importantes em estudos de restrição alimentar e melhoramento (Gous & Stielau 1976).

Para a interpretação quantitativa e biológica do desenvolvimento ponderal (W) e do crescimento de diferentes partes do corpo e/ou trocas no tamanho e na forma dos componentes do corpo, provocados por diferentes intensidades do crescimento de vários órgãos de aves em função da idade t , têm sido utilizados modelos matemáticos não lineares da forma $W_t = f(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n, t) + \epsilon_t$ com três ou quatro parâmetros (θ) e erro aleatório ϵ_t (Parks 1982 e Freitas et al. 1984) e regressões polinomiais (Crompton & Walters 1979).

Dentre os modelos não-lineares, a função Gompertz tem apresentado resultados excelentes para o ajuste do peso corporal (Ren & Becker 1981, Freitas et al. 1984).

O objetivo deste experimento foi o de estudar, através de modelos matemáticos, o desenvolvimento corporal e dos componentes do sistema digestivo em função da idade, em frangos de corte, do nascimento aos 70 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA), em Concórdia, SC, no período de abril a junho de 1982.

Foram analisados, em função da idade, dados do peso corporal e do sistema digestivo de 120 frangos da linhagem Pilch, do nascimento aos 70 dias. As aves foram alojadas, com um dia de idade, em quatro boxes de 3,0 x 1,5 m cada, sendo dois com machos e dois com fêmeas.

Durante o experimento, foram ministradas ração comercial e água à vontade. Na fase inicial (1 a 28 dias), a ração continha 2.970 kcal/kg de energia metabolizável (EM) e 22,8% de proteína bruta (PB) e, de 29 a 70 dias, 3.050 kcal/kg de EM e 19,8% de PB.

Em intervalos equidistantes de cinco dias, a partir do nascimento, duas aves por boxe eram retiradas ao acaso, perfazendo um total de 15 amostras durante o experimento. As aves eram pesadas em jejum e em seguida sacrificadas através de deslocação do pescoço. O sistema digestivo de cada ave era removido, sendo eliminados o fígado, o

pâncreas, o coração, a bolsa-de-fabricsius e a gordura; e, para fins de medição, foi dividido em quatro partes:

- 1) esôfago e proventrículo (P_1), tomado do início do esôfago à junção com a moela;
- 2) moela (P_2);
- 3) intestino delgado (P_3), tomado da ligação com a moela até a junção com o intestino grosso e cecos;
- 4) intestino grosso (P_4), considerado da junção com os cecos até a cloaca.

Após a mensuração do comprimento de cada componente do sistema digestivo, estes componentes foram abertos longitudinalmente com tesoura, lavados em água corrente, enxugados em papel toalha, envoltos em papel alumínio e pesados para a obtenção do peso fresco.

Posteriormente, o material foi colocado em estufa para a secagem, com temperatura entre 90 e 100°C, por um período de 36 horas e, após, colocado em dissecador e em seguida pesado em balança com precisão de até quatro decimais, para a obtenção do peso seco.

Ajuste aos dados peso e idade

Aos dados peso-idade, de cada sexo, foi ajustado o modelo Gompertz $W_t = \text{EXP}(\theta_1 - \theta_2 \theta_3) + \epsilon_t$, em que W_t representa o peso corporal em gramas, no tempo t , expresso em dias após o nascimento; θ_1 representa o logaritmo do peso assintótico superior, quando $t \rightarrow \infty$; é uma estimativa do peso adulto ou maturidade da ave; θ_2 é a constante de integração sem interpretação biológica, e θ_3 é a taxa de maturidade pós-natal, em que valores altos indicam maturidade precoce e valores baixos, maturidade retardada, e ϵ_t , o erro aleatório suposto normalmente distribuído.

No instante $t = 0$, a expressão $\text{EXP}(\theta_1 - \theta_2)$ estima o peso ao nascimento. A taxa de crescimento no tempo t é dada por dW_t/dt , ou seja, a primeira derivada com respeito ao tempo.

As coordenadas (W_i, t_i) do ponto de inflexão ou ponto de crescimento máximo são: $W_i = \text{EXP}(\theta_1 - 1)$ e $t_i = -(1/\theta_2 \theta_3)$.

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

A percentagem de maturidade (PM), na idade t , é dada por $PM_t = 100 W_t/\theta_1$. Para o tempo $< t_i$, PM cresce exponencialmente, e para o tempo $> t_i$, PM cresce segundo a lei dos rendimentos decrescentes (Parks 1982).

Para o ajuste do modelo aos dados, foram considerados como valores iniciais: $\theta_1 = 8,52$; $\theta_2 = 4,86$, e $\theta_3 = 0,96$, obtidos de Freitas et al. (1984). As estimativas foram obtidas através do método de Gauss-Newton, modificado do NLIN do SAS (Barr et al. 1982). Para cada dado peso-idade, foi calculado o erro de percentagem $EP = 100(W - \hat{W})/\hat{W}$ (Goonewardene et al. 1981), em que W e \hat{W} representam, respectivamente, o peso observado e o estimado.

Variáveis analisadas do sistema digestivo

- PF1: peso fresco de P1. PS1: peso seco de P1.
C1: comprimento de P1
- PF2: peso fresco de P2. PS2: peso seco de P2.
C2: comprimento de P2
- PF3: peso fresco de P3. PS3: peso seco de P3
C3: comprimento de P3
- PF4: peso fresco de P4. PS4: peso seco de P4.
C4: comprimento de P4.
- PFSD: peso fresco do sistema digestivo
PFSD = PF1 + PF2 + PF3 + PF4
- PSSD: peso seco do sistema digestivo
PSSD = PS1 + PS2 + PS3 + PS4
- PPF: peso fresco de cada componente em relação a PFSD
PPF_i = PF_i/PFSD, i = 1, 2, 3, 4
- PPS: peso seco de cada componente em relação a PFSD
PPS_i = PS_i/PSSD, i = 1, 2, 3, 4
- PP: peso fresco de componente em relação ao PC
PP_i = PF_i/PC, i = 1, 2, 3, 4
- PS: peso seco de cada componente em relação ao PC
PS_i = PS_i/PC, i = 1, 2, 3, 4
- PTF: peso fresco do sistema digestivo em relação ao PC
- PTS: peso seco do sistema digestivo em relação ao PC.

Para explicar o comportamento dessas variáveis em função da idade da ave, adotou-se o modelo de regressão polinomial. A qualidade de ajuste do modelo se baseou no coeficiente de determinação ajustado $\bar{R}^2 = ((n - 1) R^2 - K) / (n - K - 1)$, onde: K é o número de constantes estimadas, n o número de observações, e R^2 o coeficiente de determinação.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as estimativas dos parâmetros da equação Gompertz. Em ambos os sexos, os valores de \bar{R}^2 foram superiores a 98,0%, indicando uma boa qualidade de ajuste aos dados. As características biológicas obtidas com esta equação:

estimativas do peso corporal (g), taxa de crescimento (g/dia), percentagem de maturidade (PM) e erros de predição ($\hat{E}P$) estão na Fig. 1. Do nascimento até aproximadamente dez dias, independentemente de sexo, os valores de $\hat{E}P$ foram inferiores a 10,0% e com distribuição aleatória. Aos 70 dias a PM foi de 65,0% para machos e 69,0% para fêmeas. Os picos de ganho de peso se situaram em torno de 65,0 g aos 43 dias (machos) e 50,0 g aos 45 dias (fêmeas).

As estimativas dos parâmetros das equações de regressão polinomiais das variáveis peso fresco (g), peso seco (g) e o comprimento (cm) das várias partes do sistema digestivo (SD) estão na Tabela 2. Os coeficientes de regressão lineares (\hat{b}) e quadráticos (\hat{c}) foram significativos ($P < 0,01$) indicando que a taxa de crescimento das aves era crescente por ocasião do término do experimento. A Tabela 3 apresenta as estimativas dos parâmetros das regressões polinomiais das variáveis peso fresco, peso seco de cada parte e do sistema digestivo como um todo, expresso em relação ao peso corporal. Os coeficientes de determinação ajustados (\bar{R}^2) foram superiores a 60%, indicando, a princípio, que as regressões polinomiais apresentaram qualidades desejáveis no ajuste aos dados.

O crescimento absoluto nos pesos frescos e pesos secos das diferentes partes do SD com a idade está na Fig. 2. O incremento em peso foi praticamente linear do nascimento a 55 dias, havendo uma estabilização daí por diante.

A Fig. 3 apresenta a variação no crescimento de todos os componentes do SD com a idade. As fêmeas apresentaram um desenvolvimento menor em todos os órgãos. O maior comprimento foi observado no intestino delgado.

A Fig. 4 apresenta a proporção do SD, representada pelas várias partes. Independentemente de se-

TABELA 1. Estimativas e erros padrão dos parâmetros da equação Gompertz e coeficientes de determinação ajustados (\bar{R}^2).

Sexo	Parâmetros						$\bar{R}^2 \times 100$
	$\hat{\alpha}_1$	s($\hat{\alpha}_1$)	$\hat{\alpha}_2$	s($\hat{\alpha}_2$)	$\hat{\alpha}_3$	s($\hat{\alpha}_3$)	
machos	8,48434	0,07665	4,79055	0,29290	0,96407	0,00312	98,38
fêmeas	8,31322	0,09440	4,33081	0,22575	0,96774	0,00314	98,08

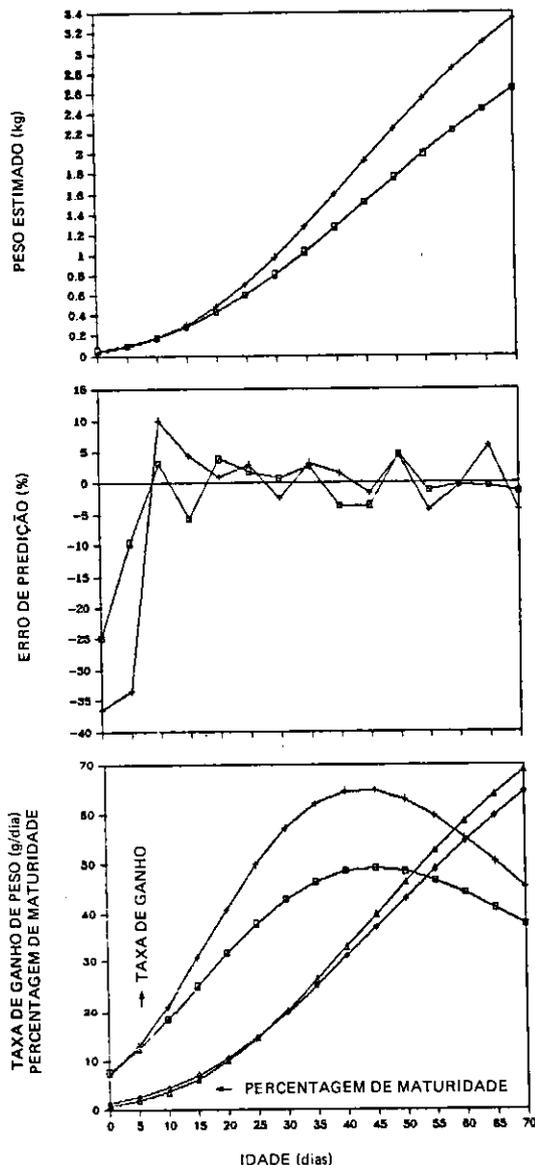


FIG. 1. Peso estimado (A), erro de predição (B) e taxa de ganho diário (C) em frangos de corte: machos (+), fêmeas (□) e percentagem de maturidade (C): machos (◇) e fêmeas (Δ).

xo, verifica-se que o esôfago + proventrículo e o intestino grosso + cecos apresentaram peso relativo praticamente constante durante o experimento. O peso relativo da moela apresentou um decréscimo de, aproximadamente, 17%, durante os dez primeiros dias de vida.

A proporção do peso corporal, em ambos os sexos, representada pelo peso fresco de cada parte e pelo SD total está na Fig. 5. Relativamente ao peso corporal, o SD apresentou maior desenvolvimento do nascimento até dez dias.

DISCUSSÃO

Peso corporal

Independentemente de sexo, a equação Gompertz apresentou boas características quanto ao ajuste do peso corporal com a idade. Os valores de \bar{R}^2 foram superiores a 98,0% e, a partir dos dez dias de vida, os valores de EP foram inferiores a 10,0% e com distribuição casual, o que permite caracterizar os erros entre os valores observados e os estimados como provenientes de uma amostra com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Os valores estimados dos parâmetros, em ambos os sexos, são bastante semelhantes aos obtidos por Ren & Becker (1981) e Freitas et al. (1984) em dados de peso e idade de frangos machos, do nascimento aos 70 dias. Entretanto, no presente trabalho, o valor de θ_1 para frangos foi intermediário aos obtidos por aqueles autores, sendo que, para fêmeas, o valor de θ_1 foi superior ao encontrado por Freitas et al. (1984). Estas diferenças podem ser atribuídas a pequenas alterações no ambiente, no manejo, na constituição genética das aves e, principalmente, ao fato de que, nos trabalhos de Ren & Becker (1981) e Freitas et al. (1984), os dados de peso e idade foram medidas repetidas sobre as mesmas aves, ao passo que no presente trabalho foram utilizadas aves diferentes em cada medição, o que reflete a variação individual.

Como foi constatado na literatura (Parks 1982, Freitas et al. 1984), o crescimento estimado para machos, a partir de uma semana de idade, sobrepuja o crescimento estimado para fêmeas, sendo que, aos 70 dias esta diferença é superior a 30%.

Ao final do experimento, as aves apresentaram uma taxa de ganho crescente ($dW_t/dt > 0$), sendo

TABELA 2. Estimativas e erros padrão dos parâmetros de regressões polinomiais e coeficientes de determinação ajustados em porcentagem ($\bar{R}^2 \times 100$), relacionando com a idade os pesos frescos (PF), os pesos secos (PS) e os comprimentos (C) associados ao esôfago e pró-ventrículo (1); moela (2); intestino delgado (3) e cecos + intestino grosso (4).

Variável	\hat{a}	$s(\hat{a})$	\hat{b}	$s(\hat{b})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	$\bar{R}^2 \times 100$
Machos							
PF1	0,2616	(0,2710)	0,1725	(0,0066)			92,14
PF2	0,4013	(1,3347)	0,8738	(0,0324)			92,74
PF3	1,6495	(1,6153)	0,6672	(0,1071)	-0,0033	(0,0015)	81,62
PF4	0,1479	(0,3305)	0,1730	(0,0080)			88,88
PS1	0,1458	(0,3753)	0,0126	(0,0249)	0,0007	(0,0003)	65,05
PS2	-0,7964	(0,4622)	0,2449	(0,0113)			88,76
PS3	-0,0299	(0,5628)	0,1629	(0,0137)			70,46
PS4	0,0832	(0,1265)	0,0176	(0,0084)	0,0003	(0,0001)	85,04
C1	3,0880	(0,5396)	0,2650	(0,0334)	-0,0018	(0,0004)	83,38
C2	3,5228	(0,2274)	0,1731	(0,0140)	-0,0011	(0,0002)	93,11
C3	52,2563	(6,1053)	3,4988	(0,3774)	-0,0292	(0,0050)	81,57
C4*	1,1175	(0,7580)	0,5438	(0,0502)	-0,0046	(0,0007)	85,27
C5**	1,9635	(0,4832)	0,2140	(0,0320)	-0,0017	(0,0004)	72,13
Fêmeas							
PF1	-0,2239	(0,3894)	0,2311	(0,0094)			91,12
PF2	-0,5331	(1,3347)	0,8738	(0,0324)			92,59
PF3	3,5516	(1,0884)	0,6025	(0,0265)			89,94
PF4	0,4246	(0,2404)	0,1346	(0,0058)			90,14
PS1	-0,1078	(0,0973)	0,0411	(0,0023)			83,87
PS2	-0,8193	(0,5367)	0,2218	(0,0130)			82,99
PS3	0,1701	(0,5153)	0,1250	(0,0125)			62,57
PS4	-0,0195	(0,0596)	0,0288	(0,0014)			86,96
C1	3,8594	(0,3764)	0,1331	(0,0088)			80,75
C2	3,6001	(0,1821)	0,1357	(0,0112)	-0,0067	(0,0001)	94,60
C3	47,9914	(4,3122)	2,8264	(0,2665)	-0,0203	(0,0035)	88,88
C4*	2,2580	(0,4309)	0,1473	(0,0285)	-0,0008	(0,0004)	73,26
C5**	1,5051	(0,6064)	0,4372	(0,0402)	-0,0073	(0,0005)	83,79

* Média dos comprimentos dos dois cecos.

** Comprimento do intestino grosso.

que a porcentagem de maturidade (PM) foi de 64,0% para machos e 69,0% para fêmeas. Obviamente, se o experimento continuasse até a ave atingir seu peso adulto, somente ao acaso eram de se esperar valores de PM diferentes de 100,0%. A maior taxa de ganho (dW_T/d_t) foi de 65,1 g aos 43 dias (machos) e 49,2 g aos 45 dias (fêmeas). Estes valores são semelhantes aos encontrados na literatura, ou seja, 64,4 g aos 44 dias para machos (Ren & Becker 1981), 63,0 g aos 43 dias para machos, e 49,2 g aos 45 dias para fêmeas (Freitas et al. 1984).

Características estudadas do sistema digestivo

Peso fresco e peso seco absoluto

Todos os componentes do SD (Fig. 2) apresentaram um crescimento absoluto durante todo o período, sendo que do nascimento até aproximadamente 30 dias, o crescimento pode ser considerado linear. A partir deste período, até aproximadamente 55 dias, observou-se uma aceleração no crescimento absoluto, com maior proporção para a moela e o intestino delgado, associando-se a esse crescimento uma maior variação entre as médias

TABELA 3. Estimativas e erros padrão dos parâmetros ($\times 10^{-5}$) das equações de regressão, relacionando a proporção do peso corporal (PP) representada pelo esôfago e proventrículo (1); moela (2); intestino delgado (3), cecos e intestino grosso (4) e sistema digestivo total (5).

Variável	\hat{a}	s(\hat{a})	\hat{b}	s(\hat{b})	\hat{c}	s(\hat{c})	\hat{d}	s(\hat{d})	$\bar{R}^2 \times 100$
Peso fresco - Machos									
PP1	1460,0000	(79,0000)	-36,8190	(4,8600)	0,3370	(0,0630)			71,52
PP2	8300,0000	(320,0000)	-429,2500	(35,8610)	9,6233	(1,0918)	-0,0699	(0,0096)	90,30
PP3	7160,0000	(300,0000)	-209,0000	(18,7440)	1,8566	(0,2431)			85,84
PP4	1460,0000	(64,5500)	-41,4980	(3,8594)	0,3834	(0,0514)			82,41
PP5	19761,7000	(611,1300)	-888,1600	(68,1289)	17,3955	(2,0738)	-0,1149	(0,0182)	94,78
Peso seco - Machos									
PP1	341,4480	(15,9229)	-15,0359	(2,0364)	0,3102	(0,0680)	-0,0020	(0,0006)	76,64
PP2	1762,3310	(44,1825)	-83,8094	(5,6506)	1,8341	(0,1888)	-0,0129	(0,0017)	93,08
PP3	907,9080	(64,9628)	-3,9632	(8,3082)	-0,4249	(0,2776)	0,0054	(0,0026)	69,24
PP4	225,5740	(11,5988)	-6,3542	(0,7688)	0,0698	(0,0105)			86,57
PP5	3020,5700	(99,3138)	-77,3375	(6,0920)	0,7307	(0,0790)			86,51
Peso fresco - Fêmeas									
PP1	1880,0000	(97,0250)	-93,8620	(10,8160)	2,1745	(0,3292)	-0,0163	(0,0029)	82,34
PP2	7650,0000	(460,0000)	-387,3000	(50,8210)	8,7857	(1,5459)	-6,43,0200	(135,9000)	78,18
PP3	6360,0000	(200,0000)	-177,7800	(12,6220)	1,5430	(0,1637)			91,03
PP4	1520,0000	(99,5000)	-67,3880	(11,0960)	1,4325	(33,7760)	-102,2700	(29,6700)	73,33
PP5	18097,2000	(768,7650)	-818,7850	(85,7014)	16,9152	(2,6086)	-0,1174	(0,0229)	89,66
Peso seco - Fêmeas									
PP1	323,2450	(9,4320)	-15,9988	(1,2063)	0,3836	(0,0403)	-0,0029	(0,0004)	89,02
PP2	1560,7000	(69,9338)	-71,4200	(8,9440)	1,6392	(0,2988)	-0,0118	(0,0028)	76,22
PP3	688,8370	(61,1031)	11,2236	(7,8146)	0,7607	(0,2611)	0,0078	(0,0024)	60,46
PP4	220,0330	(7,8304)	-6,7027	(0,5190)	0,0548	(0,0071)			81,25
PP5	3209,9000	(165,6060)	-130,7730	(18,4619)	2,6830	(0,5619)	-0,0181	(0,0049)	81,32

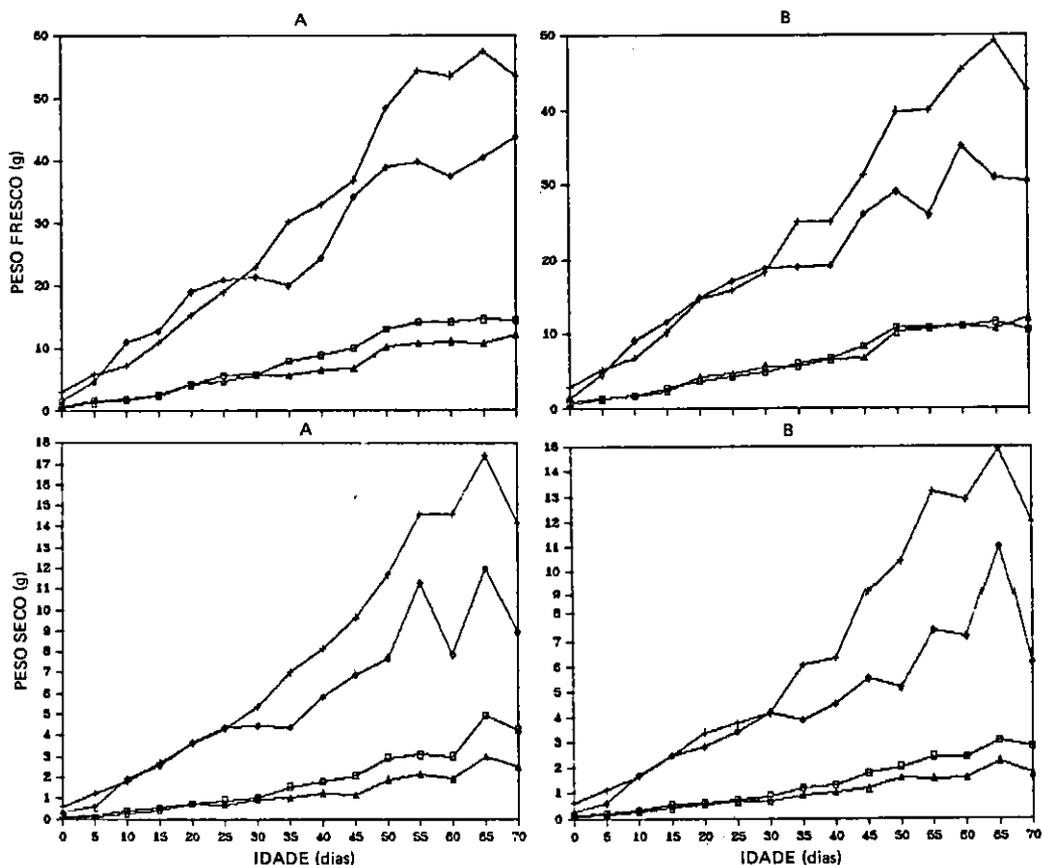


FIG. 2. Pesos frescos e pesos secos de diferentes partes do sistema digestivo de frangos de corte: machos (A), fêmeas (B) representados pelo esôfago e proventrículo (□) moela (+), intestino delgado (◇) e cecos + intestino grosso (Δ).

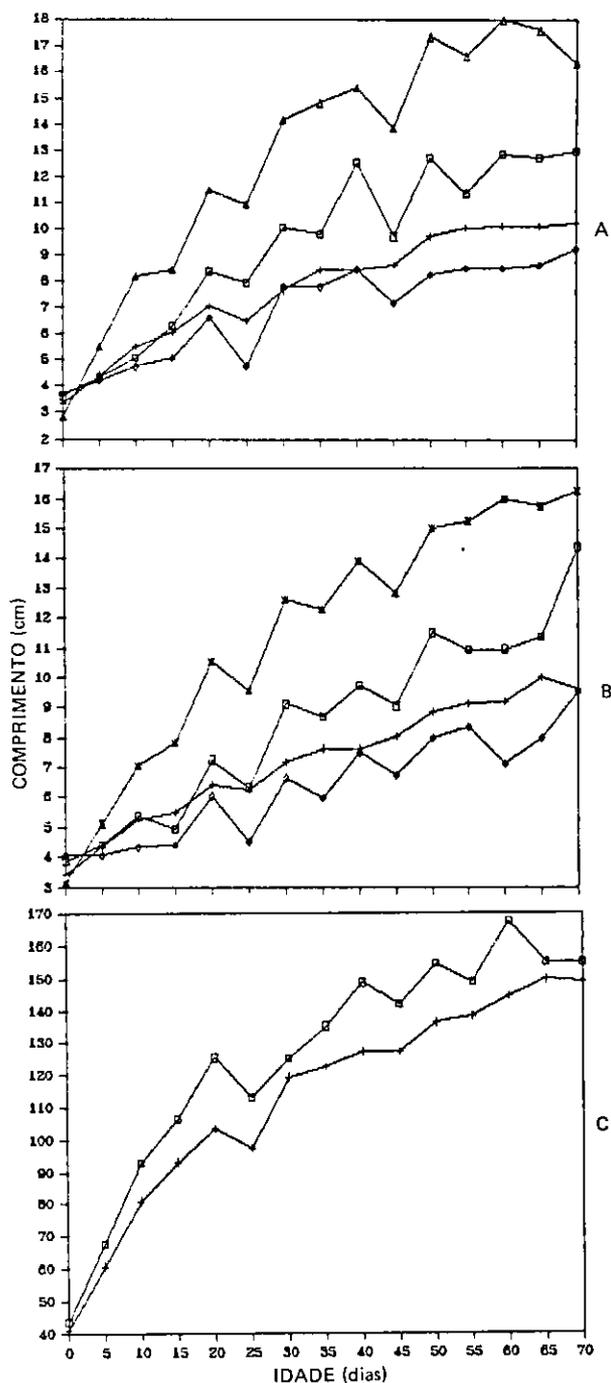


FIG. 3. Comprimento do esôfago e proventrículo (□), moela (+), cecos (Δ), intestino grosso (◇) em frangos de corte: fêmeas (A), machos (B) e intestino delgado (C): machos (□) e fêmeas (+).

consecutivas. Esta alteração na forma do crescimento pode ser devida à adaptação destes órgãos à troca da ração de crescimento para ração de terminação aos 28 dias.

Aos dados peso-idade das várias partes do SD foram ajustadas regressões polinomiais de segundo e terceiro graus. Os resultados obtidos quanto às estimativas dos parâmetros e \bar{R}^2 são concordantes com os obtidos por Crompton & Walters (1979), em frangos de corte.

A partir dos 55 dias, observou-se uma tendência para a estabilização no crescimento de todos os órgãos (Fig. 2), indicando certo grau de maturidade a este período.

A forma de crescimento dos componentes do sistema digestivo são semelhantes às encontradas por Gous & Stielau (1976), Kamar et al. (1978) e Crompton & Walters (1979), sendo os pesos obtidos no presente trabalho superiores aos encontrados por aqueles autores, o que pode ser atribuído a uma melhoria no manejo, alimentação e na constituição genética das aves utilizadas neste experimento.

Comprimento

Em todos os componentes do SD (Fig. 3) observou-se um crescimento proporcionalmente menor para as fêmeas. O maior comprimento foi observado no intestino delgado, que, durante o experimento, praticamente triplicou. Com exceção da moela, a taxa de crescimento foi bastante variável com a idade, sendo que a maior taxa se verificou entre duas e três semanas de idade. Crompton & Walters (1979) estudaram o comprimento do intestino delgado em frangos de corte até os 70 dias e verificaram que o comprimento duplicou, passando de 63 cm a 127 cm ao final do experimento. A maior variação nas medidas de comprimento do SD se deu em torno de quatro semanas, a qual, segundo aqueles autores, pode ser devida a mudanças nas propriedades físicas das paredes destes órgãos em função da mudança de ração. A exemplo dos pesos (Fig. 2), a partir dos 55 dias observou-se uma estabilização no crescimento, sendo que a moela e o intestino grosso apresentaram maturidade mais precoce. Equações polinomiais com \bar{R}^2 superiores a 72% foram ajustadas aos com-

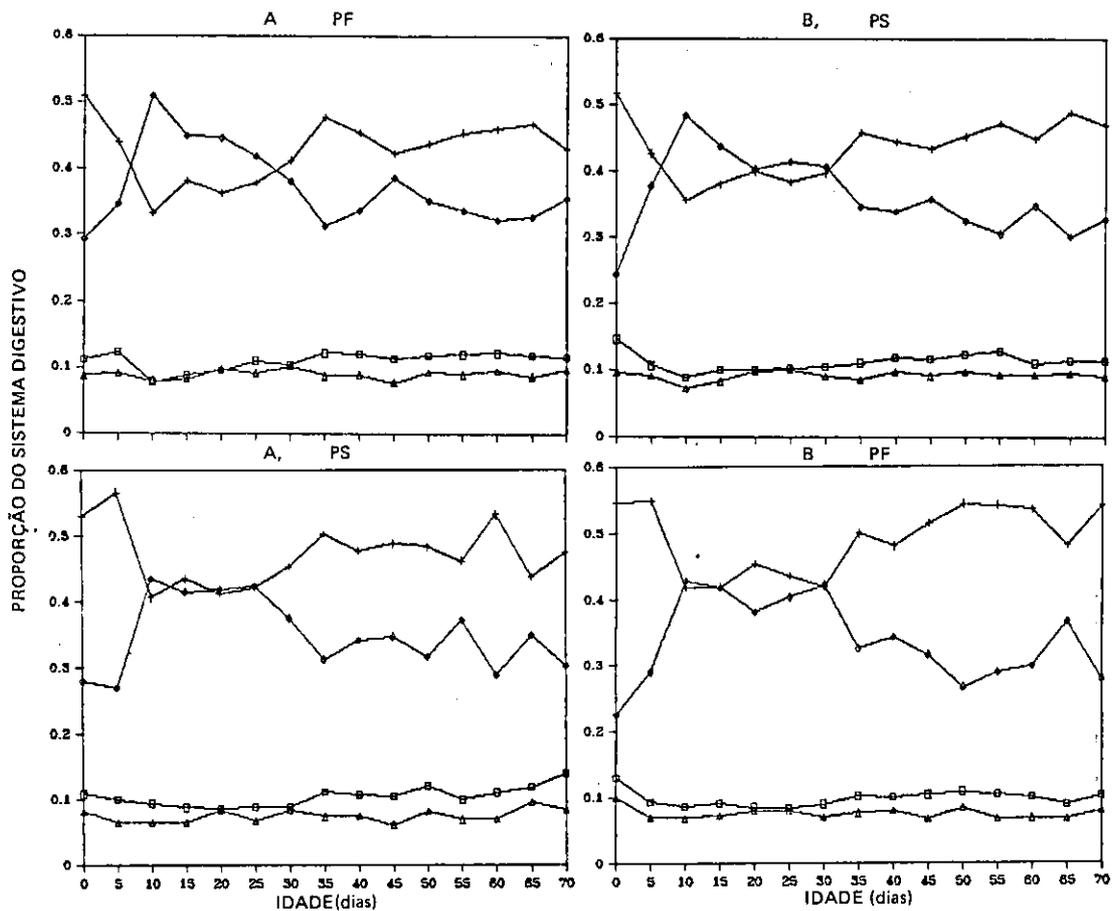


FIG. 4. Peso fresco (PF) e peso seco (PS) relativos ao sistema digestivo representados pelo esôfago e proventrículo (\square), moela (+), intestino delgado (\diamond) e cecos e intestino grosso (Δ) em frangos de corte: machos (A) e fêmeas (B).

primentos, sendo o melhor ajuste obtido com a moela, com \bar{R}^2 superiores a 93,0%.

Peso fresco e peso seco relativo

Em contraste com o peso absoluto (Fig. 2) e o comprimento (Fig. 3), um decréscimo do peso relativo de um determinado órgão, com a idade, não significa necessariamente que o órgão parou de crescer.

Do nascimento a duas semanas, a maior proporção do sistema digestivo foi representada pela moela, sendo que com um dia de idade representava 50,0%, havendo uma redução de 17,0% até os dez dias.

Em ambos os sexos observou-se um comportamento oposto entre a moela e o intestino delgado. Uma possível explicação é que uma moela bem desenvolvida pode transformar os alimentos mais facilmente em uma pasta semi-líquida, podendo o ID ser reduzido, sem, contudo, prejudicar o metabolismo das aves.

Gous & Stielau (1976) estudaram várias características do peso corporal e do sistema digestivo em aves de postura submetidas a quatro níveis de restrição alimentar: 100%, 88%, 76% e 64% das necessidades. Os autores verificaram que a redução na quantidade de alimentos fornecida estava associada a um menor peso da moela e a um maior comprimento do intestino delgado. Os resultados

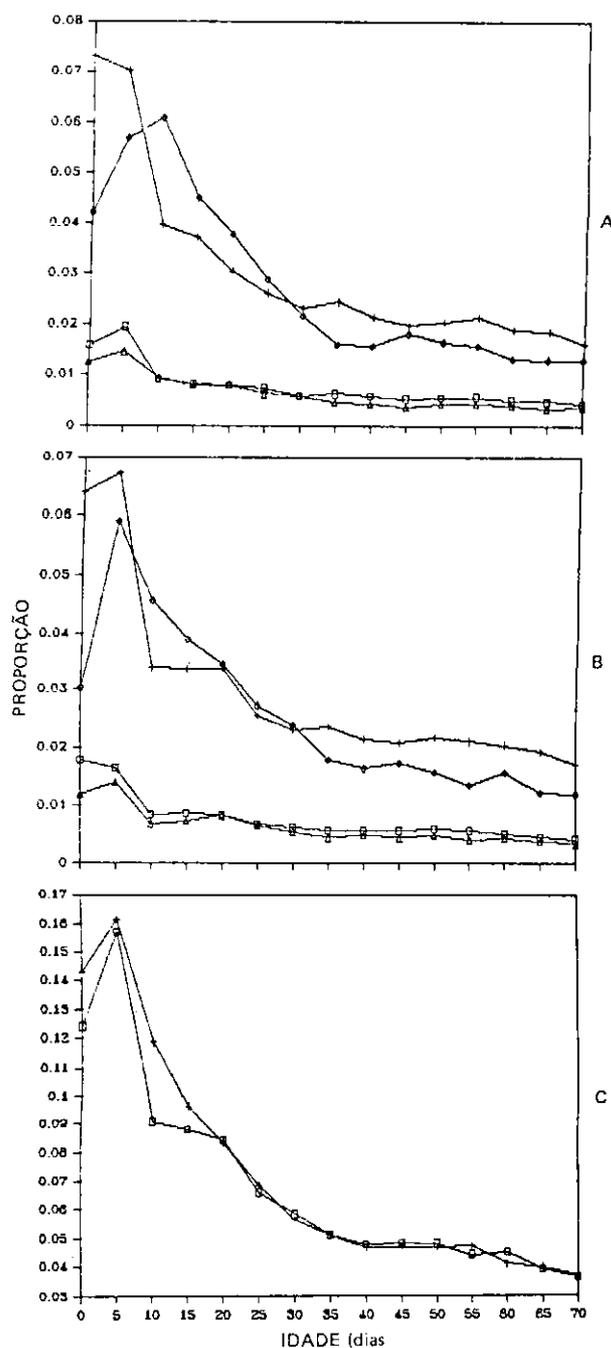


FIG. 5. Peso relativo do corpo (PRC) de frangos machos (A) e fêmeas (B) representado pelo esôfago e proventrículo (□), moela (+), intestino delgado (◇), cecos e intestino grosso (Δ) e PRC representado pelo sistema digestivo total (C): machos (+) e fêmeas (□).

do presente trabalho são concordantes com os obtidos por aqueles autores.

O esôfago + proventrículo e os cecos + intestino grosso apresentaram uma proporção constante durante todo o experimento, indicando uma maturidade mais precoce comparativamente aos demais componentes. Em ambos os sexos, os pesos frescos e pesos secos do sistema digestivo (Fig. 5) apresentaram uma maior proporção em relação ao peso corporal, do nascimento até dez dias. Estes resultados concordam com os obtidos por Crompton & Walters (1979) e indicam que, durante as primeiras semanas de vida, as aves apresentam um SD mais desenvolvido e, conseqüentemente, consomem mais alimentos relativamente ao peso do corpo.

CONCLUSÕES

1. O modelo Gompertz $W_t = \text{EXP}(\theta_1 - \theta_2 \theta_3^t)$ apresentou um ajuste adequado dos dados peso e idade em frangos de corte, dos dez aos 70 dias.
2. A percentagem de maturidade foi de 64,0% para machos e 69,0% para fêmeas aos 70 dias.
3. A maior taxa de ganho de peso (g/dia) foi de 65,1 g aos 43 dias para machos e 49,2 g aos 45 dias para fêmeas.
4. A partir de uma semana de idade, o crescimento estimado para machos sobrepuja o crescimento estimado para fêmeas, sendo que, aos 70 dias, esta diferença é superior a 30%.
5. Durante as primeiras semanas de vida, as aves apresentam o sistema digestivo mais desenvolvido e, conseqüentemente, consomem mais alimentos relativamente ao peso do corpo.
6. Regressões polinômiais apresentaram bom ajuste dos pesos absolutos e relativos das várias partes do sistema digestivo com a idade.
7. A partir dos 55 dias de vida, observou-se uma tendência de estabilização no comprimento de todas as partes do sistema digestivo.

REFERÊNCIAS

- BARR, A.J.; GOODNIGHT, J.H.; SALL, J.P.; BLAIR, W.H.; CHILKO, D.K. SAS user's guide. Raleigh, SAS Institute, 1982. 584p.

- CROMPTON, D.W.T. & WALTERS, D.E. A study of growth of the alimentary tract of the young cockred. *Br. Poul. Sci.*, 20:149-58, 1979.
- DROR, Y.; NIR, I.; NITSAN, Z. The relation growth of internal organs in light and heavy breeds. *Br. Poul. Sci.*, 18:493-6, 1977.
- FREITAS, A.R. de; ALBINO, L.F.T.; MICHELAN FILHO, T.; ROSSO, L.A. de. Modelo de curvas de crescimento em frangos de corte. *Pesq. agropec. bras.*, 19(9):1057-64, 1984.
- GOONEWARDENE, L.A.; BERG, R.T.; HARDIN, R.T. A growth study of beef cattle. *Can. J. Sci.*, 61:1041-8, 1981.
- GOUS, R.M. & STIELAU, W.J. Growth and laying performance of light-hybrid pullets subjected to quantitative food restriction. *Br. Poul. Sci.*, 17:487-98, 1976.
- KAMAR, G.A.R.; KICKA, M.A.; DARWISH, A.A. Development of the digestive system in chickens and turkeys. *Egypt. J. Anim. Prod.*, 18(2):121-35, 1978.
- PARKS, J.R. A theory of feeding and growth of animals. Berlin, Springer, 1982. 322p. (Advanced series in agricultural and food sciences. 11)
- REN, Y.T. & BECKER, W.A. Growth of body and abdominal fat weight in male broiler chickens. *Poul. Sci.*, 60:1101-6, 1981.